A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KUTATÓHELYEINEK 2018. ÉVI TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

I.
Matematikai és természettudományok

Budapest
2019

A Magyar Tudományos Akadémia matematikai és természettudományi kutatóhelyeinek beszámolói alapján – az intézmények vezetőinek aktív közreműködésével – szerkesztették az MTA Titkársága Kutatóintézeti Főosztályának munkatársai, valamint a Támogatott Kutatócsoportok Irodájának igazgatója

Jenes Barnabás főosztályvezető

Imrik Krisztina
Koroknai Levente
Steinczinger Zsuzsanna

Idei Miklós

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó 6
A táblázatokkal kapcsolatos megjegyzések 10
Matematikai és természettudományi kutatóközpontok és kutatóintézetek 12
MTA Atommagkutató Intézet 13
Az MTA Atommagkutató Intézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 27
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont 30
Földrajztudományi Intézet 32
Földtani és Geokémiai Intézet 42
Geodéziai és Geofizikai Intézet 51
Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet 62
Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 72
MTA Energiatudományi Kutatóközpont 79
Atomenergia-kutató Intézet 81
Energia- és Környezetbiztonsági Intézet 92
Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet 104
Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 117
MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet 123
Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 140
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet 143
Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 159
MTA Természettudományi Kutatóközpont 162
Anyag- és Környezetkémiai Intézet 167
Enzimológiai Intézet 185
Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet 202
Szerves Kémiai Intézet 213
Az MTA Természettudományi Kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 221
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont 229
Részecske- és Magfizikai Intézet 237
Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet 252
Az MTA Wigner Fizikai kutatóközpont főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 267
Matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok 272
MTA–BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport 273
MTA–BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport 276

MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport 279
MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport 283
MTA–BME Számítások Vezérelte Kémia Kutatócsoport 286
MTA–BME Szilárd Testek Morfodinamikája Kutatócsoport 289
MTA–BME Sztochasztika Kutatócsoport 292
MTA–BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport 295
MTA–DE Egyenletek, Függvények, Görbék Kutatócsoport 299
MTA–DE Redoxi és Homogén Katalitikus Reakciók Mechanizmusa Kutatócsoport 302
MTA–DE Részecskefizikai Kutatócsoport 305
MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport 311
MTA–ELTE Extragalaktikus Asztrofizikai Kutatócsoport 315
MTA–ELTE Geometriai és Algebrai Kombinatorika Kutatócsoport 324
MTA–ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport 327
MTA–ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport 331
MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport 335
MTA–ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport 338
MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport 341
MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoport 344
MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport 347
MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport 350
MTA–PE Levegőkémiai Kutatócsoport 353
MTA–PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-Tudományban Kutatócsoport 356
MTA–PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport 358
MTA–PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport 361
MTA–SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport 365
MTA–SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport 369
MTA–SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport 372
MTA–SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport 376
MTA–SZTE Sztereokémiai Kutatócsoport 380
MTA–SZTE Biomimetikus Rendszerek Kutatócsoport 383
A matematikai és természettudományi támogatott kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 387
Matematikai és természettudományi egyetemi Lendület kutatócsoportok 423
MTA–BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport 424
MTA–BME Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport 430
MTA–BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport 437
MTA–BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópia Kutatócsoport 440

MTA–BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport 443
MTA–ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport 449
MTA–ELTE Lendület Forró Univerzum Kutatócsoport 452
MTA–ELTE Lendület Kombinatorikus Geometria Kutatócsoport 455
MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport 458
MTA–PE Lendület Komplex Rendszerek Figyelemmel Kísérése Kutatócsoport 461
MTA–SZE Lendület Járműakusztikai Kutatócsoport 463
MTA–BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport 465
MTA–BME Lendület Kvantum-Információelmélet Kutatócsoport 467
MTA–BME Lendület Topológia és Korreláció Kutatócsoport 469
MTA–ELTE Lendület Laboratóriumi Asztrokémia Kutatócsoport 471
A matematikai és természettudományi Lendület kutatócsoportok főbb mutatói és pénzügyi adatai 2018-ban 475

ELŐSZÓ

A Magyar Tudományos Akadémia iránti közbizalom a legújabb közvélemény-kutatások szerint is igen magas. Ebben minden bizonnyal fontos szerepet játszik az MTA kutatóinak eredményessége. Az MTA kutatóhálózatából származik az összes, nemzetközileg is látható magyarországi tudományos közlemény több mint 30 százaléka.[1] Az elnyert H2020-támogatások alapján az MTA kutatóhálózata a legsikeresebb hazai intézmények közé tartozik (a Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet a 3., a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet a 4. helyen szerepel a rangsorban).[2] Az MTA kutatóközpontjai és önálló jogállású kutatóintézetei továbbá a legsikeresebb ERC befogadó intézmények között foglalnak helyet hazánkban (a 18 legsikeresebb intézmény közül 11 került ki az MTA kutatóhálózatából).[3] Az MTA kutatóhálózata – a hasonló profilú európai kutatóhelyek eredményeivel összevetve – a 100 000 euró intézményi bevételre jutó publikációk számát tekintve az első, a Q1-es publikációk számát tekintve a második helyen áll.[4]

Egy előszó esetében kissé rendhagyó módon, rögtön néhány eredményességi mutatót ismertetve ajánlom az olvasók figyelmébe az MTA 10 kutatóközpontból, 5 önálló jogállású kutatóintézetből, valamint a támogatott és Lendület-kutatócsoportokból álló kutatóhálózatának kiemelkedő tudományos eredményeiről készült beszámolót, amely 1994 óta folyamatosan, minden évben megjelenik. Kutatóhelyeink tudományos tevékenységére, az elért eredményekre méltán lehetünk büszkék.

Az akadémiai kutatóhálózat eredményességét annál is inkább indokolt kiemelnünk, mert a 2018-as év – az MTA vezetésének minden erőfeszítése ellenére – a kutatóhálózat finanszírozása körül kialakult bizonytalan helyzet következtében nehézségeket is hozott. Információink szerint egyes 2018-as központi költségvetési intézkedések kedvezőtlen hatásai – az előzetes adatok szerint – már valószínűsíthetők a 2019. év tudományos teljesítményére.

Az akadémiai kutatóközpontok és önálló kutatóintézetek feladatai a szerteágazó kutató-fejlesztő tevékenység alapján három fő csoportba oszthatók: az alap- vagy felfedező kutatásokra, amelyek témáit a tudomány belső fejlődése, a világszerte elért legfrissebb eredmények határozzák meg; a Kormány vagy a versenyszféra megrendelései alapján végzett alkalmazott vagy célzott kutatásokra, amelyek az alapkutatási eredményekre és az azokban felhalmozott tudásra támaszkodnak; valamint olyan társadalmi célú szolgáltatásokra, amelyek magukban foglalják többek között a szakmai tanácsadást, a tudományos utánpótlás képzését és a tudomány népszerűsítését. Az alapkutatások területén az MTA igen jól teljesít, bizonyos mércék (például a már ismertetett mutató, a publikációk egységnyi anyagi támogatásra vetített száma) szerint Európa legeredményesebb intézethálózata. Társadalmi célú szolgáltatásait is közmegelégedésre látja el. Eredményesebb bevonása az alkalmazott kutatásokba és az innovációs folyamatokba mindannyiunk közös érdeke.

[1] MTA, 2018.
[2] NKFIH, 2018.
[3] Európai Bizottság (eCorda), 2018.
[4] MTA, 2017.

Az akadémiai kutatóhálózat tudományos eredményeiről elöljáróban elmondható: sikeres esztendőt zártunk, 2018-ban jelentősen több tudományos publikáció született, mint 2017-ben. Az egy évvel korábbi adatokhoz képest a publikációk száma az élettudományok területén változatlan volt, a bölcsészet- és társadalomtudományok területén 6,3%-kal, míg a matematikai és természettudományok területén 13,6%-kal nőtt. Az előző évhez képest 2018-ban több impaktfaktoros publikáció született: az élettudományok területén 665, a matematikai és természettudományok területén 1635, a bölcsészet- és társadalomtudományok területén pedig 163. Az összesített impaktfaktor két tudományterületen növekedést mutat, a bölcsészet- és társadalomtudományok területén közelítőleg változatlan. Itt szükséges megjegyezni, hogy a bölcsészet- és társadalomtudományokban kevéssé jellemzőek az impaktfaktoros publikációk, ez alól csak a szociológia és a közgazdaság-tudomány egyes területei jelentenek kivételt. A tudományterületen a legnagyobb számban könyvek és könyvfejezetek készülnek: 2018-ban összesen 114 könyv, illetve monográfia látott napvilágot, ami a 2017-es évhez képest 58%-os növekedést jelent.

A kutatóhálózatban 2018-ban az átlaglétszám 4232 fő volt (2017-ben 4049 fő, 2016-ban 3978 fő). Ezen belül a kutatói létszám 2016–2018 között a következőképpen változott: 2436 fő (2016), 2439 fő (2017), 2530 fő (2018). A közalkalmazotti státuszban foglalkoztatott kutatók közül a beszámolási évben 132-en szereztek PhD-fokozatot, ami a 2017. évi 120 főhöz képest jelentős növekedés. A beszámolási évben megszerzett MTA doktora címek száma hasonló volt az előző évhez. A felsőoktatásban oktató kutatóhálózati kutatók száma mindhárom tudományterületen nagyobb mértékben, átlagosan 17,6%-kal nőtt. 2018-ban a kutatóhálózatban közalkalmazotti státuszban, teljes vagy részmunkaidőben foglalkoztatott kutatók 43,5%-a oktatott felsőfokú oktatási intézményben, azon doktori iskolák száma, amelyek vezetője intézethálózati kutató, 20-ról 22-re nőtt.

Az MTA 10 kutatóközpontjának és 5 kutatóintézetének tényleges költségvetési támogatása 2018-ban 24,3 milliárd Ft volt a beruházásokkal és pályázatokkal együtt. A kutatóhálózat saját bevételei 2018-ban is jelentős arányban pályázati forrásból származtak. Az élettudományok területén a hazai és külföldi pályázatok a külső bevételek 65%-át (a teljes bevétel 25%-át), a matematikai és természettudományok területén 68%-át (a teljes bevétel 35%-át), a bölcsészet- és társadalomtudományok területén pedig 73%-át (a teljes bevétel 20%-át) tették ki.

A 2018-as évben a pályázati forrásokért folytatott versenyben az MTA kutatóhálózata a tavalyihoz hasonló, jó eredményeket ért el. Ezek közül Közép-Európában is egyedülálló siker egy ERC Synergy Grant pályázat elnyerése. A szinergiapályázatok különböző tudományterületek együttműködését támogatják annak érdekében, hogy az így keletkező eredmények új kutatási területeket alapozzanak meg. Az elnyert ERC-szinergiapályázatnak köszönhetően az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, a Közép-európai Egyetem és a prágai Károly Egyetem együttműködésében egy hatéves hálózattudományi kutatási program indulhat el 9,8 millió euró támogatással.

A 2018-as év egyik fontos eredménye, hogy a martonvásári Agrár-innovációs Centrum Projekt keretében 2018. október 25-én átadták Martonvásár Város Önkormányzatának a Brunszvik-kertet, amely innentől kezdve közpark funkciót tölt be. Az elkészült martonvásári kastélypark felújításával megvalósult a beruházás első, egymilliárd forintos ütemének egy része, amelybe

beletartozik a 2018-ban átadott kéthektáros közpark, a Brunszvik-kert és környezetének megújítása, továbbá az Agroverzum Tudományos Élményközpont megépítése. A tervek szerint 2020-ban várható az új kutatási tömb I. ütemének átadása, amely a legmodernebb infrastruktúrát biztosítja majd az MTA kutatói és partnerei számára. 2024-re tervezik a II. ütemet, 2025-re pedig befejeződhet a kastély és a park teljes körű rekonstrukciója, magába foglalva a Beethoven Zenei Központ megépítését is.

A felsőoktatás és az akadémiai kutatóhálózat együttműködése a Kiválósági Együttműködési Program keretében 2018-ban is folytatódott, illetve új projektek is indultak az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont és az MTA Ökológiai Kutatóközpont vezetésével „Gammavillanások detektálása nanoműholdak segítségével – prototípus űrműszer kifejlesztése (CAMELOT)", illetve „NANOMIN: Ásványképződési folyamatok nanoméretekben – a kristályok elemi cellájától a kontinentális léptékig" címmel. A Budapesti Corvinus Egyetemmel, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel együttműködésben az MTA Ökológiai Kutatóközpont „A társadalmi jóllét ökológiai alapjai – tájhasználat és klímaváltozás hatása vízi és szárazföldi ökoszisztémákra" című projektje is kezdetét vette 2018-ban. Folytatódtak az MTA Agrártudományi Kutatóközpont, az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont, az MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont és az MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont szakmai projektjei. Egy 3 éves program zárásaként az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont és az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, illetve egyetemi partnereik munkatársai a kutatási eredményeiket bemutató konferencián többek között a lézerplazma-kutatásokról, a számítógépes képanalízisről, valamint a mesterséges intelligenciának az egysejt-kutatásban játszott szerepéről tartottak előadásokat az MTA Székházban. Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet projektje záróbeszámolóját 2018 végén készítette el.

2018-ban a Kormány intézkedési tervével összhangban folytatódott a munka a Nemzeti Víztudományi Program keretében. Fontos cél vizeink minőségének fokozatos javítása és a jó állapot elérése, a vízfolyások természetes állapotának megtartása. A programhoz kapcsolódva 2018 júniusában megrendeztük az MTA Víznapot, ahol az érdeklődők – elsősorban a diákok és fiatalok – színes ismeretterjesztő előadások és bemutatók formájában ismerkedhettek meg a téma aktuális kérdéseivel. 2018 novemberében az MTA Székházban szakmai konferenciát is rendeztek a Víztudományi Irányító Testület szervezésében.

A Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával az MTA Ökológiai Kutatóközpont, a Fővárosi Vízművek Zrt., a Nemzeti Népegészségügyi Központ, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és a Miskolci Egyetem szakmai képviseletével alkotott konzorcium a Nemzeti Víztudományi Programhoz kapcsolódóan pályázatot nyert. A projekt fókuszában a Budapest ivóvízellátását is biztosító parti szűrésű rendszer hatékonyságának vizsgálata áll. A program megvalósításának teljes költsége több mint egymilliárd forint, a támogatás összege ebből mintegy 995 millió forint hároméves időszakra.

A kutatóhálózat tudományos eredményeinek összegzését tartalmazó beszámolókötetek a gazdag tudományos eredmények mellett számot adnak a kutatóhelyek tudományszervezési, eredményhasznosítási, oktatási és pályázati tevékenységéről is. A tudományos közösség számos

nemzetközi elismerést kivívó eredményének és nemzetstratégiai jelentőségű kutatásának megismerése és megismertetése az MTA kommunikációs stratégiai céljai közül a legfontosabb. Egyrészt azért, mert a kutatóhálózat a közvélemény számára nem mindig észlelhetően végzi rendkívül gazdag tevékenységét, másrészt az Akadémián és intézeteiben számos olyan kutatás folyik, amelynek eredményei szakpolitikai döntéseket készíthetnek elő. Remélem, az országgyűlési beszámoló, a kormánytájékoztató, az MTA honlapja, a közösségi médiafelületek, az információs brosúrák és a tudománynépszerűsítő rendezvények mellett e kötetek is hatékonyan szolgálják majd az MTA kutatóhálózatában elért eredmények széles körű megismertetését és a döntéshozói tájékozódást.

Budapest, 2019. április 10.

Török Ádám
főtitkár

A TÁBLÁZATOKKAL KAPCSOLATOS MEGJEGYZÉSEK

A táblázatban szereplő adatok egy részét a kutatóközpontok, az intézetek vagy a kutatócsoportok adták meg. A központok és az intézetek pénzügyi és létszámadatait a Fejezeti és Intézményi Pénzügyek Osztálya, a csoportokét pedig a Támogatott Kutatócsoportok Irodája (TKI) szolgáltatta a pénzügyi beszámolók alapján. A publikációs és idézettségi adatokat a Magyar Tudományos Művek Tára (MTMT) adatbázisából való lekérdezés alapján közöljük. Az idézettségi adatok – a nemzetközi gyakorlatra áttérve – a beszámolási évet megelőző évre (most 2017-ra) vonatkoznak. Többéves pályázatoknál mindig az adott évre eső összeg került feltüntetésre. A I.-III. kötetekbe a kutatóközpontokat és a kutatócsoportokat tudományterületenként szerkesztették. Az MTA Természettudományi Kutatóközpont intézeteiben mindhárom tudományterületet érintő kutatások folynak, azonban a Központ egy helyen történő bemutatása érdekében, megnevezésével összhangban az I. kötetbe szerkesztették.

A beszámolók táblázataiban indexszel megjelölt számok jelentései:

[1] Az éves gazdasági beszámolóban szereplő átlagos statisztikai állományi létszám.

[2] A kutatói besorolásban lévő közalkalmazottak 2018. évi tényleges átlaglétszáma. Az átlaglétszámba beletartoznak a részmunkaidőben foglalkoztatottak is. Ezekben az esetekben a részmunkaidősök létszáma a ledolgozott órák alapján lett teljes munkaidős létszámra átszámítva. Az átlaglétszám a havi átlagos létszámadatok egyszerű számtani átlaga, vagyis éves átlagszámítás esetén 12-vel kell elosztani a havi átlagos létszámadatok összegét.

[3] Itt tájékoztatásul külön megadjuk azoknak az akadémikusoknak a tényleges számát, akik a kutatóhellyel munkaviszonyban nem állnak ugyan, de tudományos munkájuk kapcsolódik a kutatóhely tevékenységéhez.

[4] Akadémiai fiatal kutatói álláshelyen és egyéb álláshelyen foglalkoztatott 35 év alattiak együtt.

[5] A publikációk közé sorolhatók mindazon tudományos, oktatási és tudományos ismeretterjesztő művek, amelyeket a kutatóhely statisztikai állományi létszámába besorolt munkatársak jelentettek meg a beszámolási évben, és a publikáción szerepel a kutatóhely neve. Az egyes publikációtípusok meghatározásánál az MTMT definícióit vettük alapul (típus_jelleg_besorolás_v3.0).

[6] A teljes publikációnak tekinthető közleményfajták felsorolása az MTA Elnökség doktori határozata (MTA_doktori_határozat-kivonat) alapján:

- Folyóiratban megjelentek: szakcikk/tanulmány, összefoglaló cikk, rövid közlemény, sokszerzős vagy csoportos szerzőségű közlemény, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, esszé.
- Könyvek: szakkönyv, monográfia, kézikönyv, forráskiadás, kritikai kiadás, atlasz.
- Könyvben megjelent: szaktanulmány, esszé, forráskiadás, recenzió/kritika, műkritika, műtárgyleírás, térkép.
- Konferenciaközlemény: folyóiratban, könyvben, egyéb konferenciakötetben (általában több mint két oldal).

[7] A 2018-as összesített impaktfaktorhoz a folyóiratok legutóbbi (2018-ben közzétett, de a 2017-es évre vonatkozó) impaktfaktorát használjuk.

[8] A kutatóhelyhez rendelt összes eddigi publikációra 2017-ben kapott (a megjelenési év: 2017) hivatkozások száma.

[9] A tárgyévben kiállított oklevelek alapján.

[10] Nemzeti úton megadott oltalmak: szabadalom, formatervezési minta, használati minta, védjegy, földrajzi árujelző, növényfajta-oltalom, kiegészítő oltalmi tanúsítvány.

[11] Megadott külföldi oltalmak: hatályosított európai szabadalom, közösségi védjegy, nemzetközi, Madridi Megállapodás szerinti védjegy, közösségi növényfajta-oltalom.

[12] Azokat az előadásokat és posztereket is ideszámítottuk, amelyek nem jelentek meg konferenciakiadványban, de dokumentálhatók.

[13] Itt csak a kormányszintű vagy ezzel ekvivalens országos és nemzetközi, nem megbízási díjért végzett szakpolitikai tanácsadó tevékenységet, bizottsági részvételt soroltuk fel.

[14] Mindazon személyek száma, akik hazai felsőoktatási intézményben rendszeresen (nem feltétlen heti rendszerességgel), tantervi keretek között oktatnak. A külföldi egyetem számára végzett oktatási tevékenységet, a felkérésre tartott előadásokat és a szakdolgozat, diplomamunka, PhD témavezetését a beszámoló III., illetve IV. pontjában találjuk. Az adatok a 2017/2018-as tanév második és a 2018/2019-es tanév első szemeszterére vonatkoznak.

[15] A 2018. évben a kutatóhely részére a Magyar Államkincstár által kiutalt összes költségvetési támogatás.

[16] 2018. december 31-én az MTA-keretből a kutatóhely rendelkezésére álló fiatal kutatói álláshelyeken foglalkoztatottak száma.

[17] Az ÚMFT-re, az egyéb hazai pályázatokra (ÚSZT, Széll Kálmán terv stb.) és az EU-s pályázatokra kapott bevétel összege.

[18] A tárgyévre vonatkozó kutatási- és egyéb vállalkozásoktól származó bevétel, valamint minden egyéb, eddig nem szerepelt kutatási és nem kutatási bevétel összege.

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONTOK ÉS KUTATÓINTÉZETEK

MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET
4026 Debrecen, Bem tér 18/c; 4001 Debrecen, Pf. 51
telefon: (52) 509 200; fax: (52) 416 181
e-mail: director@atomki.mta.hu; honlap: www.atomki.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Intézet fő feladata az atomfizikai, magfizikai, nukleáris asztrofizikai és részecskefizikai alapkutatások területén a nemzetközi kollaborációkkal összehangolt élvonalbeli kutatások végzése volt, a nagy nemzetközi kutatóközpontok, és a saját kutatási infrastruktúra kiegyensúlyozott használatával. A GINOP pályázatokhoz kötődő infrastrukturális fejlesztések között kiemelt jelentőségű volt a Klímakutatási és Környezetfizikai Laboratóriumnak otthont adó épület átalakításának befejezése, illetve a Tandetron Laboratórium második ütemének időarányos megvalósítása. Ez utóbbi által kialakult egy világszínvonalú infrastruktúra (három különböző, csúcsteljesítményű ionforrás; nagy pontosságú energiastabilitás; kilenc független nyalábvég mérőhely), mely kitűnő lehetőséget nyújt a magyar kutatók nemzetközi versenyképességének fokozásához. Az Atomki 2018-ban is jelentős szerepet vállalt az egyetemi oktatásban, a PhD-képzésben, a nemzetközi szakemberképzésben és a tudomány népszerűsítésében. Az év második felében újszerű feladatot jelentett az MTA és az ITM közötti tárgyalások követése, a lehetséges kimenetelek és azoknak az Intézet működésére várható befolyással levő következményeinek mérlegelése.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti fizika

A kötötten összefonódottság egy nagyon gyenge formáját képviseli az összefonódott kvantumállapotoknak. Ezen típusú állapotok olyan gyengén összefontak, hogy tiszta formában végtelen számú példányukból sem nyerhető ki összefonódottság. Ennek ellenére hasznosnak bizonyulnak olyan alkalmazásokban, mint a kvantumos kulcskiosztás, adatrejtés, vagy biztonságos véletlenszámok előállítása. A kvantuminformatika egyik nyitott kérdése, hogy az ilyen típusú kvantumállapotok hasznosíthatók-e a kvantummetrológiában. Ezen kérdésre pozitív válasz sikerült adni: megmutatták, hogy a többrészű, kötötten összefonódott állapotokkal lineáris interferométerekben pontosabb paraméterbecslést lehet elérni, mint bármely szeparálható állapot segítségével, vagyis metrológiai szempontból hasznosak.

Csatolt csatornás modellekben a hatáskeresztmetszetet az S-mátrix pólusai erősen befolyásolják. Megmutatták, hogy a különböző Riemann síkokon levő pólusok mindegyike alkalmasan választott komplex energiájú bázisfüggvények segítségével meghatározható. Azt találták, hogy a magfúziós energiatermelésben fontos ^{5}He úgynevezett árnyék pólusa a kölcsönhatás erősségétől függően más és más síkon helyezkedik el és ezért hatásuk is különböző.

Természeti katasztrófák, mint például a földcsuszamlások, földrengések, kialakulását nagyon sokszor nyomás, illetve nyírás alatt létrejövő törések okozzák. Megmutatták, hogy szilárdtestek nyomás hatására lezajló törési folyamatait alapvetően befolyásolja az anyag strukturális rendezetlenségének mértéke. Ehhez számítógépen modellezték a földrengések szempontjából jelentős, üledékes kőzetek szerkezetét, majd henger alakú próbatestek viselkedését szimulálták. Kimutatták, hogy a katasztrofális töréshez közeledve két, egymást metsző törési sáv jön létre,

amelyek irányítása és belső szerkezete függ a rendezetlenség mértékétől. Azt is megállapították, hogy a rendezetlenség hatása egy skálatörvénnyel írható le.

Különböző szimmetriák hatását vizsgálták a háromalfa-rendszer spektrumára. Tekintetbe vették az alfa-részek permutációs szimmetriáját, a nukleonok antiszimmetriáját, a geometriai háromszög-szimmetriát (D_{3h}) és az U(3)-as dinamikai szimmetriát. Meglepő módon az derült ki, hogy a különböző szimmetriák következményeként nagyon hasonló spektrumok nyerhetők. Ennélfogva, az ismert spektrum hasonlósága a D_{3h} spektruméhoz nem tekinthető bizonyítéknak amellett, hogy ez a szimmetria a spektrum egészére jellemző.

Elkészítettek egy fejezetet a *PT Symmetry in Quantum and Classical Physics* monográfiába, ami a kvantummechanika pszeudo-hermitikus kiterjesztését jelentő PT-szimmetrikus kvantummechanika eredményeit foglalja össze. A témát az említett monográfia szerkesztője és szerzője alapozta meg 1998-ban, felfigyelve egyes komplex potenciálokat jellemző matematikai jellegű kuriózumokra. A terület elméleti kidolgozásában a fizika több területének képviselői részt vettek, majd számos jóslatot kvantumoptikai kísérletekben bizonyítottak is. Az említett fejezet 40 oldalon ad összefoglalást a PT-szimmetrikus kvantummechanika egzaktul megoldható problémáiról, amelyek jelentősen elősegítették a terület elméleti megalapozását.

Részecskefizika

A CERN EP-DT csoportjával közös kutatási együttműködés keretében száloptikai érzékelők tesztjét végezték el. A száloptikai érzékelőkben ionizáló sugárzás hatására bekövetkező változások értelmezésére kidolgoztak egy fenomenológiai modellt. Az eredmények átfogó vizsgálatával meghatározták a modell nyolc jellemző paraméterének értékét. A paraméterértékeket ellenőrizték egy külön erre a célra kidolgozott módszerrel, ami a mérési adatok görbeillesztéssel történő kiértékelésén alapul.

A részecskefizika standard modelljének egyik lehetséges kiterjesztését jelentik a szuperszimmetrikus (SUSY) elméletek, melyek újabb, eddig meg nem figyelt részecskék létezését jósolják. A CERN CMS detektorának adatait felhasználva ilyen részecskék létezésére utaló jeleket kerestek. A jel és a háttér elkülönítésére a razor változókat és a nagy Lorentz-lökéssel rendelkező top kvarkokat használták. A megfigyelt események statisztikailag kompatibilisek voltak a standard modell által becsült háttérrel. Ezeket az eredményeket kizárásként értelmezték a SUSY modellek paraméterterében, és kombinálták egy hasonló razoranalízis eredményeivel. A gluinók létezését 2,0 TeV-ig, a top skvarkokét 1,14 TeV-ig zárták ki, mellyel emelték a korábbi CMS keresések által elért határokat.

Az erősen kölcsönható kvark-gluon rendszerek magas hőmérsékleten megjelenő kvark-gluon plazma állapotában vizsgálták a lokalizált kvark állapotok megjelenését rácson. Ehhez elsőként használtak egy olyan rács diszkretizációt, amely egzaktul megőrzi a rendszer viselkedését alapvetően meghatározó királis szimmetriát. Kimutatták, hogy a lokalizált állapotok pontosan azon a hőmérsékleten jelennek meg, ahol a kvark-gluon plazma, így a kvarkok lokalizációja lényeges szerepet játszhat az átmenet fizikájában.

A közelmúltban az MTA Atomki kutatói lítium protonok általi bombázásakor keletkező fermionpár spektrumában anomális csúcsot figyeltek meg. Ezt a csúcsot a fermionok és egy protofób 16,7 MeV tömegű bozon (X-bozon) közötti kölcsönhatással értelmezték. A protofób kölcsönhatás megfigyelésére irányuló, nagy pontosságú atomfizikai kísérleteknek, meg kell különböztetni az X-bozon hatását, a nukleáris méret hatásától, ami a kölcsönhatás rövid (11,8 fm) hatótávolsága miatt problémát jelenthet.

Jelen munkában elemezték az X-bozon feltételezésére vonatkozó állításokat a „szokásos”, elektronokat tartalmazó atomokra, a müonikus hidrogénre és a deutériumra gyakorolt következményei szempontjából. Azt tapasztalták, hogy a legígéretesebb atomfizikai rendszerek, ahol az X-bozonnak észrevehető hatása van, tehát az említett véges-nukleáris méret hatásoktól megkülönböztethető, azok az alacsony és közepes nukleáris töltésű müonikus atomok.

Magfizikai alapkutatás

A héjmodell szerint az atommagokban a nukleonok energiaszinteken, pályákon helyezkednek el. A legújabb elméleti modellszámolások alapján a neutrongazdag atommagokban a héjzáródások eltolódását a neutronok és a protonok között ható tenzorkölcsönhatás okozza. Az Atomki munkatársai nemzetközi együttműködésben a ^{77}Cu atommagot vizsgálva azt találták, hogy a legkülső spinpartner pályák közötti energiakülönbség körülbelül a felére csökken a stabilitási sávhoz közeli, és az ettől távoli atommagok között. Ez összhangban van a tenzorerő várt hatásával.

Az Atomki kutatói az R3B nemzetközi kollaborációval radiokatív nyalábokon végrehajtott nukleonkilökéses reakcióban kimutatták, hogy a 18-as tömegszámú szén atommag magasan gerjesztett állapotaiból a neutronok párosával lépnek ki. A neutronok közti korreláció rendkívül erős, ami arra utal, hogy ebben az atommagban a valencianeutronok kétneutronos csomókban helyezkednek el.

Az ún. Landau-Migdal g' paraméter a legfontosabb jellemző, ami szükséges a maganyagban történő pionkondenzáció megértéséhez, de a neutroncsillagok magjában történő gyors lehűlés értelmezésében is szerepet játszik. Egy japán kollégákkal együttműködésben elvégzett kísérlethez a kétszeresen mágikus ^{132}Sn atommagot radioaktív nyalábként állították elő a RIKEN-ben. Az ^{132}Sn(p,n) reakció kettős differenciális hatáskeresztmetszeteinek mérésével meghatározták a Gamow-Teller óriásrezonancia erősségeloszlását, majd ebből a Landau-Migdal paramétert, ami pontosítja a korábban mért adatokat.

Az Atomkiben megfigyelt, sötét anyaggal kapcsolatba hozott X(17) részecskejelölt γγ-bomlását vizsgálták annak érdekében, hogy eldönthessék, vektor típusú ($J^{\pi}=1^{+}$) vagy axiálvektor ($J^{\pi}=0^{-}$) típusú részecskéről van-e szó. A X(17) bozon előállítását az Atomki Tandetron laboratóriumában a ^{3}H(p,γ)^{4}He, a müncheni FRM-II nagy-fluxusú reaktornál pedig ^{3}He(n,γ)^{4}He magreakcióban végezték. Nagy hatásfokú és jó energiafelbontású $LaBr_3$(Ce) detektor segítségével első lépésként kimutatták a ^{4}He gerjesztett állapotának két γ-sugárzás kibocsátásával történő bomlását. Ez már jó alapot biztosít az X(17) bomlásakor várható szögkorreláció kiméréséhez.

Az ELI-NP-ben (Bukarest, Magurele) együttműködésben végzendő fotohasadási vizsgálatokra az Atomkiben megépítettek egy dupla Bragg ionizációs kamrát, amihez nyolc ΔE-E detektor kapcsolódik. A detektorrendszer lehetőséget teremt a hasadványok energiájának, töltésének, tömegének és kilépési szögének egyidejű mérésére, valamint a könnyű (hármas hasadásból származó) termékek azonosítására, energiájuk és szögeloszlásuk meghatározására. A detektorok tesztelését és hitelesítését az Atomkiben román kollégák bevonásával végezték el egy ^{252}Cf hasadási forrás, illetve neutronok által indukált hasadás segítségével.

A GANIL-ban (Caen, Franciaország) működő AGATA (Advanced GAmma Tracking Array) γ- és NEDA neutron-detektorrendszerekkel összekapcsolták az Atomki által üzemeltetett DIAMANT töltöttrészecske-detektorrendszert, részt vettek a rendszer digitális jelfeldolgozást használó mérőrendszerének összehangolásában, tesztelésében, majd az AGATA +DIAMANT +NEDA mérési kampányban, melynek során a gyorsítókomplexum által szolgáltatott nehézion nyalábokat használták egzotikus atommagok in-beam γ-spektroszkópiai vizsgálatára.

Az izospinszimmetria-sértő kölcsönhatást és az alakváltozások okozta effektusokat vizsgálták az EXOGAM-DIAMANT-NWALL detektorrendszerrel a GANIL-ban a ^{23}Mg–^{23}Na tükörmagok analóg állapotai közt fellépő energiakülönbségeket mérve. Elsőként alkalmaztak egy realisztikus, töltésfüggetlen királis nukleon-nukleon potenciálból származtatott effektív kölcsönhatást az eredmények leírására. Kimutatták, hogy a tükörenergia-különbségek információt szolgáltatnak a magbőrre, valamint hogy a magbőr yrast-sáv menti változásai erősen korreláltak az $s_{1/2}$ glóriás pályák neutron- és protonbetöltődésében mutatkozó differenciákkal.

A gömbhalmazok csillagaiban tapasztalt oxigén-nátrium antikorreláció megértéséhez a ^{22}Ne(p, γ)^{23}Na reakció pontosabb ismerete szükséges. A földalatti gyorsító által nyújtott egyedülállóan alacsony hátteret kihasználva a LUNA együttműködés keretében minden eddiginél alacsonyabb energián megmérték a reakció direkt befogási hatáskeresztmetszetét, és felső korlátot adtak két asztrofizikailag lényeges rezonancia erősségére. Az eredmények alapján a reakció sebességének bizonytalansága három nagyságrenddel csökkent és a világegyetemben található nátrium eredete jobban megérthetővé vált.

A nehéz, protongazdag izotópok szintéziséért felelős asztrofizikai γ-folyamat jobb megértése érdekében proton-, és alfaindukált reakciók kísérleti vizsgálata szükséges. A korábban nem vizsgált ^{191}Ir és ^{193}Ir izotópokon (α, γ) és (α,n) hatáskeresztmetszeteket mértek újszerű, más eljárásoknál nagyobb érzékenységet és pontosságot biztosító módszerrel. A röntgen-detektáláson alapuló aktivációs technikát kombinálták vastagcéltárgy-hozam mérésekkel. Az eredmények elméleti számításokkal való összehasonlítása fontos adatokat (reakciósebességeket) szolgáltat asztrofizikai modellekhez, illetve hozzájárul az elmélet pontosításához.

Magfizikai alkalmazások

Vékony SiN fóliák alkalmazásával protonok által indukált magreakciókban keletkező gamma-sugárzások és visszaszórt protonok differenciális hatáskeresztmetszeteit határozták meg szilícium és nitrogén atommagokra a 3-4 MeV protonenergia tartományban. Ezen elemek kvantitatív PIGE és NRA analitikája megbízható, pontos hatáskeresztmetszet adatokat követel meg, különös tekintettel a jelen lévő rezonanciákra. A meghatározott gamma- és részecske-keltési hatáskeresztmetszet adatokat elérhetővé teszik a nemzetközi ionnyaláb-analitikai közösség számára a NAÜ Ion Beam Analysis Nuclear Data Library (IBANDL) adatbázisában.

A széles körben alkalmazott poli-dimetil-sziloxán polimer 2 MeV energiájú proton- besugárzás hatására mutatkozó kémiai, felületi és elasztikus tulajdonságait vizsgálták a felületi töltéssűrűség függvényében. Az infravörös spektroszkópiás mérések jelentős kémiai változást mutattak a polimerben: a szilikatizációtól kezdve egy SiO_x szilikát jellegű végtermék képződéséig. Atomerő-mikroszkópos (AFM) mérésekkel megállapították, hogy a PDMS polimernek a gyakorlat szempontjából fontos Young-modulusa széles tartományban (240 MPa - 49 GPa) módosítható. Így a PDMS polimerben a kiindulási 3-4 MPa értékhez képest több mint négy nagyságrenddel megnövelték a Young-modulus értékét.

Roncsolásmentes PIXE technikával elemezték hazai múzeumokban őrzött bronzkori aranytárgyak anyagösszetételét, együttműködve az MTA BTK Régészeti Intézet Lendület Mobilitás kutatócsoportjával, a Magyar Nemzeti Múzeummal és a Déri Múzeummal. A vizsgálatok célja a különböző nyersanyagcsoportok elkülönítése volt. Az IPERION CH H2020 projekt keretében többek között őskori kőeszközök potenciális nyersanyagforrásait is azonosították. Széleskörű együttműködés keretében vizsgáltak a váci Fehérek templomából származó múmiacsontokat is; a PIXE mérés eredményei alapján ólommérgezést állapítottak meg egy 1763-ban elhunyt patikus esetében.

^{7}Be izotóp szén alapanyagú mintából való előállítására dolgoztak ki módszert, amit sikeresen alkalmaztak többféle mintán. Különböző dózisokkal besugárzott minták felületét vizsgálva megállapították, hogy a besugárzás tribológiai szempontból nem károsítja a minta felületét.

Meghatározták az alacsonyenergiás izotóptermelő ciklotronok céltárgyrendszerében keletkező ^{161}Tb radioizotóp másodlagos neutronok segítségével történő előállításának optimális paramétereit. Az elért eredmények alapján a terápiás fontosságú ^{161}Tb radioizotóp elérhető lesz a hazai orvos-biológiai kutatóhelyek számára.

Új kísérleti aktivációs hatáskeresztmetszet adatokat határoztak meg töltöttrészecske-indukált reakciókra, amelyek különböző referencia adatbázisok létrehozását támogatják, segítik a megfelelő elméleti modellek kidolgozását, illetve az adatok gyakorlati alkalmazását is magukban foglalják. A vizsgált céltárgyanyagok: Al, Ti, Mn, Ni, Cu, Ag, Ir és Pt meghatározó szerepet vállaltak a NAÜ által indított CRP projektekben és technikai programokban (TC). Elkészítették a NAÜ Pozitron Emitter és Gamma Emitter reakciók adatbázisának új online verzióját. Kísérleti adatokat kompiláltak a NAÜ EXFOR adatbázisába.

Pozitron emissziós tomográfiás (PET) módszerek fejlesztését és alkalmazását végezték több területen. Kidolgozták a ^{52}Mn radioaktív PET izotóp rutintermelésre alkalmas radiokémiai elválasztását ioncserés kromatográfiára alapozva. Az így nyert törzsoldattal kukoricapalánták mangánfelvételét vizsgálták miniPET3 kamerával, valamint optimalizálták a folyamat képi megjelenítését. A növények fenotipizálását nagyságrenddel meggyorsító, hibrid kukoricák stressztűrését vizsgáló PET képalkotást fejlesztettek ki. PET alapú módszert alkalmaztak kukoricapalánta fotoszintézisének leképezésére ^{11}C-jelzett szén-dioxiddal. ^{11}C-jelzett metanol energiacellában történő átalakulásának dinamikai vizsgálatát végezték miniPET3 kamerával és kimutatták az energiacella inhomogén működését. Új módszert vezettek be a metanol üzemanyagcella elektro-oxidációs folyamatának leképezésére és analizálására a cella hatékonyságának növelése érdekében.

A 0–100 Gy tartományban a dózistól függetlennek találták a 30Y2O3·30P2O5·40SiO2 üvegkerámia termolumineszcens dózisválaszainak relatív érzékenységeit a 3,4 MeV átlagenergiájú d+Be és 12,5 MeV-es d+D neutronok esetén egyaránt. A dózisválasz gamma-fotonok esetén lineáris, béta-részecskék esetén nem lineáris függvénye a dózisnak. Az anyag alkalmazhatónak tűnik a jövő új nukleáris technológiáihoz használandó üvegkerámia alapú elektromos szigetelők és optikai eszközök (tükrök) sugárkárosodásának monitorozására.

Atom- és molekulafizika

A negatív töltésű ionok kiemelt szerepet játszanak az atomfizikai kutatásokban mivel egy semleges atom egy plusz elektront csak az elektronkorreláción keresztül képes stabil kötött állapotban megtartani. Fluorid ionok esetén kimutatták az egy foton által indukált direkt kételektron-leválasztási folyamatot (PDD, Photo Double Detachment), amely a F^- ion 1s-2p héjain levő elektronok közötti korreláció eredményeként valósul meg.

Egy új, nagy intenzitású VUV forrás és a teljes térszögtartományban mérő ESA-22 3D spektrométer segítségével meghatározták a tetrahidrofurán (THF) valencia-fotoelektronjainak energia- és szögeloszlását a 2-13 eV elektronenergia-tartományban. A mért energiaeloszlások jól egyeznek a korábbi adatokkal. A szögeloszlások mérése úttörő munka, a szögeloszlás-adatokra megadták az összes multipólus kölcsönhatást figyelembe vevő, a kísérleti eredményeket jól reprodukáló elméleti leírást is.

Ultrahideg molekuláris gázok csapdába ejtésénél még azon molekulák esetén is nagyok a veszteségek, amelyeknél elvileg csak rugalmas ütközések várhatók. A kis csapdázott részecskeszám az oka, hogy kvantum degeneráltságot alapállapoti molekuláris gázok esetén eddig nem figyeltek meg. A veszteségeket okozó rugalmatlan folyamatok minimalizálása érdekében két ütköző ultrahideg K és Cs atom olyan lehetséges állapotait térképezték fel, amelyek lézeres gerjesztésével elérhető, hogy az ütköző felek olyan nagy távolságban maradjanak egymástól, ahol már a rugalmas folyamatok dominálnak.

A molekulafragmentációs vizsgálatokhoz használt elektrosztatikus spektrométerek alsó energiakorlátja kb. 2 eV, ugyanakkor számos alapkutatási probléma és alkalmazás (pl. űrfizika) esetén a 0.1 – 2 eV tartomány kiemelkedő fontosságú. Ennek lefedésére kifejlesztettek egy repülési-idő mérőrendszert a molekulatöredékek energia- és szögeloszlásának méréséhez. Ebben a molekulatöredékek szabad térben repülnek egy kétdimenziós detektor felületére. Első mérésként 20 keV $O^{2+} + H_2$ ütközésekben határozták meg a kirepülő protonok eloszlását 35°-tól 145°-ig terjedő megfigyelési szögeknél, és jó egyezést kaptak a korábban általuk kifejlesztett statisztikus ütközési modell jóslataival.

A nagytöltésű ionok előállítását legfőképpen az ionforrások plazmájának instabilitása korlátozza. Az Atomki nehézion ECR ionforrásán egy úttörő méréssorozatot hajtottak végre 2018-ban, együttműködésben az olasz INFN/LNS Intézet (Catania) kutatóival. A speciálisan átalakított plazmakamrát diagnosztikai eszközparkkal vették körbe (detektorok, kamerák, szondák), melyekkel nemcsak észlelni, hanem egy jól definiált „instabilitás-erősség" bevezetésével kvantitatíve jellemezni is tudták a plazma instabilitásait. Ezáltal sikerült megérteni az instabilitások kialakulását, ami lehetővé tette azok gyakoriságának és intenzitásának csökkentését is.

A hideg ionizált közegek (HIK: csillagközi molekuláris köd, bolygó légköre, laboratóriumi és fúziós plazmák) kinetikus modellezése elektronok által gerjesztett molekuláris folyamatokon alapszik. Figyelembe véve a direkt és nem direkt (rezonáns) mechanizmusokat, sokcsatornás kvantumdefektuson alapuló módszerrel meghatározták néhány HIK-ben releváns molekulaion disszociatív, rekombinációs és gerjesztési hatáskeresztmetszetét, és becslést adtak a keletkezett (gyakran metastabil) atomi fragmentumok előfordulási valószínűségére.

Szinkrotron (PETRA III) foton-nyalábjával vizsgálták C^{1+} ionok egyszeres és többszörös foto-ionizációját ($C^{1+}+h\upsilon \rightarrow C^{1+*} \rightarrow C^{1+n}+ne$, n=1, 2, 3) a K-héj rezonáns gerjesztésnek megfelelő fotonenergia környezetében ($h\upsilon$=250-330 eV). A mérések megnövelt pontosságának köszönhetően egy sor eddig meg nem figyelt rezonáns gerjesztett állapotot találtak. Ez az eredmény mind asztrofizikai, mind élettudományi szempontból releváns.

Elméleti vizsgálatokat végeztek a H és He atomok és a H_2 molekula protonokkal kiváltott ionizációjára vonatkozóan. A számolásokat az általuk továbbfejlesztett, klasszikus pályák számításán alapuló Monte Carlo (CTMC) módszerrel, illetve a folytonosan torzított hullámú, eikonál kezdeti állapotú közelítést alkalmazó kvantummechanikai modell keretein belül végezték. A számolt, többszörösen differenciális hatáskeresztmetszetek általában jól egyeznek a kísérleti adatokkal. 1 MeV-es proton lövedék esetén a klasszikus és kvantum-számolások eredményei egymással is, és a nagyon pontos kísérleti adatokkal is kiváló egyezést mutatnak.

Felületfizika

Felületkémiai vizsgálatokkal, röntgen-fotoelektron spektroszkópiával (XPS) tanulmányozták a hangyasavas elektro-oxidációs üzemanyagcellákban anódként használt, ZrO_2-al dekorált és hidrotermális módszerrel funkcionalizált, sokfalú szén nanocsövekre (f-MWCNT) polyol módszerrel leválasztott nano-szemcsés AuPd katalizátor aktivitását és stabilitását. Megállapították, hogy a ZrO_x nem sztöchiometrikusan kötődik a nanocsövekhez, a kötés karboxil csoporttal valósul meg (Zr-O-C kötés alakul ki). Az AuPd nanorészecskék hármas szerkezetet mutatnak (Pd/AuPd/Au). A kémiai kötésük alapján fémes Pd, oxidált Pd (PdO, PdO_2), valamint Pd-O-Zr fázisokban vannak jelen a f-MWCNT felületen.

A reflexiós elektronenergia-veszteség módszert alkalmazták spektroszkópiai feladatokra. Átmeneti fémek (Cr, Co, Pd) optikai állandóit - törésmutatót, extinkciós együtthatót, komplex dielektromos függvényt - határozták meg az energiaveszteségi függvényből a Kramers-Kronig analitikus formula alkalmazásával. Grafit mintán 500 – 5000 eV primer energiáknál klasszikus transzportelméletet alkalmazó Monte Carlo szimulációval modellezték a spektrumokat. A rugalmas és rugalmatlan szórási komponensek mellett a szekunder elektronokat is figyelembe véve jó egyezést kaptak a kísérleti adatokkal.

Diffúzió-indukált atomi szigetek kialakulását figyelték meg Ni/Cu nanoréteg felületen. Nanométeres skálájú atomi migrációs folyamatok vizsgálatára egyedi, új méréstechnikát alkalmaztak. Méréseikkel alacsony hőmérsékletű nanodiffúziós folyamatok aktivációs energiáit határozták meg, mely adatokat más módszerekkel eddig nem lehetett közvetlen módon megmérni. Azt is kimutatták, hogy a szemcsehatár és a felületi diffúziós folyamatok eredményeként, a nanoszerkezet mélységéből a felületre termikus aktivációval kijutott atomok a felületen - összefüggő atomi réteg helyett, mint ahogy az irodalomban eddig állították - atomi szigeteket formálnak.

Nemzetközi együttműködések keretében kémiai és fizikai módszereket alkalmaztak felületmódosításra különféle funkcionális célokból. Az orvosi implantátum anyagokon bioaktivitás növelése céljából kémiai úton és elektro-spray technikával végrehajtott felületkezelés minősítését végezték felületfizikai módszerekkel. Tanulmányozták a kétkomponensű PbTe, SnTe és GeTe ötvözetek felületi rétegében kisenergiás ionporlasztás hatására végbemenő szerkezeti és kémiai összetételbeli változásokat. Vizsgálták a kiporlasztott anyag visszahullásának és a tömegkülönbségek miatti preferenciális porlasztásnak a szerepét.

Környezettudomány

A recski magmás kőzetek kristályosodási kora eddig nem volt pontosan ismert, azonban a tanulmány részét képező U-Pb mérésekkel ezt sikerült tisztázni: a kristályosodási korok 29,9 és 29,4 millió év közé estek. Az apatit és cirkon (U-Th)/He koradatok alapján sikerült megbecsülni a fedő egykori vastagságát és eróziójának időbeliségét is. Ezek alapján a fedő ~1500 m vastag volt és annak közel teljes mértékű lepusztulása valószínűleg már a késő-miocénig lezajlott.

Cirkon U-Th-Pb és (U-Th)/He kormérések, valamint a petrográfiai és geokémiai vizsgálatok alapján sikerült pontosítani a Dél-Hargita kitörési kronológiáját. A kapott eredmények kimutattak egy jelentős szünetet a vulkáni működésben 1,6 és 1,0 millió év között, amelyhez egy jelentős geokémiai változás is kapcsolódott; az ezt követően felszínre került magmák káliumban és inkompatibilis elemekben gazdagodtak. A területen található 1 millió évnél fiatalabb, kis térfogatú lávadómok esetén a szunnyadási időszakok hossza akár a 100 ezer évet is elérhette, aminek nagy jelentősége van a vulkánveszély-előrejelzések kapcsán is.

A Duluth Komplexum (Minnesota USA) granitoid feküjében található ércesedés megjelenésével kapcsolatban sikerült megállapítani, hogy annak kialakulása az intrúzióban kialakuló magma, áramlási csatornák által létrehozott hőmérsékleti anomáliákhoz kötődik. Azokban az egységekben, ahol a hőmérséklet meghaladta a 900°C-t lokálisan Cu-Ni-Pt tartalmú szulfidolvadék szivárgott a mellékkőzetbe, ott ércesedést létrehozva. A fekükőzet lokális olvadásában a fekü/intrúzió fluidumainak F/Cl arányai csak mérsékelt szerepet játszottak.

Elvégezték az 1948-1949-ben az első radiokarbonos kormérésekre használt régészeti anyagok egy részének újramérését. A méréstechnika jelentős fejlődése után is, az új eredmények általában jó egyezést mutatnak az 1949-1951-ben közölt eredeti ^{14}C eredményekkel, illetve a várt korokkal. A négy nemzetközileg elismert laboratórium bevonásával végzett összemérés során egyben bemutatták a módszer jelenleg elérhető legjobb teljesítőképességét is. Új mérési eredményeket publikáltak olyan egyiptomi leletek esetében, amiket Libby és munkatársai is vizsgáltak a módszer kidolgozása idején.

Az öt kontinensről származó 44 különböző farönk faévgyűrű-sorozataiból származó 484 darab egyedi faévgyűrű minta ^{14}C tartalmát analizálták az i.sz. 770-780, valamint i.sz. 990-1000 közötti időszakokra. Az évgyűrűk abszolút korát az i.sz. 774-ben és i.sz. 993-ban megfigyelhető hirtelen ^{14}C kiugrások alapján hitelesítették. Mindkét félgömbön megfigyelhető volt a kiugrásokat követően egy 11 éves felezési idejű lecsengés. A mérési eredmények alapján a naptevékenységgel összefüggő globális léptékű, erőteljes protonbesugárzási eseményeket feltételeznek ezekben az időszakokban, ami összhangban van az írásos forrásokból ismert vöröses sarkifény megfigyelésekkel.

A közép-európai és észak-amerikai területeken kimért, az északi féltekére általánosan vonatkozó standard ^{14}C kalibrációs görbéhez képest jelentős eltolódást mutattak ki az egyidős dél-levantei területről származó növényi maradványokban. Ennek legvalószínűbb oka az eltolódott növekedési időszak lehet, klimatikus behatás mellett. Az eredmény nagy jelentőségű a dél-levantei területen a radiokarbonos régészeti kormeghatározás számára, különösen a nagyfelbontású vizsgálatokban, például a korai Vaskorban. Az új adatsor erre az időszakra akár több évtizedes fiatalodást is hoz a radiokarbon korkalibrációban.

A Théra (Szantorini) vulkán kitörése egy meghatározó kronológiai jelző esemény a régészeti kutatások számára. A vulkánkitöréshez köthető, ismert korú faévgyűrű-sorozatokból éves felbontású ^{14}C kalibrációs görbét vettek fel az i.e. 1700–1500 időszakra. Az eredmények eltolódást mutatnak az általánosan használt nemzetközi kalibrációs görbéhez képest, ami a kitörésre mért kalibrált ^{14}C korok elmozdulását hozza az i.e. 16. század irányába. Ezzel feloldották Théra kitörésével kapcsolatos korábbi ellentmondást a radiokarbon korok (i.e. 17-16. század) és a régészeti adatok (i.e. 16. -15. század) között.

A 2001 óta tartó saját debreceni tríciummméréseik, valamint a Föld különböző helyeiről származó 15 másik csapadék idősor elemzésével elsőként sikerült kimutatniuk, hogy a csapadék kozmogén tríciumkoncentrációja és a Napciklus között egyértelmű összefüggés áll fenn. A tríciumidősorok Fourier-elemzésével sok esetben nemcsak a jól ismert szezonális periodicitást sikerült detektálniuk, hanem egy 12,4±1,8 éves periódust is, amely jól egyezik az utóbbi három Napciklus 10,6±1,8 éves átlagos hosszával. Keresztkorrelációs és különféle wavelet analízis vizsgálatok is szignifikáns periódust mutattak a 11 év körüli tartományban.

A Keleti-Kárpátok környezeti és klimatikus változásainak meghatározásához szükséges nagyfelbontású kronológiai tanulmányt készítettek a romániai Mohos-tőzegláp 11 méteres fúrásszelvényén. Ilyen részletességű kronológia kárpát-medencei tőzeglápból korábban még nem készült. Ehhez egy viszonylag új módszert, a tőzeg cellulózából történő radiokarbon meghatározást vezettek be. Megállapították, hogy a tőzegréteg képződésének kezdete a területen mintegy 12 ezer évre nyúlik vissza. Az adatok feldolgozása lehetővé teszi a Holocén időszak fontosabb klimatikus eseményeinek kimutatását.

A légköri fosszilis többlet CO_2 meghatározása érdekében, tíz éve folyamatosan mérik a CO_2 koncentrációt, illetve annak ^{14}C izotóp tartalmát egy vidéki háttérterületen (115m és 10m magasságokon, Hegyhátsál mellett). Kimutatták, hogy mindkét szinten a légköri CO_2 koncentráció folyamatosan növekedett az elmúlt 10 évben, miközben a minták fajlagos ^{14}C értékei csökkentek. Míg a 115 m-es szinten alig volt észlelhető fosszilis többlet CO_2 szennyezés, addig a 10 m-es szinten a téli időszakokban átlagosan 5 ppm, nyáron pedig 2 ppm körüli többlet fosszilis eredetű CO_2 figyelhető meg.

b) Tudomány és társadalom

Az Atomki a 2018. év folyamán a következő rendezvényekkel érte el a nagyközönséget: *Kutatók Éjszakája, Fizikusnapok* és látogatócsoportok fogadása.

A *Kutatók Éjszakája* (2018. 09. 28.) alkalmával egy geokémikus kolléga előadásában elmondta, hogy hogyan jutott el az Atomkiből a Déli-sarkvidékre és milyen nehézségekkel kellett ott szembenézni nap mint nap. Az expedíció során a King George-sziget vulkanikus eredetű kőzeteiből gyűjtöttek mintákat, amelyeket azután elemeztek többek között az Atomki kálium-argon (K/Ar) laboratóriumában. A mérések által megismerhető az adott terület geológiai története néhány százezertől néhány százmillió évre visszamenőleg. A közönség létszáma: 46 fő volt.

A *Fizikusnapokat* 39. alkalommal rendezte meg az Atomki (2018. 11. 19-23.), ezúttal a tudomány határtalanságának jegyében. Az elhangzott négy előadás betekintést adott a kis méretek felé határtalan magfizika és részecskefizika világába, valamint bemutatta a nagy méretek felé a határtalan világűrt és annak az ember által ténylegesen vagy műszeresen, esetleg csak elméletileg elért részeit. Ezekre általános iskolástól nyugdíjas korúig jöttek érdeklődők,

összesen 214 fő. A hét folyamán a délelőtti órákban csoportok érkeztek összesen 27 iskolából, Debrecenből és egészen távoli településekről, hogy a meghirdetett 26-féle rendhagyó óra valamelyikét meghallgassák. 64 rendhagyó óra hangzott el, melyen összesen 1709 látogatóórát töltöttek az Intézetben. Az egyhetes esemény révén az Intézet részt vett a *Magyar Tudomány Ünnepe* keretében futó *Kutatóhelyek Tárt Kapukkal* programban.

Fentieken kívül az év során 18 csoportban 398 fő érkezett az Intézetbe (általános és középiskolások, egyetemisták, felnőtt érdeklődők) és összesen 892 látogatóórát töltöttek el. A programok a csoportok ismeretszintjéhez és érdeklődéséhez igazodnak és kísérletekkel tarkított előadásokat, valamint az Intézet laborjaiban történő látogatásokat tartalmaznak. A látogatóközpontban a radioaktív sugárzás tulajdonságaival és kimutatásával, a hidegfizikai bemutató alkalmával pedig az alacsony hőmérsékleten lejátszódó jelenségekkel ismerkednek az érdeklődők.

Az Atomki weblapján keresztül megtekinthetők az Intézet kutatói által írt ismeretterjesztő cikkek, amelyekből 2017-ben összesen négy jelent meg, főként a *Fizikai Szemle* oldalain.

A *Kutatók Éjszakája* és a *Fizikusnapok* ismeretterjesztő előadásairól készült felvételek elérhetők a legnépszerűbb fájlmegosztó portálon. Az eddig feltöltött videókat 2018 folyamán csaknem 24 ezer alkalommal tekintették meg.

2018 során az Atomki és munkatársai 80 hazai médiamegjelenésben szerepeltek.

III. A kutatóhely új hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az Intézet együttműködésben folytatott kutatásai hagyományosan egyrészt a nagy nemzetközi kollaborációk (pl. CERN-CMS, LUNA, RIKEN stb.) keretében valósulnak meg, másrészt pedig különféle szintű kétoldalú kapcsolatokon alapulnak. Az Atomki munkatársai három új projekthez csatlakoztak a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) szervezésében. A kormányközi szintű kétoldalú kapcsolatok köre két francia együttműködéssel bővült, míg az intézményközi együttműködésekről elmondható, hogy 2018-ban minden kontinensről jelent meg új partner. Ez utóbbi együttműködések jelentős része régészeti és környezetrégészeti kormeghatározás, valamint nukleáris környezetvédelmi kutatás, melyek során közel 1300 egyedi minta radiokarbon (^{14}C) mérését végezték el.

Az új hazai együttműködések között kiemelhető a Nemzeti Kiválóság Program keretében a Pécsi Egyetemmel és az MTA Energiatudományi Kutatóközponttal együtt elnyert konzorciális projekt, amely az ELI-ALPS intézményében történő vizsgálatokra való felkészülést támogatja. 2018-ban az Atomki megújította együttműködési szerződését a Debreceni Egyetemmel. Új projektek indultak az ELTE és a Széchenyi Egyetem egyes tanszékeivel is.

A vállalati szférából továbbra is az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. a legjelentősebb együttműködő, de új keretszerződés indult a TEVA Zrt.-vel is tudományos szolgáltatások nyújtására.

2018-ban az Atomki kutatói szervezték Debrecenben a *Nuclear Physics in Stellar Explosions* workhopot (szeptember 12-14.), illetve Budapesten az *International Conference on Many Particle Spectroscopy of Atoms, Molecules, Clusters and Surfaces* konferenciát (augusztus 21-24.). Az előbbi rendezvényre mintegy 50 résztvevő érkezett 15 országból, az utóbbira pedig 110 résztvevő 27 országból.

Az Atomki Külső Tanácsadó Testülete 2018. november 20-án tartotta ülését az Intézetben, ahol egyebek mellett megismerkedtek az Atomki új külföldi, illetve külföldről hazaérkezett munkatársainak kutatásaival.

A felsőoktatásban való részvétel 2018-ban is fontos szerepet töltött be az Intézet kutatóinak tevékenységében. Az Atomki kutatói főképp a Debreceni Egyetemen, azon belül pedig főleg a Természettudományi és Technológiai Karon végeztek oktatómunkát. Összesen 44 elméleti és 20 gyakorlati kurzust hirdettek meg. A beszámolási időszak folyamán 29 PhD-, 8 MSc-, 19 BSc- és 10 TDK-hallgató témavezetését végezték. Doktori képzésben 52 Atomkis kutató volt érdekelt, köztük heten doktori iskolai törzstagként. Közülük öten a Debreceni Egyetem fizikai, ketten pedig az informatikai doktori iskolájának törzstagjai. Az Intézetben folytatódott a kutatóhallgatói ösztöndíjas program, amelynek keretében egyetemisták vállalnak részt a kutatómunkában. A tavaszi és az őszi félévben 7, illetve 4 ösztöndíjas vett rész ebben a programban.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- *Alakhoz kapcsolódó új jelenségek az atommagban,* OTKA K128947, 48 hónap, 35 860 E Ft
- *Ionizációs és fragmentációs folyamatok szabad atomokban és molekulákban,* OTKA K128621, 48 hónap, 47 754 E Ft,
- *Konzorcium, társ p.: Az erős kölcsönhatás innovatív vizsgálata a CERN CMS kísérletben,* OTKA K129058, 48 hónap, 11 020 E Ft
- *Szimmetriák az atommagokban: a fenomenológiától a mikroszkópiáig,* OTKA K128729, 48 hónap, 17 900 E Ft
- *Béta-bomlások robbanásos elemkeletkezési folyamatokban, OTKA NN128072,* 48 hónap, 42 268 E Ft
- *Ultrarövid fény- és elektronpulzusokkal indukált atomi és molekuláris folyamatok vizsgálata az ELI-ALPS-nál, módszer- és eszközfejlesztés,* NKFIH 2018-1.2.1-NKP-2018-00010, 48 hónap, 118 906 E Ft
- *Conservation and protection of ecosystems endangered by lack of thermal and freshwater in crossborder area,* ROHU_29, 24 hónap, 450 338 E Ft

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tóth G, Vértesi T: Quantum States with a Positive Partial Transpose are Useful for Metrology. PHYSICAL REVIEW LETTERS, 120: 020506 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.020506
2. Id Betan R M, Kruppa A T, Vertse T: Shadow poles in coupled-channel problems calculated with the Berggren basis. PHYSICAL REVIEW C, 97: 024307 (2018) https://arxiv.org/abs/1411.7151
3. Bene E, Vértesi T: Measurement incompatibility does not give rise to Bell violation in general. NEW JOURNAL OF PHYSICS, 20: 013021 (2018) https://doi.org/10.1088/1367-2630/aa9ca3
4. Jentschura U D, Nándori I: Atomic physics constraints on the X boson. PHYSICAL REVIEW A, 97: 042502 (2018) https://arxiv.org/abs/1804.03096
5. Kovács T G, Vig R Á: Localization transition in SU(3) gauge theory. PHYSICAL REVIEW D, 97: 014502 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.014502

6. Vajta Z, Sohler D, Shiga Y, Yoneda K, Dombrádi Zs, Fülöp Zs, et al. (38): Proton single particle energies next to ^{78}Ni: Spectroscopy of ^{77}Cu via single proton knock-out reaction. PHYSICS LETTERS B, 782: 99 (2018) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.05.023
7. Morales A I, Benzoni G, Dombradi Zs, Kuti I, Sohler D, Vajta Z, et al. (63): Is seniority a partial dynamic symmetry in the first $\nu g_{9/2}$ shell? PHYSICS LETTERS B, 781: 706 (2018) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.04.049
8. Yasuda J, Sasano M, Zegers R G T, Baba H, Krasznahorkay A J, Stuhl L., et al. (60): Extraction of the Landau-Migdal Parameter from the Gamow-Teller Giant Resonance in ^{132}Sn. Physical Review Letters, 121: 132501 (2018) http://real.mtak.hu/90868/
9. Buonomo B, Capitolo E, Capoccia C, De Sangro R, Hunyadi M, Krasznahorkay A et al. (23): The PADME calorimeters for missing mass dark photon searches. JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 13 : C03044 (2018) http://real.mtak.hu/90871/
10. Boso A, Lenzi S M, Recchia F, Kuti I, Nyakó B M, Timár J, et al. (32): Neutron Skin Effects in Mirror Energy Differences: The Case of ^{23}Mg - ^{23}Na. PHYSICAL REVIEW LETTERS, 121: 032502 (2018) http://real.mtak.hu/90879/
11. Ferraro F, Takács M P, Elekes Z, Fülöp Zs, Gyürky Gy, Szücs T, et al. (44): Direct Capture Cross Section and the E p = 71 and 105 keV Resonances in the ^{22}Ne(p,γ) ^{23}Na Reaction. PHYSICAL REVIEW LETTERS, 121: 172701 (2018) https://arxiv.org/abs/1810.01628
12. Szücs T, Kiss G G, Gyürky G, Halász Z, Fülöp Zs, Rauscher T: Cross section of α-induced reactions on iridium isotopes obtained from thick target yield measurement for the astrophysical γ process. PHYSICS LETTERS B, 776: 396 (2018) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2017.11.072
13. Kiss G G, Szücs T, Mohr P, Török Zs, Huszánk R, Gyürky Gy, Fülöp Zs: α-induced reactions on ^{115}In: Cross section measurements and statistical model analysis. PHYSICAL REVIEW C, 97: 055803 (2018) http://real.mtak.hu/83804/
14. Korkulu Z, Kiss G G, Szücs T, Gyürky Gy, Fülöp Zs, Halász Z, Somorjai E, Török Zs, et al. (12): Investigation of α -induced reactions on Sb isotopes relevant to the astrophysical γ process. PHYSICAL REVIEW C, 97: 045803 (2018) https://arxiv.org/abs/1803.07791
15. Sarriguren P, Algora A, Kiss G: β -decay properties of neutron-rich Ca, Ti, and Cr isotopes. PHYSICAL REVIEW C, 98: 024311 (2018) https://arxiv.org/abs/1808.06437
16. Huszánk R, Bonyár A, Kámán J, Furu E: Wide range control in the elastic properties of PDMS polymer by ion beam (H+) irradiation. POLYMER DEGRADATION AND STABILITY, 152: 253 (2018) http://real.mtak.hu/83806/
17. Sánchez de la Torre M, Angyal A, Kertész Z, Papp E, Szoboszlai Z, Török Z, Csepregi Á,Szikszai Z et al. (10): Micro-PIXE studies on prehistoric chert tools: elemental mapping to determine Palaeolithic lithic procurement. ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES, 46: 1 (2018) http://real.mtak.hu/90888/
18. Tárkányi F, Hermanne A, Ditrói F, Takács S, Szücs Z, Brezovcsik K: Study of activation cross sections of deuteron induced reactions on barium. Production of ^{131}Cs, ^{133}Ba. Nuclear Instruments & Methods In Physics Research Section B-Beam Interactions With Materials And Atoms, 414: 18 (2018) http://real.mtak.hu/78359/
19. Szilasi Sz, Juhasz L: Selective etching of PDMS: Etching as a negative tone resist. APPLIED SURFACE SCIENCE, 447: 697 (2018) https://arxiv.org/abs/1712.03119

20. Müller A, Borovik A Jr, Bari S, Buhr T, Holste K, Ricz S, et al. (12): Near- K -Edge Double and Triple Detachment of the F- Negative Ion: Observation of Direct Two-Electron Ejection by a Single Photon. PHYSICAL REVIEW LETTERS, 120 : 133202 (2018) http://real.mtak.hu/90898/

21. Sarkadi L: Fully differential cross sections for the single ionization of helium by fast ions: Classical model calculations. PHYSICAL REVIEW A, 97 : 042703 (2018) http://real.mtak.hu/90900/

22. Biri S, Pálinkás J, Perduk Z, Rácz R, Caliri C, Castro G, et al. (14): Multi-diagnostic setup to investigate the two-close-frequency phenomena. JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 13 : C11016 (2018) http://real.mtak.hu/90903/

23. Moulane Y, Mezei J Z, Laporta V, Jehin E, Benkhaldoun Z, Schneider I F: Reactive collision of electrons with CO^+ in cometary coma. ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 615 Paper: A53 (2018) https://arxiv.org/abs/1805.01197

24. Rajta I, Vajda I, Gyürky Gy, Csedreki L, Kiss Á Z, Biri S, et. al (8) Accelerator characterization of the new ion beam facility at MTA Atomki in Debrecen, Hungary. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section A, 880: 125 2018) http://real.mtak.hu/90908/

25. Müller A, Borovik A Jr, Buhr T, Hellhund J, Holste K, Ricz S, et al. (11): Near- K -edge single, double, and triple photoionization of C^+ ions. PHYSICAL REVIEW A, 97: 013409 (2018) http://real.mtak.hu/90909/

26. Takáts V, Csík A, Hakl J, Vad K: Diffusion induced atomic islands on the surface of Ni/Cu nanolayers. APPLIED SURFACE SCIENCE, 440: 275 (2018) http://real.mtak.hu/75125/

27. Yan M, Csík A, C Yang C, Luo Y, Fodor T, Ding S J: Synergistic reinforcement of surface modification on improving the bonding of veneering ceramics to zirconia. CERAMICS INTERNATIONAL 44: 19665 (2018) https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.07.218

28. Lesiak B, Malolepszy A, Mazurkiewicz-Pawlicka M, Stobinski L, Kövér L, Tóth J, et al. (8): A high stability AuPd-ZrO2-multiwall carbon nanotubes supported-catalyst in a formic acid electro-oxidation reaction. APPLIED SURFACE SCIENCE, 451: 289 (2018) https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.04.233

29. Lugaro M, Ott U, Kereszturi Á: Radioactive nuclei from cosmochronology to habitability. PROGRESS IN PARTICLE AND NUCLEAR PHYSICS, 102: 1 (2018) https://doi.org/10.1016/j.ppnp.2018.05.002

30. Jull A J T, Pearson C L, Taylor R E, Molnar M, Janovics R, Major I et al. (13): Radiocarbon Dating and Intercomparison of Some Early Historical Radiocarbon Samples. RADIOCARBON, 60: 535 (2018) http://real.mtak.hu/90919/

31. Büntgen U, Wacker L, Galván J D, Arnold S, Arseneault D, Jull A J T, et al. (67): Tree rings reveal globally coherent signature of cosmogenic radiocarbon events in 774 and 993 CE. NATURE COMMUNICATIONS, 9: 3605 (2018) https://doi.org/10.1038/s41467-018-06036-0

32. Manning SW, Griggs C, Lorentzen B, Ramsey C B, Chivall D, Jull A J T, et al. (7): Fluctuating radiocarbon offsets observed in the southern Levant and implications for archaeological chronology debates. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA, 115: 6141 (2018) ttps://doi.org/10.1073/pnas.1719420115

33. Pearson C L, Brewer P W, Brown D, Heaton T J, Hodgins G W L, Jull A J T, (8): Annual radiocarbon record indicates 16th century BCE date for the Thera eruption. SCIENCE ADVANCES, 4: eaar8241 (2018) https://doi.org/10.1126/sciadv.aar8241

34. Palcsu L, Koltai G, László E, Temovski M, Major Z, Papp L, Túri M, Rinyu L, Jull A J T et al (16): Modulation of Cosmogenic Tritium in Meteoric Precipitation by the 11-year Cycle of Solar Magnetic Field Activity. SCIENTIFIC REPORTS, 8: 12813 (2018) https://doi.org/10.1038/s41598-018-31208-9

35. Braun M, Zavanyi Gy, Laczovics A, Berényi E, Szabó S: Can aquatic macrophytes be biofilters for gadolinium based contrasting agents? WATER RESEARCH, 135: 104 (2018) http://real.mtak.hu/90922/

36. Temovski M, Futó I, Túri M, Palcsu L: Sulfur and oxygen isotopes in the gypsum deposits of the Provalata sulfuric acid cave (Macedonia). Geomorphology, 315: 80 (2018) http://hdl.handle.net/2437/252591

AZ MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	182			Ebből kutató[2]:	101
PhD, kandidátus:	62	MTA doktora:	16	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					38

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			367
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			359
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			333
Ebből impaktfaktoros publikáció			299
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	4
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 1	idegen nyelven:	4

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	1275,04	Összes független hivatkozás száma (2017):	5627
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			8089

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 3	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0	külföldi oltalmak száma[11]:		0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			82
	poszterek száma:		89
Nemzetközi tud. bizottsági tagság: 38	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:		11
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			4

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			64
Témavezetések száma: TDK munka:	10	Diplomamunka (BSc):	19
Diplomamunka (MSc):	8	PhD:	29

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1 170 780,54	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 8 Teljes saját bevétel:	523 490,56	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		20
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	86 993,65	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	49 178,51	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		41
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	87 502,95	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3 657,13	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	296 158,32	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Atommagkutató Intézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1 170 780,54	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	523 490,56	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	86 993,65	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	49 178,51	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	648,9	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	86 854,05	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	3 657,13	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	237 871,9	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	30 502,44	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	1 003,89	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	26 780,09	E Ft

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT

9400 Sopron, Csatkai utca 6-8.; 9401 Sopron, Pf. 5
telefon: (99) 508 343; fax: (99) 508 350
H-1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15-17.
telefon: (1) 391 9322; fax: (1) 275 4668
H-1112 Budapest, Budaörsi út 45.
e-mail: foigazgato@csfk.mta.hu; web: www.csfk.mta.hu

A Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetből (CSI), Földrajztudományi Intézetből (FTI), Geodéziai és Geofizikai Intézetből (GGI) és a Földtani és Geokémiai Intézetből (FGI) álló kutatóközpont alaptevékenysége csillagászati és földtudományi (földrajzi, földtani, geokémiai, geodéziai és geofizikai) kutatások végzése, a Nemzeti Szeizmológiai Hálózat működtetése, felfedező kutatások (alapkutatások) végzése, eredményeinek felhasználásra való előkészítése, illetőleg közzététele; a felfedező kutatáshoz szükséges elméleti vizsgálatok, obszervatóriumi, terepi és laboratóriumi mérések végzése, tudományos műszerek, módszerek kialakítása, valamint a mérési adatok tudományos feldolgozása és publikálása, obszervatóriumok és laboratóriumok fenntartása, illetőleg szükség esetén újak létesítése (Alapító Okirat 4.3.1).

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2018-ban

A kutatóközpont eredményes és eseménydús évet zárt. A konkrét kutatási eredményeket, tudománymetriai és egyéb adatokat az intézeti beszámolók tartalmazzák. Egyes tudományterületeken az elért eredmények a kedvező nemzetközi konjukturális háttérfolyamatokhoz viszonyítva is átütő jelentőségűek.

A Kutatóközpontot alkotó négy intézetről

- A CSI a legfontosabb eredménymutatókban minden korábbit meghaladó szintet ért el, miközben több fontos és nagyértékű (~100 M Ft/eljárás) közbeszerzés lezajlott a két GINOP-projektjükben.
- A GGI-ben 2018 nagy eredménye a soproni épület külső-belső felújítása, amit az intézeti munkaközösség kellő türelemmel vészelt át a kijelölt átmeneti helyen. Mindeközben javítani tudták a tudományos eredményességet és két jelentős nagy pályázatot is elnyertek (egy Lendület, egy Nemzeti Kiválósági Program).
- Az FTI kiadta és nagyon pozitív sajtóvisszhanggal bemutatta a Magyar Nemzeti Atlasz (MNA) első kötetét. Jelentős eredményeket értek el az NVKP-projektjük során.
- A FGI környezet-geokémiai (a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatokkal kapcsolatos), valamint archeometriai kutatásai kiemelkedő szcientometriai indikátorokkal társulnak.

A kutatóközpontban művelt témák társadalmi befogadottságát jól illusztrálják a nagyközönség számára szervezett eseményeken megtapasztalt közérdeklődés (pl. Földtudományi Forgatag, Tudományok Fővárosa, Magyar Tudomány Ünnepéhez kapcsolódó események), illetve a folyamatos médiajelenlét visszhangjai. A központ tudományos szaklapok kiadása mellett a Magyar Csillagászati Egyesülettel közösen fenntartja a www.csillagaszat.hu internetes hírportált, amely lassan másfél évtizedes múltra visszatekintve a hazai tudománykommunikáció fontos fóruma.

Vezetés és adminisztráció

2018 végén főigazgatóváltás történt, amelyet a külső irányítói környezetben jelentkező turbulens események ellenére is zökkenőmentesen levezettek az Akadémia testületei. Ennek előkészítése során, az előző vezetői periódus zárásaként a CSFK összes szabályzatát áttekintette a menedzsment és sokat frissített. Az év első felében hatályba lépett GDPR-szabályozás folyományaként az információ- és adatkezelési eljárásaikat felülvizsgálták, új Informatikai Biztonsági Szabályzatot adtak ki. Több ízben megerősítést nyert, hogy a hatékony működés kulcsa a kutatóközponti vezetők együttműködési készségében rejlik.

A kutatóközpont belső pénzügyi láthatósága kisebb mértékben javult, az intézetek számára érthetőbb és világosabb lett a működés, bár a gazdasági informatikai környezet még mindig fejlesztésre szorul. A gazdasági igazgatóság feladatai – a nagyprojektek és az egyre bonyolultabb szabályozási követelmények révén − sokkal összetettebbek lettek. A 2016-2017-ben megindult különféle (GINOP, H2020, ERC, NVKP) nagyprojektek végrehajtásához jelentős létszámbővítésre (pályázati asszisztensek, projektmenedzserek, beszerző, műszaki ügyintézők felvételére) volt szükség. Mindez szükséges előfeltétele volt az adminisztrációs akadályok, közöttük a bonyolult közbeszerzések leküzdésének. A nagyprojektek zöme túl van a kritikus közbeszerzési mérföldköveken. (E nagyprojektek hirtelen megjelenése csupán a vezetési és adminisztrációs szempontokat tekintve is fokozott kockázati tényezőket jelentett.)

Az információáramlásra (rendszeres vezetői: IT és KUTTA értekezletek, főigazgatói hírlevelek, pályázati tájékoztatók stb. révén) nem lehet elég nagy súlyt fektetni. A sok telephelyes kutatóközpontban a napi működést (a jelenleg még papíralapú adminisztrációs követelmények teljesítését) a főigazgató heti kétszeri Sopron-Budapest utazása könnyítette.

A kutatók és a nemkutatók munkájának korrekt anyagi megbecsülése a kutatóközpont fenntarthatóságának egyik elengedhetetlen előfeltétele. A Kjt. korlátai és az adott költségvetési támogatási keretek között részmegoldást találtak: a kiváló publikációs teljesítményt felmutató kutatók közötti elismerésére még 2016 végén kidolgozták a „Kiváló CSFK Kutató” címadományozási és jutalmazási rendszert. A címet a kutatók 25-30 százaléka (2018 elején 32 fő) kapta meg, előző két évi teljesítményük alapján. Éltek az MTA Emeritus Kutatója címre, valamint egyéb kitüntetésekre történő felterjesztés lehetőségeivel is.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

A kutatómunka az intézetekben folyt.

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
FÖLDRAJZTUDOMÁNYI INTÉZET
1112 Budapest, Budaörsi út 45.; 1554 Budapest, Pf. 130
telefon: (1) 309 2628; fax: (1) 309 2628
e-mail: Kocsis.Karoly@csfk.mta.hu; honlap: www.csfk.mta.hu, www.mtafki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Intézet 2012 óta az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont egyik intézeteként végzi tudományos tevékenységét. A kutatóhely hosszú távú, kiemelt alapkutatási feladata az ország és a Kárpát-medence természeti környezetében rövid- és hosszútávon várható változások kutatása, továbbá a társadalmi-gazdasági térszerkezet átalakulási folyamatainak vizsgálata. Ezek egyaránt kapcsolódtak nemzetközi megbízásokhoz (Syngenta), valamint a különböző akadémiai és kormányzati szervezetek által meghirdetett projektekhez (OTKA, NKFI, MTA, TÁMOP, NVKP).

A hon- és nemzetismeret terén 2018-ban kiemelkedő tudományos eredmény volt a Magyarország Nemzeti Atlasza című országos hatáskörű MTA projekt vezetése, a „Természeti környezet" c. kötet magyar és angol nyelvű kiadása. A készülő atlaszmű átfogó képet ad hazánk természeti-társadalmi környezetének jelenlegi helyzetéről és múltbeli alakulásáról. A projekt a hazai tudományos élet számos tekintélyes képviselőjét toborozta soraiba a készülő atlaszmű megvalósításához.

Az FTI-ben dolgozó természetföldrajzi kutatásokat végző kollégák – más hazai földtudományi kutatóhelyekkel karöltve – évtizedek óta foglalkoznak a hazai árvizek, felszínmozgásos folyamatok (földcsuszamlások, bánya- és folyópartomlások, talajpusztulás), geomorfológiai és hidrogeográfiai okainak feltárásával. További, nemzetközi szinten is perspektivikus kutatások zajlanak paleo- és recens talajtani, valamint eolikus felszínformálási témakörökben is.
A társadalomföldrajzi kutatócsoportok munkatársai korunk aktuális problémáit, kihívásait vizsgálják, így a nemzetközi migrációt, a hagyományos és kreatív gazdaságot, a fenntartható városfejlődést, valamint etnikai-, politikai-, turizmus- és városföldrajzi témákat.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Társadalomföldrajzi kutatások

Etnikai-, politikai földrajzi és migrációs kutatócsoport

A 2018-ban lebonyolított kárpátaljai szórványkutatás feltárta a kárpátaljai magyar szórvány demográfiai helyzetét, asszimilációjának jellemzőit, valamint az etnikai identifikációt és szocializációt befolyásoló strukturális tényezőket és egyéni döntéseket. A szórvány Kárpátalja magyar népességének közel negyedét, mintegy 30 ezer főt – többnyire városlakókat – jelent. A szórvány demográfiai helyzete kedvezőtlenebb a tömbnél, de valamivel kedvezőbb, mint a Kárpát-medencei magyar szórványok általános helyzete. A kárpátaljai szórvány természetes szaporodása és migrációs egyenlege is negatív, ráadásul a vonatkozó értékek számottevően visszaestek az Euromajdant követő időszakban.

Külföldi befektetők telephely-választási döntéseinek jellemzői Kárpátalján az informális etnikai kapcsolatok tükrében. A vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy a Kárpátalján

működő külföldi vállalatok létesítésében és működésében az informális kapcsolati hálók játszották az egyik legfontosabb szerepet, a különböző etnikumú invesztorok telephely-választási jellemzői azonban eltérőek. Addig, míg a magyar befektetők általában nyelvi-etnikai alapon döntöttek vállalatuk székhelyének kiválasztásakor és leginkább a magyar kisebbség által lakott területeken jelentek meg, addig a más nemzetekhez köthető invesztorok főként üzleti alapon döntöttek telephelyükről, és a gazdasági szempontból előnyösebb településeken indítottak vállalkozást.

A magyarországi roma népesség területi megoszlásának változása az elmúlt 30 évben. Az MTA FKI (Földrajztudományi Kutatóintézet, 1984-87) és a Debreceni Egyetem (2010-13) felméréseinek országos szinten történő összevetése azt mutatja, hogy a cigányság száma 2,2-szeresére növekedett, 400 ezerről 876 ezer főre, a teljes népességen belüli arányuk pedig 3,7%-ról 8,8%-ra emelkedett. A cigányság területi mintázata lényegében nem változott az elmúlt 30 évben; a roma népesség száma és koncentrációja ma is egyes északkelet-, illetve délnyugat-magyarországi térségekben, főként a határ menti, periférikus vidékeken a legmagasabb. Ugyanakkor a cigányság urbanizáltsága jelentősen nőtt az elmúlt 30 évben.

Gazdaságföldrajz kutatócsoport

A turizmus piacán kiéleződő globális versenyben az egyedi kínálati elemek (USP) megteremtése és hangsúlyozása egyre inkább kulcsfontosságú. A turisztikai szolgáltatók a legkülönbözőbb kínálati elemeik fejlesztése révén növelhetik a versenyképességüket. A környezettudatosság irányvonalába illeszkedő innovációk iránti fogékonyságra építő turisztikai szolgáltatók a megújuló energia hasznosítása révén erősíthetik piaci pozíciójukat. Kérdőíves vizsgálatban keresték a választ arra, hogy a megújuló energia hasznosítása mennyire járul hozzá a turisztikai szolgáltatások iránti kereslet fokozásához. Megállapították, hogy a válaszadókat a megújuló energia hasznosítása nem befolyásolja. Az értékelés során a közvetlen szolgáltatási környezet kerül előtérbe a fenntartható fejlődés elvének érvényesüléséhez képest. Továbbá kirajzolódott, hogy a sikeresség tekintetében a megújuló energia használatát fontosnak tartók között az állatbarátság és az akadálymentesítés szerepét csakugyan előtérbe helyezőkkel találkozhatunk, tehát az érzelemvezéreltség (szeretetközpontúság, altruizmus) az a csomópont, amely a segítséggel élőket, az állatokat és a fizikai környezetet egyaránt a kiszolgáltatottság aspektusából szemléli.

A hazai nagyvárosi agglomerációk turisztikai szerepkörének értékelése során a vizsgálatba vont térségek üdülőfunkcióját és szálláshelyigényes vendégforgalmát elemezve meghatározható az úgynevezett láthatatlan turizmusban érintett települések köre. Az üdülőállományra és a turisztikai piacra vonatkozó adatbázisok összevetése alapján megállapítható, hogy a pécsi és a miskolci agglomerációban szoros összefüggés van az üdülésben és a turizmusban érintett települések vonatkozásában, előbbiben Orfű, utóbbiban Bükkszentkereszt képviseli a konvencionális és a láthatatlan turizmus szimbiózisának színterét. Amíg sem a győri, sem a budapesti agglomerációban nem jellemző ilyen markánsan szembeötlő átfedés, addig a fővárost övező térségben Szentendrét a láthatatlan turizmus archetípusaként sikerült azonosítani. Szentendre esetében a regisztrált szálláshelyek férőhelyeinek túlkínálata alacsony vendégéjszaka számmal párosul, az üdülőfunkció mértéke, valamint az üdülőingatlanok számának jelentős volumene pedig együttesen felveti a szálláshely statisztikai adatgyűjtés körén kívüli forgalom jelenlétét.

Urbanizációs és településkörnyezeti kutatócsoport

Kelet-Közép-Európában elsőként mérték a szuburbanizáció környezeti hatásait a budapesti várostérségben az ökológiai lábnyom segítségével. A térség más nagyvárosához hasonlóan a budapesti városrégió is jelentős átalakuláson ment keresztül a rendszerváltozás után, amikor megindult a fiatalabb, vagyonosabb rétegek kiköltözése a központi városból az elővárosi övezetbe. Az elővárosok gyorsan növekvő, és egyre magasabb szinten fogyasztó társadalma feltételezésük szerint a várostérség ökológiai lábnyomában is területi átrendeződést eredményezett. A kutatás során a közvetlen lakossági ökológiai lábnyom becslése mellett a közvetett, a lakossági fogyasztási javak teljes életciklusába (nyersanyag kitermelés, feldolgozás, szállítás, hulladékkezelés) beépülő lábnyomot is számszerűsítették, a környezeti adatokkal kiegészített ágazati kapcsolatok modell segítségével. A vizsgálat alapján megállapítható, hogy míg 2003 és 2013 között a lakossági fogyasztásba beépülő ökológiai lábnyom országos szinten 11%-kal csökkent, addig Budapesten 6%-kal, míg az agglomerációjában 8%-kal nőtt. Az agglomerációban a növekedés elsősorban a népességnövekedésnek, míg Budapesten az egy főre jutó fogyasztás emelkedésének köszönhető. Az összesített háztartási fogyasztási ökológiai lábnyom értékek alapján (ami egy főre vetítve 2013-ban Budapesten 2,5 gha, míg az agglomerációban 2,8 gha volt) elmondható, hogy a várostérség ökológiai lábnyoma nagyon koncentrált, Budapest esetében 2013-ban 32-szeresen, az agglomerációban 2,4-szeresen haladta meg a rendelkezésre álló biokapacitást.

A kreatív gazdaság kiemelkedő szerepet játszik az országok innovációs potenciáljában. Részletes területi felbontású statisztikai adatok alapján vizsgálták a kreatív gazdaság térszerkezetének hosszútávú változását Magyarországon. Eredményeik szerint a kreatív gazdaság súlya Magyarországon a 2008-as pénzügyi válságig növekedett, majd a növekedés leállt és a kreatív cégek száma (kisebb mértékben a foglalkoztatottak száma és a piaci árbevétel nagysága) látványosan csökkent. A hanyatlás a tudásintenzív tevékenységeket, ahol az állam szerepe domináns, kevésbé érintette. Vizsgálati eredményeik a centrum-periféria viszonyok erősödését mutatták a kreatív gazdaság hazai térszerkezetét illetően, ami különösen a pénzügyi válság után nőtt meg. A korábban oly jelentős kelet-nyugati dichotómiát az országon belül felváltotta a Budapesttől való távolság tényezője a kreatív cégek telephelyválasztásában. Budapest és városrégiójának egyre nagyobb a súlya a kreatív gazdaságban, s még a nagyobb vidéki tudáscentrumok sem tudnak lépést tartani vele. Azt is kimutatták, hogy a magyar városok adottsága jelentősen eltér a kreatív cégek és munkaerő vonzása szempontjából, és a regionális centrumok közötti verseny a tudásintenzív és kreatív tevékenységek bevonzása terén folyamatosan erősödik.

Vizsgálatokat végeztek a területhasználat átalakulására vonatkozóan a hazai nagyvárosok térségében. A kutatás fő célja a magyarországi urbanizáció térfolyamatainak és a nagyvárosi területhasználat átalakulásának a vizsgálata volt az 1950-es évektől napjainkig. Külön vizsgálati szempont volt a földfogyasztás ütemének és irányának kimutatása a rendszerváltozás előtt és után. A kutatás keretében kimutattak hat magyarországi nagyváros (Debrecen, Győr, Kecskemét, Miskolc, Pécs és Szeged) valamint környékük területhasználatában bekövetkezett változások társadalmi-ökológiai hatásait, az urbanizáció környezetre gyakorolt hatásait és kihívásait, valamint a városok belső struktúrájának átalakulását. A vizsgált várostérségek között markáns különbségek voltak. Míg a belső szuburbanizáció (utólagos besűrűsödés) főleg Debrecen és Kecskemét esetében volt jellemző, addig a klasszikus szuburbanizáció Szeged és Pécs esetében okozott jelentősebb változásokat 1990 után. A gazdaságilag virágzó Győr esetében mindkét térfolyamat átlagon felüli átalakulást hozott, míg Miskolcon e tekintetben is kitapintható volt a város sanyarú társadalmi-gazdasági helyzete.

Természetföldrajzi kutatások

Negyedidőszak és felszínfejlődési folyamatok kutatócsoport

Az éghajlati és egyéb környezeti folyamatokban aktív szerepet játszó légköri ásványi porhoz, porviharokhoz és a klíma-rekonstrukciókban egyedülállóan alkalmazható hullóporos eredetű üledékekhez kapcsolódóan végeztek módszertani kutatásokat. Ezek döntő többsége az ásványi szemcsék méret- és alaktani paramétereinek minél pontosabb megismeréséről, valamint ezen ismeretek környezet-indikátorként való felhasználásáról szólt. Az alkalmazott automata statikus képfeldolgozáson alapuló megközelítés teljes mértékben új az efféle kutatásokban. A többszázezer egyedi szemcse közvetlen granulometriai karakterizálásán alapuló technológiát bemutató szakcikkükben részletesen bemutatják az új módszer működési alapelvét, viszonyát a korábbi lézeres mérésekhez, valamint az új módszertani megközelítés lehetséges problémáit is.

A kifejlesztett módszerek alkalmazása kapcsán Fuerteventura karbonátos homokkal fedett rétegsorainak elemzése során a szaharai porlerakódás nyomait vizsgálták. A szigetről 24 rétegtani egységből származó mintákat elemeztek automata statikus képfeldolgozás módszerével és az azt kiegészítő Raman-spektroszkópiával. A nyers szemcseméret és szemcsealak eredmények bemutatásán túl, több, egymástól független módszert dolgoztak ki a szaharai ásványi szemcsék kimutatásának céljából.

További új módszereket dolgoztak ki a löszökhöz kapcsolódó kutatásaikban vékonycsiszolatok szemcseméret és szemcsealak vizsgálatát, valamint diffúz-reflektanciát alkalmazva.

Természetföldrajzi kutatócsoport

A területhasználat változás hat a szerves talajszénre és a közelmúlt felszínfejlődésére. A mezőgazdaság nyomot hagy a talaj szerves anyagainak stabil szénizotóp arányaiban, ami lehetőséget ad a talajművelés által generált eróziós-szedimentációs folyamatok rekonstruálására. A talaj szelvényekben a talaj szervesanyag (SOM) csúcsok a kiinduló profil állapotot, míg a C/N hányados, valamint a $\delta^{13}C$ értékek eloszlása az eredeti felszínt jelzik. A kutatás eredményei alapján az erózió-szedimentáció közvetlenül az erdőirtást követően, nem pedig a nagyüzemi mezőgazdaság térnyerésével fokozódott drámai mértékben.

Talaj szervesanyag lebomlás kinetikai paraméterei erdőtalajokban. Kutatásukban az erdőtalajokban a SOM mineralizációjában szerepet játszó tényezőket vizsgálták. Ezt talajlégzésen alapuló kinetikai modellezés útján kutatták, aminek segítségével több különböző stabilitású szénraktárat írtak le. A CO_2 felszabadulás sebességében az egyik legfontosabb tényező a talajok szövete, de a lejátszódó folyamatok komplexitása miatt más paraméterek is jelentős szerepet töltenek be.

Gyógyszer hatóanyagok megkötődése talajokban. Módszert fejlesztettünk ki az EDC hatású ethynil-ösztradiol és egyes SSRI-k (pl. carbamazepine) szorpciós kísérleteihez. A legtöbb vizsgált hatóanyag a talaj szerves fázisához kötődik. Ezzel szemben a nagy aktivitású agyagásványok szerepe korlátozottabb.

Térképészeti – regionális földrajzi kutatások

Kartográfiai és geoinformatikai munkacsoport

A 2016 februárjában létrejött Kartográfiai és geoinformatikai munkacsoport kettős céllal alakult. Ennek megfelelően elsődlegesen az MNA szerkesztését irányítja, emellett pedig a CSFK FTI kutatási- és publikációs tevékenységéhez kötődő kartográfiai feladatokat végzi.

Az MNA projekt keretében befejeződtek a „Természeti környezet" c. kötet kartográfiai munkálatai, majd az év folyamán véglegessé vált a kiadvány grafikus arculata. A szakmai és nyelvi lektorálást követően megtörtént a végső nyomdai állományok előállítása, végül a nyomdai sokszorosítás. A „Természeti környezet" c. kötet magyar és angol nyelvű publikálása után megkezdődtek a „Társadalom" c. kötethez kapcsolódó munkálatok.

A munkacsoport – a korábbi évekhez hasonlóan – 2018-ban is részt vett a CSFK FTI kutatói tudományos munkájához szükséges kartográfiai munkák kivitelezésében. A fentieken túl a munkacsoport részt vett a Hungarian Geographical Bulletin kartográfiai szerkesztésében.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet munkatársai az utóbbi évek gyakorlatának megfelelően egyre aktívabban vesznek részt az elért kutatási eredmények kommunikációjában a társadalom és a döntéshozók felé. Ennek formái sokfélék: tudományos konferenciák szervezése és azokon való részvétel, sajtótájékoztatók, tudományt népszerűsítő rendezvények, médiaszereplés, szakértői tevékenység, iskolai versenyek szervezése, terepi bemutatók tartása, vagy épp blogok és honlapok üzemeltetése (pl. porvihar.blogspot.hu; aeoliandust.blogspot.com; varosrehabilitaci.net; geogulliver blog), illetve a közösségi média (FB, Researchgate, Academai.edu, Linkedin) aktív használata.

Az Intézet munkatársai 11 nemzetközi és 3 hazai konferencia, workshop szervezésében, előkészítésében vettek részt. Ezek közül a legfontosabbak az Intézet munkatársainak szervezésében 2018. február 25-én megtartott „10 years of Ukrainian Studies at the Geographical Institute: Workshop on Regional Geography", amelyet Ukrajna magyarországi nagykövete nyitott meg. Szintén kiemelendő a Turizmusbiztonság Műhely keretében „New challenges in tourism safety: aspects of competitiveness" – international scientific symposium (2018. szeptember 13. Nemzeti Közszolgálati Egyetem) szervezése.

Az Intézet kutatói tudománynépszerűsítő tevékenységük során 2018-ban 10 ismeretterjesztő előadást tartottak, 19 nyilvános esemény megszervezésében vettek részt. Elsősorban a Magyarország Nemzeti Atlasza Természeti környezet c. kötet megjelenése kapcsán, valamint az Intézet Kárpátaljához kötődő kutatásairól (pl. Summa2017, szórványkutatás) száznál is több hír jelent meg az itthoni és határon túli magyar elektronikus sajtóban egyaránt. Az Intézet kutatói szakértőként nyilatkoztak a Klubrádió, az InfoRádió és a TrendFM műsoraiban, az RTL Klub híradójában, az M1 *Ma délután* c. műsorában, az M5 *Mindenki Akadémiája* és *Ismerd meg!* c. műsoraiban, illetve megjelentek a Magyar Hang c. hetilapban. Széles közönséget érnek el az Élet és Tudomány, a Természet Világa valamint a Földgömb magazinokban megjelenő ismeretterjesztő cikkek is. Egy kutatót beválasztottak a Forbes Next magazinba a 30 alatti fiatal tehetségek közé a tudomány világából. Egy kutató a *Szomszédaink, a magyarok: Kárpátalja* c. dokumentumfilm szakértője volt, valamint segítette a stáb munkáját a terepen végzett munkálatokban is.

Az Intézet kutatói a Magyar Földrajzi Társaság tagságának és vezetőségének oszlopos tagjai: egy alelnök mellett többen a választmány tagjai, és aktívan részt vesznek a nagy múltú civil szervezet tevékenységében.

Az Intézet egyik főmunkatársa szakértőként és szerzőként részt vett Somogy megye klímastratégiájának kialakításában, melyet a Somogy Megyei Közgyűlés egyhangúlag el is fogadott 2018. március 20-án.

Az Intézet egyik főmunkatársa 2013 óta szervezője és lebonyolítója a 4Cities (4cities.eu) nemzetközi programnak, amely 4 helyszínen (Brüsszel, Bécs, Koppenhága, Madrid) folytat gyakorlatorientált képzést. Az együttműködés előreláthatólag 2022-ig megmarad. Ugyanő „*Readings in the built environment of Budapest*" címmel nyári egyetemet szervezett 2018. augusztus 1-13. között a Kairói Egyetem építész hallgatóinak Budapesten. A nyári egyetem szervezését a Knowledge Transfer Network for International Scholars és a Higher Technological Institute, Department of Architecture intézménnyel közösen végezte. Az Intézet munkatársai részt vettek a Lleidea-i Egyetem mester szakos hallgatóinak 2018. március 5-9. közötti budapesti látogatásának előkészítésben és a program megszervezésében, ill. lebonyolításában.

2018. április 28-án a Millenárison került megrendezésre a „Felfedezők Napja" című rendezvény. Ezen – a korábbi évekhez hasonlóan – az MTA CSFK FTI minden kutatócsoportja és a könyvtár is képviseltette magát színes kiállítással. A rendezvényen a CSFK Földrajztudományi Intézet „Földrajz az egész világ" címet viselő standjánál az Intézet természet- és társadalomföldrajzi kutatócsoportjainak kollégái a szakterületükön zajló terepi munkához kapcsolódó játékos feladatokkal, vizsgálatokkal, érdekességekkel (pl. különleges kőzetek, talajminták, mikroszkóp, térképek) várták a kilátogató családokat.

A terepi bemutatók közül azt a 8 szakmai bemutatót kell kiemelni, amit az Intézet szentgyörgyvári kísérleti állomásán folyó kutatásokról rendeztek a munkatársak. A célközönség igen változatos volt: egyetemisták, talajtani szakmérnökök, megyei hatósági emberek, növénytermesztési szakemberek az Egyesült Királyságból és Oroszországból. Emellett egy kutató a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara meghívására gazdálkodóknak, tanácsadóknak és további gyakorlati szakembereknek tartott előadást az erózió elleni védekezés lehetőségeiről.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

2018-ban a hazai tudományos kapcsolatok terén kiemelkedő jelentőségű volt a „Magyarország Nemzeti Atlasza" c. országos hatáskörű, közfeladatként végzett MTA projekt folytatása, melyet az MTA CSFK Földrajztudományi Intézet koordinál, az intézeti igazgató, mint szerkesztőbizottsági elnök vezetésével. A projekt főbb partnerei: ELTE ITK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Országos Meteorológiai Szolgálat, Országos Vízügyi Főigazgatóság, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet, DE TTK Földtudományi Intézet, ME MFTK Földrajz-Geoinformatikai Intézet, SZTE TTK Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport, PTE TTK Földrajzi Intézet.

Az Intézet természetföldrajzi kutatásaiban a főbb partnerek: ELTE TTK, MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Szent István Egyetem, MTA TTK Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport. A külföldi kapcsolatok közül kiemelkedik a University of

Wolverhampton, az Újvidéki Egyetem, a Kínai Tudományos Akadémia, a Nanjing University (Kína), a Kobe University (Japán), valamint a University of Bayreuth. A COST Action CA16202 (International Network to Encourage the Use of Monitoring and Forecasting Dust Products) program keretében 35 ország légköri ásványi porral és porviharos eseménnyel foglalkozó kutatójával került az Intézet közös kutatói platformba.

A társadalomföldrajzi kutatásokban a főbb külföldi partnerek 2018-ban a Charles Darwin University (Ausztrália), a Lengyel Tudományos Akadémia Földrajzi Intézete, a University of Warsaw (Centre for Migration Research), az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia, a Lleidai Egyetem, valamint a Consiglio Nazionale delle Ricerche Institute for Marine Engieering.

Az Intézet egyik legfontosabb üzleti partnere a Syngenta Magyarország Kft, akikkel talajkímélő és hagyományos művelési technikák környezeti hatásainak vizsgálata zajlik. A Richter Gedeon Gyógyszergyár Nyrt. számára „Szemcseméret eloszlás meghatározási eljárás kidolgozása", az UTB Envirotech Zrt. részére „Reaktortérben kicsapódott ismeretlen összetételű anyagok meghatározása" zajlik. Fontos nemzetközi partner a Syngenta Corp Protection AG (Basel, Svájc), velük együttműködésben zajlik a „Fedőnövények hatása a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságaira" című kutatás, illetve a Renew Technologies Ltd. számára „Szennyvíz alapú savas tápoldatok huminsav és fulvosav tartalmának meghatározása" c. kutatás végzése. A nyertes NVKP projekt keretében olyan vállalatokkal működik együtt az Intézet, mint az Aquaprofit Zrt., UTB Envirotec Zrt., Magyar Telekom.

Az Intézet kutatóit 35 esetben kérték fel opponensnek. Emellett 57 egyéb szakértői (ebből 6 külföldi felkérésre), valamint 86 szaklektori (ebből 34 külföldre) véleményt készítettek.

Az Intézet széleskörű hazai és nemzetközi kapcsolatainak egy része oktatási-kutatási kapcsolat, de hasonlóan nagy jelentőségűek a különféle társasági, szerkesztőbizottsági tagságok is. Az Intézet kutatóihoz összesen 14 nemzetközi tudományos bizottsági tagság kötődik, közülük három fő nemzetközi tudományos bizottság(ok) vezetője, továbbá 26 nemzetközi és 16 hazai földrajzi szakfolyóirat szerkesztőbizottsági tagság kapcsolható. Az MTA CSFK FTI munkatársai összesen 56 hazai tudományos bizottságban tagok, ebből 4 vezetői tisztség.

Az Intézet munkatársai közül 12 fő lát el oktatói feladatokat hazai felsőoktatási intézményekben (BGE, ELTE, SZTE, ME, SE, SZIE, Corvinus), közülük heten doktori iskolában is oktatnak, négyen doktori iskolai törzstagok, két fő vezetője doktori iskolának. 2018-ban az FTI munkatársai 53 elméleti kurzust és 26 gyakorlatot vezettek. Témavezetőként segítették 8 TDK, 34 BSc- és 19 MSc-dolgozat elkészültét és 27 PhD-dolgozat munkálatait.

Az Intézet kutatóinak 2018 folyamán 166 közleménye jelent meg, ebből 2 monográfia és 35 szakcikk, amin belül 15 impaktfaktoros tanulmány. Ezek összesített impakt értéke 36,424 volt. A 2018-as megjelenésű független hivatkozások száma 739.

2018 során az Intézet kutatói összesen 52 előadással és 19 poszterrel jelentek meg nemzetközi konferenciákon, míg hazai rendezvényeken 54 előadással és 12 poszterrel képviselték az FTI-t. A nemzetközi konferenciák közül kiemelkedik az AAG New Orleans, az IGU moszkvai és quebeci regionális konferenciája, az EGU Bécs, a World Congress of Soil Science, a SoWaSe Bologna, a 3rd World Congress of Taiwan Studies Tajpej és a IX. Magyar Földrajzi Konferencia.

Az év során rövidebb időszakra több vendégkutató is érkezett Ukrajnából (Ukrán Tudományos Akadémia Földrajzi Intézete, Tarasz Sevcsenko Egyetem Kijev), Lengyelországból (Lengyel Tudományos Akadémia) és Spanyolországból (University of Lleida).

Az Intézet kutatói közül egy fő hosszabb (Charles Darwin University, Australia), hárman rövidebb vendégkutatói vagy vendégoktatói tevékenységet folytattak különböző külföldi felsőoktatási intézményeknél (Bécsi Egyetem, Litván Tudományos Akadémia, Varsói Egyetem, Lódzi Egyetem, Lleidai Egyetem, Tor Vergata Egyetem Róma).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

NVKP_16-1-2016-0003 A budapesti várostérség egyes szennyezéseinek felmérése és a környezeti kockázatok csökkentése c. projekthez kiegészítő támogatás (MTA EUHUNKPT, 2018. január 1-től 12 hónapon keresztül felhasználható; 4,2 M Ft).

NKFIH K128717 sz. Progresszív városföldrajz - A városverseny meghatározó tényezői Magyarországon (2018-2021; 11.854 M Ft). A kutatás általános célja a kreatív gazdaság, a digitális/smart fejlesztések és az innováció földrajzi (területi és településkategória szintű) különbségeinek vizsgálata Magyarországon, és ezen gazdasági folyamatok szerepének feltárása a városok versenyképességének földrajzi sajátosságaiban.

A „Magyarország Nemzeti Atlasza” kiadása és online közzététele (EMMI, 13 hónap, 37,1 M Ft).

Ifjúsági Nemzetközi Konferenciapályázat (MTA, 100-100 E Ft). Részvétel a moszkvai IGU Regionális Konferencián.

Recens szaharai por granulometriai elemzése (NKFI „Jelentős nemzetközi hatású, kiemelkedő eredményeket elért kutatócsoportok támogatása”). A 24 hónapos, 14,417 M Ft költségvetésű projekt keretében Földünk legfőbb porforrásterületéről, a Szaharából évente kifújt több százmillió tonna ásványi poranyagból származó mintáknak a szemcseméret és szemcsealak elemzése valósul meg. A minták begyűjtése az eddigi publikációink alapján kiválasztásra kerülő lehetséges forrásterületeket (pl. Nyugat-Szahara; Atlasz előtere: Chott Melrhir és Chott Jerid), az azokhoz viszonylag közel fekvő mintaterületeket (Kanári-szigetek; Antikythera; Kréta), illetve a távoli kiülepedési térségeket (Alpok, Kárpát-medence) is érinti.

NANOMIN: Ásványképződési folyamatok nanoméretekben – a kristályok elemi cellájától a kontinentális léptékig (MTA „Kiválósági Központok Támogatása” felhívás, 12,3 M Ft). A projekt célja az ásványképződési folyamatok nanométeres léptékű vizsgálata új elektronmikroszkópos infrastruktúra alkalmazásával. A jelen projekt keretében négy fő alkalmazási terület áll a fókuszban: 1) Karbonátképződési folyamatok. 2) Kolloidegyüttesek képződése a talajban. 3) Szilárd halmazállapotú, természetes eredetű légköri szennyezőanyagok (PM2.5, PM10) elemzése. 4) A „pargazoszféra” kutatása.

NKFIH FK18 „Paleotalajok szemcseméret és -alak vizsgálatának együttes értelmezése”. (48 hónap, 16,904 M Ft). A pályázat paleotalajok mozgásának vizsgálatát, kiemelten a szemcseméret és alak vizsgálatát tűzte ki célul.

Syngenta 2018 (2018.01.01-2018.12.31., 10,165 M Ft): „Szántásos és talajkímélő művelések talajeróziós vizsgálata", A két művelési technológia összehasonlítása a talajerózió szempontjából a Szentgyörgyváron kialakított mintaterületen.

Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (MTA, 2018.09.01-2021.08.31., 4,482 M Ft): „A talajkímélő művelés hatása a talajok szerves fázisára és mikroba közösségek biomasszájára a talajok erodálhatóságának tükrében."

Új Nemzeti Kiválóság Program Bolyai+ Ösztöndíj (2018.09.01-2019.06.30.): „Téli fedőnövények hatása a talaj tápanyagforgalmára és mikrobiológiai aktivitására."

Richter Gedeon Gyógyszergyár Nyrt. (KF5780141, 5,639 M Ft): Az Ösztradiol 0,01% krém „Crystal formation" és „Particle size" gyógyszerkönyvi (USP) vizsgálatok és „Globule size determination" módszerkidolgozása.

Csákvári Alkotóház felújítása és FTI Labor Vészzuhanyzó helyreállítása (MTA Felújítás, 4,15 M Ft).

MTA Infra pályázatok: Nemzetközi sztenderdeknek megfelelő kutatási környezet kialakítása az MTA CSFK FTI laboratóriumában; Hallgatói, nemzetközi és interdiszciplináris kutatás erősítése az FTI-ben és az FGI-ben; FTI KTL műszereinek tervezett időszaki karbantartása (összesen 9,54 M Ft).

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Barta G, Bradák B, Novothny Á, Markó A, Szeberényi J, Kiss K, Kovács J: The influence of paleogeomorphology on the stable isotope signals of paleosols. GEODERMA, 330 pp. 221-231. (2018) DOI WoS Scopus
2. Bradák B, Setob Y, Hyodoa M, Szeberényi J: Relevance of ultrafine grains in the magnetic fabric of paleosols. GEODERMA, 330 pp. 125-135. (2018) DOI WoS Scopus
3. Egedy T, Kovács Z, Szabó B: Changing geography of the creative economy in Hungary at the beginning of the 21st century. HUNGARIAN GEOGRAPHICAL BULLETIN, 67:3 pp. 275-291. (2018) DOI Scopus
4. Erőss Á: Living memorial and frozen monuments: the role of social practice in memorial sites. URBAN DEVELOPMENT ISSUES, 55 pp. 19-32. (2018) DOI REAL Egyéb URL
5. Jakab G, Hegyi I, Fullen M, Szabó J, Zacháry D, Szalai Z: A 300-year record of sedimentation in a small tilled catena in Hungary based on $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and C/N distribution. JOURNAL OF SOILS AND SEDIMENTS, 18:4 pp. 1767-1779., 13 p. (2018) DOI REAL WoS Scopus
6. Kocsis K (főszerk.): Magyarország Nemzeti Atlasza 2. kötet, Természeti környezet. Budapest, Magyarország: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet (2018), 187 p. Teljes dokumentum
7. Kovács Z, Egedy T, Szabó B: Persistence or change: divergent trajectories of large housing estates in Budapest, Hungary. HOUSING ESTATES IN EUROPE, Cham, Springer pp. 191-214. (2018) DOI
8. Rieder Á, Madarász B, Szabó J A, Zacháry D, Vancsik A, Ringer M, Szalai Z, Jakab G: Soil organic matter alteration velocity due to land-use change : a case study under

conservation agriculture. SUSTAINABILITY, 10:4 Paper: 943, 11 p. (2018) DOI REAL WoS Scopus

9. Smith MK, Egedy T, Csizmady A, Jancsik A, Olt G, Michalkó G: Non-planning and tourism consumption in Budapest's inner city. TOURISM GEOGRAPHIES, 20:3 pp. 524-548., 25 p. (2018) DOI WoS Scopus
10. Taylor A, Tátrai P, Erőss Á: Visible minorities in remote areas: A comparative study of Roma in Hungary and Indigenous People in Australia. HUNGARIAN GEOGRAPHICAL BULLETIN, (2009-) 67:1 pp. 43-60., 18 p. (2018) DOI REAL Scopus
11. Varga Gy, Kovács J, Szalai Z, Cserháti C, Újvári G: Granulometric characterization of paleosols in loess series by automated static image analysis. SEDIMENTARY GEOLOGY, 370 pp. 1-14., 11 p. (2018) DOI REAL WoS Scopus
12. Zacháry D, Filep T, Jakab G, Varga G, Ringer M, Szalai Z: Kinetic parameters of soil organic matter decomposition in soils under forest in Hungary. GEODERMA REGIONAL, 14 Paper: e00187, 10 p. (2018) DOI REAL WoS Scopus

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
FÖLDTANI ÉS GEOKÉMIAI INTÉZET
1112 Budapest, Budaörsi út 45.
telefon/fax: (1) 319 3137
e-mail: Demeny.Attila@csfk.mta.hu; honlap: www.csfk.mta.hu, www.geochem.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Intézet feladata a litoszféra anyagát, folyamatainak jobb megismerését célzó alapkutatások végzése, amelyek az ásvány-, kőzet-, és fluidum-képződés, az izotópgeokémia, a környezetgeokémia és a szerves geokémia területén folynak.

A geokémia belső fejlődése, továbbá a természetes környezet állapotának megismerése, megőrzése és az életminőség javítása szempontjából egyre nagyobb jelentőségű környezettudományi vonatkozású kutatások folytatása határozta meg az Intézet 2018. évi tevékenységét is. Ehhez kapcsolódóan folytatták a geoszférák határfelületein végbemenő geokémiai folyamatok kutatását, amelyek körében elsősorban a Kárpát-medence és tágabb környezete múltbéli és jelenkori környezetállapotát és annak változásait vizsgálták.

A tágabb értelemben vett környezetgeokémiai kutatás területén vizsgálták a talajok ásványtani és geokémiai jellemzőit, a felszíni és felszín alatti vizek geokémiai tulajdonságait, valamint a mikrobiális folyamatok szerepét az ásványképződésben.

Az emberiség tárgyi emlékeinek archeometriai kutatásában kiemelt szerepet kapott a Seuso Kutatási Projekt archeometriai alprojektjének irányítása, amellyel az archeometriai kutatás továbbra is az Intézet egyik kiemelt kutatási területe volt.

Folytatták a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont megalakulásával beindított, a csillagászat és a földtudományok közti határterületek kutatását is több Intézet munkatársainak bevonásával a laboratóriumi asztrofizika területén.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Paleoklimatológiai és környezetrekonstrukciós kutatások

A paleoklimatológiai kutatások a magyar társadalom természeti környezetének pontosabb megismeréséhez járulnak hozzá. Ezen a területen folytatták a barlangi képződmények kutatását, amelynek során hazai és nemzetközi együttműködésben felfedeztek egy új karbonátképződési forma, a monoklin aragonit képződését. Az eredményt a nagy presztízsű *Science Advances* című folyóiratban tették közzé. A publikálás színvonala és az alkalmazott élvonalbeli technika a tudományos és technológiai versenyképességet demonstrálja és erősíti. A felfedezésnek közvetett gazdasági vonatkozásai is lehetnek, hiszen a festékiparban is használt nanokristályos karbonát képződési mechanizmusának megértéséhez járul hozzá. Az eredménynek környezettudományi jelentősége is van, mivel a karbonátos vázat kiválasztó élő szervezetek nagy része ilyen anyagból építi fel a vázát, amit a környezeti változások akár globális léptékben is befolyásolhatnak.

Szintén a karbonátos képződmények kutatásához kapcsolódóan, nemzetközi együttműködés keretében sikeresen szintetizálták a dawsonit nevű karbonátásványt laboratóriumi körülmények

között. A kutatás célja a dawsonit-CO_2, valamint a dawsonit-H_2O rendszerben végbemenő izotópfrakcionáció meghatározása.

Nemzetközi együttműködés keretében az egyiptomi Kurkur-Dungul terület sivatagi mésztufa üledékeinek paleoklimatológiai vizsgálatát végezték el. A Föld legszárazabb területein található mésztufaüledékek különös jelentőségűek a paleoklíma rekonstrukciójában, mivel jelenlétük már önmagában jelzi, hogy ezeket a régiókat a mainál egykor jóval csapadékosabb klímaviszonyok jellemezték. Az észak-afrikai területek kiemelten fontosak a szélsőséges klímaviszonyok tanulmányozása és az előember Afrikából Európába történő migrációja szempontjából. A hagyományos petrográfiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálatok mellett kapcsolt (clumped) izotópos vizsgálatot is végeztek (az egyiptomi képződmények esetén elsőként) a mésztufát lerakó víz hőmérsékletének és eredetének meghatározása, valamint a képződési környezet rekonstrukciója céljából.

A légkörből kiülepedő poranyag vizsgálata során speciális oszlopkémiai és tömegspektrometriai módszerekkel sikerült megbízható adatokat szolgáltató, kombinált Sr-Nd-Hf- izotóp-elemzéseket végezni igen kis mennyiségű (<10 mg) ásványi pormintákon. Ez megnyitja a lehetőségét a sarki jégbe zárt, többnyire 1-5 mg mennyiségű glaciális porminták Hf (+Sr-Nd) izotóp összetételi elemzése előtt, ami reményeik szerint azok lehordási területének további pontosítását teszi lehetővé. Mindez hozzájárul az utolsó glaciális légköri cirkulációjának jobb megértéséhez és légköri modellek validálásához.

A negyedidőszaki üledékes képződmények vizsgálatához kapcsolódóan elvégezték a kínai Jingbian Kvarter sztratotípus szelvény nagy felbontású lumineszcens korolását. A kutatás során kiderült, hogy ebben a sivatag-peremi helyzetben lévő rétegsorban jelentős üledékhiányok vannak, ami megkérdőjelezi a rekord sztratotípus szelvényként történő alkalmazását. Az általuk javasolt kormodell és paleokörnyezeti rekonstrukció alapján a sivatagok kiterjedése, az üledékfelhalmozódás és a délkelet-ázsiai nyári monszun dinamikája szorosan kapcsolódott a glaciális/interglaciális skálán változó sarki/szárazföldi jégtömeg változásaihoz.

Az Intézetben működő *MTA-Lendület 2ka Paleoklíma Kutatócsoport* kutatásai keretében kiemelkedő eredmény, hogy a kutatócsoport regionális koordinátorként vett részt egy nagy létszámú nemzetközi kutatócsoport (*SISAL - Speleothem Isotope Synthesis and Analysis*) munkájában. A kutatócsoport első szintézismunkájaként egy 371 cseppkőből kinyert globális stabilizotópos adatbázist publikáltak az élvonalbeli *Earth System Science Data* folyóiratban. Az adatbázis kitűnő lefedettséget nyújt az elmúlt 2 000, és megfelelőt az elmúlt 22 000 évre vonatkozóan, ezzel is hozzájárul a múltbeli klímaváltozások megértéséhez, és elősegíti a felkészülést a jelenlegi klímaváltozás okozta kihívásokra.

A dachsteini Mammut-barlang Saarhalle jégblokkjának mintáin végzett ^{14}C- és ^{3}H-elemzések a jégblokk korának alapvető revízióját eredményezték. A legalsó jégréteg becsült képződési ideje (~2590 calBC) alapján a jégblokk az alpi régió legöregebb ismert barlangi jégképződményei közé sorolható.

Cirbolyafenyő (Pinus cembra) korongmintákból kimetszett, azonos éves növekményt képviselő korhadt és nem korhadt részmintákból kivont α-cellulóz stabil oxigén- és szénizotóp összetételét vizsgálva kimutatták, hogy a $\delta^{18}O$ és $\delta^{13}C$ értékek közti különbség a korhadt és nem korhadt minták között lényegesen kisebb, mint az egyes példányok között. Ez az eredmény alapot ad arra, hogy a korhadt, vagy részben korhadt szubfosszilis faanyagot is be lehet vonni stabilizotópos vizsgálatokba, és az eredmények felhasználhatók paleobiológiai és paleoklimatológia kutatásokban.

Elvégezték a Kárpát-Balkán régióra vonatkozó éghajlati modellek eredményeinek összevetését a régió hosszú, műszeres hőmérséklet- és csapadékrekordjaival, valamint hőmérsékletérzékeny

proxirekordjaival. Elmondható, hogy a Max Planck Intézet modellje képes leginkább tükrözni a klíma műszeresen rögzített évszázados változékonyságát. Eredményeik alapján azon regionális klímamodelleket javasolt a Kárpát-Balkán régióra vonatkozó jövőbeli kutatásoknál előnyben részesíteni, amelyek peremfeltételeit a leghatékonyabbnak rangsorolt globális klímamodellek adják.

A Duna teraszain több kormeghatározási módszer (új kozmogén izotópos és lumineszcens, revideált paleontológiai és irodalmi forrásokból származó magnetosztratigráfiai és U/Th adatok) eredményeinek összevetésével lehetővé vált egy új, robusztus terasz-kronológia felállítása és a korábbi rendszer eredményeinek újraértékelése. A több módszer együttes alkalmazásával a teraszok kialakulásának ideje jóval pontosabban megadható, mint egy módszer felhasználásával. Emellett a kozmogén ^{10}Be és ^{26}Al koncentrációk értelmezése lehetőséget adott a felszín lepusztulási rátájának számszerűsítésére, valamint adatokon nyugvó felszínfejlődési modellek kidolgozására.

A világszerte jól ismert dinoszaurusz lelőhelyek (Iharkút, Ajkai Kőszén) részletes vizsgálata mind hazai mind nemzetközi szempontból jelentős. Az év első felében megvizsgálták és morfocsoportokba sorolták az iharkútról előkerült majd 10 000 db növényi mezofosszíliát. Ezt követően a legjelentősebb morfocsoportokat határozták meg taxonómiai szempontból. A lelőhelyről előkerült levelek összehasonlító vizsgálata során 21 esetben sikerült kutikulát is találni. Morfometriai vizsgálatok segítségével a Padragkutia komplex termésrekonstrukcióját és a Knoblochia esetében a fosszilis anyagban elsőként, peteérési fázisokat lehetett azonosítani.

Archeometriai kutatások

A *Seuso Kutatási Projekt* keretében folytatódott a 2017-ben hazakerült újabb hét tárgy geokémiai elemzése. A tárgyak nagy tisztaságú ezüstből készültek (94-98 tömeg%), amelyet rézzel ötvöztek (0,5–6 tömeg%). A tárgyakban az illó elemek (antimon, arzén, higany, ón és cink) hiánya, valamint az 1%-nál kevesebb ólomtartalom arra utal, hogy kupellált ezüstből készültek. A felhasznált érc a római korban elsődlegesen használt ezüsttartalmú ólomérc (galenit, cerusszit) lehetett. Egyes tárgyak (pl. Amfora teste, füle, kupakja és talpa, valamint a Hippolütosz kancsó füle, fedele, teste, felső gyöngyös pereme és talpa) Bi/Pb arányaik alapján eltérő nyersanyagból készültek. Az eredmények megerősítették a készítéstechnikai megfigyeléseket, különös tekintettel a kancsókra, amelyek kétféle technikával készültek.

A régészeti bizonyítékok alapján a Seuso kincshez kapcsolható kőszárhegyi (polgárdi) quadripus különböző részeiből (oromdísz, láb felső része, griff, láb alsó része, talapzat, keresztpántok, szegecsek, alátétlemezek) vett fémminták nyomelem-vizsgálata alapján a készítéséhez eltérő összetételű ezüstöntvényt használtak. Egy-egy láb különféle részeinek eltérő nyomelem-tartalma arra utal, hogy a különböző részeket külön készítették el, majd keményforrasztással rögzítették egymáshoz. A két eredeti láb megfelelő részei (oromdíszek, griffek, talapzatok, lábak alsó részei, felső részei) a nyomelemek koncentrációját tekintve hasonló összetételűek, ami alapján felmerül, hogy sorozatgyártásban készítették el az egyes részeket, majd ezután állították össze a tárgyat.

A nyersanyag eredetének meghatározásához végzett ólomizotópos vizsgálatok azonosságot mutatnak a quadripus és a Seuso-kincs eddig vizsgált hét tárgyának adatai között, vagyis geokémiai és régészeti adatok alapján a quadripushoz felhasznált érc – a Seuso-kincshez hasonlóan – balkáni eredetű lehet.

Szlovákia és Észak-Magyarország több lelőhelyéről előkerült, magas színvonalú, késő középkori mázas kályhacsempék régészeti feldolgozásához kapcsolódó nagy mintaszámú archeometriai kutatások, és a mázak vizsgálata megerősítette az alaptestek alapján már korábban felállított csoportosítást. Igazolták, hogy a Besztercebányán, Észak-Magyarországon

és Füleken, valamint a Csábrágon előkerült leletek a felhasznált nyersanyag és az alkalmazott készítéstechnika alapján elkülönülnek. A kályhacsempék legalább három különböző műhely termékei lehetnek. A mintakincs nagyfokú hasonlósága miatt valószínű, hogy a különböző műhelyekben azonos negatívokat használtak.

A mai Orosháza nyugati tőszomszédságában egy, a tatárjáráskor elpusztult, jelentős Árpád-kori település régészeti feltárása során a gazdag csont, kerámia és fém leletek mellett üvegtöredékek is előkerültek. A leletek archeometriai vizsgálata és az adatok feldolgozása alapján megállapították, hogy a tárgyak üveganyaga ún. növényi hamuval készült üveg, amely jellemző volt úgy az iszlám, mint a velencei üvegkészítésre. Az egyik üvegtöredék formája alapján egyértelműen megállapítható, hogy az eredeti tárgy egy belső vállgyűrűs (bikónikus) üveg volt, és ez jelenleg a legrégebbi ilyen magyarországi lelet. Ez a tárgytípus jól ismert velencei forma (leginkább Európában használták), de a Közel-Keleten is előfordult. Mivel ebben az időben Velencében még a levantei kereskedelemből származó nyersüvegből készítették a kiemelkedő minőségű üvegtárgyakat, feltételezhető, hogy a vizsgált üvegedény is ott készült. Ezt az elképzelést megerősíti az a tény is, hogy a II. András által 1217-ben kötött kereskedelmi egyezmény után Magyarországon több helyen is megjelentek a velencei készítésű üvegtárgyak. Mindemellett nem zárható ki a levantei eredet sem, mivel a település lakói feltételezhetően muszlimok voltak.

Pontosították a régészeti fog- és csontleletek stabilizotóp-geokémiai elemzésének módszertanát. Több laboratórium módszertani hátterét és eredményeit összevetve meghatározták a laboratóriumok közötti eltérések mögötti okokat és egységes elemzési protokollra tettek javaslatot. A meghatározott módszertannal az eredmények nemzetközi összevethetősége javul, ami a történeti múltban lejátszódó táplálkozási változások és migrációs folyamatok nagy léptékű szintetizálását segíti elő.

Környezet-, víz- és biogeokémiai kutatások

Az egyes talajásványok tényleges hozzájárulása a talajok nehézfém-megkötő képességéhez kevéssé ismert. Laboratóriumi kísérletekkel és közvetlen transzmissziós elektronmikroszkópos elemzésekkel vizsgálták a jelentősebb toxikus (Cd, Pb) és esszenciális (Cu, Zn) fémek megkötődését egyedi talajásvány-szemcséken és együtteseiken. Ezek több esetben eltérő viselkedést mutattak a teljes talajmintákban tapasztalt viselkedésükhöz képest. Ilyen pl., hogy a kevésbé kötődő Cd és Zn immobilizálásában az agyagásványok szerepe felértékelődik a savanyú talajokban. Az egyedi ásványszemcsék vastartalma általában jól korrelált az általuk megkötött fémmennyiségekkel. Ezt lúgos talajokban a Fe-oxihidroxidoknak a szemcseegyütteseken belül növekvő arányával indokolták, míg a savanyúakban az agyagásványok növekvő szerkezeti vastartalmával hozták összefüggésbe.

Korábban laboratóriumban tanulmányozták a nedves és száraz ciklusok váltakozásának hatását a talaj agyagásványaira. Az első természetes körülmények közti, terepi megfigyelések a tárgyévben születtek, belvizes területek vizsgálatával. Alföldi talajszelvények vizsgálata alapján megállapították, hogy a talajok agyagásvány-mennyisége és agyagásványos jellege szerepet játszik a belvíz kialakulásában és mértékében, azonban nem egyedüli, elsődleges tényező az agyagásvány. Különösen fontos a duzzadó agyagásványok mennyisége. A vizsgált belvizes talajszelvények mindegyike viszonylag nagy szmektit-tartalmú, ezen belül is a legintenzívebb belvizesedést mutató terület talaja tartalmazza a legtöbb szmektitet.

A Fertő-tó fekáliás- és vízgeokémiai minőségi adatainak többváltozós adatelemzésével megállapították, hogy hol vannak a tavon a fekáliás forrópontok és milyen antropogén tevékenység állhat ezek hátterében. Az eredmények felhívták a figyelmet több, feltételezhetően

jogsértő és környezetkárosító tevékenységre, és ezek megszüntetésével az UNESCO világörökség védelem alatt álló Fertő vízminősége és a helyi turizmus profitálni fog.

A Szigetközben kapott eredmények rávilágítottak, hogy Duna mesterséges elterelése miatt kialakult állapot átfogóan megváltoztatta a felszíni és felszín alatti víz kölcsönhatását. Az elterelés következtében megnövekedett a kolmatáció, csökkentetve a felszíni és felszínalatti víztestek közötti kommunikációt. Ez nagy árvizek esetén áll csak helyre. Az így kialakult aszályos állapot nagymértékben tükrözi a klímaváltozás hatására, a nagyobb (és hasonló vízhozameséssel jellemezhető) régiókra megjósolt környezeti állapotokat. Kimutatták továbbá, hogy nagy árvizek esetében a felszín alatti vízszintmérő hálózat térbeli reprezentativitása jelentősen csökken az árhullám levonulása alatt és után kb. 2 hónapig.

A mikrobiális folyamatok ásványképződésben betöltött szerepének kutatása keretében a legfontosabb tudományos innováció a komplex, több anyagvizsgálati módszer alkalmazásával, nagy felbontásban, szerkezeti hierarchia alapján történő vizsgálat és értékelés kifejlesztése, alkalmazása. Ennek keretében eltérő korú, üledékes mangánércek vizsgálatát végezték el. Az adatok alapján a kínai feketepala környezetű mangán-karbonátos ércek mikrobiális folyamatok során képződtek, majd a diagenezis során a mikrobiális szerves anyag, valamint gélmátrix komplex ásványosodása is megtörtént. A brazil Urucum mangántelep oxidos ércei szintén mikrobiális ércesedési folyamatok során keletkeztek, ebben az esetben a kőzetté válás során is oxidatív körülmények uralkodtak, és a mikrobiális szerves anyag, valamint a gélmátrix komplex ásványosodása bonyolult összetételt eredményezett. A telepek ásványosodott biomat rendszerek, és az Úrkútról leírt kétlépcsős mikrobiális keletkezési modellel írhatók le. A telepek elemösszetételét (nyomelemtartalmát) a mikrobiális folyamatok befolyásolták. Az úrkúti ásványosodott biomat rendszernek a jelentős radontartalmat eredményező radionuklid szelektív megkötésében lehetett szerepe. A bükkszentkereszti P-Mn-U-Be-RFF-dúsulása a foszfatitban szintén mikrobiális működés eredménye. Az eredmények az érckutatásban és a környezetvédelem területén alkalmazhatók.

Laboratóriumi asztrofizikai kutatások

A kabai meteorit vizsgálatával több átalakulási folyamatot tudtak elkülöníteni. Megfigyeltek vizes és nagyhőmérsékletű átalakulásokat. Ezen belül a szülő égitest vizes átalakulása során mikrobiális átalakulás is történhetett, erre a szöveti vizsgálatok mellett a kimutatott szervesanyag jelenléte, és a szénizotóp-arány adatok is utalnak. Az NIPR L kondritsorozatban és az ALH77005 marsi meteoritban hasonló módszerek segítségével szintén ki lehetett mutatni mikrobiális átalakulást.

Folytatták a fluviális és eolikus eredetű üledékes szemcsék összehasonlító vizsgálatát morfológia, morfometria és ásványos összetétel alapján. Bazalthomokok szemcséinek vizsgálatát végezték el méret, mikromorfológia, osztályozottság, kerekítettség és koptatottság alapján. Ezek mellett elindítottak egy laboratóriumi kísérletet, amelyben a Mars felszínén tapasztalható hőmérséklet-ingadozások hatását szimulálják különböző bazaltos mintákon. Az eddigi eredményeik szerint kb. 70 fagyási-kiolvadási ciklus környékén megkezdődött a salakos minták minimális aprózódása.

b) Tudomány és társadalom

A 2014, majd 2017 folyamán Magyarországra került Seuso-kincs, valamint más késő-római pannóniai ezüstleletek archeometriai kutatásának irányítását a Földtani és Geokémiai Intézet végzi. A kutatás a kormányzati megbízásból létrejött *Seuso Kutatási Projekt* része, amelyet

három intézmény (Szépművészeti Múzeum, Nemzeti Múzeum, MTA CSFK FGI) konzorciuma alkot.

A Földtani és Geokémiai Intézet tevékeny szerepet vállalt a magyar Természettudományi Múzeumban hagyományosan megtartott „*Földtudományos Forgatag*" című rendezvényén, ahol egy hétvégén több mint ezer látogató ismerkedhetett meg a hazai földtudományi intézmények életével. Az Intézet csaknem minden kutatója részt vett az eseményen, biztosítva, hogy a földtani és geokémiai kutatási eredmények megismerhetők legyenek a nagyközönség számára.

Emellett több ismeretterjesztő rendezvényen is részt vettek az Intézet kutatói, úgy mint a budapesti „*Tudományok városa*" és „*Víznap*", valamint az egri „*Földrajz-Földtudományi Napok*".

A bakonyi dinoszauruszok csodálatos világa, annak 85 millió éves növényzetével együtt a *Magyar Értéktár* része, egyfajta *Hungaricum*. Számos ismeretterjesztő rendezvényen felül a lelőhely meglátogatására is lehetőséget biztosítanak. A tudományos alapkutatási tevékenység – annak ellenére, hogy nem közvetlen nemzetgazdasági célú – az Intézet kutatóinak ismeretterjesztő tevékenysége révén turisztikai attrakcióként pozitívan hat a környező települések és a térség turisztikai szolgáltatásaira.

Ismeretterjesztő, illetve figyelemfelkeltő cikkek készültek a *Nature Communications* folyóiratban megjelent szakcikk kapcsán az *Uppsala University Press* és az *MTA Hírek* számára. Az ismeretterjesztő anyagokban röviden bemutatják, hogy az elmúlt 250 ezer év eljegesedései során a globális jégtömeg és a tengerszint változásai közvetlen hatással voltak a délkelet-ázsiai nyári monszunklímára és Eurázsia elsivatagosodására. Rávilágítanak, hogy jelenleg a világ lakosságának 2/3-a függ attól a mezőgazdaságtól, amelyet a nyári monszun által szállított csapadék táplál, így a délkelet-ázsiai klímaváltozás jelentős hatást gyakorolhat a jövőben a globális élelmiszer-termelésre.

Az Intézet egy kutatója két cikket közölt az *Interpress* magazinban a földtörténeti léptékű paleoklimatológia és ezen belül a barlangi képződmények kutatásáról.

Az Intézet felvette a kapcsolatot a budapesti Fazekas Mihály Gimnáziummal, aminek célja az érdeklődő középiskolások bevonása az Intézet kutatási munkájába mentori program keretében. Emellett az Intézet kutatói több iskolában tartottak ismeretterjesztő előadásokat (Pozsonyi Magyar Tannyelvű Gimnázium és Alapiskola, Eötvös József Általános Iskola, Diósd).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatásaikat a korábbi és újonnan szervezett hazai és nemzetközi kapcsolataik keretében folytatták.

Új együttműködések

Tudományos együttműködési megállapodás, illetve kutatási megbízás keretében számos külföldi és hazai kutatóintézettel (University of Waikato, Katholike Universitet Leuven, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, MTA ATOMKI, MTA ÖK DKI, MTA EK, MTA BTK, MTA TKI, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Szépművészeti Múzeum, Magyar Nemzeti Múzeum, Katona József Múzeum, Balatoni Múzeum) álltak kapcsolatban.

Vendégkutatók

A feketepala környezetű üledékes mangánércek kutatásával kapcsolatban az Intézetben töltött egy hetet az Universidade Federal do Paraná Földtani Tanszékének professzora.

A Cseh Tudományos Akadémia és Magyar Tudományos Akadémia együttműködési megállapodása keretében három napra vendégkutatóként fogadta az Intézet az Institute of Hydrobiology, Biology Centre egy hidrogeológus kutatóját.

A tárgyévben két külföldi PhD-hallgató (Ankara University, University of Bari) és egy MSc hallgató (Perugia University) töltött összesen négy hónapot az Intézetben a kutatásukhoz szükséges stabilizotóp-elemzések elvégzése és konzultáció céljából.

Rendezvények

Az Intézet egy kutatója a Nemzetközi Geomatematikai Társulat (IAMG) tudományos bizottságának tagjaként részt vett a társulat nemzetközi konferenciájának megszervezésében (Olmütz, Csehország, 2018.08.03-06.).

Az Intézet egy kutatója a 8th International Workshop on Ice Caves nemzetközi konferencia tudományos bizottságának tagja volt.

Az Intézet több kutatója részt vett a PALEOKLÍMA2018 című konferencia megszervezésében a múltbéli éghajlatváltozásokkal kapcsolatosan született hazai kutatási eredmények bemutatására, földtörténeti korra vonatkozó, vagy szakterületi megszorítás nélkül. Az előadások elsődlegesen a természetes okokra visszavezethető őséghajlati jelenségeket/folyamatokat, és geokémiai adatok támogatását is igénybe vevő témaköröket érintették.

Az Intézet egy kutatója részt vett a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytani és Rétegtani Szakosztályának vezetőségi tagjaként a 21. Magyar Őslénytani Vándorgyűlés megszervezésében.

Az Intézet egy kutatója az MFT Geomatematikai és Informatikai Szakosztályának titkáraként, mint főszervező vett részt a Prof. Bárdossy György munkásságát bemutató emlékülés megszervezésében, amelyen első alkalommal adták át a Bárdossy Emlékérmet.

Az Intézet több kutatója bírálói és segítő szervezői részvétellel hozzájárult a 2018. évi Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia megszervezéséhez.

Ösztöndíjak, meghívások, felkérések

Az Intézet egy kutatója meghívott előadóként mutatta be kutatási eredményeit a zürichi ETH-ban. Az előadás címe: „*Application of ^{10}Be depth profiles and ^{26}Al/^{10}Be burial dating to quantify the Quaternary incision history of the Danube in Hungary*”.

Az Intézet egy kutatója 2018. október 1-től kezdte meg két évre szóló Lise Meitner posztdoktori ösztöndíját a Bécsi Tudományegyetem Litoszférakutatás Tanszékén. Az ösztöndíjat támogató szervezet a FWF Der Wissenschaftsfond (Austria). A projekt címe: „*Novel isotope geochemical tracing of Greenland ice core dust*”, időtartama: 2018.10.01.-2020.09.30., a támogatás összege: 145.000 Euro.

Ipari kapcsolatok

Kutatási megbízás keretében több külföldi és hazai ipari céggel (Mecsekérc Zrt., Sand Hill Petroleum RO, Mendasset Ltd., Tiszafüredi Thermál Kft., D-Tech Aqua Kft., HYD Kft.,

Extralko Kft.) álltak kapcsolatban. Ezek között kiemelkedő jelentőségűek a hazai nagy aktivitású nukleárishulladék-lerakó kutatásában a Mecsekérc Zrt. megbízásával végzett munkák. A kutatófúrások magmintáinak ásványtani, agyagásványtani, petrográfiai vizsgálatát végezték el. Eredményeik hozzájárulnak a jelentős gazdasági és társadalmi hatású beruházás számára lényeges földtani háttér minél alaposabb és körültekintőbb megismeréséhez.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Magyar Tudományos Akadémia által indított Kiválósági Együttműködési Program keretében támogatást nyert a „*NANOMIN: Ásványképződési folyamatok nanoméretekben – a kristályok elemi cellájától a kontinentális léptékig*” című pályázat. A projekt célja az ásványképződési folyamatok nanométeres léptékű vizsgálata új elektronmikroszkópos infrastruktúra alkalmazásával négy fő kutatási területen: karbonátképződés, talajkolloidok, légköri szennyezőanyagok, „pargazoszféra” kutatása. A projekt időtartama: 2018. 07. 01.- 2019. 06. 30., a teljes támogatás összege 33 185 ezer Ft, ebből 10 085 ezer Ft az intézeti rész. A kutatás résztvevői: MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet, Földrajztudományi Intézet, Geodéziai és Geofizikai Intézet, Pannon Egyetem, az Eötvös Loránd Tudományegyetem és az MTA Természettudományi Kutatóközpont.

Az NKFIH által támogatott FK-130190 és PD-130627 (*A bakonyi késő-kréta dinoszauruszok világának őskörnyezetrekonstrukciója növényi mezofosszíliák alapján*) projektek 2018-ban kerültek át az Intézethez. A kutatás alapkérdése, hogy milyen volt az a mintegy 85 millió évvel ezelőtti környezet, melyben a bakonyi dinoszauruszok és más gerincesek éltek. A kérdés megválaszolását meglehetősen sokféle vizsgálat segítheti, de mindezek közül az egyik legmegbízhatóbb a növényi mezofosszíliák tanulmányozása, ugyanis a növényzetet közvetlenül befolyásolják a klimatikus és környezeti feltételek és a növényzet maga is befolyásolja az őskörnyezetet. A projekt időtartama 2018. 04. 01. – 2020. 08. 31., az elnyert támogatás összege 1 940 ezer Ft (FK-130190), illetve 12 283 ezer Ft (PD-130627).

Az Osztrák Magyar Akció Alapítvány támogatásával nyertek támogatást a Bécsi-medence Dunától délre található teraszainak kutatására („*Teraszkavicsok kormeghatározása kozmogén ^{26}Al és ^{10}Be izotópokkal a Dunától délre a bécsi Repülőtér környezetében*”). Az Intézet osztrák partnere a bécsi Universitat für Bodenkultur. A pályázat futamideje: 2018. április 1.-2019. március 31. A támogatás összege: 762 800 Ft. A kutatás célja a Bécsi-medence Dunától délre található teraszainak kutatása a schwechati repülőtér tervezett bővítése előtt a függőleges kéregmozgások és a Duna bevágódásának jobb megértése.

Az Intézet támogatást nyert az MTA Infrastrukturális Alapból egy laboratóriumi gázmosó és savsemlegesítő egység beszerzési költségének részleges fedezésére (MTA INFRA-2018/ősz). Támogatás összege: 4 938 E Ft. A műszer megrendelése megtörtént, kiszállítása és üzembe helyezése 2019 januárjában várható.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Atsawawanunt K, Comas-Bru L, Mozhdehi SA, Deininger M, Harrison SP, Baker A, Boyd M, Kaushal N, Ahmed SM, Brahim YA, Arienzo M, Bajo P, Braun K, Burstyn Y, Chawchai S, Duan W, Hatvani IG, Hu J, Kern Z, Labuhn I, Lachniet M, Lechleiter FA, Lorrey A, Pérez-Mejías C, Pickering R, Scroxton N, SISAL Working Group Members: The SISAL database: a global resource to document oxygen and carbon isotope records from speleothems. EARTH SYSTEM SCIENCE DATA, 10: 1 pp. 1687-1713. (2018) https://doi.org/10.5194/essd-10-1687-2018

2. Bajnóczi B, Nagy G, Sipos Gy, May Z, Váczi T, Tóth M, Boros I, Pattantyús M: Material analysis and TL dating of a Renaissance glazed terracotta Madonna statue kept in the Museum of Fine Arts, Budapest. JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE 33: pp. 60-70. (2018) https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.03.015
3. Hatvani IG, Kern Z, Leél-Össy S, Demény A: Speleothem stable isotope records for east-central Europe: resampling sedimentary proxy records to obtain evenly spaced time series with spectral guidance. EARTH SYSTEM SCIENCE DATA 10: 1 pp. 139-149. (2018)https://doi.org/10.5194/essd-10-139-2018
4. Kereszturi A, Kapui Z, Ori GG, Taj-Eddine K, Újvári G: Mars-Relevant Field Experiences in Morocco: The Importance of Spatial Scales and Subsurface Exploration. ASTROBIOLOGY 18: 10 pp. 1329-1350. (2018) https://doi.org/10.1089/ast.2017.1676
5. Kern Z, Palcsu L, Pavuza R, Molnár M: Age Estimates on the Deposition of the Cave Ice Block in the Saarhalle Dachstein-Mammoth Cave (Mammuthöhle, Austria) based on ^{3}H and ^{14}C. RADIOCARBON, 60: 05 pp. 1379-1389. (2018) https://doi.org/10.1017/RDC.2018.96
6. Kluge T, John CM, Boch R, Kele S: Assessment of Factors Controlling Clumped Isotopes and $\delta^{18}O$ Values of Hydrothermal Vent Calcites. G3 GEOCHEMISTRY GEOPHYSICS GEOSYSTEMS, 19: 6 pp. 1844-1858. (2018) https://doi.org/10.1029/2017GC006969
7. Németh P, Mugnaioli E, Gemmi M, Czuppon G, Demény A, Spötl C: A nanocrystalline monoclinic $CaCO_3$ precursor of metastable aragonite. SCIENCE ADVANCES 4, 12 p. eaau6178. (2018) https://doi.org/10.1126/sciadv.aau6178
8. Ruszkiczay-Rüdiger Zs, Csillag G, Fodor L, Braucher R, Novothny Á, Thamó-Bozsó E, Virág A, Pazonyi P, Timár G, ASTER Team: Integration of new and revised chronological data to constrain the terrace evolution of the Danube River (Gerecse Hills, Pannonian Basin) QUATERNARY GEOCHRONOLOGY, 48: pp. 148-170. (2018) https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.08.003
9. Sipos P, Kovács Kis V, Balázs R, Tóth A, Kovács I, Németh T: Contribution of individual pure or mixed-phase mineral particles to metal sorption in soils. GEODERMA, 324: pp. 1-8. (2018) https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.03.008
10. Stevens T, Buylaert J-P, Thiel C, Újvári G, Yi S, Murray AS, Frechen M, Lu H: Ice-volume-forced erosion of the Chinese Loess Plateau global Quaternary stratotype site. NATURE COMMUNICATIONS, 9: 1 Paper: 983. (2018) https://doi.org/10.1038/s41467-018-03329-2
11. Takács K, Kern Z, Pásztor L: Long-term ice phenology records from eastern–central Europe. EARTH SYSTEM SCIENCE DATA, 10: 1 pp. 391-404. (2018) https://doi.org/10.5194/essd-10-391-2018
12. Újvári G, Wegner W, Klötzli U, Horschinegg M, Hippler D: Sr-Nd-Hf Isotopic Analysis of <10 mg Dust Samples: Implications for Ice Core Dust Source Fingerprinting. G3 GEOCHEMISTRY GEOPHYSICS GEOSYSTEMS, 19: 1 pp. 60-72. (2018) https://doi.org/10.1002/2017GC007136

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
GEODÉZIAI ÉS GEOFIZIKAI INTÉZET
9400 Sopron, Csatkai u. 6-8.; 9401 Sopron, Pf. 5
telefon: (99) 508 343; fax: (99) 508 355
e-mail: Wesztergom.Viktor@csfk.mta.hu; honlap: www.csfk.mta.hu, www.ggki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Intézetben folyó geodéziai és geofizikai alapkutatások tárgya a Föld bolygó fizikai állapotának és folyamatainak megfigyelése, modellezése, értelmezése, valamint az ezekhez kapcsolódó elméleti (matematikai, fizikai) és kísérleti módszerek, vizsgálati eszközök fejlesztése. Az alaptevékenység körébe tartozó közfeladat a szilárd Föld és a Föld körüli térség folyamatos obszervatóriumi megfigyelése (geodinamika, geomágneses tér, aeronómia), a Nemzeti Szeizmológiai Hálózat és szolgálat fenntartása, a nemzetközi együttműködésekkel járó adatszolgáltatási feladatok ellátása, valamint időszakos megfigyelőrendszerek működtetése. Az Intézet közvetlen gazdasági jelentőségű tevékenysége a természeti erőforrások kutatása és a földtani-földfizikai kockázatok elemzése.

A korábbi és folyamatban lévő projektek által megerősödött sokrétű kutatási infrastruktúra alapot biztosít a tartalmas és kiterjedt együttműködésre más kutatóintézetekkel. Az Intézet 2018. évi pályázati eredményessége kiemelkedő a felfedező kutatások terén, ami a megkezdett új kutatási irányok megerősödését, beágyazódását segíti.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Atmoszféra-fizika – Schumann rezonancia, légköri elektro-optikai jelenségek, semleges légkör-ionoszféra csatolás

Tovább folytatódott a Schumann-rezonancia (SR) méréseken alapuló inverziós eljárás fejlesztése, melynek célja a globális zivatartevékenység kvázi-valós időben történő rekonstruálása néhány tíz SR mérőállomás adataiból. Befejezték a kód szintetikus adatokkal történő tesztelést és elkészültek az első valós mérési adatokon alapuló inverziós eredmények, melyek jó egyezést mutatnak a globális zivatartevékenység ismert napi menetével. A részletesebb összehasonlítás kimutatta, hogy a globális VLF mérőhálózaton alapuló GLD360 villámtérképekkel is ígéretes az egyezés. 2018-ban számos kísérlet történt a módszer finomhangolására: optimalizálták a kezdeti feltételként megadott forráshelyek számát és térbeli eloszlását, az ekvivalens megoldások lehetőségeit feltérképezték, és a különböző ionoszféra-modelleket összehasonlították.

A korábbi eredmények kiegészítésével és továbbfejlesztésével kimutatták, hogy a zivatarfelhő rétegfelhős tartományában több száz km hosszú óriás, összefüggő villámkisülések alakulhatnak ki, amelyek átjárják a zivatarfelhő rétegfelhős tartományát, és közben több szakaszban összesen többször száz coulomb töltést szállíthatnak a felhőzet és a földfelszín között. Az eredeti sejtést ún. „táncoló” vörös lidércek és az ezeket kiváltó villámok sorozatának elemzésével sikerült alátámasztani nemzetközi együttműködésben. A saját optikai észleléseiket Cseh Köztársaságból származó közvetlen megfigyelésekkel, Lengyelországban rögzített ELF elektromágneses adatokkal, valamint európai léptékű villámdetektor-hálózat adataival együttesen értékelték ki.

Elemezték a Dél-Afrikában első ízben észlelt vörös lidérceket. A megfigyelt vörös lidérceket kiváltó forrásvillámok töltésmomentum-változása (CMC) és a vörös lidércek fényessége között lineáris kapcsolatot mutattak ki. A két mennyiség közötti összefüggés megtalálásában kulcsszerepet játszottak a Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriumban rögzített extrém alacsonyfrekvenciás (ELF) jelek és az ezekből számított forrásvillám CMC értékek.

Geomágnesség – Mágneses Nulltér Laboratórium, ULF variációk, geomágneses indukció és geodinamó modellezés

A Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium geomágneses adatai alapján meghatározták a vertikális mágneses átviteli függvény (VTF) hosszú távú modulációját. A VTF és a felszíni MT impedancia hosszú távú változásának összehasonlításának célja, a két átviteli függvényben egyaránt előforduló hosszú periódusú változások azonosítása, az ionoszférikus forrás áramtér évszakos, éves változásának pontosabb meghatározása.

A Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratórium környezetében, lehetőség szerint elektromágneses zajtól mentes területen, ELF tartománybeli geomágneses megfigyelést végeztek. A mérés célja az volt, hogy az ELF-beli elektromágneses jel mélységgel való csillapodásának mértékére közvetlen becslést adjanak. A feldolgozáshoz egy alacsony zajterhelésű ELF referenciaállomás adatait felhasználva (Hylaty, Lengyelország), a csillapítási tényező a laboratóriumi állomás és a felszíni referenciaállomás amplitúdó-átviteli függvények viszonya alapján került meghatározásra. A vizsgálat szempontjából különösen fontos frekvencia tartományban (5-30 Hz) kizárólag a globális zivatartevékenység révén a Föld felszín és az ionoszféra között kialakuló elektromágneses rezonanciát, mint folyamatosan aktív, természetes forrást használták. A vizsgálat kiterjedt az (csillapodásból egyszerűsítő feltételezések mellett) átlagos fajlagos ellenállás, mint ellenőrző paraméter becslésére is.

A Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriumban létesítendő Mágneses Nulltér Laboratórium (ZBL) aktív és passzív kompenzáló rendszerének optimalizálására eljárást dolgoztak ki. Elvégezték a Merrit elrendezésű tekercsrendszer fókuszában elhelyezett nagy mágneses permeabilitású, ún. μ-metal kamra külső és belső terében kialakuló mágneses tér modellezését. A numerikus modellezés célja az volt, hogy meghatározzák, hogy a vizsgált tértartományokban a mágneses tér kompenzálása, ill. a μ-metal csillapítása mellett mekkora átlagos értékű, ill. milyen geometriájú inhomogén mágneses maradéktérre számíthatnak. A 3D CAD modellt és a numerikus megoldást Comsol Multiphysics szoftver platformon állították elő. A szimuláció különböző hatékonysággal kompenzált homogén külső térben elhelyezett μ-metal kamrára történt, az árnyékoló rétegrendszer (μ-metal – légrés – μ-metal) különböző méretezései, valamint a relatív mágneses permeabilitás $\mu=10^4$ és $\mu=10^5$ értéken való rögzítése mellett. Meghatározták a kamra külső környezetében és belsejében kialakuló mágneses vektormezőt, az inhomogenitás geometriai eloszlását és az egyes esetekre jellemző, kifejezetten a kísérleti térrészre vonatkozó ún. inhomogenitási paramétert. Az Amper törvény numerikus megoldását a tervezett anyagi határfelületeken előírt határfeltételek biztosítása mellett a Merrit tekercs-geometria kismértékű módosításaira is megadták, melynek eredményeképp az inhomogenitás paraméter tapasztalati érzékenység görbéjét sikerült előállítani a teljes tekercs-kamra rendszerre.

A K111679 OTKA konzorciális pályázat (K116604 társpályázat) keretében a Csomád hegység területén végzett elektromágneses indukciós kutatás eredményeinek összesítése megtörtént. Az 1D és 3D inverziós feldolgozás értelmezése és a kapcsolódó 3D előremodellezési adatok alapján megállapítható, hogy a feltételezett kristályosodott magmakamra kimutatható volt, amelynek horizontális kiterjedése 5-6 km valamint mélysége 10-25 km-re tehető. Az anomáliához köthető magmakürtő vagy a magma esetleges feláramlását biztosító olvadékra

utaló nagy vezetőképességű indikációt sikerült kimutatni, amely 40 km mélységtől az asztenoszféráig követhető. Ennek kiterjedése heterogén, amely ÉK-ről DNY-ra a mélységgel változik.

Inverziós eljárást dolgoztak ki CHAOS-6 geomágneses modell egészére és nondipól összetevőire három műholdas misszió és a permanens felszíni geomágneses obszervatóriumi hálózat adatainak felhasználásával. A modell az alacsony viszkozitású geodinamo ekvivalens, stacionárius áramrendszerekkel való közelítése. Az eljárás validációját szintetikus teszteken végezték el. Ennek során a radiális tengelyirányú (kvázi-toroidális) és tetszőleges térbeli helyzetű források különbségét vizsgálták. Kimutatták, hogy a gépi tanulásos algoritmus képes a források térbeli eloszlása mellett az egyéb forrásparaméterek, mint a térbeli kiterjedése és magnitúdója is kielégítő pontosságú becslésére. Összehasonlító vizsgálatokat végeztek az inverzióval kapott források és a külső mag áramlási rendszereire, más eljárásokkal kapott eredmények között. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy az ekvivalens áramrendszerek a gyors és lassú anyagáramlással jellemezhető területek határaira esnek.

Gravimetria, obszervatóriumi deformációvizsgálat

Mozgótömeges abszolút gravitációs kalibrálásra hibaterjedés-vizsgálatot végeztek, amelynek segítségével analizálható, hogy a kalibráló jel analitikusan meghatározható képletében szereplő paraméterek (tömeg, geometriai méretek, stb.) bizonytalanságainak mekkora hatása van a kalibráló jelre. Ezen kívül meghatározták az ún. Full-Fit módszer alkalmazása során képződő mérési javítások/maradékok által szolgáltatott mérési adatokban megmutatkozó különbségeket. Ezeket nagy valószínűséggel a mozgatás során keletkező, a mozgatási irányoktól valamilyen módon függő mechanikai zajok (erőátviteli rendszer, csörlő) okozzák. Kimutatták, hogy az LCR G műszerek esetén a maradékokban megmutatkozó szisztematikus jel alakját tekintve egy egyszerű lineáris transzformációval összefüggésbe hozható a kalibráló jel idő szerinti 2. deriváltjával. Mivel ilyen jellegű karakterisztika a Scintrex CG-5 műszernél, amely ún. nem-asztatizált szenzorral rendelkezik, nem tapasztalható, a maradék jel csakis a LCR G műszerek szenzor-konstrukciójával magyarázható.

Az óceáni terhelés hatásának számításához szükséges óceán felszín modell leírásánál egy 10 km x 10 km felbontású modell kb. 18 millió poliéder térfogatelemet eredményez, ami optimális diszkretizálásához kidolgozott eljárásainkkal akár 2 millióra is csökkenthető. Az előállított regionális méretű óceáni felszíni modellt alkotó térfogatelemek közel elfajult poliédereknek tekinthetők (10 km x 10 km x 1 m) figyelembe véve, hogy a számítási pont (Conrad Obs.) több ezer kilométerre van az egyes térfogatelemektől.

Litoszféra-fizika – a Föld belső szerkezete, fázisátalakulások, geofizikai mélyszerkezet-kutatás, tektonika

Kiemelt fontosságú infravörös spektrometriai módszertani fejlesztéseket végeztek és leírták a nem poláros mennyiségi módszer validálását. Bemutatták, hogy az ATR-FTIR spektrometria hogyan lehet alkalmas porított kőzetek modális összetételének meghatározására és ennek milyen korlátai vannak, továbbá, hogy a mikro-FTIR spektrometria hogyan lehet alkalmas furadékból származó, kisméretű kvarc töredékek víztartalmának meghatározására és abból milyen reológiai információk vonhatóak le. A mikro-FTIR módszert használták eklogitokkal egyensúlyban lévő kőzetüvegek víztartalmának meghatározására.

Kidolgozták az ún. „pargazoszféra" koncepciót, amely a lemeztektonika új értelmezési lehetőségét teremtheti meg. Ez az elmélet az MTA „Lendület" kiválósági program támogatását nyerte el. A Pannon LitH_2Oscope Lendület és a Topo-Transylvania NN NKFIH projekt keretében hat darab hosszúperiódusú magnetotellurikus állomás lett telepítve az elmúlt év

folyamán. A kutatás célja a Kárpát-Pannon térség litoszféra-asztenoszféra határfelület (LAB) leképezése. Az állomások a Csiki-medencétől Magyarország határáig alkotnak egy nagyléptékű szelvényt. Az MT állomások szélessávú (10^{-2}-10^{4} s) periódustartományt fognak át. A szelvény kiegészítésére két, korábban mért állomás figyelembevétele mellett készült a feldolgozás. A kiegészítő állomásokat a Békési-medence és a Csomád hegység területén mért MT állomások közül választották. Az adatok feldolgozása és dekompozíciós vizsgálata után a kapott 1D inverziós eredmények azt mutatják, hogy a Békési-medencétől a Pannon térségben ismert asztenoszféra felboltozódás (~60-70 km) megszűnik, majd az Erdélyi-középhegység felé növekszik (~80-90 km) a LAB mélysége. A szelvény folytatásában az Erdélyi medencében a Keleti Kárpátok mentén éri el a legnagyobb mélységet (~157-189 km), majd a Déli és Keleti Kárpátok íve felé a Csomád hegység vonulatában ismét csökkenés tapasztalható (~80-90 km).

Magnetoszféra-, ionoszféra-kutatás – Napszél-magnetoszféra kölcsönhatás, ionoszféra és plazmaszféra monitoring

Bebizonyították, hogy egy erős visszavert ionsugár (az ún. field aligned beam, röviden FAB) jelentősen képes csökkenteni a diffúziós együtthatót, vagyis hatékonyabbá teszi a gyorsított ionok szórását és ezáltal a gyorsítási folyamatot is. Ez az első alkalom, hogy leírásra került ez az esemény. Az együttműködő japán kutatók a műholdas adatokkal kapott eredményt szimulációkkal erősítették meg, így bebizonyították ezt az új, eddig ismeretlen jelenséget.

A napkitörések (flerek) ionoszférára gyakorolt hatását vizsgálták több ionoszférikus paraméter elemzésével. A minimumfrekvenciát (f_{min}, a rádióhullámok D rétegben bekövetkező elnyelődésének/abszorpciójának kvalitatív mutatója), valamint a df_{min} paramétert (az f_{min} paraméter referencianapok átlagához viszonyított eltérése) elemezték 8 X és M osztályú fler során, különböző Európai és Dél-Afrikai ionoszondák mért idősorai alapján. A vizsgálatban figyelembe vették az észlelő állomás fler időpontjában vett zenitszögét is. A rádióhullámok teljes és részleges elnyelődését tapasztalták minden állomáson az intenzív napkitörések alatt (> M6). A teljes elnyelődés időtartama 15 és 150 perc között változott és erőteljesen függött az állomás zenitszögétől. Továbbá az f_{min} és a df_{min} paraméterek zenitszögfüggő növekedését (1-9 MHz) mérték majdnem mindegyik ionoszféra állomáson a flerek idején. Az észlelt f_{min} és df_{min} értékek növekvő trendet mutattak a röntgenfluxus növekedésével.

A plazmaturbulencia vizsgálatát kiterjesztették a Vénusz plazmakörnyezetére. A lökéshullám alakját egy szemiempirikus modellből határozták meg, a plazma áramlási vonalait a magnetosheath-ben pedig egy analitikus streamline modellből számították. Ennek alapján meghatározták, hogy a VEX szonda egy adott pályája a kvázi parallel vagy kvázi-merőleges lökéshullámhoz kapcsolódik-e. A spektrális teljesítménysűrűség vizsgálata alapján azt találták, hogy mindkét kvázi-párhuzamos (Qpar) vagy kvázi-merőleges (Qper) esetben előfordulnak periodikus, zajszerű és turbulens fluktuációk, de a kifejlődött turbulencia gyakrabban köthető a Qpar lökéshullámhoz. Ez hasonlít a Qpar lökéshullám mögötti turbulencia spektrumokhoz a földi magnetosheath-ben. Ez azzal is magyarázható, hogy a VEX pályája nem a vékonyabb szubszoláris magnetosheath régiót keresztezte, hanem inkább a terminátor közeli turbulens határréteget. Amennyire a majdnem 9 évnyi VEX adatból következtetni lehet, a fenti megállapítások függetlenek a napciklustól.

Szeizmológia – hipocentrum meghatározás, fészekmechanizmus, szerkezetkutató tomográfia

Kidolgoztak egy új probabilisztikus módszert, amely hullámformák és polaritás adatok együttes inverzióját hajtja végre. Az eljárás feltérképezi a modell-paraméterek a posteriori eloszlásfüggvényét, valamint megbecsüli a vizsgált esemény maximum likelihood DC mechanizmusát, optimális fészekmélységét és skaláris momentumát. A megoldás

bizonytalanságát konfidencia zónák adják meg. A módszert két olyan földrengésen tesztelték, melyek fészekmechanizmusa más forrásból jól ismert. A tesztek azt bizonyítják, hogy ha néhány hullámformát is bevonunk az inverzióba, akkor a pusztán polaritás adatokból számított, általában gyengén meghatározott megoldás bizonytalansága jelentősen csökken. A módszer akkor teljesít a legjobban, ha legalább két szeizmológiai állomás hullámformái rendelkezésre állnak. Ha a polaritás adatok száma elegendően nagy, akkor még egyetlen állomás hullámformáit használva is megfelelő megoldáshoz juthatunk.

Meghatározták a Pannon-medence alatti földkéreg és felső köpeny 3D P-hullám sebesség szerkezetét és a fő szeizmikus határfelületek geometriáját. A kutatási terület mintegy 750 km hosszú, 550 km széles és 80 km mély. A számításokhoz szükséges P-hullám beérkezési időket az ISC Bulletinből és a Magyar Nemzeti Szeizmológiai Bulletinből gyűjtötték. Lokális, regionális és teleszeizmikus eseményeket egyaránt használtak, a menetidő-tomográfiához inverziós szoftvercsomagot alkalmaztak. A 2004 és 2014 közötti időszakból mindösszesen mintegy 4000 földrengés 32 ezer beérkezési idejét gyűjtötték össze a számításokhoz. Az eredményül kapott 3D sebesség eloszlás jól korrelál a Moho topográfiájával, a hegységrendszerek geometriájával és a mély üledékes medencék elhelyezkedésével.

Az AlpArray nemzetközi projekt keretében mikroszeizmikus zaj alapú felületihullám-tomográfiai számításokat végeztek. A nagyobb felbontás érdekében kiterjesztették a kutatási terület határait a Dunántúl teljes területére. Ehhez a korábbiaknál több AlpArray és CBP (Carpathian Basin Project) állomást vontak be a kutatásba, továbbá a 2018-as év folyamán elérhetővé vált SCP (South Carpathian Project) adatokat is felhasználták. A terület geológiai változatossága jelentős sebességkülönbségekben nyilvánul meg, ezért a sebességtér pontosabb modellezése szükségessé tette olyan tomográfiai módszer alkalmazását, mely a menetidőket görbült sugárutak mentén határozza meg. A csoportsebesség-eloszlás térképeket 8 és 30 s közötti periódusidőkre számították ki. A térképek alapján az S-hullám sebességtér meghatározására mélységinverziót végeztek az eddig alkalmazott négyréteges sebességmodellhez képest több réteg feltételezésével.

Szeizmikus kockázat elemzése – szeizmicitás, mérnökszeizmológia, paleo- és archeoszeizmológia, infrahang

Megvalósítottak egy performancia alapú valószínűségi talajfolyósodás becslési módszert, amibe két SPT és egy CPT méréseket felhasználó, feszültség alapú egyszerűsített módszert építettek be. A számításokat két olyan helyszínre végezték el, ahol az 1956-os dunaharaszti földrengés (M5,6) során talajfolyósodást figyeltek meg. Mivel a szeizmikus veszélyeztetettséget Magyarországon főként a kis-közepes magnitúdójú földrengések határozzák meg, ezért igazolták a módszerek extrapolálhatóságát és alkalmazhatóságát a kifejlesztésük során felhasznált magnitúdók tartományán kívül is. Összehasonlították a valószínűségi módszerekkel kapott talajfolyósodás visszatérési periódusokat egymással, és a kapott biztonsági tényezőket a mérnöki gyakorlatban használt konvencionális eljárások eredményeivel.

Paleoszeizmológiai céllal földrengéshullámok mélységfüggő csillapodását vizsgálták modellszámításokkal, valós, helyi sebesség-adatok figyelembevételével. In situ vibrációméréseket végeztek cseppkőbarlangban, melyek kiértékelése során azt tapasztalták, hogy a cseppkő sajátfrekvenciájának felharmonikusai szétváltak, azaz egy-egy frekvencia helyett két-két felharmonikus frekvenciát kaptak. Ezen jelenség megértésére a COMSOL végeselemes modellező szoftver segítségével numerikusan modellezték a Domica Ördöglik barlangtermében található sértetlen állócseppkő vibrációját.

Mesterséges és természetes szeizmikus események elkülönítését végezték szeizmikus és infrahangadatok együttes értelmezésével. A források általános feltérképezése során számos különböző forrást sikerült azonosítani. A téli időszakban (október–április) egyfolytában detektálható az Atlanti-óceán hullámzása által generált ún. mikrobaromok jele, míg a nyári szezonban az ellenkező irányból, az állomástól 20 km-re, délkeletre elhelyezkedő Mátrai Erőmű által generált folytonos zajt észlel a piszkéstetői állomás. A gyakori bányarobbantások, időszakos ipari balesetek mellett az Etna 2018. december végi kitörése és a 2018. június 21-i oroszországi meteorit infrahang jelét is regisztrálta az állomás.

Űrgeodézia – műholdas radarinterferometria (InSAR), GNSS alkalmazások, műholdas gravimetria

Eljárást dolgoztak ki Sentinel-1 felvételek regionális léptékű feldolgozására, amely magában foglalja a felvételek és további, a feldolgozáshoz szükséges adatok automatizált letöltését, a felvételek koregisztrációját, az interferogramok előállítását valamint a stabil fáziszajú pixelek fázisértékének elemzését, a deformációs adatsor előállítását. Az algoritmus teszteléséhez vizsgálataikat Kelet-Magyarországra korlátozták, kizárólag felszálló műholdpályájú Sentinel-1A felvételek felhasználásával. A közel 3,5 évet lefedő SBAS interferogram hálózat alapján becsülték a deformációs sebességeket. Az alkalmazott eljárással viszonylag nagyszámú, magas koherenciájú pixelt sikerült azonosítani. A meghatározott elmozdulások a geológiai szerkezetekkel konzisztens eredményt mutattak, azaz relatív értelemben néhány cm/év nagyságú süllyedést mutatnak az üledékkel borított területek az orogén szerkezetekhez képest. A deformáció értékek helyes értelmezéséhez a következő lépés az EM hullám terjedését befolyásoló tényezők kvantitatív vizsgálata, mely regionális skálájú elemzéseknél nem hanyagolható el. A Sentinel-1 alapú radarinterferometriás felszíndeformáció meghatározásban rejlő potenciál demonstrálására hazánk második legnagyobb gáztárolójának közvetlen környezetében végeztek lokális vizsgálatokat. A nagyhegyesi gáztároló (Hajdúszoboszló) közel 1000 m mélységben egy kimerült homokkő tároló rétegben létesített tároló. A lokális léptékű vizsgálat során a terület kis kiterjedése következtében az atmoszféra állapotának megváltozásából adódó fázisváltozást lineáris függvénnyel közelítették. Eredményeik határozottan mutatják a besajtolás és kinyerés periodikus változását a gáztárolási (tavasz-nyár) és felhasználási (ősz-tél) időszakokon keresztül átlagosan +/- 10 mm nagyságú amplitúdóval. Az eredmények a rezervoárok mechanikai jellemzőinek pontosabb megismerését segíthetik elő.

Elkészítették az ISIGN (Integration of Sentinel-1 Interferometry and GNSS Network) eljárás és feldolgozóprogram ESA pályázatban véglegesített verzióját, amely a Sentinel-1 felvételek alapján meghatározza az integrált geodinamikai alappontok közötti elmozdulások háromdimenziós idősorát. A pályázatban kifejlesztett integrált alappontok GNSS mérésekre alkalmas adaptert, valamint le- és felszálló irányú sarokreflektorokat is hordoznak. Ezek olyan területeken is alkalmazhatók, ahol a hagyományos interferometrikus technológiák nem vezetnek eredményre. Az eljárást és az alappontokat különböző intenzitású és eltérő karakterisztikájú (térbeli eloszlású és időfüggésű) aktív földcsuszamlásos területen vizsgálták és igazolták annak hatékonyságát.

Retrospektív vizsgálatot végeztek a kairói környékére telepített, 2012–2014 közötti időszakban fenntartott GPS hálózat adataira újabb eljárások alkalmazásával. A kilenc állomásból álló hálózatot a kairói földrengés hátterében álló törési zóna megfigyelésére hozták létre. Az egyes időpontokban, két-két állomásra számolt nagypontosságú bázisvonal-mérések változásaiból kiadódik a hálózat deformációja a vizsgált időszakban.

GRACE tömeganomália idősorok elemzése során a Föld számos régiójában többéves periódusú változást tapasztaltak. A többéves tömegváltozások helyét különböző módszerrel előállított PSD spektrumok alapján azonosították, majd a vizsgálati területeken a többéves változás fizikai okait keresték. Ezek alapján úgy találták, hogy a tapasztalt többéves periódusú ingadozás csak látszólagos ingadozás, valójában jelentősebb tömegátrendeződéseket okozó diszkrét események véletlenszerű periodicitásáról van szó. Ezek a tömegátrendeződések a legtöbb esetben El Niño / La Niña eseményekhez köthetők.

b.) Tudomány és társadalom

Az Intézet az alapkutatási feladatokon túl kiemelt közfeladatokat lát el és szakértői támogatást nyújt a kormányzati szervek, a katasztrófavédelem, különböző hatóságok és az igazságszolgáltatás részére. Az alaptevékenységgel összefüggő közfeladatok ellátásának hátterét részben a nagy infrastruktúrát jelentő obszervatóriumok adják, biztosítva ezzel a Föld körüli térség állapotának megfigyelését és a Nemzeti Szeizmológiai Hálózat és Szolgálat folyamatos rendelkezésre állását. Az Intézet időszakos megbízásos munkák keretében végzi természeti erőforrások kutatását valamint földtani, földfizikai kockázatok elemzését.

2018-ban tárcaközi munkacsoport alakult az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (OKF) koordinálásával Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékelési módszertana és annak eredményeiről szóló, az Európai Uniónak három évvel ezelőtt elküldött jelentés, valamint a nemzeti katasztrófa kockázatértékeléssel kapcsolatos összefoglaló jelentés felülvizsgálatára. Az MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet a földtani/földfizikai kockázatok és az űridőjárással összefüggő kockázatok területén kapcsolódott be a jelentés összeállításába és annak aktualizálásába. A többdimenziós elemzés az emberi életet, Magyarország természeti környezetét, gazdaságát, társadalmi stabilitását valamint kormányzatát és igazgatását veszélyeztető hatások és a bekövetkezési valószínűség alapján definiálja a kockázati szinteket.

Magyarország területén évente átlagosan több száz kisebb, a lakosság számára alig érezhető földrengés pattan ki, évente négy-öt olyan rengés keletkezik, amely az epicentrum környékén már kellően érzékelhető, épületkárokkal járó rengés csak mintegy tizenöt-húsz évenként, míg erős, igen nagy károkat okozó földrengés negyven-ötven évente jelentkezik. A hatóságok (OKF) tájékoztatása mellett az Intézet kiemelten figyel a lakosság hiteles informálására a szeizmológiai obszervatórium honlapján (http://www.seismology.hu/index.php/hu/), valamint közösségi média oldalain keresztül (https://hu-hu.facebook.com/krszo és https://twitter.com/szeizmologia). Ezeken túlmenően már elérhető az EPICENTRUM nevű okostelefonos alkalmazás, amely információt ad hazánk szeizmicitásáról, legutóbbi szeizmikus eseményeiről és a felhasználók interaktív módon megoszthatják egy esetleges földrengés során tapasztaltakat az obszervatórium munkatársaival.

A földtudományok iránt érdeklődő legfiatalabbaknak szól a „Marsrengések - Szeizmológia más bolygókon” program, amely a NASA InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport) missziójához kapcsolódik. Az InSight egyik megfigyelő egysége egy szeizmométer, amely a bolygó talajrengéseit, a marsrengéseket figyeli. A British Geological Survey „MarsQuake” projektjének mintájára a magyar diákok számára készült marsrengések ismeretterjesztő kiadvány és a hozzá kapcsolódó kísérletek a http://suliszeizmo.hu/index.php/hu/marskutatas oldalon érhető el.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az Intézet kiterjedt obszervatóriumi infrastruktúrája, korábbi évek fejlesztései tartalmas hazai és nemzetközi kapcsolatokat alapoznak meg.

Az iLoc szeizmikus helymeghatározó algoritmus teljes mértékben kompatibilis a *CTBTO* NDC-in-a-Box szoftver csomaggal, valamint a CTBTO IDC adatbázis sémával (https://seiscode.iris.washington.edu/projects/iloc).

A Piszkéstetői Obszervatóriumban létesült infrahang-állomásra alapozva létrehozták a *Central and Eastern European Infrasound Networkot* (CEEIN), amely légkörtomográfiás vizsgálatokat végezhetnek, valamint lehetővé teszi légköri elektromos jelenségekkel, meteorit-becsapódásokkal összefüggő és antropogén eredetű hangrobbanások megfigyelését, lokalizálását.

A geofizikai obszervatóriumban telepítésre és beüzemelésre került egy DPS4D ionoszféra-radar berendezés („Kozmikus hatások és kockázatok" pályázat keretében). Az ionoszonda a földi ionoszféra állapotának és dinamikus folyamatainak megfigyelésére szolgál. Ezzel, a *Global Ionospheric Radio Observatory* (GIRO) hálózat tagjaként az obszervatórium aktív résztvevőjévé válik a nemzetközi űridőjárás-megfigyelő rendszernek és hozzáférést kap globális aeronómiai kutatások alapadataihoz.

Magyar-román–holland konzorciális együttműködésben elindult a Kárpátok – Pannon-medence – Dinaridák tektonikai egység recens geodinamikai folyamatainak űrgeodéziai megfigyelésére egy radarreflektor hálózat telepítése a Kárpát kanyarban a Vrancsa zónában, továbbá egy-egy utóvulkáni működést mutató, illetve sótektonikával érintett területen. (Résztvevő intézetek: *Utrecht University, Román Földfizikai Intézet, Babes-Bolyai Tudományegyetem, ELTE*).

Az *AlpArray geofizikai projektben 18 ország, 54 kutatóhelye* vesz részt. A projekt adatgyűjtési fázisa 2019 áprilisában ér véget, de 2018 folyamán már 10 kollaborációs tanulmány jelent meg az alpi orogenezis kutatásának új eredményeiről.

A *Wigner FK* kezdeményezésével létrejött földalatti Mátrai Gravitációs és Geofizikai Laboratóriumban a gravitációshullám detektorok következő generációját képező Einstein Teleszkóp környezeti viszonyait vizsgálták a szeizmikus és EM-es zajok szempontjából.

Nemzetközi és kiemelkedő országos tudományos rendezvények szervezése

The evolution of the Carpathians – Dinarides – Pannonian orogenic and sedimentary basins system (Conveners: Liviu Matenco, Mircea Radulian, Viktor Wesztergom)
A TopoTransylvania projektkezdeményezés első eredményeinek szélesebb körben való bemutatása 21 előadással, önálló szekció keretében az EGU 2018. évi közgyűlésén. Bécs, 2018. április 11.

Dinamikus litoszféra (Nemzetközi Litoszféra Program Magyar Nemzeti Bizottsága), MTA Székház, Felolvasóterem, 2018. május 16.
Tudományos ülés az új lendületben lévő hazai litoszférakutatás eredményeinek bemutatására.

TopoTransylvania Progress Meeting – Crossing the SE Carpathians, Bálványos – Foksány, Románia. 2018. október 28-30.
A projekt célja az európai litoszféra lemez tektonikailag egyik legaktívabb részének, a Vrancsa zónának, a feltételezett szubdukcióhoz kapcsolódó vulkánosságnak valamint a vulkáni tevékenység sótektonikára gyakorolt hatásának komplex űrgeodéziai, magnetotellurikus és

szeizmológiai alapú tomográfiai megfigyelése és modellezése, tágabb értelemben pedig a dinamikus topográfia vizsgálata.

XI. Geomatika Szeminárium, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, Sopron, 2018. november 8-9.
A rendezvény célja a korszerű földtudományi célú adatgyűjtési és adatfeldolgozási módszerek, az ahhoz kapcsolódó felhasználói rendszerek elméleti és gyakorlati vonatkozásainak ismertetése, továbbá a geodézia, a geofizika, a műszertechnika, a fotogrammetria, a távérzékelés, a térinformatika, a geomatematika, a nehézségi erőtér modellezése, a kozmikus geodézia, a GNSS rendszerek és a geodinamika legújabb kutatási eredményeinek bemutatása.

Külföldről érkezett vendégkutatók

MIT egyik professzorának rövid látogatása megerősítette a két intézet együttműködését a légköri elektromos kutatások terén.

Az Utrechti Egyetem professzora, a tektonika és kifejezetten az üledékes medencék elismert nemzetközi szakértője vendégszerkesztésében *Topo-Transylvania - a multidisciplinary Earth science initiative in Central Europe to tackle local and global challenges* címmel különszám jelent meg az Intézet által gondozott Acta Geodaetica et Geophysica folyóiratban (Vol. 53, Issue 3, ISSN: 2213-5812). A kiadvány áttekintő cikkeken keresztül foglalja össze a Kárpát-kanyar geodinamikájáról rendelkezésre álló eddigi ismereteket.

Finn–osztrák–magyar együttműködés alakult a nehézségi erőtér időbeli változásának és a kapcsolódó felszíni deformációk obszervatóriumi megfigyelésére.

Hazai és határon túli felsőoktatási intézményekkel való együttműködés bemutatása

Az Intézet a kutatói utánpótlás, a tudástranszfer és a szélesebb együttműködést igénylő projektek miatt is hagyományosan erős kapcsolatot tart fent a felsőoktatási intézményekkel. Az Intézet a szakirányú oktatásban való részvételt támogatja, kutatói részt vesznek az SE, a BME, az ME, az ELTE és a BBTE földtudományi graduális és posztgraduális képzéseiben. Doktori és MSc témavezetést vállalnak és részt vesznek doktori iskolák működtetésében (törzstag, doktori tanács).

Külföldi egyetemen végzett oktatási tevékenység

BBTE, Kolozsvár: Általános geofizika, Geofizikai kutatómódszerek.

Doktori iskolában oktatás:

BME Vásárhelyi Pál Doktori iskola: Inertial Structure of the Earth, Geofizikai adatfeldolgozás.
ELTE, Környezettudományi Doktori Iskola: Fluidumok szubdukciós zónákban
SE Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola: Méréselmélet, Digitális képfeldolgozás.; SE Róth Gyula Doktori Iskola: Geodinamikai folyamatok modellezése, A GNSS rendszerek környezettudományi alkalmazásai, Környezeti mozgások mérése, A tudományos kutatás módszertana, Naptevékenység és időjárás, Geomágnesség, Űridőjárás és -klíma, Légköri elektrodinamika, A Föld szerkezete és folyamatai.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Pargazoszféra: avagy a 'víz' új szerepe a litoszféra-asztenoszféra rendszerdinamikájában a Pannon-medence alapján, MTA Lendület pályázat, 190 M Ft, 2018–2023

A pargazoszféra koncepció vizsgálata geokémiai, magnetotellurikai és szeizmológiai mérések segítségével a Pannon-medence alatti litoszférára fókuszálva.

Magyarország szeizmotektonikai modelljének megalkotása és elemzése, NKFIH Nemzeti Kiválósági Program, 206 M Ft, 2019–2021, konzorciumi partner Geomega Kft.
Hazánk szeizmotektonikus veszélyeztetettségének meghatározása, a neotektonikus vetőzónákhoz kapcsolt szeizmogén szerkezetek, a lokális feszültségtér megoldások, pontosabb epicentrum meghatározások, űrgeodéziai felszíndeformációk és a helyi geológiai hatások együttes elemzésével és értelmezésével.

Topo-Transylvania, NKFIH NN pályázat, 42 M Ft, 2019–2022
A Kárpát-kanyar aktív felszínalakulásának, poszt-vulkáni működésének és szeizmikus aktivitásának integrált vizsgálata magyar-román-holland együttműködésben.

OTKA K pályázatok az infrahang kutatás (35 M Ft), a légköri sugárzásátvitel pontosítása (31 M Ft) és az obszervatóriumi műszerfejlesztés (33,8 M Ft) területén.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. A Kis, S Matsukiyo, F Otsuka, T Hada, I Lemperger, I Dandouras, V Barta, G Facsko: Effect of Upstream ULF Waves on the Energetic Ion Diffusion at the Earth's Foreshock. II. Observations. ASTROPHYSICAL JOURNAL, 863:2 pp. 136-144., 9 p. (2018) http://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/aad08c/meta
2. Hetényi Gy, Molinari I, Clinton J, Bokelmann, Bondár I, Crawford WC, Dessa J-X, Doubre C, Friederich W, Fuchs F et al.: The AlpArray Seismic Network: A Large-Scale European Experiment to Image the Alpine Orogen. SURVEYS IN GEOPHYSICS, 39:5 pp. 1009-1033., 25 p. (2018). https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10712-018-9472-4
3. Bondár I, Mónus P, Czanik Cs, Kiszely M, Gráczer Z, Wéber Z: Relocation of Seismicity in the Pannonian Basin Using a Global 3D Velocity Model. SEISMOLOGICAL RESEARCH LETTERS, 89:6 pp. 2284-2293., 10 p. (2018)
4. Szűcs E, Bozsó I, Kovács IJ, Bányai L, Gál Á, Szakács S, Wesztergom V: Probing tectonic processes with space geodesy in the south Carpathians: insights from archive SAR data. ACTA GEODAETICA ET GEOPHYSICA, 53:3 pp. 331-345., 15 p. (2018) http://real.mtak.hu/89545/
5. Weber Z: Probabilistic joint inversion of waveforms and polarity data for double-couple focal mechanisms of local earthquakes. GEOPHYSICAL JOURNAL INTERNATIONAL, 213:3 pp. 1586-1598., 13 p. (2018), http://real.mtak.hu/88768/
6. Benedek J, Papp G, Kalmár J: Generalization techniques to reduce the number of volume elements for terrain effect calculations in fully analytical gravitational modelling. JOURNAL OF GEODESY 92:4 pp. 361-381., 21 p. (2018) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00190-017-1067-1
7. Bór J, Zelkó Z, Hegedüs T, Jäger Z, Mlynarczyk J, Popek M, Betz H. D.: On the Series of +CG Lightning Strokes in Dancing Sprite Events. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: ATMOSPHERES, 123:19 pp. 11,030-11,047., 18 p. (2018) http://real.mtak.hu/86790/
8. Haszpra L, Hidy D, Taligás T, Barcza Z: First results of tall tower based nitrous oxide flux monitoring over an agricultural region in Central Europe. ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 176 pp. 240-251., 12 p. (2018). DOI

9. Z Gráczer, Gy Szanyi, I Bondár, Cs Czanik, T Czifra, E Győri, Gy Hetényi, I Kovács, I Molinari, B Süle et al.: AlpArray in Hungary: temporary and permanent seismological networks in the transition zone between the Eastern Alps and the Pannonian basin. ACTA GEODAETICA ET GEOPHYSICA 53:2 pp. 221-245., 25 p. (2018) http://real.mtak.hu/89412/
10. Varga P, Grafarend E, Engels J: Relation of Different Type Love–Shida Numbers Determined with the Use of Time-Varying Incremental Gravitational Potential. PURE AND APPLIED GEOPHYSICS, First Online pp. 1-6., 6 p. (2018). http://real.mtak.hu/63154/

MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
KONKOLY THEGE MIKLÓS CSILLAGÁSZATI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15-17.
telefon: (1) 391 9322
e-mail: szabo.robert@csfk.mta.hu; honlap: www.konkoly.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A beszámolási időszakban az Intézet az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont alapító okiratában a Csillagászati Intézet számára rögzített feladatoknak megfelelően alapkutatást végzett, több egyetemen részt vett a felsőfokú oktatással kapcsolatos feladatok ellátásában, valamint jelentős aktivitást fejtett ki a tudományos eredmények disszeminációjában. A 2018-as év meghatározó eleme volt az elnyert hazai és nemzetközi nagypályázatokban vállalt feladatok időarányos, sikeres végrehajtása. Az Intézet az alábbi témakörökben folytatott eredményes kutatómunkát:

A csillagok és a Nap fizikája, belső szerkezete, fejlődése
A csillagok belső szerkezete és pulzációja
Aktív jelenségek csillagok légkörében
Napaktivitás
A csillagokat és a Napot övező tér kutatása
Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája
Exobolygórendszerek
A Naprendszer égitestjei
Nukleáris asztrofizika
Extragalaktikus asztrofizika
Laboratóriumi asztrofizika

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Az Intézet tudományos munkájának továbbra is fontos részét képezi a csillagok pulzációjának vizsgálata űrfotometriai módszerekkel. A Kepler/K2 misszió 2018-ban véget ért, de a megfigyelések még sok évre elegendő kutatási alapanyagot biztosítanak. A beszámolási időszakban elindult a NASA TESS bolygókereső űrtávcsőrendszere, így várhatóan a megfigyelések és a vizsgálatok súlypontja erre a műszerre fog áttevődni.

Az RV Tauri típusú csillagok pulzációját kaotikus dinamika hajthatja, azonban észlelési bizonyítékot erre nehéz találni. A Kepler-űrtávcső 4 év hosszú, folyamatos fénygörbéjét vizsgálva keresték a káosz jeleit az RVb típusú pulzáló szuperóriás csillag, a DF Cygni esetében. Globális fázistér rekonstrukciós eljárással megbecsülték a pulzáció dinamikájának kvantitatív tulajdonságait. Elemzésük megmutatta, hogy a csillag pulzációja leírható egy 2,8 Ljapunov-dimenziójú kaotikus jellel. Ez a csillag a harmadik az RV Tau típusú és első az RVb altípusúak között, amelyről nemlineáris analízissel kimutatták, hogy alacsony dimenziójú káosz felelhet a pulzációban megjelenő szabálytalanságokért.

Kompakt pulzáló változócsillagokat kerestek a TESS-mezőkben. Az MTA CSFK CSI Piszkéstetői Obszervatóriumában 14 fehér törpe változójelöltről gyűjtöttek adatokat, amiket a TESS is meg fog figyelni. Két új fényes ZZ Ceti típusú csillagot találtak. Elvégezték a csillagok

előzetes asztroszeizmológiai analízisét. Az igazi előrelépést a TESS sok csillagról kapott, pontos és folyamatos adatai fogják elhozni. Kutatóik felkészülten várják az adatokat.

Új adatokra és új módszerekre alapozva jelentős eredményeket értek el az Intézet évtizedekkel ezelőttig legfontosabb kutatási területének számító kérdés, a Blazskó-effektus vizsgálatában. Az RR Lyrae csillagok közel fele eddig nem teljesen értett amplitúdó- és fázismodulációt mutat (Blazskó-effektus). Most először mutatták ki a Blazskó-modulációt a *K* fotometriai sávban, az OGLE-IV felmérés segítségével. Kidolgoztak egy módszert a teljes fluxus változásának a sugár- és a hőmérséklet-változásból származó komponenseire, szintetikus légkörmodellek alapján. Azt találták, hogy a modulációt elsősorban a hőmérséklet-változás határozza meg, míg a sugárváltozás szerepe marginális. Ez megerősíti azt az előzőleg kapott eredményt, hogy szignifikáns sugárváltozás csak a radiális sebességekben detektálható, aminek a mérése a csillaglégkör felsőbb rétegeiben kialakuló spektrumvonalakon alapszik. Az eredmény először nyújt betekintést a Blazskó-moduláció energetikájába és dinamikájába, és erős korlátot jelent annak lehetséges fizikai magyarázatára.

Megmutatták, hogy a Blazskó-effektust mutató RR Lyrae csillagok észlelt fénygörbéit matematikailag legpontosabban az ún. majdnem periodikus függvényekkel lehet leírni, nem pedig modulált függvényekkel. A majdnem periodikus függvényekkel történő leírás egy új észlelhető effektust is megjósolt: a fő pulzációs frekvencia harmonikusainak lehetséges eltolódását az egzakt többszörös pozíciókból. Ezzel az effektussal magyarázták a V445 Lyr harmonikusainál talált, de korábban nem értett anomális viselkedést. Az elhangolódás akkor mutatható ki, ha a Blazskó-effektus okozta fázisváltozás erős, eléggé nemperiodikus jellegű, továbbá, ha az észlelési adatsor elegendően hosszú a frekvenciák pontos meghatározásához.

Aktív jelenségek csillagokon

Hosszú fotometriai észlelések, mint a Kepler-űrtávcső mérései kiváló lehetőséget adnak a flerek tanulmányozására. Ezek azonosítása azonban nem egyszerű: néhány csillag esetén a feladat még könnyen elvégezhető, de ez szinte lehetetlen több ezer célpont több évnyi adatával. Ugyan több automatizált módszer is elérhető, a hagyományos elemzési módszerekkel számos probléma lép fel az analízis során. A kutatók egy új, gépi tanuláson alapuló kódot fejlesztettek. A kódot a TRAPPIST-1 rövid mintavételezésű adatain és a KIC 1722506 hosszú mintavételezésű adatain tesztelték. A kód által visszaadott események és azok becsült energiái konzisztensek a korábbi, kézzel történő adatelemzés eredményeivel.

A mágneses aktivitáshoz köthető jegyek a fősorozat előtti állapottól a vörös óriásig megfigyelhetők. Ugyanakkor az ismert aktív óriáscsillagok száma sokkal kisebb, mint az aktív fősorozati csillagoké, mivel a fősorozati élettartamnak csupán töredéke a vörös óriáságon töltött idő. A relatíve gyors fejlődés miatt az óriások fizikai paramétereit jóval nehezebb megbecsülni. Szerencsésebb a helyzet, ha az aktív óriáscsillag egy fedési kettősrendszer tagja, mint a Kepler/K2 5. kampányában a kutatók által felfedezett és vizsgált EPIC 211759736 aktív foltos óriás esetében is. A fedés miatt a csillag paraméterei sokkal pontosabban meghatározhatók, mint általános esetben. Az űradatokat földi fotometriai mérésekkel kombinálva, valamint új radiális sebességmérésekkel sikerült a kettősrendszer paramétereit meghatározniuk, emellett foltmodelleket készítettek az óriáscsillagra két különböző időszakra. Leírást adtak az óriás komponens rotációs és hosszú időskálájú aktivitási fényváltozásaira. Úgy találták, hogy mind a fő-, mind a mellékkomponens valós tömege nagyobb annál, mint amit a Hertzsprung-Russell diagramon elfoglalt helyük alapján várnánk. Ennek az eltérésnek egy lehetséges magyarázata az erős mágneses tér jelenléte.

Napaktivitás

A napkitörések oka a napkorona mágneses térkonfigurációjának instabilitása, melynek következtében a térszerkezet hirtelen megváltozik, jelentős energia szabadul fel, és a kiegyensúlyozatlan mágneses erők hatására a korona anyagának egy része kidobódhat. Ezeknek a nagyobb koronakidobódásoknak komoly földi hatásai is lehetnek, de előrejelzésük egyelőre gyerekcipőben jár. A kutatók az űridőjárás „mozgatórugóit", a Nap aktív régióinak viselkedését és fejlődését vizsgálták a napkitörések előtt a korábban kidolgozott, súlyozott horizontális mágneses gradiens módszerrel. Ebben a vizsgálatban külön kezelték a csak fleres és a fler mellett koronakidobódást is produkáló aktív területeket. A horizontális mágneses gradiens paraméter időbeli fejlődésének vizsgálatával egy potenciálisan fontos diagnosztikai információt találtak, amely képes megmutatni, hogy a napkitörést produkáló aktív terület csak flert vagy flert és kidobódást is fog-e eredményezni. Megállapításaik szerint arról van szó, hogy ha az egyik mágneses polaritáskoordináta középpontja időben nem változik jelentősen, míg a másik polaritásé igen, akkor az aktív terület a fleren kívül egyben nagyobb anyagkidobódás forrásává válik. Ellenben, ha mind a két mágneses polaritáskoordináta középpontja időben jelentős mértékben változik, akkor csak fler jelenség várható. A flert megelőző jelenségeket 3-dimenziós MHD-szimulációkkal is sikerült reprodukálni, ami ígéretes eredmény a huszonegyedik századi napfizika egyik legégetőbb kérdéskörében.

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

A fiatal csillagok fejlődése és ezzel szoros összefüggésben a bolygórendszerek kialakulása áll a 2017-ben indult ERC Starting Grant SACCRED kutatócsoport vizsgálatainak célkeresztjében.

A V582 Aur FU egy Orionis típusú fősorozat előtti csillag, amely 1985 óta kitörésben van. A kitörés jelenleg a viszonylag állandó fényességű időszakban van, amin belül azonban megfigyelhetők fotometriai és spektroszkópiai változások. Jellemezték az objektum kitörés előtti állapotát, feltérképezték környezetét, és követték a kitörés menetét. Különös figyelmet fordítottak a 2012-es és a 2016 óta tartó jelentős elhalványulás megfigyelésére és fizikai eredetének megértésére. Felhasználták a Csillagászati Intézet Schmidt fotólemez-gyűjteményét, valamint új optikai, infravörös és milliméteres fotometriai és spektroszkópiai megfigyeléseket végeztek. Elkészítették a forrás aktuális spektrális energiaeloszlásának időfüggését, amit egy egyszerű akkréciós korongmodellel illesztettek. Eredményeik szerint kitörés előtt a forrás egy átlagos kis tömegű T Tauri csillag lehetett, amely körül egy felbontatlan, mintegy 0,4 naptömegű szerkezet, valószínűleg csillagkörüli korong látható. A színváltozások azt sugallják, hogy mindkét minimum magyarázható a látóirányú fényelnyelés időszakos megnövekedésével. Az akkréciós korongmodell-illesztések szerint a fényelnyelés jelentősen nőtt, miközben az akkréciós üteme gyakorlatilag változatlan maradt. Az extinkciós változásokért a csillag körül keringő sűrű porszerkezetek lehetnek felelősek.

A DQ Tau-t régóta kutatják az Intézet kutatói. Két, szinte azonos tömegű fiatal csillagból álló kettős rendszerről van szó, melynek komponensei 15,8 naponként kerülik meg egymást. A kettőst egy korong is körbeveszi. Földi és űrtávcsövek segítségével több hullámhosszon rögzítették a rendszer fényváltozásait a korábban elérhetőnél sokkal nagyobb pontossággal és jobb időfelbontással. Többféle változékonyságot figyeltek meg: csillagfoltok okozta forgási modulációt, csillagflerek miatti gyors felfényléseket, a periasztron körül történő hosszabb kifényesedéseket a megnövekedett tömegbefogás miatt, valamint rövid elhalványodásokat a csillagkörüli anyag általi fedések miatt. Nyolcvan napos monitorozásuk során 40 flert detektáltak, melyek néhány órán át tartottak. A flerek profilja hasonló ahhoz, amit idősebb csillagoknál is megfigyelhetünk, és megjelenésük nem korrelál sem a kettős keringési, sem a

csillagok forgási periódusával. Minden periasztronnál megemelkedett akkréciós rátát figyeltek meg. A rendszerben rövid, csekély mértékű elhalványodásokat is megfigyeltek, amelyek hasonlóak a sok más fiatal csillagnál megfigyelt „dipper” jelenséghez.

A kialakulófélben levő bolygórendszerekben, azaz a fiatal csillagok körüli törmelékkorongokban található üreg kialakulásának lehetséges magyarázata egy korongba ágyazott óriásbolygó gravitációs perturbációja. A nagytömegű testhez közel elhaladó dinamikailag gerjesztett planetezimálok egy kaotikus zónaként ismert kiürített régiót eredményeznek. Az egymást átfedő középmozgás-rezonanciák elmélete alapján meghatározható az üreg szélessége. Annak eldöntésére, hogy az üreg megfeleltethető-e a kaotikus zónának, ütközésmentes N-test szimulációkat futtattak. Ezekből szintetikus képeket készítettek, amelyeken meghatározták az üreg paramétereit. Az üregek méretének meghatározására empirikus formulákat állítottak fel, és kidolgoztak egy új módszert az üreget kialakító bolygó pályaelemeinek és tömegének megbecslésére is, ami az Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) etalonnak számító mérésein alapul.

Exobolygórendszerek

Feltérképezték a TRAPPIST-1 bolygók valószínűsíthető belső szerkezetét, és ez alapján meghatározták a csillag gravitációs hatásából származó árapályfűtésüket. Azt találták, hogy a *d* és az *e* bolygók lehetnek lakhatók, ám a *d* bolygó csak akkor kerülheti el a megszaladó üvegházhatást, ha az albedója legalább 0,3. Ha a bolygók tömegét 0,1–0,5 földtömeg pontossággal ismernénk, akkor megállapítható lenne, hogy mely bolygó tartalmaz jelentős mennyiségű vizet/jeget vagy vasmagot.

Fedési exobolygók keresése közben, a HATNet-felmérés keretében felfedezték a HAT-TR-318-007 nevű rendszert, ami egy 3,3 nap periódusú kétvonalas fedési kettős, ami M-törpékből áll és teljes másodlagos fedéseket mutat. A komponensek tömegének és sugarainak meghatározásához radiális sebességeket és számos földi és a K2 ötödik kampányából származó fényességméréseket használtak. Az eredményeket összehasonlították a Dartmouth csillagfejlődési modellekkel, amiből az derült ki, hogy a rendszer 6,6 milliárd évnél idősebb.

A Naprendszer égitestjei

A Kepler űrtávcső K2 missziója keretében egy viszonylag nagy méretű és összefüggő égterületen nagyszámú, nem célzottan észlelt főövi kisbolygóról gyűjtöttek adatokat. Ez lehetővé tette, hogy a pontos és folytonos fényességmérések segítségével egyértelmű forgási periódusokat határozzanak meg. Összesen 608 égitestről nyertek ki fotometriát, ami alapján 90 célpontra tudtak forgási periódust megadni, 86 kisbolygóra elsőként. További 16 célpont esetében részleges ciklusokat és/vagy fedésre utaló jeleket találtak. Adataik alapján a főövi kisbolygók medián forgási periódusa egyértelműen hosszabb, mint a földi megfigyelések alapján számolt érték, jelezve, hogy utóbbiakban a rövidebb, pl. egyetlen éjszaka alatt kimérhető értékek felülrepezentáltak.

Áttekintették a Kepler/K2 és TESS missziók közötti hasonlóságokat és különbségeket a Naprendszerrel kapcsolatos kutatási irányok és a várható adatmennyiség szempontjából. A TESS szinte a teljes égboltot le fogja fedni, 27 napos kampányok során gyűjtött idősor-adatokkal. Az űrtávcsövet négy, egyenként 24×24 fokos látómezejű kamerával szerelték fel. Ugyan az elsődleges misszióban az ekliptikai síkot nem fogja észlelni, a fő kisbolygóöv és a Kuiper-öv jellemző skálamagasságai alapján azonban jelentős mennyiségű naprendszerbeli égitest fog áthaladni az 1. sz. kamera előtt. A TESS várhatóan hatékonyabb lesz a Keplernél. Előbbi csak fényesebb naprendszerbeli égitestekről fog fotometriai idősorokat – így forgási

adatokat – szolgáltatni, de ez a minta térbeli és fázistérbeli szempontokból teljesebb és homogénebb lesz.

Sikerült olyan területeket azonosítani a Marson, ahol éjszaka a légkör felszín feletti 1-2 m magasságban anomálisan magas relatív nedvességtartalom lép fel, ami az ott jellemző alacsony hőmérséklet ellenére sók elfolyósodásának kedvez. Az éghajlati modell alapján ezek a területek alacsony hőtehetetlenségű vidékeket jelentenek a felszínen. Tovább folyt a marsfelszín közepes szélességű, jéggel és vízzel kapcsolatos felszínformáinak térképezése és elemzése is. A térképezés alapján az Utopia és az Amazonis Planitia síkságok területén három eltérő vastagságú és korú, jégtartalmú üledékes rétegre utaló nyomokat sikerült azonosítani, amelyek az éghajlatváltozásokkal kapcsolatban keletkezhettek.

Galaktikus és extragalaktikus asztrofizika

Az év második felében indult új Lendület-csoport, az MTA CSFK Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoport a Tejútrendszer szerkezetét kutatja pulzáló változócsillagokkal. Ebben ötvözi az egyedi csillagok tulajdonságainak vizsgálatát űrfotometriai eszközökkel, a nagy égboltfelmérések eredményeit, mindehhez Big Data algoritmusokra és gépi tanulásra alapuló módszereket fejleszt. Eredményeik egy részét az Európai Űrügynökség Gaia asztrometriai missziója keretében érték el. A 2013-ban felbocsátott űreszköz több mint másfél milliárd csillag pozícióját, távolságát és mozgását méri rendkívüli pontossággal, ami a Tejútrendszer kialakulásának és fejlődésének jobb megértéséhez nyújt páratlan lehetőségeket.

Kutatóik részt vettek a Gaia misszió második adatkibocsátásának, a 21 magnitúdónál fényesebb égi források asztrometriáját, fotometriáját, radiális sebességeit, valamint asztrofizikai paramétereikről és fényváltozásaikról információkat tartalmazó Gaia DR2-nek az elkészítésében. A DR2-höz a Gaia űrtávcső által 22 hónapon át gyűjtött nyers adatokat, és az 1,7 milliárd forrás égi pozícióját és G-sávban mért fényességét tartalmazza. Ebből 1,3 milliárd forrásra parallaxis és sajátmozgás-értékek is rendelkezésre állnak. Félmillióra bővült azon források csoportja, amelyekre fényességváltozás-információ is elérhető. A DR2 fontos mérföldkő a 21. század asztrofizikájában, amit jól mutat, hogy a katalógust részletező szakcikk kevesebb mint egy év alatt majdnem ezer hivatkozást szerzett.

A Gaia DR2 több mint félmillió változócsillagként azonosított forrást tartalmaz, ezeknek körülbelül fele új felfedezés. Az Intézet kutatói fontos szerepet játszottak a változócsillag-jelöltek azonosításában és részletes vizsgálatában. A Kepler és K2 küldetések adatai segítségével megvizsgálták a Gaia változócsillag-osztályozásának teljességét és tisztaságát, az RR Lyrae és cefeida típusú csillagokra koncentrálva. 1443 RR Lyrae-nek és 41 cefeidának klasszifikált csillagot azonosítottak a Kepler/K2 célzott megfigyelések között, valamint 263 további RR Lyrae-t a Kepler teljes látómezejét rögzítő képeken. Eredményeik alapján a Gaia DR2 RR Lyrae katalógusának teljessége 70-78% közé esik, 92-98%-ra becsült tisztasággal. Ezeken kívül hozzájárultak többek között a Tejútrendszer korongjának kinematikáját, a gömbhalmazok és törpegalaxisok mozgását, és az előbbiek forgását célzó vizsgálatokhoz is.

Négy közeli Ia-típusú szupernóva abszolút távolságát határozták meg hazai távcsövekkel mért, nagy jel/zaj viszonyú, sűrűn mintavételezett többszín-fotometriai adatok alapján. Az eredmények összehasonításából megállapították, hogy a kevésbé vörösödött szupernóvák távolságmodulusai 0,2 magnitúdón belül konzisztensek egymással, sőt, a legjobb jel/zaj viszonyú BVRI adatokra az egyezés jobb, mint 0,1 mag. Az erősen vörösödött SN 2014J-re ezek az eltérések valamivel nagyobbnak bizonyultak. Általában a szupernóvákra alapuló távolságok jó egyezést mutattak a szülő galaxisaik cefeidákból meghatározott távolságaival. Következtetésük szerint a jelenleg használt technikákkal a közeli Ia szupernóvák fotometriai

távolságmodulusai 0,1 - 0,2 magnitúdó szisztematikus hibával terheltek. További fejlesztések szükségesek a kívánt 0,05 magnitúdónál kisebb bizonytalanság elérése érdekében.

Egy intézeti kutatók vezetésével dolgozó nemzetközi csoport két nagy vöröseltolódású AGN VLBI-méréseit végezte el egy globális rádióteleszkóp-hálózattal, 2,3 és 8,6 GHz frekvencián. A célpontok változékonyságának hiánya lehetővé tette, hogy öt különböző időpontban végzett mérések adatait kombinálják. Ezzel a megoldással sikerült érzékeny, nagy felbontású térképezést végrehajtaniuk. Most először készült VLBI térkép az egyik legnagyobb ismert vöröseltolódású blazárról (J0906+6930) 8 GHz-nél alacsonyabb frekvencián. Megerősítették, hogy a látóirányhoz közel mutató jet égboltra eső vetülete a mag közelében spirális struktúrát mutat. Eredményeikkel sikerült demonstrálni, hogy az alapvetően asztrometriai és geodéziai célból végzett VLBI méréseknek is lehet asztrofizikai alkalmazása.

Nukleáris asztrofizika

A 2017-ben indult ERC Consolidator Grant által támogatott kutatócsoport a nehéz elemek kialakulási körülményeit és a galaktikus kémiai fejlődés részleteit tanulmányozza. Munkájuk révén minden feltétel adott a kettős neutron-csillagok összeolvadásakor végbemenő nukleáris asztrofizikai folyamatok vizsgálata és a LIGO/Virgo gravitációshullám-detektorok által lehetővé vált többcsatornás (multi-messenger) asztrofizika szinergiáinak kiaknázásához.

A GW170817 neutroncsillag-összeolvadásból származó gravitációs hullám megfigyelést a Tejútrendszer kémiai fejlődésének szempontjából vizsgálták, és megmutatták, hogy a neutroncsillag-összeolvadások a gyors neutronbefogási folyamatban (ún. „r-folyamat") létrejövő elemek, pl. az arany legfontosabb forrásai lehetnek. Az általuk kifejlesztett modell megmutatta, hogy a korai Világegyetem galaxis-összeolvadásai és a véletlenszerű folyamatok hogyan befolyásolják a ma megfigyelhető törpegalaxisok fémtartalmát. A modell szerint a társuktól anyagot nyerő és később szupernóvaként felrobbanó fehér törpék jelentős mértékben tudnak neutron befogással létrejövő elemeket (cirkónium, stroncium) létrehozni az ún. azonnali neutronbefogással (másnéven "i-folyamat"), ami megmagyarázhatja a Napban mérhető és a várt elemgyakoriságok közötti eltéréseket. Ez a munka arra is rámutat, hogy az atommagfizikai folyamatok ismeretének bizonytalanságainak komoly hatása van a galaktikus elemgyakoriságok kiszámításában, és ezen a területen a csillagászat és az atommagfizika szoros együttműködése szükséges az előrelépéshez.

Néhány nehéz elem, pl. az arany és az európium szinte kizárólag a gyors neutronbefogási folyamatban („r-folyamat") tud létrejönni, ugyanakkor az nem tisztázott, hogy milyen asztrofizikai események lehetnek ennek a legjelentősebb forrásai. A galaxisok kémiai fejlődési modelljei ezt leginkább az európium gyakoriságának mérésével tudják tesztelni. Jelenleg a neutroncsillag-összeolvadások a népszerű jelöltek, de ezek gyakoriságának tükröznie kell azt, amit a gravitációs hullám megfigyelésekből látunk. A kutatócsoport által végzett vizsgálat szerint a LIGO/Virgo által megfigyelt események számából kapott neutroncsillag-összeolvadások gyakorisága kiválóan egyezik azzal, amit a Tejútrendszer kémiai fejlődési modelljeiben kell használnunk, hogy megkapjuk az európium észlelt gyakoriságát. Ennek alapján ugyanez a gravitációshullám-esemény mintegy 1-5 földtömegnyi európiumot és 3-13 földtömegnyi aranyat termelhetett. Ez az első munka, amely kombinálta a magfizikai folyamatok ismeretének bizonytalanságait a galaktikus kémiai fejlődési modellekkel.

Jelentős összefoglaló munkát közöltek radioaktív atommagok kozmokronológiai és asztrobiológia jellemzőiről, a meteoritokban megfigyelt elemgyakoriságokra alapozva. Bemutatták, hogy az egyes atommag-kölcsönhatások hogyan tudnak létrehozni új elemeket a csillagok belsejében és szupernóvarobbanásokban, ez hogyan változtatja meg az elemgyakoriságokat a Tejútrendszer fejlődése során, és mik lehettek azok az események,

amelyek megelőzték a Nap születését. Elemezték, hogy a radioaktív bomlásból, különösen az ^{26}Al izotópból származó hő hogyan szabályozza a bolygókezdemények belső szerkezetének és kémiájának fejlődését, és ez hogyan befolyásolhatja ezen égitestek lakhatóságát.

Laboratóriumi asztrofizika

A hazánkban talált Csátalja meteorit további elemzése alapján a vizsgált mintában 17 GPa nagyságú sokknyomás hatását is sikerült kimutatni. A fejlődéstörténet rekonstrukciójával egy korai, töredezéses és gyengébb sokhatású időszakot egy intenzívebb sokkolódásos periódus követett, amikor kőzetolvadék is létrejött. Az ESA Hera kisbolygóhoz induló küldetését támogató NEOMETLAB nevű ESA-projekt keretében meteoritok infravörös színképeit rögzítették, hogy az alapján meg lehessen megbecsülni, mely színképi tartományokra érdemes figyelni egy tervezett infravörös tartományra érzékeny detektornak. Folytatták a Mars-releváns földi ásványok és kőzetek elemzését, amelynek keretében földi minták alapján infravörös és Raman módszerekkel hasonlították össze a kritikus összetevők azonosításának módszereit. Kiderült, hogy sok esetben csak a röntgenmódszerrel különíthetők el fontos ásványok, ami főleg az agyagásványok esetében ad megbízható eredményt. Az infravörös módszer a gyengén kristályos (pl. vulkáni eredetű üveges) szerkezetek vizsgálatánál hasznos, ugyanakkor karbonát és agyagásvány határozáshoz nem ideális. A Raman-módszer az egyes ásványcsoportok tagjainak elkülönítésében segíthet.

b) Tudomány és társadalom

A csillagászat iránt mutatkozó hatalmas érdeklődést komolyan véve az Intézet kutatói nagy intenzitással végeznek ismeretterjesztő munkát és reagálnak minden megkeresésre. Munkájukat több száz médiamegjelenés, félszáznál több ismeretterjesztő előadás, ennél is több írás és fordítás jelezte 2018-ban is. A saját fenntartású www.csillagaszat.hu internetes hírportál – melyet a Magyar Csillagászati Egyesülettel (MCSE) közösen működtetnek már évek óta – az elsődleges hírforrás a csillagászat hazai tudomány kommunikációjában. A 2017-ben alapított Magyar Csillagászat Nonprofit Kft. segítségével hatalmas lépéseket tettek a 2019-ben Magyarországon megrendezésre kerülő Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia előkészületi munkáiban. A részben akadémiai infrastruktúra-fejlesztési támogatással elkezdett, 2018-ban jórészt önerőből folytatott, és a befejezéshez közel álló *"Csillagászati és földtudományi kutatóképző szaklaboratórium"* oktatási-tudomány-kommunikációs infrastruktúra próbaüzeme megtörtént. A tervek szerint 2019-től a 60 cm-es teleszkóp is – az ország legnagyobb bemutató távcsöveként – hadra fogható állapotban várja majd a látogatókat. Tavasszal egy bárki számára elérhető csillagászati alaptanfolyam gyakorlati félévének adott otthont a szaklaboratórium. A tudomány és a kultúra nívós ötvözésére tett erőfeszítéseket a normafai telephelyen rendezett képzőművészeti kiállítás, komolyzenei hangverseny és Budapest város építészeti öröksége részeként a Svábhegyi Csillagvizsgálót bemutató séták is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hazai: A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottak fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel: Szegedi Tudományegyetem, ELTE Fizikai Intézet, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Obszervatóriuma és a debreceni Atommagkutató Intézet. A beszámolási időszakban is részt vettek az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben, meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, szakdolgozati, tudományos diákköri és doktori témavezetéssel. A 2018-as tanévben az alábbi kurzusokat tartották, illetve vettek részt előadásokkal: ELTE: A Mars földrajza és geológiája; Asztrostatisztika II.; Az asztrofizika megfigyelési módszerei; Bevezetés a csillagászatba; Csillagkörüli korongok

fejlődése II.; Csillagok világa; Csillagrendszerek dinamikája I.; Galaktikus csillagászat; Planetológia; Rádiócsillagászat II.; A Naprendszer peremén I., Exobolygók I.; Észlelési gyakorlat; Asztrobiológia; Legújabb eredmények a napfizikában; Mágneses aktivitás késői típusú csillagokon; Űrfotometria SZTE: Csillagászati spektroszkópia; Elméleti asztrofizika II.; Galaktikus csillagászat; DE: Bevezetés a csillagászatba.

Nemzetközi: Tovább folytatták gyümölcsöző nemzetközi együttműködéseiket a Herschel, Gaia, KASC, TASC, CHEOPS, PLATO, ARIEL, Rosetta, LUNA, NuGrid, JINA, JUNA, HATNet, Matisse, ChETEC (Chemical Elements as Tracers of the Evolution of the Cosmos), Europlanet, SBNAF (Small Bodies Near and Far), CID (Chemistry in Disks), SoFAR (Seismology of fast rotating stars), GALAH, WEAVE, LSST, HETDEX projektekben. 2018-ban is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt/célpontokat csillagászati nagyműszerekre és űrtávcsövekre (APEX, ALMA, CFHT, IRAM, K2, Spitzer, TESS, ESO VLT/VLTI, SMA, VLA, VLBI, e-Merlin, LBA, EVN, RadioAstron, XMM-Newton) nemzetközi együttműködésben.

Rendezvények, mobilitás: Az év során több jelentős hazai és külföldi találkozó és szakmai workshop megrendezésében vettek részt az Intézet kutatói: *Elemental composition in solar and stellar atmospheres & magnetic activity* workshop (2018. február 27. – március 1., Budapest), *Life on Earth and Beyond Conference*, (2018. március 19-24. Bertinoro, Olaszország), *ARIEL* workshop (2018. június 26-27., Budapest), *AOGS 15th Annual Meeting* (2018, június 3-8. Hawaii, Honolulu), *9th VLTI Summer School* (2018. július 9-14. Lisszabon, Portugália), *Observing techniques, instrumentation and science for metre-class telescopes II,* (2018. szept. 24-28.,Tátra Lomnic, Szlovákia).

Az Intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek több németországi Max Planck Intézetben, a darmstadti Műszaki Egyetemen, a potsdami Leibniz Asztrofizikai Intézetben, a Heidelbergi Elméleti Tanulmányok Intézetében, a Hull-i Egyetemen (Egyesült Királyság), a Jodrell Bank Asztrofizikai Központban (Egyesült Királyság), a Joint Institute for VLBI ERIC (Dwingeloo, Hollandia), a Bécsi és Grazi Egyetemeken, a grenobli IRAM-központban, a párizsi Institute de Physique du Globe-ban, az International Space Science Institute-ban (Svájc), az ETH Zürichben (Svájc), a barcelonai Catalunya Egyetemen, az Oslo-i Egyetemen (Norvégia), a Laval Egyetemen (Québec City, Kanada), az Space Telescope Science Institute-ban (Baltimore, USA), az MIT Kavli Intézetében (Boston, USA), a Center for Astrophysics-ben (Cambridge, USA), a Caltech-en (USA), a Texasi Egyetemen (Austin, USA), a McDonald Obszervatóriumban (USA), az ESO Paranal Obszervatóriumában (Chile), a Monash Egyetemen **(**Melbourne, Ausztrália), a Nishi-Harima Csillagászati Obszervatóriumban (Japán), a University of Science and Technology of China-ban (Hefei, Kína), a Nanjing-i Egyetemen (Kína), a Kínai Tudományos Akadémia Shanghaji Csillagászati Obszervatóriumában, valamint Bécsben és Lisszabonban nyári egyetemeken, a Taberna-sivatagban (Spanyolország) terepmunkán vettek részt. Vendégkutatókat fogadtak az Egyesült Államokból, Ausztráliából, Japánból, Franciaországból, az Egyesült Királyságból, Németországból, Svájcból, Oroszországból, Olaszországból, Kínából, Ausztriából, Tajvanról, a Dél-Afrikai Köztársaságból, Mexikóból és Szerbiából.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Lokális kozmológia pulzáló változócsillagokkal Lendület-II 2018-2023 195 M Ft; CAMELOT cubesat projekt – Nagyenergiás asztrofizikai folyamatok megfigyelése MTA KEP Kiválósági Együttműködési program 2019-2021 38,33 M Ft; NKFIH PD Bolygókeletkezés élőben 2018-2021 15,807 M Ft; NKFIH NN Klasszikus pulzáló csillagok és a Blazskó-effektus 2018-2022 44,172 M Ft; NKFIH FK Napfoltcsoportok visszafejlődési folyamatának tulajdonságai 2018-2021 16,681 M Ft; NKFIH K Nagyléptékű földi és űrbeli áttekintő programok szinergiája 2018-

2022 46,216 M Ft; NKFIH KH Fiatal törmelékkorongok por és gáz anyagának tanulmányozása infravörös és milliméteres technikákkal 2018-2020 19,914 M Ft; NKFIH KH A vason túli elemek keletkezése 2018-2020 19,976 M Ft; MTA Prémium posztdok Kozmikus világítótornyok asztroszeizmológiája 2019-2021 32,012 M Ft; Cost Action CA18104 Revealing the Milky Way with Gaia 2019-2021 szerződéskötés folyamatban.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az év során 131 ISI impaktfaktoros szakcikket publikáltak, melyek összesített hatásténye zője 641. Az alábbi válogatás reprezentatív áttekintést ad a művelt szakterületekről:

1. Ábrahám P, Kóspál Á, Kun M, Fehér O, Zsidi G, Acosta-Pulido JA, Carnerero MI, García-Álvarez D, Moór A, Cseh B, Hajdu G, Hanyecz O, Kelemen J, Kriskovics L, Marton G, Mező Gy, Molnár L, Ordasi A, Rodríguez-Coira G, Sárneczky K, Sódor Á, Szakáts R, Szegedi-Elek E, Szing A, Farkas-Takács A, Vida K, Vinkó J: An UXor among FUors: Extinction-related Brightness Variations of the Young Eruptive Star V582 Aur. THE ASTROPHYSICAL JOURNAL Vol. 853: article id. 28 (2018) [IF: 5.551] OA:arxiv.org/1712.04968

2. Benkő J M: On the connection between almost periodic functions and Blazhko light curves. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, Vol. 473: 412-418 (2018) [IF: 5.194] OA:arxiv.org/1709.02143

3. Bognár Zs, Kalup Cs, Sódor Á, Charpinet S, Hermes J J: Searching for new white dwarf pulsators for TESS observations at Konkoly Observatory. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, Vol. 478: 2676-2685 (2018) [IF: 5.194] OA:arxiv.org/1805.10165

4. Côté B, Fryer CL, Belczynski K, Korobkin O, Chruślińska M, Vassh N, Mumpower MR, Lippuner J, Sprouse TM, Surman R, Wollaeger R: The Origin of r-process Elements in the Milky Way. THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, Vol. 855: article id. 99, (2018) [IF: 5.551] OA:arxiv.org/1710.05875

5. Frey S, Titov O, Melnikov AE, de Vicente P, Shu F: High-resolution radio imaging of two luminous quasars beyond redshift 4.5. ASTRONOMY & ASTROPHYSICS Vol. 618: article id. A68 (2018) [IF: 5.565] OA:arxiv.org/1807.06837

6. Gaia Collaboration; Brown AGA, Vallenari A, Prusti T, ..., Juhász Á, ... Molnár L, ... Plachy E, ..., Szabados L et al.: (451 authors): Gaia Data Release 2. Summary of the contents and survey properties. ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, Vol. 616: article id. A1, (2018) [IF: 5.565] OA:arxiv.org/1804.09365

7. Korsós MB, Chatterjee P, Erdély R: Applying the Weighted Horizontal Magnetic Gradient Method to a Simulated Flaring Active Region. THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, Vol. 857: article id.103, (2018) [IF: 5.551] OA:arxiv.org/1804.10351

8. Kóspál Á, Ábrahám P, Zsidi G, Vida K, Szabó R, Moór A, Pál A: Spots, Flares, Accretion, and Obscuration in the Pre-main-sequence Binary DQ Tau. THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, Vol. 862: article id. 44, (2018) [IF: 5.551] OA:arxiv.org/1806.01546

9. Lugaro M, Ott U, Kereszturi Á: Radioactive nuclei from cosmochronology to habitability. PROGRESS IN PARTICLE AND NUCLEAR PHYSICS, 102, pp. 1-47, (2018) [IF: 11.049] OA:arxiv.org/1808.00233

10. Molnár L, Pál A, Sárneczky K, Szabó R, Vinkó J, Szabó GyM, Kiss Cs, Hanyecz O, Marton G, Kiss LL: Main-belt Asteroids in the K2 Uranus Field. THE ASTROPHYSICAL JOURNAL SUPPLEMENT SERIES, Vol. 234: article id. 37, (2018) [IF: 8.561] OA:arxiv.org/1706.06056

11. Oláh K, Rappaport S, Borkovits T, Jacobs T, Latham D, Bieryla A, Bíró IB, Bartus J, Kővári Zs, Vida K, Vanderburg A, LaCourse D, Csányi I, Bakos GÁ, Bhatti W, Csubry Z, Hartman J, Omohundro M: Eclipsing spotted giant star with K2 and historical photometry. ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, Vol: 620 article id. A189 (2018) [IF: 5.565] OA:arxiv.org/ 1810.03925

12. Pál A, Molnár L, Kiss Cs: TESS in the Solar System. PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC, Vol. 130: pp. 114503 (2018) [IF: 3.409] OA:arxiv.org/1809.0740

13. Plachy E, Bódi A, Kolláth Z: Chaotic dynamics in the pulsation of DF Cygni, as observed by Kepler. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, Vol. 481: pp. 2986-2993 (2018) [IF: 5.194] OA:arxiv.org/1809.03912

14. Regály Zs, Dencs Z, Moór A, Kovács T: On the cavity of a debris disc carved by a giant planet. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, Vol. 473: pp. 3547-3558 (2018) [IF: 5.194] OA:arxiv.org/1710.01524

15. Vinkó J, Ordasi A, Szalai T, Sárneczky K, Bányai E, Bíró IB, Borkovits T, Hegedűs T, Hodosán G, Kelemen J, Klagyivik P, Kriskovics L, Kun E, Marion GH, Marschalkó G, Molnár L, Nagy AP, Pál A, Silverman JM, Szakáts R, Szegedi-Elek E, Székely P, A Szing A, Vida K, Wheeler JC: Absolute Distances to Nearby Type Ia Supernovae via Light Curve Fitting Methods. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 130: pp. 064101 (2018) [IF: 3.409] OA:arxiv.org/1804.05815

AZ MTA CSILLAGÁSZATI ÉS FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	206			Ebből kutató[2]:	122
PhD, kandidátus:	74	MTA doktora:	13	Rendes tag és levelező tag:	5
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					10
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					49

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				602
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				571
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				29
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				12
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				416
Ebből impaktfaktoros publikáció				195
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	18	idegen nyelven:	22

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	814,02	Összes független hivatkozás száma (2017):	5152
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			6841

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	4	MTA doktora:	3

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			235
		poszterek száma:	184
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	66	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	54
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			55
Témavezetések száma: TDK munka:	26	Diplomamunka (BSc):	57
Diplomamunka (MSc):	54	PhD:	71

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	1 332 923,41	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 12 Teljes saját bevétel:	705 411,02	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		44
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	204 037,88	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	196 822,46	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		44
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	197 306,12	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	45 214,15	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	62 030,41	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1 332 923,41	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	705 411,02	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	204 037,88	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	196 822,46	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	197 306,12	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	45 214,15	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	51 520,35	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	5 991,7	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	4 342,77	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	175,59	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	40			Ebből kutató[2]:	28
PhD, kandidátus:	15	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					8

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			76
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			68
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			13
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			5
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			16
Ebből impaktfaktoros publikáció			12
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 16	idegen nyelven:	9

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	28,57	Összes független hivatkozás száma (2017):	695
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			733

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:		PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			52
		poszterek száma:	19
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	14	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	26
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			12
Témavezetések száma: TDK munka:	8	Diplomamunka (BSc):	34
Diplomamunka (MSc):	19	PhD:	27

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	30			Ebből kutató[2]:	18
PhD, kandidátus:	11	MTA doktora:	1	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					9

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			60
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			60
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			8
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			7
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			37
Ebből impaktfaktoros publikáció			35
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 3	idegen nyelven:	3

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	113,05	Összes független hivatkozás száma (2017):	720
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			1055

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			31
		poszterek száma:	41
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	12	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	14	PhD:	13

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	43			Ebből kutató[2]:	29
PhD, kandidátus:	21	MTA doktora:	3	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					8

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			73
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			71
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			7
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			39
Ebből impaktfaktoros publikáció			34
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	2
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 2	idegen nyelven:	3

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	83,63	Összes független hivatkozás száma (2017):	488
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			668

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			46
		poszterek száma:	53
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			7
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	8

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	77			Ebből kutató[2]:	46
PhD, kandidátus:	27	MTA doktora:	7	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					24

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			406
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			385
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			333
Ebből impaktfaktoros publikáció			122
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	7

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	604,51	Összes független hivatkozás száma (2017):	3301
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			4454

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 1	MTA doktora:	3

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			106
		poszterek száma:	71
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	30	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			31
Témavezetések száma: TDK munka:	10	Diplomamunka (BSc):	15
Diplomamunka (MSc):	18	PhD:	23

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159; fax: (1) 395 9293
e-mail: foigazgato@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2018-ban

2018. március 26-án tartották az űrkutatási tesztlaboratórium sajtótájékoztatóval egybekötött hivatalos megnyitó ünnepségét.

A laboratórium központja egy ISO7 szabvány szerinti tisztatéri környezet, ahol az európai űrszabványok (ECSS – European Cooperation for Space Standardization) előírásainak megfelelően lehetséges űreszközök szerelési munkálatait elvégezni. Ezzel közvetlen összeköttetésben található a termo-vákuum és a vibrációs tesztlabor, melyek biztosítják az űreszközök alapvető tesztjeinek elvégzését. A laboratóriumban találhatóak továbbá űreszközök fejlesztésére alkalmas elektronikai fejlesztő helyiségek is. A termo-vákuum tesztlaborban az űreszközöket nagy vákuum és szélsőséges hőmérsékleti viszonyok esetére vizsgálják az erre a célra szolgáló tesztberendezéseikkel, míg a vibrációs laborban egy hazánkban kiemelkedően nagy teljesítményű rázógép segítségével a felbocsátás során fellépő erőket szimulálhatják. Hibás működés esetén a vizsgált űreszköz visszavihető a tisztatéri környezetbe, ahol ismét szétszerelhető és a hiba forrása megkereshető. A labor ilyenfajta komplexitása lehetővé teszi, hogy egy űreszköz végső integrációját, majd alapvető tesztelését egy helyen lehessen végrehajtani, ezzel pedig jelentős költségeket és fejlesztési időt lehet megspórolni. Ilyen képességekkel rendelkező hazai űrtechnológiai tesztközpont, mely egyben megfelel az űripari szabványoknak is, eddig nem létezett. A laboratórium építése 2017 végére fejeződött be, mely jelenleg már teljes kapacitással üzemel. A hivatalos megnyitót megelőző héten éppen itt végezte űripari tesztjeit egy lengyel űripari vállalat (Astronika Sp. z o.o.).

2018. szeptember 12-én a Budapesti Neutron Centrum a LENS (League of European Neutron Sources) tagja lett.

Bécsben nyolc európai kutatási infrastruktúra képviselői az ICRI2018 Nemzetközi Kutatási Infrastrukturális Konferencián aláírták a fejlett európai neutronforrások (LENS) ligája alapszabályát.

Az aláírási ceremónia az európai neutronforrás-létesítmények új stratégiai konzorciumának létrehozását jelenti, amelynek célja, hogy az alapszabálya szerint „megkönnyítse a viták rendezését és a döntéshozatali folyamatokat, amelyek képesek megerősíteni az európai neutrontudományt a létesítmények megerősített együttműködése révén”.

A konzorcium alapítói európai és nemzeti létesítmények Franciaországban, Németországban, Svédországban, Magyarországon, az Egyesült Királyságban, Norvégiában és Svájcban. Más megfelelőnek minősített létesítmények bármikor csatlakozhatnak.

A LENS az európai neutrontudományban az átmenet és az optimizmus kulcsfontosságú pillanatában jött létre, és különös hangsúlyt fektet a neutrontudományi felhasználói közösségek és a finanszírozó szervezetek közötti párbeszédre. Az erőforrások optimalizálásával és a partnerek közötti szakpolitikák szoros összehangolásával a LENS jövőképe a neutronforrás-létesítmények folyamatos fejlesztése és adaptálása az általuk szolgált kutató közösségek igényeihez.

Folytatódott a CAK (Cirkónium Anyagtudományi Kutatások) az „Atomerőművekben használt cirkónium ötvözetek anyagszerkezeti változásainak hatása a fűtőelemek épségére és a környezeti terhelésre” címet viselő NVKP_16-1-2016-0014 projekt.

Folytatódott a VEKOP-2.3.2-16-2016-00011 pályázat, amely szintén a Központon belüli és a telephely (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont) adta szinergiákat használja ki. A pályázat a „Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira” címet viseli, amely az előzővel egyetemben teljesen beleilleszkedik az MTA EK stratégiájába.

A fenti két projekt jelentős mértékben támaszkodik az EK-n belüli együttműködésekre, amely nagyban hozzájárul az összetartozás érzésének kialakításához.

Sikeresen lezáródott a Nemzeti Nukleáris Kutatási Program (NNKP). 2015-ben indult útjára, hogy a hazai nukleáris szakértelem folyamatos fenntartását, mint nemzeti érdeket biztosítsa.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok nincsenek.

A 2018. évben elért kutatási eredmények a három intézet eredményei, így ezek leírása a három intézet beszámolójában található.

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ATOMENERGIA-KUTATÓ INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33., 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 395 9159; fax: (1) 395 9293
e-mail: horvath.akos@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Atomenergia-kutató Intézet fő feladatait a kutatóközpont stratégiai kutatási tervében határozták meg, ennek ismertetése a kutatóközpont korábbi beszámolójában található. A koncepció ma is aktuális, hármas célt szolgál: a jelen igényeinek megfelelő nukleáris biztonsággal kapcsolatos kutatások, a Magyarországon létesítendő új atomerőmű blokkok előkészítésével összefüggő kutatási és fejlesztési tevékenység, és a jövő energiatermelésének megalapozása negyedik generációs atomreaktorok és magfúzió által.

A Budapesti Kutatóreaktor biztonságos üzemeltetése, a kutatási lehetőségek folyamatos fejlesztése és világszínvonalon tartása is jelentős feladata az Intézetnek.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Reaktorfizikai és multi-physics kutatások

A második generációs reaktorok tekintetében a gazdaságosság növelése céljából a Paksi Atomerőmű az eddigiektől különböző, víz-urán arányra optimalizált új fűtőelem bevezetését tervezi. Az új fűtőelem engedélyeztetéséhez a biztonsági elemzések egy jelentős részét meg kell ismételni. A modernizált fűtőelemek számításának céljából továbbfejlesztették az MTA EK 3D-os stacionárius és kinetikus reaktorfizikai kódjait (KARATE-440, KIKO3D), valamint kidolgozták azokat a módszereket, eljárásokat, amelyekkel a biztonsági elemzések elvégezhetők. Megkezdődtek a konkrét elemzések is, ezek közül érdemes kiemelni a tároló és szállító eszközök szubkritikussági elemzéseit, ahol a kiégési hitel („Burnup credit") módszerén alapuló új eljárásokat kellett kidolgozni a biztonság igazolása céljából.

A Magyarországon felépülő új reaktorblokkok biztonsági elemzéseinek hazai ellenőrzéséhez alternatív elemzési eszközök létrehozása szükséges a működő blokkokra alkalmazott kódok továbbfejlesztésével. 2018-ban tovább folytatódtak a reaktivitás tranziensek elemzésére használandó KARATE-1200 kvázi-stacionárius, KIKO3D reaktordinamikai, valamint annak csatolt reaktordinamikai/rendszer termohidraulikai változatának és az elfogadási kritériumok forrócsatorna szintű teljesülésének vizsgálatára alkalmas TRABCO kódok fejlesztései a VVER-1200 reaktorra. A független biztonsági elemzések kapcsán meghatározták pl. a zóna „best-estimate" és konzervatív izotópleltárát, konzervatív reaktivitás-görbéit, vizsgálták az aktív zóna normálüzemi folyamatait, és elkezdődtek az üzemzavar-elemzések is. Diszkontinuitási faktorok bevezetésével új módszereket fejlesztettek ki és teszteltek az AER („Atomic Energy Research") együttműködésben definiált, az új blokkok geometriájához hasonló – „Full-Core" VVER-1000 benchmark feladaton keresztül.

A negyedik generációs reaktorok esetén a gázhűtésű gyorsspektrumú erőmű kisebb teljesítményű demonstrátor változatának (ALLEGRO) tervezése a visegrádi országok együttműködésében folyik. Az ALLEGRO reaktor zónájának multidiszciplináris tervezésére

olyan működőképes koncepciót és metodikát dolgoztak ki, ami – a reaktor sajátosságai mellett – a hasznosítási célfüggvény maximalizálása során figyelembe veszi a biztonsági követelmények teljesíthetőségének érdekében alkalmazandó kényszereket is, miközben ez utóbbiak meghatározására is javaslatot tesz. A módszer alkalmazhatóságát az ALLEGRO jelenlegi hűtési stratégiája és biztonsági rendszerei esetén demonstrálták. A vizsgálatok során igazolódott az a korábbi álláspontunk is, hogy a zónatervezés nem valósítható meg csupán reaktorfizikai számításokra alapozottan, hanem ehhez a nukleáris berendezés egészére vonatkozó termo-hidraulikai elemzésekre is szükség van, sőt egy idő után a termo-mechanikai kérdések is vizsgálandók lesznek. Továbbá verifikációs célokból teljes feszültségvesztés (SBO) tranzienst vizsgáltak az ATHLET és a RELAP5 számítások összehasonlításával nemzetközi együttműködésben.

A módosított szuperkritikus VVER-SCP reaktorkoncepció tekintetében a múlt évben megtervezett egyensúlyi kampány alapján folytatták a reaktorkoncepció vizsgálatát a reaktivitás-viszonyok tekintetében. Megállapították, hogy hideg állapotban nem biztosítható a reaktor szubkritikussága. A probléma orvosolható pl. 10B-ban dúsított B4C abszorbensek alkalmazásával a jelenleg feltételezett természetes izotóp-összetételű bór helyett. Kimutatták azt is, hogy a fűtőelem hőmérséklet szerinti reaktivitás-tényezők hasonlóak a VVER-SCP és a VVER-440 reaktorra, azonban a víz hőmérséklet szerinti reaktivitás-tényezők nagyságrendileg gyengébbek a VVER-SCP reaktorban. Az elemzések szerint a kampány végi nominális teljesítményű alapállapotban pozitív az üregtényező, tehát a hűtővíz elvesztésével nő a reaktivitás. A probléma megoldására szilárd moderátor, pl. cirkónium hidrid alkalmazását javasolták.

Termohidraulikai kutatások

AZ MTA EK Termohidraulikai Laboratórium (THL) 2018-as kutató-fejlesztő tevékenysége során a legfontosabbnak tartotta az atomerőművek biztonságát érintő kutatások végzését. Jelentős előrehaladást értek el az új paksi blokkok modellezésének kialakításában. Független biztonsági elemzéseket hajtottak végre, ami előkészíti a paksi új blokkok engedélyezéséhez kapcsolódó munkákat. A meglévő erőműre elvégzett Időszakos Biztonsági Felülvizsgálat eredményei alapján további biztonsági elemzéseket tűztek ki.

A termohidraulikai rendszerkódok validálásának kiterjesztése folyamatos feladatuk, ehhez kapcsolódóan a laboratórium részt vesz az OECD PKL-4 kísérleti programban. A német PKL nagyberendezésen végrehajtott mérések mellett az MTA EK PMK-2 kísérleti berendezése is részt vesz a validációs adatbázis növelésében. A 2018-as évben feladat volt a leendő kísérletek megtervezése, a kísérleti szekvencia bemutatása és egyeztetése a projekt résztvevőivel. A tervek szerint az elsődleges cél, a közepes törések validáltságának növelése. Az eddigi validálási stratégiánál az elsődleges szerepet a nagy és a kis törések elemzése kapta. A közepes méretű törések spektrumát általános vélemény szerint lefedte a nagy törések vizsgálata, így most az eddig kevésbé előtérben lévő közepes törések spektruma kerül a fókuszba.

A negyedik generációs erőművek vizsgálatában az ALLEGRO gázhűtéses koncepció kidolgozásában vesznek részt. Az ALLEGRO 2009 CEA reaktor zónájában – az üzemeltetés 2. szakaszában – egyidejűleg lesznek alacsony hőmérsékleten üzemelő rozsdamentes acél burkolatú és magas hőmérsékleten üzemelő SiC burkolatú kazetták. Az acél burkolatú kazettákat el kell szigetelni a SiC kazettáktól annak érdekében, hogy az acél burkolat ne sérüljön meg. Ezt a célt szolgálja a kísérleti SiC kazettákban a kazetta külső pálcasora helyére tervezett hőárnyékoló pajzs. A munka során egy olyan CFD modellt készítettek, amelyben

részletesen modellezték a lejátszódó termohidraulikai folyamatokat, figyelembe véve a sugárzásos hőátadást is. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a pajzs a benne áramló hűtőközeg forgalmának jelentős csökkenése mellet is képes ellátni feladatát. A továbbiakban érzékenységvizsgálatot végeztek az ALLEGRO DHR fúvó álló lapátozásának nyomásveszteségi tényezőjére. Az alacsony DHR fúvó nyomásesés előnyös teljes feszültségkiesés esetén, de hátrányos szándékolatlan DHR szelep nyitáskor. Mindkét kezdeti esemény a zóna elégtelen hűtéséhez vezethet, ami a burkolat integritását veszélyezteti. Az érzékenységvizsgálat rámutatott arra, hogy nagyon fontos a DHR fúvó nyomásveszteségi tényezőjének értéke.

Fűtőelem és reaktoranyag kutatások

A reaktoranyagok kutatásában a fő tevékenység a fúziós, illetve fissziós reaktorokban használt, elsősorban funkcionális anyagok nagy energiájú neutronsugárzás miatt bekövetkezett károsodásának, mechanikai tulajdonságainak megváltozásának vizsgálata. A vizsgálatok eredményeit a nukleáris létesítmények élettartam számításainál használják, illetve a nukleáris létesítmények tervezésénél veszik figyelembe. A minták előkészítését a Budapesti Kutatóreaktorban, a vizsgálatokat a reaktor meleg kamráiban és meleg laboratóriumában végzik. A neutron besugárzáshoz saját tervezésű szondát használnak és folyamatosan fejlesztik.

2018 során a Demo fúziós reaktorba tervezett optikai anyagokat sugároztak be 0.1 és 1 dpa dózissal, valamint E110, illetve E110G típusú fűtőelem burkolatokat előkezelt állapotban.

Megvizsgálták a mechanikai tulajdonságait a korábban 600 ˚C-on besugárzott P91 jelű acélnak, IV. generációs fissziós gyorsreaktor tervezéséhez.

Részt vettek egy nemzetközi kutatásban (EU NOMAD projekt), ahol roncsolás-mentes vizsgálati eljárásokat és technológiákat fejlesztenek.

Megtervezték és előkészítették az Európában első, Martonvásáron felépülő Kompakt Neutron Forrás megépítését. A konzorcium felépítette az új épületet, és megkezdte a szükséges protonforrás és gyorsító közbeszerzését.

Kutatásokat, modellfejlesztést és modell validációt végeztek a fűtőelem-viselkedés több területén:
- modellt készítettek a jelenleg a Paksi Atomerőműben használt fűtőelem-burkolat magas hőmérsékletű vízgőzben megszaladó oxidációjának kinetikai leírására;
- a Paksi Atomerőműben használt fűtőelem-burkolat magas hőmérsékletű mechanikai viselkedését leíró modell paramétereit pontosították a korábbinál lényegesen több mérés felhasználásával;
- orosz mérések alapján validálták a saját fejlesztésű FUROM stacioner fűtőelem-viselkedési program számítási eredményeit a burkolat normál üzemi kúszására vonatkozóan.

Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) tudományos szakértői szervezeteként egy korábbi kisebb operátori hibának a fűtőelemekre gyakorolt esetleges káros hatásait vizsgálták ki a TRANSURANUS programmal végzett számítógépes szimuláció segítségével. A számítások eredménye egyezett a tapasztalattal: nem esett kár a fűtőelemekben.

A Paksi Atomerőmű új fűtőelemeinek, valamint a létesítendő új paksi atomerőművi blokkok leendő fűtőelemeinek engedélyeztetési eljárásához végeztek ellenőrző számításokat, hogy az

orosz beszállítótól függetlenül megállapítsák a tervezett fűtőelemek biztonságosságát. Ehhez a modellezési eszköztárat (a programokat) is fejleszteni kellett.

Kidolgozták az ALLEGRO gázhűtésű gyorsreaktor fűtőelemeire vonatkozó minősítési eljárás fő lépéseit a nemzetközileg elfogadott „technology readiness level" megközelítést alkalmazva. Feldolgozták a rendelkezésre álló információkat a fűtőelemekkel végzett kísérletek, erőművi üzemelés, gyártás és numerikus modellezés területén és meghatározták azokat a területeket, ahol további kutatásokra, fejlesztésekre van szükség a fűtőelemek bevezetéséhez.

SiC kerámia kompozitból és 15-15Ti rozsdamentes acélból készült mintadarabokkal magas hőmérsékletű méréseket végeztek. A mintadarabokat elektronmikroszkóppal megvizsgálták és mechanikai teszteknek vetették alá. Megállapították, hogy a 15-15Ti csövek 1000 °C-on csak 180 bar belső nyomás fölött hasadnak föl. A méréseket koreai és belga partnerekkel együttműködve hajtották végre.

Nemzetközi együttműködés keretében krómréteggel bevont cirkónium burkolatokkal végeztek méréseket. A kísérleti programban szerepelt magas hőmérsékletű vízgőzös és levegős oxidáció, valamint gyűrűroppantásos mérés is. Az anyagban végbement változások leírására, optikai és elektronmikroszkópos módszereket, valamint mikro-keménység mérést alkalmaztak. A krómmal bevont és az eredeti állapotú cirkónium csövek összehasonlítása azt mutatta, hogy a bevonatos minták nagyon jól bírták a magas hőmérsékletű oxidációt. A felületükön csak vékony oxidréteg alakult ki és a minták képlékenyek maradtak.

Két integrális kísérletet hajtottak végre a CODEX berendezésen.

- A Cirkónium Anyagtudományi Kutatási projekt (NVKP_16-1-2016-0014) keretében egy olyan atomerőmű-balesetet szimuláltak egy hét rúdból álló elektromosan fűtött köteggel, amelyben a primerköri csőtörés után a hidroakkumulátorokból nitrogén is beáramlik a reaktor aktív zónájába. A kísérlet során a maximális hőmérséklet meghaladta az 1700 °C-ot. A nitrogén jelenléte felgyorsította a cirkónium komponensek vízgőzös oxidációját.
- EU SAFEST projektben német szakértők javaslatára egy olyan kísérletre került sor, amely a tartályfenék sérülését követő levegő-beáramlás fűtőelemekre gyakorolt hatását szimulálta. Alacsony gőz és levegő forgalmak mellett olyan állapotot sikerült elérni, amely mellett a köteg hőmérséklete nem szaladt meg a kémiai reakciók következtében, hanem a fűtőelemek tönkremeneteléhez vezető fizikai és kémiai folyamatokat részletesen lehetett értékelni.

Reaktor monitorozási és szimulációs rendszerek fejlesztése

2018-ban is folytatták a rendszeres reaktor diagnosztikai méréseket a Paksi Atomerőmű Zrt. összes blokkján, és elvégezték a kapcsolódó kiértékeléseket. A havonta végzett mérések során keletkezett zajdiagnosztikai mérési adatokat a blokkok állapotának szisztematikus figyelésére használták, az elemzések az aktív zónán átáramló hűtőközeg forgalmának monitorozására és a zónán belüli szerkezetek rezgéseinek detektálására irányultak. Az elemzések egyik blokkon sem tártak fel technológiai rendellenességet vagy egyéb műszaki problémát. A mérési adatokat felhasználva a primerköri fluktuációk terjedését vizsgálták.

Alvállalkozóként részt vettek és sikeresen befejezték a Paksi Atomerőmű blokkszámítógépének felújítási munkálatait, amelynek kapcsán új kritikus biztonsági funkciókat monitorozó alrendszert és új elektronikus műszaki üzemeltetési szabályzatot helyeztek üzembe a blokkokon.

A paksi atomerőmű ún. ex-core neutron detektorai élettartamuk végéhez közelednek. 2018-ban elkészítették egy új detektortípuson alapuló rendszer terveit és gyártóműi tesztekkel igazolták az ÁNEREM (Átrakási Neutron Ellenőrző és REaktivitás Monitorozó) rendszer alkalmasságát az erőmű 4. blokkjának neutron fluxus mérésére üzemanyag átrakásakor, a reaktor indításakor és normál üzemi körülmények között is.

A SKODA JS alvállalkozójaként részt vettek a Paksi Atomerőmű 3. blokki szabályozó és biztonságvédelmi rendszerének, illetve a reaktor teljesítmény-szabályozójának felújítási munkálataiban. A fővállalkozó telephelyén támogatták a 4. blokki rendszer gyártóműi tesztjeinek kivitelezését.

A Paksi Atomerőmű számára korábban felülvizsgálták a Sugárvédelmi Ellenőrző Rendszer Környezet- és Kibocsájtás Ellenőrző (SER-KK) alrendszerének védettségét földrengés és teljes feszültségkiesés ellen. A vizsgálat eredményeként az erőmű a rendszer teljes felújítása mellett döntött. 2018-ban megkezdték az új rendszer kivitelezési munkálatait. Minden egyes mérőállomás-típusból létrehoztak egyet és igazolták azok földrengésállóságát és méréstechnikai megalapozottságát.

Befejezték egy multifunkcionális kompakt atomerőműi szimulátor elkészítését és folytatták, a 2017-ben sikeresen elnyert EU-s reaktordiagnosztikai pályázat, a CORTEX feladatainak megoldását.

Sugárvédelmi kutatások

Az Európai Űrügynökség (ESA – European Space Agency) általános technológiafejlesztési program RADCUBE projektje keretében elkészült a Föld körüli kozmikus sugárzási és mágneses tér űridőjárási célú mérésére szolgáló RadMag (háromdimenziós kozmikus sugármérő) műszer végleges tervdokumentációja, valamint a műszer sugárzásmérésre szolgáló részének első mérnöki példánya. A RADCUBE projekt célja a RadMag műszer demonstrációs repülése egy három egységes (10 cm x 10 cm x 30 cm) CubeSat kategóriájú műhold fedélzetén, melynek felbocsátására várhatóan 2020-ban kerülhet sor.

Az EK-ban (korábban AEKI) kifejlesztett Pille-MKSz termo-lumineszcens dózismérő (TLD) rendszer 2003 óta a Nemzetközi Űrállomás (ISS) orosz modulján a dozimetriai szolgálati rendszer része. Segítségével rendszeresen végeznek méréseket a dóziseloszlás feltérképezésére, mérik az űrhajósok személyi dózisát űrséták alatt és rendkívüli naptevékenység idején, illetve részt vesznek fedélzeti kísérletekben. A 2018-ban végzett több ezer mérés eredményét – a korábbi évekhez hasonlóan – feldolgozták és nemzetközi szakmai fórumokon ismertették. A 2003 óta folyamatosan és megbízhatóan üzemelő, de szavatossági idején túl járó rendszer leváltására szolgáló második repülő példány 2018 júniusában feljutott az ISS-re. Az új rendszer beüzemelése, valamint a régi és az újonnan felvitt detektorok kereszt-kalibrációja sikeresen megtörtént.

Az ESA szervezésében és a Német Repülési és Űrkutatási Intézet (DLR) irányításával folyó DOSIS-3D projekt keretében folytatódott a dózistérképezés az ISS európai Columbus moduljában, amelyben az MTA EK termo-lumineszcens (TL) detektorokat és szilárdtest nyomdetektorokat tartalmazó saját detektor összeállításokkal vett részt.

Meghívást kaptak a NASA új űrhajójának első, egyelőre emberek nélkül végzett Hold körüli próbarepülésén a MARE (Matroshka AstroRad Radiation Experiment) kísérletben való

részvételre. A kísérletben az űrhajósok helyére 1-1 antropomorf modellt helyeznek el, melyeket különféle passzív és aktív dózismérőkkel látnak el a modell felszínén és annak belsejében. Az MTA EK termo-lumineszcens detektorokkal és szilárdtest nyomdetektorokkal vesz részt a kísérletben.

Az Európai Űrügynökség oktatási programjának keretében a TRITEL kozmikus sugárzás dózisát és jellemzőit mérő háromtengelyű szilícium detektoros műszer ESEO (European Student Earth Orbiter) műholdra szánt példányának átadási tesztjei sikeresen megtörténtek. A műholdat 2018 decemberében alacsony Föld körüli pályára állították, ahol megkezdődött annak beüzemelése.

Az Európai Űrügynökség (ESA) az űridőjárás változásainak megfigyelésére egy szétosztott detektorhálózatot kíván létrehozni (Distributed Space Weather Sensor System, D3S). A 2018-ban elindult D3S-RadMag projekt célja egy olyan kombinált, az űrbéli sugárzási tér és a mágneses tér mérésére is alkalmas műszer fejlesztése, amellyel az ESA űridőjárási célú kis műholdas konstellációs küldetésében végezhetnének a közeljövőben méréseket.

A KFKI Telephely továbbfejlesztett sugárvédelmi környezetellenőrző rendszer mérési adatainak feldolgozásának keretében elemezték a továbbfejlesztett gamma-dózisteljesítmény mérőhálózat tesztüzemi eredményeit. Méréssorozatot hajtottak végre a telephelyi aktív gamma-dózisteljesítmény mérések és passzív TL dózismérések eredményeinek összehasonlítására.

Az SVL (Sugárvédelmi Laboratórium) munkatársai a 2017 őszén Európa szerte detektált antropogén ^{106}Ru szennyeződéssel kapcsolatos vizsgálatok során a KFKI Telephelyen kapott mérési adatok értékelésén felül elvégezték a hazai sugárvédelmi környezetellenőrző rendszerek által különböző környezeti elemekben mért ^{106}Ru aktivitáskoncentrációk elemzését. A kutatás részeként vizsgálták a radioaktív szennyeződés környezetben való jelenlétének időbeliségét és térbeli eloszlását, elvégezték a szennyeződés következtében fellépő dózisok becslését és a radioaktív csóva légköri terjedésének modellezését.

A bányászati meddők természetes radionuklid-tartalmának és aktivitás koncentrációjának megállapítására irányuló országos szintű felmérés keretében a meddőminták gamma-spektrometriai elemzését hajtották végre.

Kidolgozták az országos sugárzási helyzet értékelését segítő rendszer szerkezetét, működésének alapjait. A bemeneti adatokat az országos radiológiai mérőhálózatok adatai, rendelkezésre állása esetén a kibocsátási tagra vonatkozó becslés, valamint egy meteorológiai adatbázis képezi.

Részt vesznek a Nemzeti Radon Cselekvési Tervben (NRCsT) foglalt feladatok végrehajtásának szakmai felügyeletére alakult Szakértői Munkacsoport munkájában. Bekapcsolódtak az NRCsT által meghatározott országos reprezentatív radon vizsgálati program és kapcsolódó feladatok végrehajtásáról szóló koncepcióterv kidolgozásába.

Az SVL munkatársai folytatták a belső sugárterhelés monitorozásához kapcsolódó munkát. Megtörtént a belső sugárterhelésre vonatkozó nemzetközi ajánlások, útmutatók feldolgozása és más országok gyakorlatának áttekintése. A munka során elvégezték a hazai gyakorlat elemzését, korábbi események tanulságainak feldolgozását, valamint javaslatokat dolgoztak ki a belső sugárterhelés meghatározására, monitorozására és ellenőrzésére.

Elvégezték a ^{3}H és ^{14}C aktivitáskoncentrációk vizeletben történő mérésének optimalizálását, megvizsgálva a mintaelőkészítési folyamatok (pl. desztilláció, aktív szenes tisztítás), a mérési geometriai elrendezés (mintatérfogat és koktéltérfogat aránya) és egyéb mérési paraméterek (mérő-küvették típusa, csatorna beállítások) hatását a mérési hatásfokra. Részt vettek a PROCORAD által szervezett nemzetközi összemérésben, amely során igazolták a kidolgozott mérési módszer megfelelőségét ^{3}H, ^{14}C és gamma-sugárzó izotópok vizeletben való mérésére vonatkozóan.

Folytatódott a munka a harmadik szintű biztonsági elemzések (PSA-3) megalapozásáról, mely során megvizsgálták a területen érvényes nemzetközi ajánlásokat, az elérhető szakirodalmat és egyéb dokumentumokat, áttekintették a más országokban folyó PSA-3 elemzések gyakorlatát. A munka során megtörtént a PSA-3 elemzések elvégzéséhez szükséges elemzőeszközök felmérése, az inputadatok körének meghatározása. A PSA-3 elemzések megalapozása érdekében áttekintették a hazai előírásokat és a jogszabályi hátteret.

Folytatódott a radioaktív anyagok felszíni vizekben való terjedésének vizsgálatára irányuló kutatás. Elkészült az aktivitás terjedésének leírására, valamint a környezetben kialakuló aktivitáskoncentrációk alapján a dózisok számítására alkalmas program és annak dokumentációja. Érzékenységvizsgálatok készültek az egyes paraméterekre. Mivel 2018-ban többször is megdőlt Paksnál a Duna eddigi legalacsonyabb vízszintjének rekordja, külön elemzések történtek az extrém alacsony vízállás esetére.

A munkatársak a szemlencse egyenértékdózisára vonatkozó korlát megváltozására tekintettel vizsgálták a hatósági személyi dózismérésre és a szemlencsére vonatkozó dózisegyenérték arányát (Hp(10) / Hp(3)), különös tekintettel a kisenergiájú foton-sugárzásra. Az elemzések alapján javaslatokat fogalmaztak meg arra, hogy milyen korrekciós tényezőkre lehet szükség, hogy a személyi dózisegyenérték mérésével igazolni lehessen a szemlencsére vonatkozó dózisegyenértékre vonatkozó előírás teljesülését is. Meghatározták, hogy milyen mértékben befolyásolja az eredményeket, hogy egyes munkafolyamatok esetén a szem közelebb lehet a sugárforráshoz, mint a hatósági dózismérő.

Sugárbiztonsági kutató-fejlesztő tevékenység

- Továbbfejlesztették a Paksi Atomerőműbe beszállított friss fűtőelem-kazetták dúsításának verifikálását, a kiégett kazetták kiégésének mérését és a pótvízrendszerben mérhető többvonalas gamma-sugárzó izotópok oldott/falra lerakódott állapotának elemzését.
- Gamma-spektrometriai módszerrel zárt sugárforrások eredet-meghatározó paramétereit vizsgálták az ismeretlen eredetű, talált vagy lefoglalt nukleáris anyagok azonosítására.
- Ritkaföldfém-profil meghatározásához szükséges elválasztási és méréstechnikai módszereket fejlesztettek, amely eredet-meghatározó módszerként fontos eleme a törvényszéki analitikai elemzéseknek és az ismeretlen eredetű, talált vagy lefoglalt nukleáris anyagok azonosításának.
- A kémiai módszerek fejlesztését 'NAÜ támogatói program' keretében LIBS (hordozható lézer indukált plazma spektrométer) elemzési módszerrel kötötték össze.
- Egy korszerű neutronkoincidenciás adatgyűjtőt (PTR) terveztek és alakítottak ki a beérkezett felhasználói igények kielégítése érdekében, az új típusú hardver és szoftver elemek felhasználásával.

- Megvizsgálták az új fejlesztésű, Ce-mal és Eu-mal külön-külön, illetve együtt aktivált SiO_2 csapdába fogódás hatékonyságát.
- A MEST (Mobile Expert Support Team) egy szimulált bűnügyi helyszínen talált sugárforrások felderítésével, azonosításával és kategorizálásával kapcsolatos bemutatót tartott egy nemzetközi konferencián, továbbá készenlétet biztosított kiemelt politikai személyek látogatása alatt.
- A detektor tesztelő laboratóriumban befejezték az ITRAP+10 Phase II (Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program) H2020 EU projekt keretében SRPM (Spectroscopic Radiation Portal Monitor), RIID (Radiation Isotope Identifiers Device) és PRD (Personal Radiation Detector) detektorok nemzetközi szabványok alapján történő tesztelését.
- A nukleáris védettség folyamatos erősítése érdekében részben hátizsák, részben autóba telepíthető, vagy fixen elhelyezett Symetrica detektor rendszereket (gamma és neutron) teszteltek. Ezekre a vizsgálatokra a tesztlaborban, valamint egy, a magyar-szerb határon megrendezett nemzetközi gyakorlat (H2020 EU, C-BORD – effective Container inspection at BORDer control points) keretében került sor. A gyakorlaton egy új típusú röntgen-berendezés, az említett gamma és neutron sugárkapuk, és egy gázminták analízisére alkalmas berendezés tesztelését végezték el.

A Budapesti Kutatóreaktor működésének főbb eredményei

A Budapesti Kutatóreaktor hazánk egyetlen olyan nemzetközi felhasználói rendszerben működtetett nagyberendezése, amely alap-, és alkalmazott kutatások számára neutronforrásként szolgál. A kutatóreaktor körül 15 nagyberendezés működik. A berendezéseken folyó kutatómunkát a Budapest Neutron Centrum (BNC) koordinálja.

A Budapesti Kutatóreaktor a kutatás mellett a társadalom számára is igen fontos tevékenységet folytat: radioizotópot állít elő az ipar és az orvostudomány számára, amelyek nélkülözhetetlenek a daganatos megbetegedések kimutatásában, ill. azok gyógyításában.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet tevékenységéről és eredményeiről időközönként internetes hírportálokon, napilapokban, valamint rádió- és televízió-műsorokban számolnak be.

A THL kísérleti berendezéseihez rendszeres látogatásokat szerveznek, diákcsoportoknak mutatják be a PMK és CERES berendezéseken elvégzett munkáikat.

A mérési eredményekről és a műszerfejlesztések előmeneteléről időközönként internetes hírportálokon, napilapokban, magazinokban, valamint rádió- és televízió műsorokban számolnak be.

Az Ozone Network televíziós csatorna űrkutatási témájú ismeretterjesztő műsorának (OzoneUniverzum) szerkesztésében vesznek részt. A kutatócsoportban folyó munka kiválóságát az is igazolja, hogy számos nemzetközi rendezvény szervezésére kaptak felkérést:
- EURADOS 7. munkacsoport éves megbeszélése (2018. szeptember);
- PROCORAD éves megbeszélés (2019. június);
- IAEA L3PSA (Level 3 Probabilistic Safety Analysis) workshop (2019. október).

A Budapesti Kutatóreaktor 2018-ban is számos vendéget fogadott, elsősorban diákcsoportokat. Nyári szakmai gyakorlatot tartottak több egyetemista diák számára.

A Sugárbiztonsági Laboratórium a GICNT (Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism) magyarországi rendezvényén mutatta be a mozgólaboratórium és mobil csapat képességeit. A magyarországi nukleáris védettség fenntartása és erősítése érdekében további demonstrációkat tartottak: például a Nemzeti Adó- és Vámhivatal, a GICNT (Globális kezdeményezés a nukleáris terrorizmus ellen) és tréningek (pl. Terror elhárítási Központ, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Készenléti Rendőrség, Tűzszerész Szolgálat, Katasztrófavédelem) számára.

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség Együttműködési Centrumát működtették a nukleáris törvényszéki analitikai területen, mint hazai, regionális és nemzetközi kutatócentrum. A laboratórium hozzájárult a magyarországi határvédelem megerősítéséhez a nukleáris és radioaktív anyagok detektálása kapcsán felhalmozott tudás és tapasztalat által.

Nyílt napokat szerveztek olyan középiskolások, gimnazisták és egyetemisták részére, akik érdeklődnek nukleáris tudományok iránt a környezeti és mesterséges radioaktivitás, dozimetria, sugárvédelem és nukleáris védettség témakörökben.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

Az Intézet legfontosabb hazai partnerei hosszú évek óta az MVM Paksi Atomerőmű Zrt., a Paks II Zrt. és az Országos Atomenergia Hivatal.

A RadMag műszer fejlesztése a magnetométerért felelős Imperial College Londonnal, a magnetométer árbóc nyitómechanizmusáért felelős Astronika Ltd.-vel, valamint az Európai Űrügynökséggel együttműködésben valósul meg. A RADCUBE projekt vezetője a C3S Kft. Az ISS-en végrehajtott űrkísérletek az Orosz Tudományos Akadémia Orvosbiológiai Problémák Intézetével, valamint az S. P. Koroljov RSC Enyergia céggel együttműködésben valósulnak meg.

Az SVL munkatársai folytatták a munkát a 2016-ban kiírt CONCERT (Coping with uncertainties for improved modelling and decision making in nuclear emergencies) pályázaton nyertes CONFIDENCE nemzetközi konzorcium 1. munkacsoportjában. A munka során a kiválasztott esettanulmányok bemeneti adatsorainak összeállítása után első lépésben determinisztikus próbaszámításokat végeztek. Ezután a bizonytalanságok vizsgálatára szánt ensemble futtatásokat végeztek elsősorban a meteorológiára, másodsorban a kibocsátási forrástagra vonatkozóan. A kibocsátás időbeliségének bizonytalanságát a kibocsátási időpont eltolásával vizsgálták, a kibocsátott mennyiség bizonytalanságának elemzése pedig a számítások elvégzése után az eredmény skálázásával történt.

A kutatók rész vettek az ICIDOSE (InterComparison of Internal DOSE assessment) dózisbecslési összemérésben, melynek célja a közelmúltban kidolgozott „Technical Recommendations for Monitoring Individuals for Occupational Intakes of Radionuclides” (TECHREC) használhatóságának ellenőrzése volt. A résztvevők négy esetet vizsgáltak, melyek olyan speciális szempontokra tértek ki, mint a korábbi radionuklid felvétel hozzájárulásnak kiszámítása rutin monitorozás esetén, DTPA (Dietilén-triamin-pentaecetsav) kezeléssel történő dóziskiértékeléshez szükséges adatok kiválasztása, vagy a specifikus urán nuklidok dózisbecslése.

A kutatók részt vesznek az EURADOS keretein belül folyó tevékenységekben, különösen a belső sugárterheléssel kapcsolatos feladatokban és az urán általi belső sugárterhelés becslésével kapcsolatos kutatásban. A munka eredményeképpen meghatározták azon paramétereket, melyeknek legnagyobb a hatása az urán általi belső sugárterhelés becslésében.

A sugárvédelmi laboratórium kutatói egy nemzetközi konzorcium tagjaként részt vettek az Európai Unió által finanszírozott CAThyMARA (Child and Adult Thyroid Monitoring After Reactor Accident) projektben.

A Belügyi Biztonsági Alap keretében közös projekt indult a Készenléti Rendőrség, a Nemzeti Nyomozó Iroda Bűnügyi Technikai Főosztályának bűnügyi helyszínelő csapatával 2018 áprilisában (BBA-5.3.3.3/3-2017-00009). A projekt címe: „Protokoll kidolgozása sugárzó anyagokkal szennyezett helyszíni munka esetére". A projekt célja a hagyományos bűnügyi helyszínelők és nukleáris törvényszéki szakértők közös eljárásrendjének kidolgozása, a bűncselekmények elkövetése során sugárzó anyaggal szennyezett tárgyak által hordozott nyomok, anyagmaradványok sérülésének csökkentése érdekében és a helyszínelők épségének megóvása végett. Az eljárás tervezetten integrálásra kerül a hazai szabályozási rendszerbe.

Tudományos és műszaki együttműködés a Symetrica nevű angol céggel, ami magában foglalja hordozható sugárkapuk, kézi gamma és neutron sugárzás detektálására alkalmas eszközök, hátizsákos sugárzásmérő, és hulladékkarakterizálásra alkalmas rendszerek fejlesztését és tesztelését.

Neutron koincidencia számláló adatgyűjtő és kiértékelő egység (PTR) továbbfejlesztése a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség és különböző nemzetközi kutatóközpontok megrendelésére.

Normál és különlegesen veszélyes környezetben alkalmazható sugárzás detektálási módszerek fejlesztése a nukleáris létesítmények leszerelése érdekében együttműködésben ipari (AREVA, Technatom, Mirion) és tudományos (SCK CEN, Paul Scherrer Institute, CEA, JRC, KIT, UPV/EHU) szervezetekkel.

Az Országos Atomenergia Hivatalt támogatták nukleáris analitikai módszerek fejlesztésével a nukleáris védettség és biztosíték erősítése érdekében.

A Fenntartható Atomenergia Technológiai Platform (FAETP) 2018-ban folytatta tevékenységét.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az elnyert nemzetközi pályázatok jelentős része az EU keretprogramjaiból származik és ezek jelentősége abban áll, hogy a korszerű atomenergetikához kapcsolódó nemzetközi kutatásokhoz biztosít kapcsolatot.

Az Országos Atomenergia Hivatal „Műszaki Megalapozó Tevékenység" pályázatai jelentős szerepet játszanak az Intézet legtöbb laboratóriumának életében, lehetőséget adva a hatósági tevékenység tudományos alapjainak biztosítására.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gadó J, Griger Á, Kulacsy K: The fuel behaviour code FUROM and its high burn-up simulation capabilities. NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN 327: 274-285 (2018) https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2017.12.012
2. Somfai B, Hozer Z, Nagy I: Experimental simulation of activity release from leaking fuel rods. NUCLEAR ENGINEERING AND TECHNOLOGY 50: 7 1148-1153 (2018) DOI
3. Batki B, Kereszturi A, Panka I: Calculation of core safety parameters and uncertainty analyses during unprotected transients for the ALLEGRO and a sodium cooled fast reactor. ANNALS OF NUCLEAR ENERGY 118 pp. 260-271., 12 p. (2018) DOI
4. Patak I, Batki B, Keresztur, A, Panka I: Application of discontinuity factors and group constants generated by SERPENT in the KIKO3 DMG code. KERNTECHNIK 83: 275-281 (2018) DOI
5. Kiss S, Lipcsei S, Házi G, Dezső Z, Parkó T, Pós I, Ignits M, Hományi L: Renewing the refueling neutron monitoring and reactivity measurement systemsat Paks NPP. KERNTECHNIK, vol. 83, no. 4, pp. 354–364, Aug. (2018) DOI
6. Kovács K, Halász G, Takács A, Heltai Gy, Széles É, Győri Z, Horváth M: Study of ultrasound-assisted sequential extraction procedure for potentially toxic element content of soils and sediments. MICROCHEMICAL JOURNAL 136: 80-84 (2018) DOI
7. Pántya A, Dálnoki Á, Imre A R, Zagyvai P, Pázmándi T: Tritium internal dose estimation from measurements with liquid scintillators. APPLIED RADIATION AND ISOTOPES 137: 18-22 (2018) DOI
8. Groniewsky A, Imre A R: Prediction of the ORC Working Fluid's Temperature-Entropy Saturation Boundary Using Redlich-Kwong Equation of State. ENTROPY 20(2): 93 (2018) DOI
9. Szabó L, Gyenes O, Szabó J, Kovács K, Kovács A, Kiskó G, Belák Á, Mohácsi-Farkas C, Takács E, Wojnárovits L: Electron beam treatment for eliminating the antimicrobial activity of piperacillin in wastewater matrix, JOURNAL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY 58: 24-32 (2018) DOI

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ENERGIA- ÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2531; fax: (1) 392 2533
e-mail: belgya.tamas@energia.mta.hu; honlap: www.energia.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

- Az energiatudományi kutatások folytatása illetve felfuttatása hazai és nemzetközi együttműködésben;
- A Budapesti Kutatóreaktornál működő kísérleti berendezések továbbfejlesztése és magas szintű hasznosítása nemzetközi és hazai kutatók bevonásával;
- Az energiaátalakítás környezeti hatásainak és rendszereinek kutatása;
- Energiaátalakító, környezetkímélő, gazdaságos és energiatakarékos kémiai módszerek kutatása.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Nukleáris analitikai kutatások

A neutronos elemanalitikai módszerek alkalmazásai

Metamorf kőzet (nefrit, szerpentinit, metaandezit, kékpala, stb.) nyersanyagú csiszolt kőeszköz és nyersanyag minták prompt-gamma aktivációs analitikai (PGAA) elemzésével a korábbiaknál pontosabban tudták azonosítani a nyersanyag-típusokat, és megbízhatóan körülhatárolni a forrás régiókat.

Megmutatták, hogy az obszidián régészeti leletek roncsolásmentes proveniencia vizsgálatára a PGAA módszer – többek között a B, Cl és Ti koncentrációk mérésével – hasonlóan jól használható, mint a szélesebb körben elterjedt NAA (neutron aktivációs analitikai) és XRF (röntgen fluoreszcens analitikai) módszerek, ugyanakkor reprezentatív eredményt ad. Románia területén fellelt obszidián régészeti leletek PGAA vizsgálatának összefoglaló eredményeit publikálták. A 15 éves kutatás eredményeiből készített adatbázis segítségével megállapították, hogy Romániában a Kárpátokon belül szinte kizárólag az ún. C1 típusú, míg a Kárpátokon kívül a C2 típusú obszidián nyersanyagból készült régészeti leletek fordulnak elő.

PGAA módszerrel vizsgálták Kr. e. 16-12. századi mükénéi, ill. Kr. u. 10-12. századi bizánci üvegek összetételét. Az üveg alapösszetevői (Na, Mg, Si, Al, K, Ca) és a mellékösszetevők, például az üveg színéért felelős nyomelemek (Co, Cu, Mn) mennyiségi meghatározásával, valamint főkomponens-analízis segítségével azonosították a korabeli készítési technológiákat, műhelyeket, illetve a mükénéi leleteken belül két kisebb csoportot különítettek el.

Hazai (Lendület, OTKA) és nemzetközi („Bakota") együttműködések keretében régészeti bronztárgyak összetételét határozták meg PGAA és XRF módszerekkel. A bronzok Sn, Pb, As, Sb és Ni tartalmából, továbbá kiegészítő neutronradiográfiás vizsgálatokból következtetéseket vontak le a korabeli bronzművességi technikákra vonatkozóan. A Füzesabony-Öregdomb leletegyüttesből származó bronztárgyak fő alkotói a réz és az ón, kisebb mennyiségben

tartalmaznak ólmot és nikkelt, míg a füzesabonyi szórványleletek az aranytartalom mellett 16–23 tömegszázalékban tartalmaznak ezüstöt.

Kidolgoztak egy, roncsolásmentes módszerek kombinációján alapuló (XRF, Raman-spektroszkópia, SEM-EDX, neutrondiffrakció, neutronos képalkotás és PGAA), eljárást történelmi orgonák sípjainak vizsgálatára. A sípok elemi- és fázisösszetételének azonosítása nagy szerepet kap az orgonák restaurálása során. Összehasonlították a PGAA, NAA és XRF módszerek analitikai teljesítmény-jellemzőit bronz és obszidián mátrix esetén, továbbá erre is megalkottak egy ajánlott elemzési protokollt.

Nukleáris reaktorok atommagadatainak meghatározása és elméleti leírása

Az EU FP7 CHANDA projektben nyalábidőt nyert spanyol kutatókkal közösen hidegneutron-nyalábos kísérletben mérték a ^{242}Pu sugárzásos neutronbefogása során keletkező prompt-gamma fotonok energia eloszlását, továbbá arany komparátoros mérés segítségével az aktivált ^{243}Pu bétabomlásából a korábbi méréseknél pontosabban meghatározták a ^{242}Pu termikus neutron befogási hatáskeresztmetszetét. Ezzel sikerült feloldani a korábbi mérések közötti 20%-os eltérést. A globális 1DM-QRPA modellből nyert paraméterekkel, saját fejlesztésű statisztikus modellel sikeresen leírták a ^{242}Pu(n,γ) teljes energiájú gamma-spektrum alakját egy IAEA koordinált kutatási projekt keretében.

A nukleáris elemanalitikai és képalkotó módszerek kombinált alkalmazásai

Az évek óta zajló módszertani fejlesztések után sikeresen kombinálták a helyfüggő PGAA elemösszetétel méréseket neutronos képalkotással és alkalmazták az újonnan indult „Spear Project" keretében. Ez egy tudományos együttműködés a Magyar Nemzeti Múzeummal a (rendkívül ritka) famaradványos lándzsahegyek szerves és fém részeinek roncsolásmentes anyagvizsgálatára. Az eredmények már most felhívták magukra a nemzetközi tudományos közösség figyelmét.

Az NVKP_16-1-2016-0014 CAK projekt keretében, együttműködve az MTA EK AEKI Fűtőelem és Reaktoranyagok Laboratóriummal, cirkónium üzemanyag burkolat magas hőmérsékletű felhasadását és oxidációját követően neutronos roncsolásmentes vizsgálatokat végeztek a hidrogén-cirkónium elemarány meghatározására az atomerőművek számára újonnan kifejlesztett (E110G típusú) Zr fűtőelem-burkolatok hossztengelye mentén. A H/Zr tömeg/atom arány hossztengely menti eloszlásának eredményei három csoportra oszthatók. A fenti kategorizálás segíti a folyamatok jobb megértését, ha a burkolatok kísérleti történetét a tényleges hidrogéneloszláshoz viszonyítják.

2018-ban a legnagyobb presztízsű vizsgált múzeumi tárgy egy Leonardo Da Vincinek tulajdonítható lovas szobor volt. A szobron elvégzett komplex vizsgálatsorozat (lokális PGAA mérés, XRF, TOF-ND, neutrontomográfia) célja annak megállapítása, hogy a szobor különböző részeit (a lovast, a lovat, a ló farkát) azonos anyagból, azonos technikával öntötték-e, ill. miből áll a szobor belsejében talált kitöltő anyag. A *budapesti lovas* szobor a Szépművészeti Múzeum külön kiállításán szerepel, ahol a BNC-ben végzett vizsgálatokról egy, a nagyközönség számára készített videó is megtekinthető.

A V4-Korea RADCON (NKFIH NN127102) projekt keretében hazai és a V4 országokból származó betonösszetevő alapanyagokat vizsgáltak PGAA és NAA módszerrel, így a

felaktiválódás szempontjából kritikus főelemek és nyomelemek egyaránt nagypontossággal meghatározhatók voltak.

Neutronos képalkotási módszerek

A Milánói Dóm tartó rudait neutronos képalkotással vizsgálták, hogy feltárják a lehetséges sérüléseket és értékeljék azok állapotát. Látható és rejtett hibákat is észleltek, amelyek jelentősen gyengítik az anyag szilárdságát. A vastest görbületét követő, de szabad szemmel nem látható repedések utaltak a tartórúd e részében keletkező túl nagy mechanikai feszültségre.

Nano-méretű titán-dioxidot elterjedten alkalmaznak pl. fotokatalizátorként. Egy CERIC-ERIC projekt keretében vizsgálták a TiO_2 kulturális örökség megőrzésével kapcsolatos használhatóságát is. Dinamikus neutronos képalkotással nyomon követték a nano-kompozittal bevont kövek vízfelvételét, amivel meghatározták a bevonatban alkalmazandó optimális mennyiségű TiO_2 mennyiséget.

A Pennsylvania State University-vel (USA) és Svájci Szövetségi Technológiai Intézettel együttműködve egyszerű és költséghatékony ZnS-alapú gyorsneutronos szcintillációs ernyőket fejlesztettek, és hasonlítottak össze a kereskedelemben kapható ernyőkkel. Az eredmények szerint a „házilag" kifejlesztett ernyők fényhozama eléri a kereskedelmi polipropilén/ZnS ernyők 60%-át, ami leginkább az optikai epoxi propilénhez viszonyított alacsonyabb hidrogéntartalmának tulajdonítható.

A 2017-ben elindított, képalkotás a porózus anyagokon (geológia, paleontológia, kerámia) kutatási programjukat folytatták. A RADCON együttműködésben atomerőművek építése során használandó betonmintákat jellemeztek neutron- és röntgen-képalkotással. A neutronos képalkotás a hidrogéntartalomra vonatkozó nagy érzékenysége miatt kiváló eszköznek bizonyult a cementalapú anyagok szerkezeti és összetételi vizsgálataiban. Az előzetesen többféleképpen besugárzott minták vízfelvételi folyamatát dinamikus neutronradiográfiával követték, illetve a porozitás mérésére a nagyobb kontrasztot biztosító röntgenes képalkotást is használtak.

A Wismar Egyetemmel (Németország) és a Pécsi Tudományegyetem Mérnöki és Informatikai Karával együttműködve neutronos képalkotással vizsgálták a téglákba injektált szintetikus gyanták különböző páratartalom melletti térbeli eloszlását. Bebizonyosodott, hogy minél nagyobb a páratartalom, annál alacsonyabb a szilán alapú anyag infiltrációja az anyagba. A munka PhD-dolgozat formájában került publikálásra.

Elemanalitikai módszerfejlesztés

A műszeres neutronaktivációs analízisben (NAA) használható detektorkalibrációs eljárást dolgoztak ki, amely a PGAA-ban meghatározott nagypontosságú hatásfokot képes az NAA detektorokra átvinni, így annak a 2,0-3,5 MeV közötti tartományában a görbe pontosságát jelentősen javítani. Ennek köszönhetően a Na, Ca és S elemek helyesebben elemezhetők.

Nagyszámú hasonló PGAA spektrum kötegelt kiértékelésére, illetve a PGAA-ban előforduló speciális csúcsalakok illesztéssel történő kiértékelésére számítógépes programot készítettek és az algoritmust publikálták.

Mössbauer spektroszkópia alkalmazásai

Mágnesezhető, kettős funkcionalitású 100 nm-es nanorészecskéket szintetizáltak és vizsgáltak. Először a részecskék magját építették fel vasoxidból, majd ezt mezopórusos szilikát réteggel burkolták be. A mezopórusokban kettős hatóanyagot, rákellenes mitoxantront és gyulladásgátló prednizolont fixáltak. Mössbauer-spektroszkópiával azonosították, hogy a szemcsék magjának fő komponense maghemit.

$ZnFe_2O_4$ tartalmú galvániszapokban vizsgálták a cink és a vas elkülönítésének lehetőségeit. Megállapították, hogy vas-ammóniumszulfát adalékolásával, majd rákövetkező ömlesztés után akár vasoxidként, akár vízoldható szulfátként elkülöníthető a vaskomponens. Mössbauer-spektroszkópiával a különböző adalékolási és ömlesztési körülmények között azonosították a különböző vastartalmú vegyületeket.

Folyadékokban (víz, glikol, paraffinolaj, sziloxán) erős áramimpulzusokkal vas- és ötvözethuzalokat párologtattak. Vizsgálták a keletkező különböző vastartalmú oxidokat és karbidokat. Megállapították, hogy nem csak a keletkező fémolvadék, hanem az atomosan elpárolgó fém is pillanatszerű reakcióba lép a folyadék gőzével.

A Bodai Agyagkő Formáció (Nyugat-Mecsek) különböző helyeiről származó fúrómagokban a Mössbauer-spektroszkópia módszerével vizsgálták a vastartalmú agyagásványokat. Egyéb vizsgálatokkal egyezésben megállapították, hogy az agyagásványok fő komponense illit. A Fe^{2+}/Fe^{3+} arány meghatározásával megállapították, hogy a különböző helyszíneken az ásványképződés és a másodlagos diagenezis különbözőképpen ment végbe.

Különböző módokon előállított, nem-sztöchiometrikus magnetit nanorészecske rendszerek komplex szerkezetvizsgálatával (Mössbauer-spektroszkópia, röntgen-pordiffraktometria és elektron mágneses rezonancia spektroszkópia) tanulmányozták az előállítási körülmények hatását a nanorészecskék összetételére és a vas oxidációs állapotára magnetit alapú mágneses nanoporokban. Kimutatták, hogy almasav felületaktív anyag alkalmazása a nanoporok előállítása során gátolja a részecskék oxidációját. Megmutatták, hogy a különböző oxidációs állapotú nanorészecskék az elektron mágneses rezonancia spektroszkópia segítségével megkülönböztethetők egymástól. Új módszert dolgoztak ki a nem-sztöchiometrikus magnetit nanorészecske rendszerek szobahőmérsékleti ^{57}Fe Mössbauer-spektrumainak kiértékelésére, és megmutatták, hogy annak segítségével megbízható eredmények nyerhetők a nanorészecskék összetételére, illetve a formális Fe^{2+}/Fe^{3+} arányra vonatkozóan.

Környezetfizikai kutatások

Nagyaktivitású és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok végleges elhelyezése

A nagyaktivitású radioaktív hulladékok kondicionálására az előző években kifejlesztett boroszilikát mátrix-üveg összetételhez a hulladékban jelenlévő aktinoidákat kémiailag modellező lantanoidákat adtak, 10-30 m/m% mennyiségben CeO_2, Nd_2O_3 és Eu_2O_3 formájában. Az így létrehozott modellüvegek szerkezetvizsgálatát NMR (mágneses magrezonancia spektroszkópia), Raman és röntgenabszorpciós mérésekkel egészítették ki, amelyek igazolták a korábbi neutron- és röntgendiffrakciós eredményeket, a lantanoidák atomi szintű beépülését a mátrix-üveg szerkezetébe. Röntgenabszorpciós kísérletek eredményei alapján megállapították, hogy a cérium az üveg szerkezetébe Ce^{3+} formában épül be, illetve a Nd^{3+} és Eu^{3+} ionok nem alkotnak klasztereket az üveg szerkezetén belül.

A radioaktív hulladékokból esetlegesen kiszabaduló radionuklidok hulladéktároló befogadó kőzetén történő szorpcióját modellezték laboratóriumi kísérletekben. A makroszkopikus kísérletsorozatot öt különböző, a Bodai Agyagkő Formációban mélyített új fúrásból származó magmintán végezték el Cs^+, Ni^{2+} és Eu^{3+} ionokra. A Cs^+ ionok esetén ICP-MS (induktív csatolású plazma tömegspektrometria) módszerrel meghatározott, szilárd és folyadék fázis közötti megoszlási hányadosok és a magminták illit- és klorittartalma közötti korreláció alapján megállapították, hogy a szorpció főképpen az agyagásványokon történik.

Aeroszol kutatás

Energetikai eredetű légköri aeroszolrészecskék vizsgálata során a városi respirábilis aeroszol ($PM_{2.5}$, azaz legfeljebb 2,5µm átmérőjű részecskék) forrásait téli és tavaszi időszakban vett minták kémiai összetétel adataiból, légcella trajektóriákból és meteorológiai adatokból kiindulva pozitív mátrix faktorizációval (PMF) határozták meg. Megállapították, hogy a téli periódusban a források tekintetében a háztartási biomassza tüzelés járuléka mintegy 30%, továbbá a másodlagosan keletkezett részecskék aránya is jelentős volt.

Új, kaszkád impaktoron alapuló módszert fejlesztettek ki, amely alkalmas többféle analitikai módszerhez elfogadható minták egyidejű vételére, az aeroszolrészecskék kollektív (totálreflexiós röntgenfluoreszcencia, Raman spektrometria), és egyedi (transzmissziós vagy pásztázó elektormikroszkópia) méréseihez egyaránt lehetőséget nyújtva. Két különböző forrásprofilú helyszínen vett tesztminták mérése alapján megállapították, hogy a 70–200 nm mérettartományban a közlekedési és a biomassza tüzelési forrásokra egyaránt jellemző fürtszerű koromrészecskék és gömbszerű szerves részecskék a módszerrel hatékonyan mintavételezhetők.

Aeroszolok egészségre gyakorolt hatása

A Sztochasztikus Tüdőmodell legújabb verzióját alkalmazták a radon leányelemek bronchiális kiülepedéséből és mukociliáris tisztulásából származó sejtszintű aktivitás- és dóziseloszlásának elemzésére a lakásokra jellemző sugárterhelésnél. A Sztochasztikus Tüdőmodell segítségével megtörtént a lakásokra jellemző aktivitáskoncentrációjú és izotópösszetételű radon leányelemek alfa-bomlásából származó sugárérzékeny bazális és kiválasztó sejtek magjaiban elnyelt dózisának kiszámítása. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a radontól származó sugárterhelés mértéke erősen inhomogén a légzőrendszer bronchiális régiójában, vagyis nem elegendő a radon leányelemek bomlásából származó sugárterhelés légúti régiók (extratorakális, bronchiális, acináris) szerinti vizsgálata. Bizonyították, hogy a nyáktisztulás légúti generáció felbontású vizsgálata nélkül nem lehetséges a ^{214}Po bomlásából származó elnyelt sejtmagdózisok kellően pontos jellemzése.

A spray típusú aeroszol gyógyszer inhalátorok elsütése és a páciens belégzése közötti gyenge koordináció tüdődózisra gyakorolt hatásának a számszerűsítése során megállapították, hogy a légúti betegségek gyógyszeres kezelése esetében a belégzés kezdete és a túlnyomásos inhalációs eszköz működésbe hozása közötti koordináció hiánya az egyik leggyakoribb hiba. Az eredmények azt mutatták, hogy a belégzési idő első felében aktivált eszköz kevesebb, mint 25%-os tüdőben kiülepedett gyógyszermennyiség csökkenéssel jár a tökéletes koordináció esetéhez képest, de a csökkenés drasztikussá válik, ha az eszköz aktiválása ennél is később történik.

A Karlsruhei Műszaki Egyetemtől (KIT) származó felnőtt fantom CT-s felvételeiből általuk rekonstruált tüdőlebeny felületeket felhasználva felépítésre került egy digitális tüdőfa

geometria. A Sztochasztikus Tüdőmodell továbbfejlesztéseként saját algoritmus került kidolgozásra annak érdekében, hogy minden légút térbeli elhelyezkedése realisztikus legyen. Az így létrehozott háromdimenziós modellben megtörtént az inhalált radonszármazékok depozíciójának szimulációja, valamint meghatározásra került a kiülepedett radioaktivitás és sejtdózis pontos térbeli eloszlása. Ezen eredményekből kiindulva modellezhető az egésztestszámláló detektorát érő gammasugárzás intenzitása.

Számos sejt esetén a sugárdózis növekedésével nem monoton csökken az életben maradó sejtek száma, hanem néhány 100 mGy-nél (milligray sugárdózisnál) lokális minimum figyelhető meg. A munka célja annak vizsgálata volt, hogy ez a hiperszenzitív sugárválasz következik-e a mutációk számának minimalizálásából. Elkészült egy matematikai modell, amelyben bármely dózis esetén a sejtek aszerint maradnak életben vagy pusztulnak el, hogy az előbbi vagy utóbbi folyamat vezet-e a sejtpopulációban jelen lévő mutációk számának csökkenéséhez. Az eredmények alátámasztják, hogy ha a sejtek bármely dózisnál a mutációk számát minimalizálják, akkor ez lokális minimumokhoz vezet a sejttúlélés-dózis görbékben. Ha az adott dózis több mutációt eredményez, akkor a minimumok kisebbek, ami magyarázatot adhat arra, hogy a hiperszenzitivitás miért tumorsejteknél figyelhető meg elsősorban.

Energiarendszer modellezési témák

A VEKOP – Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira című projekt első évének kutatási fókuszát a napelemek energiatermelésének kvalitatív vizsgálata jelentette azért, hogy az energiaforrás időjárásfüggő jellegét minél jobban leképezhessék a későbbi vizsgálatokhoz. Több forrásból gyűjtöttek össze napelemes energiatermelési- és hozzá tartozó időjárási adatsorokat, melyek felhasználásával, illetve a clear-sky viszonyokra jellemző elméleti görbékkel több mérőszám kialakításával lehetőség nyílt az egyes időjárási viszonyok elkülönítésére. Az osztályozáshoz a k-közép klaszterezést használták, három, illetve négy különböző csoportot létrehozva. Összehasonlították a szakirodalomban elérhető csoportosítási eljárásokat, illetve ezeket bővítették saját eredményeikkel. A napelemek rendszerterhelési görbére gyakorolt hatásainak vizsgálata kapcsán neurális hálók használatával képezték le a rendszerirányító terhelésbecslési eljárását.

A villamos hálózatok heterogenitásának vizsgálata céljából összehasonlították a másodrendű Kuramoto modell fázisszinkronizációs átmenetét kétdimenziós és szintetikus villamos hálózatokra alkalmazva. Az utóbbiak súlyozott hierarchikus hálózatok, melyeket valós rendszerek alapján generáltak. A globális (K) csatolást változtatva megmutatták, hogy az átmenetek ugyan elsőrendű jellegűek, a végtelen méret limeszben nem lesz igazi fázisátalakulás. Azonos méretű szintetikus hálózatokon a szinkronizáció alacsonyabb csatolásoknál törik le, mint a reguláris griden. Egy hálózati összeomlást szimuláló alacsony K-ra történő ugrásnál a deszinkronziációs lavinák időhossz eloszlása hatványfüggvény viselkedést mutat a tapasztalatokkal összhangban. Megmutatták, hogy az elosztott energiatermelős rendszer szinkronizációs tulajdonságai jobbak, mint a hagyományos centralizált erőműves modell alkalmazása esetén.

A regionális energia portfólió optimálása szempontjából a hazai villamosenergia- és hőszektor hosszú távú tervezéséhez kapcsolódóan három fő terület kapott hangsúlyt. A hőszektorból a legjelentősebb fogyasztási helyre, Budapestre dolgoztak ki több szempontú parametrikus optimalizálási modellt a fűtési és a használati melegvíz igényekre, a gazdasági, környezeti és klímahatások figyelembevételével. Az ideális hőtermelési portfólióban az alapellátást hőszivattyúk, illetve távfűtéshez kapcsolódó kommunális hulladék és biomassza égetés

biztosítja, kiegészítve az atomenergia alapú távhővel. A csúcsigényt földgáz alapú egyéni-, illetve távfűtés biztosítja. Megállapították, hogy az energiahordozók portfólión belüli aránya csekély mértékben változik csupán a környezeti és klímahatások kiemelése esetén. A villamosenergia-szektorhoz kapcsolódó, elsősorban ellátás-biztonsági és távlati elemzési célokat szolgáló szimulációs vizsgálatok megalapozásához megtörtént a háttéradatbázis előkészítése, különös tekintettel a regionális erőműállomány föltérképezésére. A szimulációs vizsgálatokhoz felhasználható a hazai szélerőművek éghajlati reanalízis adatbázisra épülő termelési modellje.

A Budapest belvárosi energetikai vizsgálatok célja a sűrűn beépített területek energia-megtakarítási potenciáljának elemzése. Az eredmények egy döntéstámogató dokumentum létrehozásához szükségesek, melyen belül a műemléki/városképi értékek védelmének figyelembevételével energetikai felújítási módszerek és ezek megtakarítási értékei kerülnek ismertetésre. A rehabilitációt akadályozó tényezők (védettségek, geometriai, és megújuló energiahasznosítási korlátok) figyelembevételével elkészített útmutató segítheti a történelmi városrészek energiahatékony megújulását. Az energiahatékonyság növelése és a meglévő épületállomány közel nulla energiaigényre való felújítása a hosszú távú Európai Uniós és nemzeti célok része.

Az ESS együttműködés keretében részt vettek az ESS egyes berendezéseihez (CSPEC, BIFROST és LoKI) tervezett neutron-detektorok fejlesztésében illetve kiválasztásában Monte Carlo modellezéssel. Az elmúlt években fejlesztett és validált Multi-Grid detektormodellel vizsgálták a detektor szórtneutron-hátterét. Feltérképezték továbbá egy új, összetett belső detektor-árnyékolás háttércsökkentő potenciálját is, mellyel növelhető a jel/zaj arány, ami a CSPEC hideg spektrométer egyik kritikus paramétere. Hasonló Geant4 szimulációval átfogó vizsgálatot végeztek a BCS (Boron Coated Straw) detektoron, mely egy potenciális jelölt a LoKI SANS berendezéshez. Megvizsgálták a detektoranyagokban történő elnyelődést, felaktiválódását, a detektálási hatásfokot és a detektoron belüli szóródást, illetve a LoKI berendezésnél várható beütési sebességeket. Megkezdték továbbá a BIFROST berendezés modelljének felépítését a beütési sebesség vizsgálathoz.

A SINE2020 projektben, neutronsugárzás elleni biológiai védelem anyagainak (fém és beton minták) neutron aktivációját vizsgálták MCNP szimulációval és kísérletileg a Budapesti Kutatóreaktorban besugarazott mintákon. Az ESS egyik diffrakciós csatornájához kockázatelemzések alapján passzív biológiai védelemre alkalmas mérőkamrát terveztek.

Környezetkímélő és energiatakarékos sugárkémiai kutatások

Új, alternatív eljárás alkalmazása a szennyvízkezelésben: vízben oldott szerves szennyezők lebontása nagyenergiájú sugárzással.

A nagyhatékonyságú oxidációs eljárások során keletkező hidrogénperoxid nagymértékben módosíthatja az élő szervezetekkel végzett kísérletek eredményeit. Egy antibiotikum, a szulfametoxazol oxidációját ionizáló sugárzással végezték. Megállapították, hogy a hidrogénperoxid koncentrációját legalább 0,05 mmol/dm^3 értékre szükséges csökkenteni különböző toxicitási méréseknél (*Vibrio fischeri, Pseudokirchneriella subcapitata and Daphnia magna*), a nagyobb koncentrációknál tapasztalható nagy gátlóhatás miatt. A különböző toxicitási vizsgálatok nemcsak a változások mértékében, hanem tendenciáiban is különbséget mutattak.

Az elmúlt évtizedekben az antibiotikum-rezisztencia óriási problémát jelent az általános egészségügyi ellátás számára. A komplex szennyvíz mátrix antimikrobiális aktivitása piperacillin esetében megszűnt. Elektronsugaras kezelés megfelelő lehet az antibiotikum-rezisztencia kezelésére.

A nagyhatékonyságú oxidációs technológiák alkalmazhatóságát vizsgálták szabad gyökös rendszer létrehozásával, a fluoxetin neurofiziológiai aktivitásának eltávolítása érdekében. Számításokkal alátámasztott termékanalízis mérések alapján a fluoxetin vázon átalakulások széles skálája várható.

Polimerek sugárzásos módosítása

Cellulózszármazékok és agyagásvány őrlemények felhasználásával szuperabszorbens jellemzőkkel bíró kompozit géleket állítottak elő. Meghatározták az egyes komponensek típusának, arányának és az előállítási paramétereknek a hatását a kompozit tulajdonságaira. A cellulózszármazékok közül a hidroxietil-cellulóz bizonyult a legalkalmasabbnak gélek előállítására. Montmorillonit ásványőrlemény adagolásával a vízfelvétel és a gélesedés mértéke egyaránt javult, bár nagy mennyiségben már rontotta a gélesedési hajlamot. Kis (0,5 m/m polimer% alatti) mennyiségű térhálósító adagolásakor a gélképzés jóval enyhébb reakciókörülményeket igényelt. Természetes helyett felületkezelt organofil agyagásványok alkalmazásakor a gélek vízfelvétele szignifikánsan csökkent, de az előzetes vizsgálatok alapján az ilyen kompozitokban mint adszorbensekben nagy lehetőségek rejlenek.

Energiatakarékos, környezetkímélő és gazdaságosságot elősegítő felületkémiai és katalitikus kutatások

Elektrokatalitikus vízoxidáció

Cu-tartalmú molekuláris rendszereket vizsgáltak. A vízoxidáció a mesterséges fotoszintézis rendszerek meghatározó eleme, bőségesen rendelkezésre álló és környezetkímélő katalizátor-összetevők alkalmazhatóságának kutatása a megújuló kémiai energiahordozók termelése érdekében megkerülhetetlen. Az ilyen összetevőkből felépülő katalitikus centrumok összehangolt működése előnyös, molekuláris rendszerek vizsgálatával a működési mechanizmus megérthető. Ennek érdekében többszörösen elágazó láncú peptidet terveztek, ahol mindegyik elágazás kötőhelyként szolgál egy Cu(II) centrum számára. Azt találták, hogy a peptid és a kuprátionok sztöchiometriai arányának megváltoztatása, ezáltal a fémionok hierarchikus beépülése a centrumok hatékony együttműködése révén drasztikusan növeli a katalitikus teljesítményt. Eredményeik közlés alatt állnak.

Elektrokatalitikus hidrogénfejlesztő reakció

A mesterséges fotoszintézis fontos összetevője, a MoS_2 egy ígéretes katódbevonó katalizátor. Kétdimenziós filmeken H_2S atmoszféra alkalmazásával megszüntetve a kén-hiányhelyeket azt találták, hogy az elektrokatalitikus aktivitás visszaesik. A légköri dioxigén és a felületi kén kicserélődésével létrejövő, hibahelyekben gazdag 2D-$MoS_{2-x}O_x$ kristályok katalitikus aktivitása ugyanakkor jóval nagyobb, ami azzal magyarázható, hogy a kristálylapokon a felületi hibahelyekre beépülő oxigénatomok a hidrogén-termelés katalitikus centrumai.

Metán száraz reformálása ($CH_4+CO_2 \rightleftharpoons 2CO+2H_2$)

A kutatások célja aktív, szénlerakódásoktól mentes katalizátor fejlesztése és a reakciómechanizmus tisztázása volt. Ni- és $NiPt/ZrO_2(Na_2O)$ rendszerekben 300°C körül, infravörös spektroszkópiai módszerrel felületi formiátot detektáltak a H_2-nel borított katalizátorokon. A formiát kötéserőssége, bomlási módja a fém körül lokalizált Na_2O promoter bevitelére megváltozott, összefüggést mutatva az eltérő aktivitással és szennyeződési hajlammal. A szénlerakódás-mentes, újszerű $NiIn/SiO_2$ mintákon, reformáló gázkeverékben végzett infravörös mérések során az egészen 500°C-ig fémen kötött CO jelenléte azt sejtette, hogy a fémrészecskék felülete tiszta és az egyfémes katalizátorral szemben karbidképződés nem történik. A metán-aktiválási lépést impulzusos módszerrel, tömegspektrometriával követték tiszta és karbonizált mintákon. A frissen redukált Ni/SiO_2 felületen teljes metán disszociáció mellett sztöchiometrikus mennyiségű H_2 keletkezését tapasztalták, míg a kétfémes $NiIn/SiO_2$ mintán az impulzusonként adagolt metán konverziója részleges volt, ráadásul a hidrogén nagy része kötve maradt a felületen. Különböző fokú karbonizálást követően a számított felületi H/C arány magas maradt a kétfémes mintán. Ez arra utal, hogy a metán teljes disszociációja gátolt mind a tiszta, mind pedig a szenes NiIn felületen. A csoport által a metán aktiválásában felismert lényegi különbség lehet az egyik oka, hogy a NiIn katalizátoron nem keletkezik szénlerakódás a száraz reformálás során, aminek alapvető fontossága lehet ipari katalitikus folyamatok tervezésében.

Aerob szelektív oxidáció

Fontos zöldkémiai törekvés az atom- és energiahatékonyság megvalósítása. Olasz és kínai együttműködésben vizsgálták modern nano-katalizátorokon második fém hozzáadásának és a hordozó megváltoztatásának a hatását. Egy jelentős platform molekula, a glicerin oxidációjában, az előkezelés nélküli $Au-Ag/Al_2O_3$ minták összehasonlító vizsgálatával kimutatták a 4Au/1Ag összetételű kétfémes katalizátorok szinergikus aktivitás-növekedését. A szol adszorpcióval (SOL) és szolvatált fématom-depozícióval (SMAD) előállított mintákon az ezüst emellett növelte a glicerát termék tovább oxidációját is tartronsavvá. A SOL minták nagyobb aktivitását a kisebb fémrészecske-méret mellett az Ag kisebb felületi dúsulásának és gátolt oxidációjának, azaz eltérő elektronállapotának tulajdonították. Kalcinálás hatására a SOL katalizátorok kissé aktiválódtak, feltehetőleg a stabilizátor maradványok eltávolítása következtében, a SMAD mintákon viszont az aktív nanorészecskék szinterelődtek és az ezüst részlegesen oxidálódott. A SOL módszerrel és karbamidos leválasztás-lecsapással (DPU) készített $Au-Ag/TiO_2$ katalizátorok szintén 4Au/1Ag összetétel mellett mutattak szinergikus hatást, de a tartronát képződés szelektivitása csökkent. Az ezüst arányának további növelése deaktiválta az aranyat, amit a felületi Au centrumok számának drámai csökkenésével magyaráztak. Kalcinált Au katalizátorok esetén nem redukálható oxidok, pl. Al_2O_3, vagy MgO, és hidroxiapatit összehasonlításával hordozóhatást mutattak ki benzil-alkohol szelektív oxidációjában. A katalitikus hatás változásait az Au részecskeméret mellett a részecskék felületi töltését, a hordozók eltérő felületi sav-bázis sajátságait, valamint a felületi hidroxid koncentrációját tekintetbe véve értelmezték.

Üzemanyag biomassza tartalom meghatározása

2017-ben együttműködést kezdeményeztek a Leuveni Katolikus Egyetem (Belgium) Felületkémia és Katalízis Centrum csoportjával, amiből egy jelentős közös publikáció készült. A belga partnerek biobenzint állítottak elő (hemi)cellulóz pépből egy kétfázisú (vizes–szerves) katalitikus folyamatban, melyet egy fosszilis könnyűbenzint gyártó olajfinomítói folyamatba

integráltak. Itthon ezeknek a biobenzin – fosszilis benzin elegyeknek a biomassza tartalmát határozták meg direkt folyadékszcintillációs (LSC) módszerrel.

Fémek és nagyenergiájú sugárzás kölcsönhatása

Nagy tisztaságú, polikristályos Al és Zn lemezeket sugároztak be 30 keV energiájú Ar^+ ionokkal, és meghatározták az elektronkilépési munkák változásait. Közvetlen céljuk a korábbi, rozsdamentes acélon végzett vizsgálatok megerősítése és kiterjesztése. Úgy találták, hogy a kilépési munka a fluencia mértékeként használt DPA (displacement per atom) függvényében szélsőértéket mutat. Ez összhangban áll az acélon nyert eredményekkel. A méréseket a Lang-Kohn elmélet keretén belül értelmezve meghatározták a rácstávolságokra jellemző Wigner-Seitz sugarakat. A szélsőérték felléptét egy egyszerű modell segítségével értelmezték.

b) Tudomány és társadalom

A sugárvédelmi kutatások területén régóta léteznek azok az adatbázisok, amelyek lehetőséget adnak a nyers adatok tárolására, illetve adott közösségben való közzétételére. Ugyanakkor a Környezetfizikai Laboratórium vezetésével készült felmérésből is kiderült, hogy ezek ismertsége és használata kiábrándítóan alacsony. A felmérés eredményei hamarosan megjelennek a Radiation Protection Dosimetry című folyóiratban.

Idén is részt vettek az Intézet dolgozói a Hungexpo Automotive Hungary 2017 kiállításon, hogy népszerűsítsék a neutronos analitikai lehetőségeket, amelyet a Budapesti Neutron Centrum nyújt: https://twitter.com/BNCHungary/status/921013719093559302

Egyik munkatársuk fő szervezője volt a nagy sikerű "A fizika mindenkié" című országos, a tudományt és ezen belül a fizikát népszerűsítő programsorozatnak, melyet az Eötvös Loránd Fizikai Társulat koordinált és az MTA EK is támogatott. A program részleteiről az alábbi helyen lehet további információt szerezni: http://afizikamindenkie.kfki.hu/?q=archivum-2017

Ismeretterjesztő publikációt jelentettek meg a Fizikai Szemlében a neutronos képalkotó módszerek alkalmazhatóságáról.

Együttműködést kezdtek a Szépművészeti Múzeum munkatársaival, mely keretében egy Leonardo Da Vincinek tulajdonított, kiemelt jelentőségű bronz lovas szobor szerkezetvizsgálatát végezték. Az eredményekről egy képekkel gazdagon illusztrált múzeumi kiadványt készítettek, amelyben új megvilágításba helyezték a tárgy készítési technikáját.

Kiemelkedő eredményeiket az MTA hírportálján, a sajtóban, a Tv-ben és rádióban tették közzé.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A nemzetközi kapcsolataikban a nukleáris elemanalitikában és a sugárkémiában fontos szerepe van a NAÜ által koordinált projekteknek, amelyekben számos ország kutatóival állnak együttműködési kapcsolatban. Részt vesznek számos EU-s kutatási projektben és a kutatási infrastruktúrához a szabad hozzáférést támogató szintén EU-s projektekben (EU FP7 CHANDA, SINE2020, BrightnESS, IPERION CH, E-RIHS). A BNC-n keresztül kutatásiinfrastruktúra-hozzáférést biztosítanak a CERIC-ERIC-es felhasználóknak. Kiemelkedő a kapcsolatuk a Nemzeti Múzeum kutatóival.

2018-ban új együttműködési megállapodást írtak alá az MTA EK és az MTA Ökológiai Kutatóközpont a gyógyszermaradványokat érintő sugárkémiai kutatásokkal kapcsolatban. Alapvető cél az alap- és alkalmazott kutatások, valamint a szolgáltatók együttműködéseinek

erősítése és a kutatások eredményeinek felhasználása a jövőbeli víztisztítási technikák és technológiák kidolgozásában a hazai szabályozások és az EU-direktívák alapján.

A sugárkémiában együttműködő partnereik közt van a kínai Tsinghua University, Beijing, a török Turkish Atomic Energy Authority (Ankara), valamint a koreai EBTech (Daejon).

A kínai Xi'an-ban működő International Research Centre for Renewable Energy-vel (IRCRE) hibrid fotoelektrokatalitikus rendszerek kutatásában működnek együtt. A Leuveni Katolikus Egyetem Felületkémia és Katalízis Centrumával (Belgium) és a Groningeni Egyetem Stratingh Kémiai Intézetével (Hollandia) tovább folytatják a biomassza vizsgálatokat. A milánói CNR-Institute of Molecular Science and Technologies és a Dipartimento di Chimica, Universitá degli Studi di Milano, illetve a CAS-Dalian Institute of Chemical Physics kutatóival együttműködésben végeztek kutatásokat aerob szelektív oxidáció témakörben. A Robert Bosch GmbH részére rendszeres felületanalitikai megbízásokat teljesítettek.

Együttműködnek az Európai Spallációs Forrás kutatóival új mérőállomások és detektorok fejlesztésében. Az energetikában és a környezetvédelemben kapcsolatot alakítottak ki a döntéshozó szervezetekkel.

Oktatási tevékenység

A BNC keretében, előadások és laborgyakorlatok tartásával, részt vettek a 2018-as Közép Európai Neutron Iskola (CETS) lebonyolításában.

Az ELTE TTK-n, geológus és archeometria szakos MSc- és PhD-hallgatóknak szóló *Nukleáris elemanalitikai módszerek és alkalmazásaik a földtudományi és archeometriai kutatásokban I-II* című tárgy oktatásában a labor öt munkatársa előadóként, két további gyakorlatvezetőként vett részt. A tárgyhoz az interneten is hozzáférhető segédanyagok érhetők el (http://energia.mta.hu/hu/ELTE-NEMA).

BME és ELTE MSc-hallgatóknak tartottak laborgyakorlatot az év folyamán több alkalommal (összesen kb. 50 fő). Nyári szakmai gyakorlatot tartottak egy francia diáknak.

A sugárhatáskémia területén dolgozó kutatók oktatási tevékenységet végeztek a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán, az ELTE-n, és az Óbudai Egyetemen sugárkémia, anyagtudomány, környezetvédelem és víztisztítás témakörökben.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018 decemberében négyéves, az NKFIH 128841 számú, 35,4 M Ft összegű támogatásával kétoldalú kutatási projekt indult az IRCRE-vel. Az Európai Unió által támogatott „Páneurópai Hálózat Létesítése Lignin Fenntartható Valorizálása Céljából" című LignoCOST CA17128 számú programban vesznek részt 2018 októberétől kezdődően, 4 éves időtartamban. A program célja egy páneurópai hálózat létrehozása, aminek révén releváns információk oszthatók meg a lignin valorizálására fókuszálva a fenntartható ipari alkalmazások felé. A program munkacsoport értekezleteken, workshop-okon, konferenciákon és tréningeken történő részvételt, valamint rövid tudományos látogatásokat támogat.

IAEA CRP (összesen: 20.000 Euro) International Atomic Energy Agency Coordinate Research Project F23033 „Radiation Inactivation of Bio-Hazards using High Powered Electron Beam Accelerators"

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Deneyer A, Peeters E, Renders T, Van den Bosch S, Van Oeckel N, Ennaert T, Szarvas T, Korányi T I, Dusselier M, Sels B F: Direct upstream integration of biogasoline production into current light straight run naphtha petrorefinery processes. NATURE ENERGY, 3**,** 969-977 (2018) DOI
2. Pető J, Ollár T, Vancsó P, Popov Z I, Magda GZ, Dobrik G, Hwang C, Sorokin P B, Tapasztó L: Spontaneous doping of the basal plane of MoS_2 single layers through oxygen substitution under ambient conditions. NATURE CHEMISTRY, 10*:* 1246–1251 (2018) REAL
3. Jouve A, Nagy G, Somodi F, Tiozzo C, Villa A, Balerna A, Beck A, Evangelisti C, Prati L: Gold-Silver catalysts: Effect of catalyst structure on the selectivity of glycerol oxidation. J. CATAL., 368: 324–335 (2018) DOI
4. Ságí G, Bezsenyi A, Kovács K, Klátyik S, Darvas B, Székács A, Mohácsi-Farkas C, Takács E, Wojnárovits L: Radiolysis of sulfonamide antibiotics in aqueous solution: Degradation efficiency and assessment of antibacterial activity, toxicity and biodegradability of products. SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT 622-623: 1009-1015 (2018) DOI
5. Wojnárovits L, Tóth T, Takács E: Critical evaluation of rate coefficients for hydroxyl radical reactions with antibiotics: CRITICAL REVIEWS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY 6: 575-613 (2018) DOI
6. Farkas Á, Horváth A, Kerekes A, Nagy A, Kugler Sz, Tamási L, Tomisa G: Effect of delayed pMDI actuation on the lung deposition of a fixed-dose combination aerosol drug. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICS, 547: 480-488 (2018) DOI
7. Perrone M G, Vratolis S, Georgieva E, Török S, Šega K, Veleva B, Osán J, Bešlić I, Kertész Z, Pernigotti D: Sources and geographic origin of particulate matter in urban areas of the Danube macro-region: The cases of Zagreb (Croatia), Budapest (Hungary) and Sofia (Bulgaria), SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT 619-620 pp. 1515-1529, 15 p. (2018) DOI
8. Ódor G, Hartmann B: Heterogeneity effects in power grid network models. PHYSICAL REVIEW E: Covering Statistical Nonlinear Biological and Soft Matter Physics 98: 2 Paper: 022305 , 9 p. (2018) DOI
9. Lázár K, Varga L K, Kovács Kis V, Fekete T, Klencsár Z, Stichleutner S, Szabó L, Harsányi I, Electric explosion of steel wires for production of nanoparticles: Reactions with the liquid media. J. ALLOYS COMPD. 763: 759–770 (2018) DOI
10. Crupi V, Fazio B, Gessini A, Kis Z, La Russa MF, Majolino D, Masciovecchio C, Ricca M, Rossi B, Ruffolo SA, Venuti V: TiO_2–SiO_2–PDMS nanocomposite coating with self-cleaning effect for stone material: Finding the optimal amount of TiO_2. CONSTR. BUILD. MATER. 166: 464–471. (2018) DOI
11. Kozsda-Barsy E, Kulacsy K, Hózer Z, Horváth M, Kis Z, Maróti B, Nagy I, Nagy R, Novotny T, Perez-Feró E, Pintér-Csordás A, Szentmiklósi L: Post-test examinations on Zr-1%Nb claddings after ballooning and burst, high-temperature oxidation and secondary hydriding. J. NUCL. MATER. 508: 423–433 (2018) DOI

MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
MŰSZAKI FIZIKAI ÉS ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÓINTÉZET
1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29–33.
telefon: (1) 392 2224, fax: (1) 392 2226
e-mail: pecz.bela@energia.mta.hu, honlap: http://www.mfa.kfki.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet (MTA EK MFA) fő feladata lényegében 2018-ban sem változott: kutatások végzése nanoméretű funkcionális anyagokon, feltárva azok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, valamint az ismeretek hasznosítása integrált nano/mikroeszközökben, szenzorokban és roncsolásmentes vizsgálati módszerek fejlesztésében. Ehhez járultak olyan anyagtudományi vizsgálatok, melyek a megújuló energia témaköréhez tartoznak: az Intézet ebben egy nagy projektet koordinál. Fontos feladata a KKV-k és az egyetemi oktatás segítése, a kutatási infrastruktúra felhasználása a felsőoktatás (TDK-, BSc-, MSc-, PhD-képzés támogatására Open Access Laboratory jelleggel.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Fotonika Laboratórium

A Fotonika Laboratórium egyedi módszereket és eszközöket fejleszt felületi nanoszerkezetek és anyagok roncsolásmentes optikai és mágneses méréséhez (spektroszkópia; mágneses anyagvizsgálat; bioszenzorok; felületek görbültsége; felületek tisztasága; víz szennyezettsége). A Laboratórium kiemelt feladata a módszerek szabadalmaztatása és alkalmazása hazai és nemzetközi projektekben, ipari és technológiai cégek bevonásával.

A Fotonika Laboratórium 2018-as évben elért főbb eredményei:

Megnövekedett Raman intenzitást mutattak ki arannyal borított szubmikronos felületi üregekbe helyezett *plazmonikus arany nanorészecskékre*. Egyedi részecskék AFM-es és optikai vizsgálatával közvetlen bizonyítékot szolgáltattak mesterségesen kialakított inhomogén felületi borítottság szerkezetére, és megmutatták, hogy nem érvényes a klasszikus csillapított harmonikus oszcillátor modell a lokalizált plazmonrezonancia leírására abban az esetben, amennyiben a részecskék környezete élesen elkülönülő, és eltérő optoelektronikai jellemzőkkel bíró közegekből áll.

Tanulmányozták a *mágneses adaptív teszt* módszer alkalmazhatóságát abban az esetben, ha a mérendő mintasorozat nem egyforma méretű darabokból áll. Megmutatták, hogy a mágnesező járom megfelelő méretezésével a mintaméret hatása kiküszöbölhető. Megállapították, hogy amennyiben a mérendő minta és a mágnesező járom közötti légrés 0,15 mm-nél kisebb, annak nincs hatása a falvékonyodás kimutatására.

Új mérőfejet fejlesztettek neutronnal besugárzott atomerőművi nyomástartó tartály anyagának roncsolásmentes vizsgálatára és sikeres méréseket végeztek a mérőfej segítségével, neutronnal besugárzott reaktor-acél mintákon. Kimutatták, hogy egyértelműen nyomon követhető az anyag kifáradása ezzel a módszerrel.

Kiértékelési protokollt és validációs módszert készítettek kapilláris hidak vizsgálatán alapuló felületminősítéshez.

Nikkel- és arzén-kötő flagelláris filamentumok arany felületen történő rögzítésével ciklikus voltametriai szenzort készítettek ezek *ivóvíz*ben való kimutatására. Igazolták, hogy a módszerrel az egészségügyi határértékhez tartozó koncentrációk is kimutathatók.

In situ optikai módszert fejlesztettek atomerőművi reaktorokban használt *cirkónium rudak* felületének és oxidációjának vizsgálatára. A módszerrel hőkezelés közben roncsolásmentesen nyomon követhető a felületi rétegszerkezet változása.

Plazmonikus és multirétegeş felületi erősítésű folyadékcellákat fejlesztettek szilárd-folyadék határfelületek nagy-érzékenységű optikai vizsgálatára.

Modellt dolgoztak ki hidrogént tartalmazó a-SixGe(1-x) rétegek felhólyagosodásának hőmérséklet-függésére. A modell használatával lehetővé válik egy olyan kritikus hőmérséklet meghatározása, amely alatt nem alakul ki a degradáció, aminek kiemelkedő gyakorlati jelentősége van a napelem- és a félvezető eszköztechnológiában.

Optimális rácspozíciót határoztak meg a kvantitatív Makyoh-topográfiában. Elemezték az ettől való eltérés hatásait, és az eredményeket kísérletileg is alátámasztották. Kombinatorikus leválasztással 20 mm-en a pozícióval lineárisan változó összetételű a-Si(1-x)Gex vékonyrétegeket készítettek és minősítettek fókuszált térképező ellipszometriával. Megmutatták, hogy az összetétel mellett az optikai tulajdonságok is lineárisan változnak a laterális pozícióval.

Komplex Rendszerek Laboratórium

A kis létszámú csoport hagyományos kutatási területe az egyensúlyi és nem-egyensúlyi rendszerek statisztikus fizikai elemzése, ami az utóbbi években kezd kibővülni a tanuló algoritmusok alkalmazásával és fejlesztésével.

A *sokszereplős evolúciós játékelméleti modellek* vizsgálata két egymástól elkülönülő irányban folyik évek óta. A nagy népszerűségnek örvendő és jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó irányzat matematikai modellek *numerikus vizsgálatával* tanulmányozza a tisztességes magatartást segítő folyamatokat olyan rendszerekben, ahol a szereplők egyéni és közösségi érdeke ellentétes. Matematikai modellek segítségével vizsgálták a büntetés egyik fajtáját, a stratégia-frissítés szabályainak kombinációit, illetve olyan rendszereket, ahol a szereplők jövedelme két vagy három kapcsolatrendszerből (közösségből) származik.

A mátrixok elemi (ortogonális) összetevőkre bontása lehetővé tette a társadalmi dilemmákat okozó elemi kölcsönhatások azonosítását és gyakoriságának analitikus elemzését a potenciáljátékok körében. Az *evolúciós mátrixjátékok elemi kölcsönhatásai közötti összjáték* következményeinek szisztematikus vizsgálata hozta felszínre a társadalmi dilemmák megjelenésének két újabb változatát. Az első esetben az alacsonyabb átlagnyereményű állapotba azért fejlődik a makroszkopikus rendszer, mert itt a mikroszkopikus állapotok száma nagyobb. A második esetben a ciklikusság szimmetriasérülésének anomális következménye kényszeríti a rendszert az alacsonyabb átlagnyereményű állapotba. A csoport által vizsgált térbeli modellben ez az állapot instabil, mert benne spontán módon kialakulhatnak és növekedhetnek a sikeresebb közösségek, amelyek kipusztulását a szintén spontán módon

kialakuló és elszaporodó élősködőjük okozza. A ciklikus dominancia miatt azonban ez a rendszer végül visszafejlődik a kiindulási állapotba, ahol az újabb és újabb hasonló *lavinajelenségek* hatalmas fluktuálást okoznak a stratégiák arányában és a jövedelmekben is.

A sok szálból font kötelekben a terhelés hatására keletkező lavinajelenségek univerzális tulajdonságait a statisztikus fizika hagyományos fogalmainak és módszereinek felhasználásával elemezték. Hasonló katasztrófa-elemzéseket végeztek olyan modellekben, amelyek az elektromos erőműveket összekötő hálózatban következhetnek be. A *Griffiths fázis* általános jellegzetességének vizsgálatát kiterjesztették moduláris szerkezetű inhomogén hálózatokra.

A sokprocesszoros számítógépek hatékony kihasználása továbbra is megköveteli a megfelelő *algoritmusok* továbbfejlesztését és hozzáigazítását különböző feladatokhoz. Ezen a területen a legjelentősebb előrelépés a neurális hálózatokkal történő gépi tanulás továbbfejlesztésében történt. Olyan algoritmus kidolgozása és ellenőrzése folyik, amelyik hasznosítani képes a grafikus kártyák (GPU) előnyös utasításait.

A népzenei és genetikai adathalmaz folyamatos növekedése maga után vonja az elemző algoritmusok folyamatos fejlesztését is. Az újonnan kifejlesztett algoritmusok alkalmasak a csoportosulások azonosítására és a csoportosulások evolúciós öröklődésének követésére is, mind a genetikai (haplocsoport) jellemzőkben, mind pedig a népzenei dallamok népi jellegzetességeiben. Mivel a két folyamat szorosan kötődik egymáshoz, ezért a közöttük fennálló rokonsági (hasonlósági) viszonyokról pontosabb képet lehet alkotni és kísérletekkel ellenőrizhető további kérdések tehetők fel.

Mikrotechnológiai Laboratórium

A Mikrotechnológia Laboratórium munkatársai számos hazai és nemzetközi projekt keretén belül olyan mikro és nanorendszerek, érzékelő szerkezetek fejlesztésén, kialakításán és integrációján dolgoztak, amelyek alkalmazása új perspektívákat nyithat az orvosi diagnosztika, a Minimálisan Invazív Műtéti eljárások, az energia-hatékony autonóm rendszerek (szenzorhálózatok, önvezető autók) alkalmazásának területén is. Emellett kutatásaik az optikai alkalmazások (spektroszkópia), környezetanalitikai és -biztonsági (gázérzékelő szenzorok), vagy a nanoáramkörök területére is kiterjednek.

Autonóm erőmérő szenzor – Az általuk fejlesztett 3D erőmérő szenzor rendszert a SZTAKI-val együttműködve egy önvezető tesztautó gumijába szerelve tesztelték. A beépített rendszer egy vezérlő elektronikából, egy töltőtekercsből és egy 3D mikrogépészeti úton előállított erőmérőből áll, melyet a gumiabroncs belső felületére rögzítettek. A rendszer a jármű haladása közben folyamatosan küldi az adatokat az abroncs deformációs állapotáról a három erőkomponens folyamatos monitorozásával. A rendszer több mint 100 km futási időn van túl, jelenleg az adatok kiértékelése folyik.

„Smart" laparoszkóp – Az INCITE projekt olyan katéter technológiák és minimálisan invazív műtéti rendszerek fejlesztését szolgálta, amelyek javítják a betegek túlélési arányait, a gyorsabb felépülését és az elérhető posztoperatív életminőséget. A projekt magyar partnereinek célja volt, hogy a lengyel FRK által fejlesztett MIS műtéti robot laparoszkópiás eszközébe erőmérő szenzorokat kialakítva és beszerelve megoldják a mesterséges „tapintás" érzékelés funkció integrálását a robot vezérlő- és visszajelző rendszerébe. Sikerült az általuk fejlesztett érzékelő és jelfeldolgozó rendszert (a jelkiértékelő algoritmust is beleértve) integrálni egy robot vezérlő rendszerébe, és ezzel kétirányú irányítás / erő visszacsatolás funkciót létrehozni a MIS sebészeti

robot alkalmazásban. Fejlesztéseik eredményeit a lengyel partnerrel közösen folyamatosan alkalmazzák biomechanikai vizsgálatok és funkcionális tesztek során.

Lab-on-a-Chip – Olcsó és eldobható diagnosztikai eszközök fejlesztése során alapvető feladat a minta célzott mozgatásának megoldása, amelynek kézenfekvő módja a laterális áramlási tesztekben is használt kapilláris folyadékszállítás. Ennek megfelelő mikrofluidikai rendszert terveztek és valósítottak meg, amely alkalmas vérminta, vérplazma, illetve egyéb tápoldatok kontrolált sebességű továbbítására. A kapilláris rendszerek folyadékszállítási tulajdonságainak megfelelő tervezhetősége érdekében vizsgálják a mikrofluidikai rendszerek felületmódosítási lehetőségeit és a csatornák mikroszerkezetének hatását a kapilláris teljesítményre. A tesztszerkezeteket a Diagnosticum Zrt. kutatóival közösen vizsgálják gyulladásos megbetegedések kimutatására, illetve vércsoport-meghatározásra alkalmas eszközökbe építve. A 77 Elektronika Kft.-vel együttműködve autonóm mintaszállításra alkalmas mikrofluidikai rendszereket terveznek és alakítanak ki betegágy melletti Lab-on-a-Chip alapú diagnosztikai rendszerek fejlesztését célozva. Szintén közösen fejlesztenek Lab-on-a-Chip alapú diagnosztikai eszközt a Pécsi Tudományegyetem számára, in-vitro fertilizációs kísérletek támogatásához.

Infravörös LED – A Laboratóriumban hagyományos vegyületfélvezető infravörös LED-ek kutatása és fejlesztése 2018-ban egy újszerű eszköz kifejlesztését eredményezte. Az GaInAsP alapú LED-ek a 900-1700 nm tartományban összetételüktől függően egy adott hullámhosszon sugároznak. Spektroszkópiai alkalmazhatásuk lényegesen javul, ha nem egy adott hullámhosszon, hanem egy széles hullámhossz tartományban bocsát ki fényt az aktív eszköz. Szemben a több aktív eszközt tartalmazó LED mátrix megoldással, a kutatók által kifejlesztett aktív réteget tartalmazó eszköz több hullámhosszon emittál fényt. A folyadékfázisú epitaxiával létrehozott aktív rétegből kilépő foton gerjeszti a felette kialakított fotolumineszcens réteget, amelyből hosszabb hullámhosszú fotonok lépnek ki. Az új típusú eszközön alapuló kisméretű spektrométer fejlesztését megkezdték. A szélessávú IR LED eszközzel kapcsolatban szabadalmi bejelentést tettek.

Nanoelektronika – A Nemzeti Kvantumtechnológiai Program (HunQuTech) keretében – az egyedi technológiai lehetőségeket kihasználva – nanoáramköröket hoztak létre. Feladatuk az együttműködésben 3 inches enyhén adalékolt (>10 kΩcm) szilícium szeleten alsó elektródarendszert tartalmazó chipek kialakítása volt. Az elektródák periódusának csökkentésével a nanoáramkörök kvantumállapotainak hangolhatósága javul, így a cél a minél kisebb periódusú kapuelektródák minél nagyobb kihozatalú előállítása. A nanolitográfiai és az azt követő egyéb technológiai lépések optimalizációjával sikerült 60nm-es periódusú elektródarendszert előállítaniuk.

Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport

A jelölésmentes technikák alkalmazása az élettudományok területén fellendülőben van. A sejtben végbemenő folyamatok mélyebb megértéséhez molekuláris szinten szükség van olyan megbízható kinetikai és szerkezeti adatokra, amiket nem befolyásol semmilyen jelölés vagy festés. A Nanobioszenzorika Kutatócsoport a jelölésmentes optikai bioszenzorok fejlesztésére és alkalmazására fókuszált, illetve ezeket a műszereket kombinálták egyedi sejt manipulációs technikákkal. A kutatási témáik széleskörűek: a sejtadhéziós kinetikától, szignalizációtól egészen a mért biológiai jelek matematikai modellezéséig terjednek. A Nanobioszenzorika Lendület Kutatócsoport nagy tapasztalattal rendelkezik a sejtadhézió befolyásolására

alkalmazott polimerek előállításában, mint például a dextrán, PLL-g-PEG és nanorészecske bevonatok a bioszenzor felületen.

In situ vizsgálták meg hidratált karboximetil-dextrán és PLL-g-PEG polimer rétegek viszkoelasztikus tulajdonságait és lánc konformációit két jelölésmentes bioszenzor (QCM és OWLS) segítségével. *Flagellin alapú biomimetikus bevonatok*at is alkalmaznak a sejtadhézió befolyásolására. Munkájuk során 2018-ban egy flagellinből (bakteriális fehérje) készült új típusú *baktériumtaszító réteg*et mutattak be. Ezen kívül felületérzékeny optikai jelölésmentes bioszenzorral megfigyelték a flagellin fehérje adszorpciós-deszorpciós kinetikáit és az adszorbeálódott réteg szerkezetét Hofmeister sók jelenlétében.

Egy új irányvonal az *egyedi sejtvizsgálat*, ami lehetővé teszi, hogy olyan mechanizmusokat fedezzenek fel, melyeket nem láthatóak, amikor sejtpopulációkat vizsgálunk. Jelölésmentes technikáik alkalmasak arra, hogy egyedi sejtek adhéziós erejét, és más morfológiai tulajdonságaikat kimérjék, valamint arra is, hogy egyedi sejteket áthelyezzenek. A CellSorter automatizált mikropipetta rendszerrel lehetővé válik az egyedi sejtek szétválogatása gyorsan, nagy pontossággal.

Ebben az évben több cikkük is megjelent, melyekben *HeLa (méhnyakrák) sejteket kezeltek* pozitívan töltött arany nanorészecskékkel, epigallokatekin-gallát zöld tea polifenollal és echistatinnal. Glyphosate-tal kezelt preoszteoblaszt sejtek kinetikai görbéit is megmérték. A kinetikai adatok bemutatása és modellezése nélkülözhetetlen a mért jelenségek megértése céljából. A csoport Maple és Matlab szoftvereket használ a biofizikai folyamatok modellezésére.

Nanoszerkezetek Laboratórium

A Nanoszerkezetek Laboratórium kutatásainak középpontjában a kétdimenziós (2D) anyagok állnak. Kutatásaik lefedik ezen anyagok előállítását, szerkezetük atomi szintű karakterizálását és nanométeres pontosságú módosítását, valamint a kialakított 2D nanoszerkezetek tulajdonságainak vizsgálatát és a feltárt újszerű jelenségekre épülő demonstrációs eszközök előállítását. A grafén kutatás mellett fokozatosan egyre nagyobb hangsúlyt kap a 2D átmenetifém dikalkogenid kristályok, valamint a topologikus szigetelő kristályok kutatása. Tovább vitték a biológiai eredetű és bioinspirált fotonikus nanoarchitektúrák vizsgálatait is.

A Nanoszerkezetek Laboratórium 2018-as évben elért főbb eredményei:

Az ERC Starting Grant projekt keretében kimutatták, hogy egyedi kénatomok oxigénnel történő helyettesítése molibdén diszulfid egyrétegekben olyan katalitikusan aktív, egyatomos centrumokat hoz létre, amelyek hatékonyan képesek katalizálni a *hidrogénfejlesztés*t. Az így előállított kétdimenziós molibdén oxi-szulfid kristályok a platina katalizátorok egy olcsó alternatíváját jelenthetik. Eredményeiket a Nature Chemistry közölte, majd számos szakmai (Nature Review Chemistry, phys.org, nanowerk) és általános média (PR Newswire, Fox14, index.hu) adott hírt róla.

A Lendület pályázat keretében, alacsony hőmérsékletű pásztázó alagútmikroszkópiai és spektroszkópiai mérésekkel sikerült azonosítaniuk a természetben is előforduló Pt_2HgSe_3 kristályban egy topologikus eredetű, 110 meV széles tiltott sávot és az ehhez kapcsolódó él-állapotot. Ezáltal, bizonyítékát adták, hogy a Pt_2HgSe_3 réteges szerkezetű kristály, egy szobahőmérsékleten működő, stabil, kétdimenziós *topologikus szigetelő*.

A Koreai–Magyar Közös Nanolabor keretében, kimutatták, hogy MoS_2 egyrétegekben mechanikai deformáció hatására, előbb egy direkt-indirekt tiltott sáv átmenet, majd egy *félvezető-fém átmenet* jön létre, már viszonylag kis, 2% körüli rugalmas deformáció esetében. Eredményeik megnyitják az utat a MoS_2 egyrétegek elektromos tulajdonságainak hatékony mechanikai hangolásához.

A Graphene Flagship projekt keretében, atomi felbontású STM mérésekkel megmutatták, hogy a CVD módszerrel növesztett $MoSe_2$ egyrétegekben a cikk-cakk irányokban haladó szemcsehatárok nem módosítják jelentősen az elektronszerkezetet. Ez lehetővé teszi kiváló elektromos tulajdonságokkal rendelkező *makroszkopikus méretű $MoSe_2$ kristályok* növesztését CVD módszerrel.

OTKA pályázat keretében Raman spektroszkópiás vizsgálatokkal kimutatták, hogy a grafén/arany nanorészecske hibrid rendszerben, fókuszált lézeres megvilágítás hatására teljesen reverzibilis mechanikai feszültség indukálható a grafénban. A módszer alkalmazható a grafén mechanikai deformációjának dinamikus hangolására.

OTKA pályázat keretében kimutatták, hogy az Albulina metallica *lepkék szárnyai*nak kék és zöld színét adó nanoszerkezetek egyaránt kiválóan alkalmasak különböző *gőzök kémiailag szelektív érzékelésére*. Megmutatták, hogy az optikai érzékelés hatékonysága és szelektivitása jelentősen javítható, a különböző nanoszerkezeteket tartalmazó pikkelyek érzékelő hálózatokba való rendezésével.

Vékonyréteg-fizika Laboratórium

A Vékonyréteg-fizika Laboratórium 2018-as kutatásai eredményei a vékonyrétegek és a kerámia területéhez kapcsolódnak. A több évtizedes (kb. 50 év) múlttal rendelkező kutatásaik főbb alapjai nem változnak, de igazodnak a modern anyagtudományi kutatási trendekhez. 2018-ban is az egyik fontos alapkutatási terület a *polikristályos rétegek* fejlesztése volt. Több nemzetközi alapkutatási projekt és együttműködés támogatta a modern félvezető rétegek, heteroátmenetek, 2D félvezető rétegek kutatását. Folytatták a másik erős kutatási vonalat is, a *kerámia és biokerámia* fejlesztését, mely téma keretében alap és alkalmazott kutatást végeztek. Műszaki kerámiák esetében a tiszta vagy szén adalékolt (grafén, szén nanocső) Si_3N_4 kompozit, biokerámiák esetében a hidroxiapatit kutatásával foglalkoztak európai és hazai projektek keretében. A Laboratórium harmadik erős vonala és egyedisége (hazai és nemzetközi szinten is) a *transzmissziós elektronmikroszkópia.* Segítségével kimutatták a szerkezet hatását a fejlesztett anyagok tulajdonságaira, hogy az optimális szerkezetet irányítottan hozhassák létre. Elektron diffrakción alapuló *metodikai fejlesztések* is támogatták a fenti témákat.

A Vékonyréteg-fizika Laboratórium 2018-ben elért legfontosabb eredményei:

Eredményes, nyílt közbeszerzés után telepítésre került egy *gömbi hiba korrigált* THEMIS 200 kV-os transzmissziós *elektronmikroszkóp*, mely pásztázó üzemmódban is működik (TEM/STEM), mely nagyban támogatja a hazai és nemzetközi együttműködéseiket. Hatékonyabbá tették a TEM és HREM minták előállítását egy SEM Dual Beam FEI SCIOS2 megvásárlásával hazai források segítségével. A fókuszált ionsugárral történő minta-előállítás lényegesen gyorsabb és több szempontból előnyösebb fókuszált ionsugaras technika.

Sikeresen lezárták a 2013-ban elnyert EU FP7 „Hyphort" projektet, mely keretében kagylóhéjból nagyhatékonyságú őrlőmalomban és elektromos rétegképzés (electrospraying)

segítségével állítottak elő *nanoszerkezetű hidroxiapatit* réteget a titán implantátum felületére. A magdeburgi orvosi egyetem tesztekkel bizonyította a réteg kiemelkedő bioaktivitását.

Szintén sikeresen zárult a szilícium nitrid/grafén kompozitok vizes közegű alkalmazására elnyert M-ERA-NET „Grace" projekt, melyben 10 t% grafén adalékolással javították az anyag súrlódási tulajdonságait és *felére csökkentették az anyag kopását.*

Előállítottak olivin-rácsú Fe_2SiS_4 port napelem célú felhasználásokra (nem toxikus, ~1 eV és 1.6 eV bandgap, nagy abszorpciós koefficiens, nagy töltéshordozó koncentráció), melyet epitaxiális vékonyréteg formájában is szintetizálnak.

2018-ban áttörést értek el a FLAG ERA „Griffone" projektben. Tudatosan, a lehűtés alatt is fenntartva a nitrogén (illetve ammónia) áramlást, sikerült *3 atomi réteg vékony InN*-det növeszteniük.

Kimutatták, hogy C(20nm)/Si(20nm) és C(10nm)/Si(20nm) multirétegek argon, illetve xenon ionokkal történő szobahőmérsékleti besugárzásával SiC keletkezik. Korróziós teszttel bizonyították, hogy a mért korróziós csereáram függ a kialakult SiC mennyiségétől és még néhány nm-es SiC-ban gazdag réteg *korróziós ellenállása is nagyságrendekkel nagyobb*, mint a szilíciumé.

b) Tudomány és társadalom

Az utánpótlás biztosítása érdekében egyetemi oktatásban való személyes részvétel mellett az MFA 2018-ban is megrendezte az MFA Nyári Iskolát. A 11. alkalommal megrendezett eseményen 20 diák vett részt, ebből nyolcan határon túli magyar iskolákból. A Nyári Iskola célja a fiatalok természettudományos érdeklődésének a felkeltése, a kutatói pálya megismertetése. Számukra az Intézet a saját költségén biztosított bentlakásos egyhetes lehetőséget a tudományos kutatásba történő bekapcsolódásra.
(http://alag3.mfa.kfki.hu/mfa/nyariiskola/)

Nyílt nap jellegű rendezvényekkel (Kutatók Éjszakája, Lányok Napja, Női Kutatói Fórum és idén először a Márton Áron Kutatói Program keretében) lehetőséget biztosított az érdeklődő adófizetőknek az Intézet kutatómunkájába való betekintésre.

Oktatási és ismeretterjesztési célra az Intézet fenntartja a www.nanotechnology.hu a www.nanobiosensorics.com, www.mems.hu, www.biomems.hu, www.neuromems.hu www.ellipsometry.hu, www.nanotechnology.hu, www.thinfilms.hu honlapokat, ahol az Intézet működő berendezéseinek együttes technikai, technológiai jellemzői, valamint a kutatási eredmények szerepelnek közérthető megfogalmazásban.

Az MFA előző évi szakmai és társadalmi munkáról immár 15 éve az angol nyelvű Yearbook http://www.mfa.kfki.hu/hu/yearbook kiadványban számolnak be, ami széleskörű publicitást biztosít az Intézet tevékenységének. A Web-Schödinger nevű, Interneten át használható szimulációs programcsomag továbbra is ingyenesen használható fel oktatási célokra. Az Intézet üzemelteti az MTA Kolloidkémiai Munkabizottságának a honlapját is. http://www.energia.mta.hu/~kolloidmb

A női kutatói életpálya népszerűsítése érdekében a Vékonyréteg-fizika Laboratórium vezetője több rádiós és tévés interjút adott, valamint TEDx előadást is tartott.

Az Intézet ebben az évben csatlakozott a Mesterséges Intelligencia Koalícióhoz.

Közzétett magyar szabadalom:

P1500642 Széles spektrumú, félvezető alapú infravörös fényforrás mobil spektroszkópiai alkalmazásra optimalizálva / WIDE SPECTRUM, SEMI CONDUCTOR BASED INFRARED LIGHT SOURCE, OPTIMIZED FOR MOBIL SPECTROSCOPY Közzétéve: 2018.09.28 A feltalálók között 55%-ban intézeti munkatársak vannak.

1500346 Mérési módszer és bemeríthető kétcsatornás optikai mérőszonda, vízben oldott olajszármazékok kimutatására / MEASURING METHOD AND DIPPING DOUBLE-CHANNAL OPTICAL MEASURING PROBE FOR DETECTION OF OIL PRODUCT IN WATER Közzétéve: 2018.11.28 A feltalálók között 50%-os az intézeti munkatársak aránya.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Egyetemi és kutatóintézeti kapcsolatok

Az MFA-ban öt emeritus és egy kinevezett egyetemi tanár, két docens és öt habilitált doktor dolgozik. Vezető munkatársaik zöme oktat az ELTE, BME, ÓE, PPKE, SE, PE, DE, ME, SZTE, PTEK, BMF különböző kurzusain, doktoraik tagjai a fenti egyetemek doktori iskoláinak, doktori és habilitációs tanácsának, többen a doktori iskolák alapító, ill. törzstagjai. Az Intézetben működik a Pannon Egyetemmel közös Nanobioszenzorika Laboratórium, a BME VBMK-ral közös Nanokémiai Laboratórium, a BME TTK-val közös Elektronsugaras Litográfiai labor és a PPKE Információs Technológiai Karral közös MEMS-tervező laboratórium. A Nemzeti Kvantumtechnológiai Program (HunQuTech) programhoz csatlakoztak. A munkatársak az Intézet preparatív és analitikai laborjaiban rendszeresen tartanak gyakorlatokat az egyetemek graduális és posztgraduális képzései számára, minden külső anyagi ellenszolgáltatás nélkül.

Az Intézethez köthető (kollégáik által témavezetett), ill. az Intézetben végzett kutatásaik alapján a PhD-hallgatók közül 2018-ban öten szereztek PhD-fokozatot. MTA doktora fokozatszerzés 2018-ban egy volt. 2018-ban erősödött az ipar által indukált elvándorlás, év közben 6 kutató hagyta el magasabb kereset miatt az Intézetet, többségük 30 év alatti.

2018-ban – a korábbi évekhez képest csökkent létszámban – 38 PhD-ösztöndíjas hallgató, illetve az MTA fiatal kutatói álláshelyen foglalkoztatott fiatal folytatta doktori tanulmányait az MFA-ban. Továbbra is befogadtak Stipendium Hungaricum ösztöndíjasokat, az Intézetben folyó kutatásokba 4 fő csatlakozott. Részben vagy egészben az MFA-ban készíti diplomamunkáját további 12 MSc- és 10 BSc-diák, valamint 5 TDK-munka (társ-) témavezetését is vállalták kollégák. Diákjaik 2018-ban is sikeresen szerepeltek TDK-versenyeken: egyik diákjuk az Óbudai Egyetem Villamosmérnöki alkalmazások I. szekciójában 1. helyezést, két másik pedig a BME TDK-n 1., illetve 3. helyezést ért el.

<u>Díjak, elismerések:</u>
Az Intézetben dolgozók számos elismerést kaptak, többek között Széchenyi Díjat, Magyar Érdemrend Tisztikereszt polgári tagozatának kitüntetését, Érd város Tudományos Díját, illetve Junior Prima díjat Magyar Tudomány kategóriában. Az Új Nemzeti Kiválóság Program Ösztöndíját és az Osztrák Magyar Akció Alapítvány Ernst-Mach Ösztöndíját nyerte egy-egy kutatójuk. Büszkék arra, hogy Ferenczi György Emlékdíj 2018 győztese és a BME Kutatói

Pályázat 3. díja intézeti kollégát illeti. Egyik kutatót megválasztották Outstanding Reviewer-nek a Chemical Geology folyóiratnál. Egyik kutatójuk a 11th Conference on Colloid Chemistry (Eger, Hungary, 2018) Best Poster Award-ot, valamint a Tsukuba Global Science Week Interdisciplinary Workshop on Science and Patents IWP Golden Award-ot is elnyerte.

Ipari kapcsolatok:
29 aktív ipari kutatás-fejlesztési együttműködésük volt 2018-ban (6 nagyvállalat és 23 KKV):

A korábbi kapcsolatok mellett (77 Elektronika Kft.; Bonn BHE Hungary Kft.; CellSorter Kft.; Creoptix AG; Diagnosticum Zrt.; Hidrofilt Kft.; Holocom Kft.; Kerox Kft.; LightTech Lámpatechnológiai Kft.; Mirrotron Kft.; Philips Research Ltd.; Robert Bosch Gmbh; Semilab Zrt.; Senop Oy; Technoorg Linda Kft.; Tenzi Mérlegtechnika Kft.; Toptica Photonics AG; Vincotech Hungária Kft.; Woollam Co.) a következő új ipari partnerekkel folytattak együttműködést:
- Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.: Tribológiai vizsgálatok
- EFI Services Kft.: Auger elektron spektroszkópiai vizsgálat
- GE Hungary Kft.: kerámia alkatrészek
- Izotópkutató Intézet: anyagvizsgálatok
- Lupfe Kft.: Si_3N_4 szelep prototípus fejlesztése
- Medicont: szemüveg lencse vizsgálatok
- Tungsram Operations Kft.: Si_3N_4 kerámiagyártás
- Visola Kft.: Vákuum hőkezelő kályha kiépítése, beállítása, tesztelése
- Z-microsystems GmbH: Mikrostrukturált Si fröccsbetét fejlesztése

Tagságok hazai bizottságokban:
Az Intézet egy-egy munkatársa az MTA Műszaki Tudományok Osztálya rendes tagja, az MTA Fizikai Tudományok Osztálya levelező tagja, és a Magyar Művészeti Akadémia rendes tagja. Az MTA köztestületeiben is aktívan részt vesznek az Intézethez kötődő kutatók. Alapítói és törzstagjai a Pannon Egyetem MIK Molekuláris- és Nanotechnológiai Doktori Iskola, a Pécsi Egyetem, TTK Doktori Iskola, a BME TTK Fizikai Doktori Iskola, valamint az ELTE Doktori Iskola Tanácsának. Az Intézet adja a Magyar Mikroszkópos Társaság, a Magyar Anyagtudományi Egyesület, MTA Műszaki Tudományok Osztálya Elektronikus Eszközök és Technológiák Tudományos Bizottság és a Nők a Tudományban Egyesület vezető tisztségviselőit és számos tagját. Több munkatárs tagja továbbá az Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak, a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek, és a Vákuum Társaságnak. Képviselik az Intézetet többek között az OTKA M-ERA.NET Steering Board-ban, az NKFIH Informatikai–Villamosmérnöki (IVM) zsűriben, a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesületben, a Magyar Mérnökakadémiában, a Magyar Innovációs Szövetségben, a Magyar Elektronikai Egyesületben, és a Koreai–Magyar Társaságban is.

2018-ban 9 hazai szervezésű konferencia, és 15 nemzetközi konferencia szervezésében vettek részt. Kiemelkedik az Intézet kutatói által megszervezett 2018. 07. 08–12. között rendezett FEMS Junior Euromat, és a 2018. 05. 28–30. között tartott 11th Conference on Colloid Chemistry.

Intézményi együttműködések

- Hazai felsőoktatási intézetek: BME, ELTE, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Szegedi Tudományegyetem, Dunaújvárosi Főiskola, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Semmelweis Egyetem, Széchenyi István Egyetem, Óbudai Egyetem, Debreceni Egyetem, Zeneművészeti Egyetem
- Hazai kutatóintézetek: MTA ATOMKI, MTA KOKI, MTA Wigner, MTA TTK, MTA CSFK
- Nemzetközi együttműködések: Belga Nukleáris Központ , Brnoi Egyetem (Csehország) University of Maribor (Szlovénia), Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, Brazília) HZDR (Dresden, Németország), CEA-LETI (Franciaország) Fraunhofer Institut (Németország), FRK (Zabrze, Lengyelország), GREMAN – University of Tours (Franciaország), IMEM-CNR (Parma, Olaszország), Indian Institute of Technology (Chennai, India), KOTRA (Korea), Leibniz Universität Hannover Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie (Németország), Linköping University (Svédország), LMU (Németország), Magdeburgi Egyetem (Németország), Max Planck Institut, (Németország), NIMS – MANA (Japán), Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Németország), Physikalisches Institut Universität Tübingen (Németország), Pozsonyi Műszaki Egyetem (Szlovákia), Royal Academy of Engineering (UK), Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics (China), Szlovák Tudományos Akadémia Elektrotechnikai Intézet, Toyama National College of Technology (Japán),Technical University of Delft (Hollandia), Thessaloniki Egyetem (Görögország), University of Leeds (UK), Universidad de la República, Montevideo (Uruguay), University of Gent (Belgium), Vietnam Atomic Energy Institute, Center for Non-Destructive Evaluation

Hét nemzetközi folyóirat (IEEE Sensors Journal, Frontiers in Physics, Materials Engineering, Nanopages, Resolution and Discovery, Scientific Reports, EPL Explorint the Frontiers of Physics) szerkesztőbizottságában tag intézeti munkatárs.

Nemzetközi tagságok:
- AENEAS Scientific Council, Chamber B tag
- Acta Materialia Transylvanica tagja
- Cseh-Szlovák Mikroszkópos Társaság tagja
- COST Extreme Management Committee tag
- ECERS Council member
- EU Horizont 2020 Nanotechnológia, Fejlett anyagok, Biotechnológia, Korszerű gyártás és feldolgozás (Nanotechnologies, advanced materials, Biotechnology, Advanced manufacturing and processing) programbizottság tagja
- ENIAC Scientific Council magyar tagja
- European Academy of Sciences and Arts, választott tag
- European Microscopy Society tagja (7 fő)
- European Ceramic Society, tagja
- European Microbeam Analysis Society, tiszteletbeli tag
- European Physical Society tagja
- EUROSENSORS International Steering Committee szavazó tagja
- Federation of European Material Societies tagja
- European X-ray Spectrometry Association (EXSA) tagja
- European Platform of Women Scientist tagja
- Német Vákuumtársaság tagja
- MRS tagja

– IEEE tagja
– Szlovák Tudományos Akadémia köztestületi tag
– International Solid State Lighting Alliance advisory board member
– IUVSTA Electronic Materials tagja
– World Materials Research Institutes Forum tagja

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018-ban tovább folytatódott 19 OTKA, 4 Bolyai ösztöndíj, 7 EU és számos az NKFIH-nél szerződött projekt, valamint egy VEKOP beruházási projekt és az MTA támogatásainak felhasználása. Ezenfelül 2018-ban az MTA EK MFA-ban az alábbi projektek indultak el:

Európai kutatási pályázatok

– Graphene Flagship Core2 H2020-SGA-FET-GRAPHENE-2017-785219 148750,00 EUR
– A pilot line for the next generation of smart catheters and implants – POSITION-II H2020-ECSEL-2017-1-IA-two-stage-783132 172812,5 EUR

Hazai kutatási pályázatok (az NKFIH támogatásában)

– Transzmissziós elektronmikroszkópban végzett kísérletek filmanyagának archiválása (TEMFA) ED-18-1-2018-0006, 1,5 M Ft
– Kis fogyasztású kalorimetrikus nanoszenzorok gázérzékelésre veszélyes közegben 2017-2.3.4-TÉT-RU-2017-00006 47,8 M Ft
– Ultrarövid fény- és elektronimpulzusokkal indukált atomi és molekuláris folyamatok vizsgálata az ELI-ALPS-nál, módszer- és eszközfejlesztés 2018-1.2.1-NKP-2018-00010 44 M Ft
– Heterogén felületi tulajdonságú nanorészecskék előállítása és önszerveződése OTKA FK 128327 31,3 M Ft
– PEGilált nanorészecskék kolloid kölcsönhatásának vizsgálata OTKA KH 129578 19,4 M Ft
– Vékonyrétegek integritásának ellenőrzése kapilláris szonda módszerrel OTKA FK 128901 21,3 M Ft
– Grafén-ezüst nanorészecske hibrid szerkezetek előállítása és vizsgálata OTKA KH 129587 19,8 M Ft
– Korszerű funkcionális anyagok kombinatorikus, hatékony előállítása és minősítése OTKA K 129009 37,1 M Ft
– FLAG-ERA Többfunkciós kerámia-grafén vastag rétegek új feltörekvő alkalmazásokhoz OTKA NN 127723

MTA által támogatott pályázatok

– EDS röntgen analizátor dual beam mikroszkóphoz – INFRA I. 2018 15 M Ft
– „Mérésvezérlő számítógép egyedi sejtek vizsgálatára, Nagy teljesítményű hálózati nyomtatók cseréje INFRA II. 2018” 1,1 M Ft
– „Mikrotechnológiai laboratórium-együttes közüzemi díjai (földgáz áram, víz szennyvíz), Tisztatéri gépészet és technológiai berendezések karbantartási és javítási költségei, Mikrotechnológiai laboratórium nagy tisztaságú nitrogén és processz gázok költségei” INFRA III 2018. 33 M Ft
– MTA bilaterális együttműködés (bolgár) – Új opto- és nanoelektronikai félvezető anyagok és struktúrák optikai és szerkezeti tulajdonságai 0,5 M Ft

– MTA bilaterális együttműködés (szlovák) – Nanokolloidok hosszútávú stabilitása 0,45 M Ft
– MTA bilaterális együttműködés (olasz) – Grafén/ultravékony széles tiltottsávú félvezető rétegek heteroszerkezetei 0,45 M Ft
– MTA bilaterális együttműködés (olasz) – Újszerű félvezető anyagok növesztése és jellemzése elektronikai, valamint orvosi területen alkalmazható konverterek és szenzorok céljára. 0,3 M Ft
– MTA bilaterális együttműködés (cseh) – Mágneses hiszterézis alhurkok mérésén alapuló roncsolásmentes mérési módszer gyakorlati célú továbbfejlesztése 0,5 M Ft
– Európai Uniós és hazai kutatóintézeti pályázati támogatás 2018/1 5,4 M Ft
– Európai Uniós és hazai kutatóintézeti pályázati támogatás 2017/II 11,5 M Ft
– 18 kW-os szünetmentes tápegység beszerzése a 200 kV-os THEMIS TEM/STEM mikroszkóphoz, MTA EK IT rendszer távfelügyeletének korszerűsítése Infrastruktúra-fejlesztés INFRA 2017

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az MFA munkatársai 2018-ban 106 külföldi folyóiratcikket, amiből 90 impaktfaktorral rendelkező cikk (Q1: 70, D1: 55, IF: 367,42) és 4 könyvfejezetet publikáltak, ezeket az MTMT2 tartalmazza. A legfontosabbak:

1. Szekrényes D P, Pothorszky S, Zámbó D, Osváth Z, Deák A: Investigation of Patchiness on Tip-Selectively Surface-Modified Gold Nanorods. J. PHYS. CHEM. C. 122 (2018) 1706–1710. https://doi:10.1021/acs.jpcc.7b11211, *real.mtak.hu/72516/*
2. Vértesy G, Tomáš I: Nondestructive magnetic inspection of spot welding, NDT E Int. 98 (2018) 95–100., https://doi:10.1016/J.NDTEINT.2018.05.001, *real.mtak.hu/79586*
3. Pető J, Ollár T, Vancsó P, Popov Z, Magda G Z, Dobrik G, Hwang C, Sorokin P B, Tapasztó L: Spontaneous doping of the basal plane of MoS_2 single layers through oxygen substitution under ambient conditions. NATURE CHEMISTRY, 10, 1246 (2018) IF: 26.201, https://doi.org/10.1038/s41557-018-0136-2, *real.mtak.hu/88048*
4. Palinkas A, Kun P, Koos A A, Osvath Z: Dynamic strain in gold nanoparticle supported graphene induced by focused laser irradiation. NANOSCALE 10, 13417 (2018) IF: 7.042, https://doi.org/10.1039/c8nr02848f *real.mtak.hu/80451*
5. Kertész K, Piszter G, Bálint Z, Biró L P: Optical Vapor Sensing on Single Wing Scales and on Whole Wings of the Albulina metallica Butterfly. SENSORS 18, 4282 (2018) IF: 2,475, https://doi.org/10.3390/s18124282 *real.mtak.hu/88308*
6. Peter B, Lagzi I, Teraji S, Nakanishi H, Cervenak L, Zámbó D, Deák A, Molnár K,. Truszka M, Szekacs I, Horvath R: Interaction of positively charged gold nanoparticles with cancer cells monitored by an in situ label-free optical biosensor and transmission electron microscopy. ACS APPL. MATER. INTERFACES, 2018, 10: 26841–26850., https://doi:10.1021/acsami.8b01546 *real.mtak.hu/87028*
7. Farkas E, Szekacs A, Kovacs B, Olah M, Horvath E, Szekacs I: Label-free optical biosensor for real-time monitoring the cytotoxicity of xenobiotics: A proof of principle study on glyphosate. J. HAZARD MATER. (2018) 351: 80-89. https://doi:10.1016/j.jhazmat.2018.02.045 *real.mtak.hu/79166*
8. Szekacs I, Orgovan N, Peter B, Kovacs B, Horvath R: Receptor specific adhesion assay for the quantification of integrin–ligand interactions in intact cells using a microplate based,

label-free optical biosensor. SENSORS ACTUATORS B CHEM. (2018) 256:729-734. https://doi:10.1016/j.snb.2017.09.208

9. Szolnoki A, Chen X: Reciprocity-based cooperative phalanx maintained by overconfident players. PHYS. REV. E 98 (2018) 022309/1-7., https://doi.org/10.1103/PhysRevE.98.022309, *real.mtak.hu/85764*
10. Szolnoki A, Chen X: Competition and partnership between conformity and payoff-based imitations in social dilemmas. NEW J. PHYS. 20 (2018) 093008/1-8, https://doi.org/10.1088/1367-2630/aade3c, *real.mtak.hu/85771*
11. Racz A S, Menyhard M: Design of Corrosion Resistive SiC Nanolayer. ACS Applied Materials & Interfaces 10: 26 pp. 22851-22856., 6 p. (2018) IF 8.097, https://doi.org/10.1021/acsami.8b06425, *real.mtak.hu/83984*
12. Fogarassy Z, Oláh N, Cora I, Horváth Z E, Csanádi T, Sulyok A, Balázsi K: The structural and mechanical characterization of TiC and TiC/Ti thin films grown by DC magnetron sputtering. JOURNAL OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY 38: 7 pp. 2886-2892., 7 p. (2018) IF 3.794, https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2018.02.033, *real.mtak.hu/77967*
13. Radó J, Dücső Cs, Földesy P, Szebényi G, Nawrat Z, Rohr K, Fürjes P: 3D force sensors for laparoscopic surgery tool. MICROSYSTEM TECHNOLOGIES 24: 1 pp. 519-525., 7 p. (2018), IF: 3.92 https://doi.org/10.1007%2Fs00542-017-3443-4, *real.mtak.hu/54552*
14. Seifikar M, Björn C P, Volk J, Radó J, Lukács I E, Dauksevicius R, Gaidys R,. Lebedev V, Viana A, Eoin O P: Direct observation of spontaneous polarization induced electron charge transfer in stressed ZnO nanorods. NANO ENERGY 43 pp. 376-382. , 7 p. (2018), IF: 13.12, https://doi.org/10.1016%2Fj.nanoen.2017.11.026, *real.mtak.hu/72502*

AZ MTA ENERGIATUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	345			Ebből kutató[2]:	161
PhD, kandidátus:	101	MTA doktora:	18	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					5
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					64

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				219
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				218
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				10
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				186
Ebből impaktfaktoros publikáció				159
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	1	idegen nyelven:	6

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	573,72	Összes független hivatkozás száma (2017):	6939
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			8246

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	7	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	2	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			159
		poszterek száma:	77
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	61	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	13
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			11

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			44
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	20
Diplomamunka (MSc):	14	PhD:	52

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:		1 793 558,41	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]:	19	Teljes saját bevétel: 2 110 989,88	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		199 567,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		519 450,14	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:		235 345,75	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		72 712,23	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:		1 083 914,77	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Energiatudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1 793 558,41	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	2 110 989,88	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	199 567,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	519 450,14	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	235 345,75	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	72 712,23	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	1 019 439,97	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	2 0321,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	40 235,35	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	3 918,46	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA EK Atomenergia-kutató Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	163			Ebből kutató[2]:	37
PhD, kandidátus:	21	MTA doktora:	4	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					14

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			35
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			35
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			32
Ebből impaktfaktoros publikáció			28
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	55,94	Összes független hivatkozás száma (2017):	728
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			910

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			53
		poszterek száma:	10
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	22	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			8

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			15
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	6

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA EK Energia- és Környezetbiztonsági Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	65			Ebből kutató[2]:	46
PhD, kandidátus:	31	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					23

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			86
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			86
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			71
Ebből impaktfaktoros publikáció			59
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 1	idegen nyelven:	4

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	222,79	Összes független hivatkozás száma (2017):	1834
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			2312

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:		PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	1	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			31
		poszterek száma:	16
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	10	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			13
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	8

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	117			Ebből kutató[2]:	78
PhD, kandidátus:	49	MTA doktora:	12	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					27

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			116
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			115
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			6
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			101
Ebből impaktfaktoros publikáció			86
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	358,71	Összes független hivatkozás száma (2017):	4602
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			5293

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 5	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 1		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			75
		poszterek száma:	51
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	29	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	7
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			16
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	11	PhD:	38

MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET
1053 Budapest, Reáltanoda u. 13-15.; 1364 Budapest, Pf. 127
telefon: (1) 483 8302; e-mail: stipsicz.andras@renyi.mta.hu
honlap: https://www.renyi.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet alapvető feladata, hogy az elméleti matematika területén világszínvonalú kutatásokat folytasson. Az Intézet a nemzetközi matematikai élet jelentős központja. Munkatársai kiváló munkáját 2018-ban is számos hazai és külföldi elismerés illette. Az egyik kutatót tagjává választotta az Academia Europaea. Egy kutató Széchenyi-díjat, egy másik a Bolyai János Matematikai Társulat legjelentősebb kitüntetését, a Szele Tibor-emlékérmet, egy további Akadémiai Díjat kapott, míg az egyik emeritus kutatóprofesszort a Magyar Érdemrend tisztikeresztjével tüntették ki. A fiatalabb munkatársak közül szintén többeket díjaztak: az MTA Matematikai Tudományok Osztályának Erdős Pál-díjával és Turán Pál-díjával, Akadémiai Ifjúsági Díjjal, ketten pedig elnyerték a Bolyai Társulat Grünwald Géza-emlékérmét. Kiemelkedő jelentőségű nemzetközi elismerés, hogy az Intézet négy kutatója kapott előadói meghívást a 2018. évi Nemzetközi Matematikai Kongresszusra. Az Intézet kutatói továbbra is sikeresen pályáztak az Európai Kutatási Tanács támogatásaira, 2018-ban egy kiemelten támogatott Synergy Grant elnyerését jelentették be. 2018 folyamán négy ERC által támogatott kutatócsoport működött az Intézetben. Az Intézet által vezetett konzorcium 2018-ban az NKFIH támogatásával elindította a mesterséges intelligencia matematikai alapjaival kapcsolatos kutatásait.

Az Intézet kutatói 168 tudományos közleményt publikáltak a beszámolási év során. Legkiemelkedőbb eredményeik a legjelentősebb nemzetközi matematikai folyóiratokban (Advances in Mathematics, Journal of the European Mathematical Society, Annals of Probability, Journal für die reine und angewandte Mathematik stb.) láttak napvilágot. Egy monográfia is megjelent.

Az Intézet tudományos feladatai elsősorban az alapkutatásra koncentrálnak, de néhány alkalmazott matematikai témára is jelentős erőket fordítanak. Ezek a témák elsősorban a mesterséges intelligencia, a nagy hálózatok kutatása, a kriptográfia, a pénzügyi matematika, valamint a bioinformatika, de a matematikai statisztikát is számos társtudományban (például a csillagászatban és a környezettudományban) használták.

A munka 8 tudományos osztály, 6 Lendület-, illetve 1 ERC-kutatócsoport, valamint a szakmódszertani kutatócsoport keretei között folyt. Az Intézet kutatási tematikáit folyamatosan a matematika fejlődése által felvetett legújabb kérdésekhez igazítják.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Alacsony dimenziós topológia Lendület-kutatócsoport

A kutatócsoport folytatta csomók invariánsainak vizsgálatát és a korábban kifejlesztett technikákat használva, egy S^3-beli csomóhoz a dupla elágazó fedést rendelve, majd annak invariánsait vizsgálva kaptak új eredményeket. A fedő-transzformáció adta involúció segítségével involutív Heegaard Floer homológiai eredmények által motivált konstrukciókat

vezettek be, melyek remélhetőleg jól használhatók majd olyan csomópárok vizsgálatára, melyek egymás mutációiként állnak elő. Heegaard Floer homológiai módszerek segítségével a három-dimenziós racionális kobordizmus-csoport tulajdonságait vizsgálták, specifikusan azt, hogy mikor lesz egy elem végtelen rendű, illetve, hogy egy elem-halmaz mikor lesz lineárisan független. Meghatározták azon pozitív műtéti együtthatókat, melyekkel pozitív tórusz-csomók menti műtét olyan három-sokaságot ad, mely racionális homológia-diszket határol.

Irreguláris Higgs-nyalábok modulusterének vizsgálata során tisztázták azt az esetet, amikor a Hitchin-fibrálásnak egyetlen szinguláris fibruma van. Ebben az esetben új konstrukciókat írtak le, melyek elliptikus fibrálásokat adtak különböző szinguláris fibrumokkal. Hasonló módszerekkel logaritmikus konnexiók modulusterének egy nyílt halmazán találtak koordinátákat.

Egy további projektben tisztázták motivikus Chern-osztályok transzverzalitási tulajdonságait. Ez lehetővé teszi GIT-hányadosok részvarietásai (Schubert-varietások) motivikus Chern-osztályainak kiszámítását.

Automorf formák Lendület-kutatócsoport

A kutatócsoport tagjai – egy konkrét aritmetikus hiperbolikus felület és 3-sokaság esetében – közel optimális felső becslést adtak a prímgeodetikus tételben fellépő hibatag négyzetes átlagára. Egy másik irányban az automorf formák és az automorf L-függvények értékeloszlását vizsgálták, amely természetes módon merül fel a számelméleti kutatásokban. Megkezdték a 2 fokú nemholomorf Siegel moduláris formák vizsgálatát abból a célból, hogy megbecsüljék ezen formák Whittaker-függvényeit, illetve globális maximumát. Elkezdték kidolgozni a Selberg-féle előnyomformula egy olyan változatát, amely alkalmas lehet egy tetszőleges számtest feletti $GL(2)$ csoport nem-szférikus Hecke–Maass-formáinak a becslésére. A megfelelő L-függvényekre vonatkozó bizonyos szubkonvex becsléseket is sikerült explicitté tenniük a Michel–Venkatesh-módszer jobb megértésével. Egy harmadik irányban új kontextusba helyezték a többváltozós (φ,Γ)-modulusokat Scholze perfektoid tereinek segítségével. Az eredmény egy ekvivalencia a lokális Galois-csoportok direkt szorzatának p-adikus reprezentációi, illetve a többváltozós (φ,Γ)-modulusok kategóriája között.

Csoportok és gráfok Lendület-kutatócsoport

A csoport tagjai a pontfolyamatok cost-ját és a gyenge tartalmazást vizsgálták lokálisan kompakt csoportokra. Többek között belátták, hogy a cost szorzatcsoportokra elfajul, és Poisson-folyamatokon maximális értéket vesz fel.

A mod p homológianövekedést is tanulmányozták lokálisan szimmetrikus terekre, belátva, hogy az invariáns magasabb rangú Lie-csoportok esetén minden sorozatra elfajul. Vizsgálták a torziónövekedést magasabb homológiákban $SL(n,Z)$ és más rácsok esetén.

Megoldották Bhargava egy problémáját optimálisan egyenletes eloszlású sorozatokra számtestek egész gyűrűiben. Befejezték és megírták lokálisan szimmetrikus terek sajátvektorainak lokális konvergenciájáról szóló cikküket. Az uniform limesz multiplicitás tételt nem-kokompakt rácsokra is kiterjesztették és befejezték az eredmények leírását. Vizsgálták a kritikus Erdős–Rényi-gráfok legnagyobb komponensének Benjamini–Schramm-konvergenciáját.

Véglegesítették és közlésre benyújtották a hálózatok kontrollálhatóságáról és maximális párosításokról szóló eredményüket, amely Liu, Slotine és Barabási egy 2011-es cikkében leírt megfigyelés bizonyítása. Élesítették azt az eredményüket, hogy a random konfigurációs modell által adott véletlen gráfban, adott fokszámok esetén a maximális párosítás relatív mérete erősen koncentrálódik.

Babai egy híres sejtése, hogy nem-kommutatív véges egyszerű G csoport esetén diam(G) (G Cayley-gráfjainak maximális átmérője) legfeljebb G mérete logaritmusának egy polinomja. Véges egyszerű Lie-típusú G csoport esetén a legjobb ismert korlát diam(G)-re vonatkozóan Biswas-tól és Yang-tól származott. Ezt az eredményt javították lényegesen. Megmutatták továbbá, hogy ugyanaz az új korlát érvényes diam(H) esetén is, ahol H tetszőleges részcsoportja G-nek. Teljesen reducibilis véges lineáris csoportok egy struktúra tételét is sikerült bizonyítani.

Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport

A csoport a nagy hálózatok, gráf limeszek, random struktúrák témakörben jelentős áttörést ért el: Sikerült lerakniuk egy egyesített gráflimesz elmélet alapjait, amely köztes sűrűségű gráfokra is informatív. Az új elmélet kiterjed általánosabb operátorokra is, és ezt felhasználva véletlen mátrixok sajátvektorairól sikerült új eredményeket igazolni.

A magasabb rendű Fourier-analízis témában tovább vitték a nilspace-megközelítést, amelynek segítségével több nyitott ergodelméleti problémát oldottak meg. A Gowers-normákra pedig inverz tételeket bizonyítottak kompakt Abel-csoportokon és nil-sokaságokon.

Mesterséges intelligencia matematikai alapjait kutatva egy krónikus sebek klasszifikációját segítő mesterséges intelligencia létrehozásán dolgoztak, és továbbfejlesztették a hiányos adatok rekonstrukciójában hasznos algoritmusukat is.

Pénzügyi matematika Lendület-kutatócsoport

A csoport véletlen közegbeli Markov-láncok ergodikus viselkedését tanulmányozta. Ilyen rendszerek sztochasztikus stabilitását bizonyították olyan esetekre, melyeket az irodalomban szereplő eredmények nem fednek le (pl. diszkretizált diffúziók), és beláttak egy ergodtételt is. Az ilyen folyamatok közé tartoznak a sorbanállási rendszerek stacionárius kiszolgálási időkkel, illetve a pénzügyi matematika egyes népszerű modelljei, például a frakcionális sztochasztikus volatilitás modell. A Langevin sztochasztikus gradiens algoritmus konvergenciájára adott becsléseket javították meg logkonkáv célsűrűségfüggvények esetén, a kapott konvergenciasebesség lényegében optimális. Jellemezték továbbá, hogy az információ mekkora értéket jelent a befektetők számára arbitrázslehetőségek formájában. Befektetők várható hasznosságát maximalizálták a manapság népszerű modellbizonytalanság esetén. Optimális befektetések létezését bizonyították olyan esetekre, amikor a befektetők a legrosszabb eshetőségre készülnek fel.

Véletlen spektrumok Lendület-kutatócsoport

Bevezették az úgynevezett „Directed Landscape” modellt, ami bizonyos perkoláció (az ún. „last passage percolation”) skálalimesze. Ez az objektum a nagyon fontos KPZ univerzalitási osztály központi eleme. Egyebek mellett ez a konstrukció azt is megmutatta, hogy egy véletlen permutációban a leghosszabb növekvő részsorozat alakja egy olyan véletlen függvényhez konvergál, amelynek grafikonja 4/3 Hausdorff-dimenziós.

Matematikai bizonyítást adtak olyan heurisztikus eredményekre nagy véletlen hálózatok kontrollálhatóságával kapcsolatban, amelyeket korábban más kutatók a Nature-ben publikáltak. A bizonyításuk a gráf-limesz elméleten és konvergens gráf-paraméterekre vonatkozó ismert technikákon alapul.

Tetszőleges egy végű Cayley-gráf esetére sikerült invariáns egy végű feszítő fát konstruálniuk. Ez egy széles körben használt korábbi eredmény erősítése, amikoris egy vagy két végű feszítő fa létezése volt bizonyítva.

A Shearer-egyenlőtlenség diszkrét valószínűségi változók együttes entrópiáinak összegére nyújt alsó becslést az összes változó együttes entrópiájának függvényében. Sikerült az egyéni entrópiák segítségével is alulról becsülniük az ilyen összegeket abban az esetben, amikor a kérdéses valószínűségi változók független véletlenek függvényei. A módszer nem kizárólag az entrópia, hanem más bizonytalanságot mérő mennyiségek (pl. a kovariancia) esetén is kínál egyenlőtlenségeket.

Zaj-érzékenység ERC-kutatócsoport

A legtöbb tudományág életbeli alkalmazásaiban előforduló jelenség, hogy egy sokváltozós függvényt kell kiszámolni, ám a bemenet zajos, így csak bízni lehet abban, hogy a zaj nem befolyásolja nagymértékben az eredményt. Az alkalmazások szempontjából fontos függvények közül azonban sok egészen apró zajra is érzékeny: a bemenet kis perturbációja is teljesen megjósolhatatlanná teszi az eredményt.

Fontos kérdés, hogy ha a bemeneti változók egy elenyészően kis részét ismerjük, abból rekonstruálható-e egy olyan függvény kimeneti értéke, amelyben minden változó ugyanolyan (vagy nagyon hasonló) szerepet játszik. A csoport eredménye, hogy ha a bemeneti változók független véletlenek, akkor a válasz nemleges: nincs ritka rekonstrukció. Jelenleg a nemfüggetlen véletlen változók esetét vizsgálják, a statisztikus fizika szokásos véletlen modelljein.

Megoldották Gaboriau egy közel 20 éves sejtését a csoportelmélet, dinamikai rendszerek és számelmélet területén is fontos Kazhdan-csoportokról, mégpedig perkolációelméleti (azaz statisztikus fizikai) eszközökkel. A csoport megcáfolta Kalai egy sejtését olyan függvények konstruálásával, melyek annak ellenére zaj-stabilak, hogy majdnem mindig van olyan változójuk, amelyet megváltoztatva döntően megváltozna a függvény értéke.

Szakmódszertani kutatócsoport

A kutatócsoport az MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programjának keretében a kiemelkedően tehetséges diákok tehetséggondozási lehetőségeit vizsgálta, és a speciális matematika tagozatos tantervek korszerűsítésén dolgozott. Folytatták a 2017 szeptemberében elkezdett kísérleti oktatási programot nem kiemelkedően tehetséges gyerekek számára.

2018-ban több mint 20 hétvégi tehetséggondozó tábor szervezésében, lebonyolításában vettek részt. Fő szervezői voltak két nagy nyári matematikatábornak, illetve a matematikatanárok számára szervezett Rátz László Vándorgyűlés matematika tagozatos szekciójának.

Algebra osztály

Régóta ismert, hogy végesen generált Abel-csoportok feletti zérusösszegű sorozatokkal (az úgynevezett blokk monoiddal) kapcsolatos eredmények következményeként információt nyerünk a duális csoport polinominvariánsai algebrájának generátorairól. Most az információáramlás irányát megfordítva, polinominvariáns algebrák definiáló relációira vonatkozó eredményekből vezettek le a megfelelő blokk monoid katenaritási fokára vonatkozó becsléseket. Ehhez be kellett vezetni a súlyozott katenaritási fok fogalmát. Megmutatták, hogy egy Abel-csoport tetszőleges reprezentációjához tartozó polinominvariáns algebra definiáló relációi hogyan kaphatók meg a multiplicitásmentes esetből. Ezen állítás Gröbner-bázisos változatát is kidolgozták.

Konstruktívvá tették a klasszikus Hilbert–Nagata-tétel azon nemkommutatív variánsát, amely azt állítja, hogy egy reduktív lineáris algebrai transzformációcsoport invariánsai egy Lie-nilpotens relatívan szabad asszociatív algebrában végesen generált részalgebrát alkotnak. Megmutatták, hogy a csoport eredeti definiáló reprezentációjához kanonikus módon hozzá lehet rendelni egy másik véges dimenziós reprezentációját úgy, hogy az ahhoz tartozó kommutatív invariáns algebra generátoraiból explicit módon felírhatók a nemkommutatív invariánsalgebra generátorai. A kapcsolódó klasszikus kommutatív elméletben központi szerepet játszó Weyl-féle polarizációs tételt kiterjesztették erre a kontextusra. Véges csoportok hű reprezentációinak létezésére vonatkozóan pedig hálóelméleti kritériumot bizonyítottak.

Leírták a Leavitt-útalgebrák és a Cohn-útalgebrák összes irreducibilis reprezentációját, definiáló relációjukat, valamint meghatározták közülük a végesen prezentáltakat tetszőleges irányított gráfok esetén. Kiszámították továbbá ezen irreducibilis reprezentációk endomorfizmusgyűrűjét, valamint a hozzájuk tartozó primitív ideálokat.

Általánosított valós zászlósokaságok kohomológiagyűrűinek struktúráját is vizsgálták. Kocherlakota egyik tételét általánosítva, a valós zászlósokaságok Vassiliev-komplexusában meghatározták a Schubert-cellák incidencia-együtthatóit. A Borel–Haefliger-tételeket kiterjesztették $U(1)$- és $Sp(1)$-hatásokra topológiai kontextusban és ezzel meghatározták a páros valós, a kvaternió és októnió zászlósokaságok kohomológiagyűrűit.

Dolgoztak továbbá ekvivariáns formális csoportszabályok együtthatóinak geometriai leírásán, és az együtthatókat csoporthatással ellátott Milnor-hiperfelületek osztályaival fejezték ki.

Algebrai geometria és differenciáltopológia osztály

Folytatták a Ghys-sejtéssel kapcsolatos kutatásukat, azaz topologikus sokaságok homeomorfizmus-csoportjának véges részcsoportjait vizsgálták.

Vizsgálták az Ekholm által bevezetett „L” stabil reguláris homotópia invariánst (mint fontos Smale invariáns formulák lényeges összetevőjét). Direkt bizonyítást adtak az L invariáns különböző definícióinak ekvivalenciájára. Egyszerűbb, direkt bizonyítást adtak egy régebbi eredményükre, mely végesen determinált komplex csírákhoz asszociált immerziók L invariánsait fejezi ki a csírák analitikus invariánsai segítségével. Megállapították a Milnor-fibrum peremének ragasztóleképezéseit leíró vertikális indexek és a L közötti kapcsolatot.

Általánosították Yves André megoldás-algebráinak és megoldás-testeinek elméletét tetszőleges karakterisztika, illetve differencia-egyenletek esetére. Az elméletnek fontos alkalmazása van Mahler-függvények speciális értékeinek transzcendencia-elméletében.

Felületszingularitások Abel-leképezéséről egy külön elméletet fejlesztettek ki, melyet egy cikksorozat első három kéziratában írtak le.

Analízis osztály

Új eredményeket értek el annak az ismert problémának a vizsgálatában, amely a többváltozós folytonos függvények homogén polinomokkal való egyenletes approximációjára vonatkozik szimmetrikus csillagszerű tartományokon. Belátták, hogy minden szimmetrikus csillagszerű tartomány határán létezik egy olyan kivételes halmaz, amelyen a folytonos függvényeknek el kell tűnniük ahhoz, hogy teljesüljön a homogén approximáció. Meghatározták a csillagszerű tartományok metszetének kivételes halmazát. Olyan új konvex és csillagszerű tartományokat találtak, melyekre teljesül a fenti Weierstrass-típusú approximáció homogén polinomokra.

Általános konvex tartományok határán vett ívhossz szerinti alkalmas normában fennálló, közel éles Turán–Erőd-típusú egyenlőtlenséget igazoltak, nevezetesen, hogy ha egy komplex polinom n-ed fokú és mind az n gyöke az adott K konvex tartományban van, akkor a derivált és a polinom határon mért bizonyos normáira fennáll egy egyszerű egyenlőtlenség.

Bernstein–Markov-típusú felső becsléseket adtak az egyváltozós algebrai polinomok súlyozott deriváltjaira aszimmetrikus súlyok esetén. Egy új Hermite–Fejér-típusú operátort vizsgáltak konvergencia szempontjából a félegyenesen.

A kétparaméteres sátorcsalád izentróp görbéi meredeksége és a leképezés Ljapunov-exponense között találtak érdekes összefüggést. Ennek segítségével egy viszonylag hatékony módszert adtak e függvénycsaládban a Ljapunov-exponens kiszámítására. A Haight–Weizsäcker-problémakörhöz és a Hincsin-sejtéshez kapcsolódóan új eredményeket kaptak a nemnegatív függvények eltoltjaiból képzett sorok konvergencia-tulajdonságaira vonatkozóan.

Kiépítettek egy absztrakt operátorkiterjesztési eljárást, melynek segítségével a Hilbert-téren adott operátoroktól eltérő struktúrákban is be lehet vezetni a párhuzamos összeadás és a párhuzamos kivonás műveleteit. Ezen műveletek fontosak az abszolút folytonosságot és szingularitást megőrző leképezések leírásában. Bebizonyították, hogy a beágyazások szerkezete nagyon komplikált lehet akkor is, ha maga a Waserstein-tér izometrikusan merev.
Igazolták, hogy a [0,1] intervallum majdnem minden (pontosabban prevalens sok) homeomorfizmusának az ívhossza maximális, 2-vel egyenlő.

Diszkrét matematika osztály

Aszimptotikusan meghatározták egy n elemű halmaz k elemű és l elemű részhalmazai tartalmazási páros gráfjának a dominálási számát.

Pontos eredményt értek el egy széles gráf- illetve hipergráf-osztály pontos Turán-számának meghatározásában, és ez elvezethet az Erdős–Sós–Kalai-sejtés bizonyításához.

Vizsgálták, hogy egy *n*-dimenziós hiperkockának maximálisan hány csúcsát tartalmazhatja egy *r* sugarú gömb. A probléma teljes megoldása, különösen a 30-40 dimenziós esetekben, fontos statisztikai alkalmazásokat vonna maga után.

Megoldották Monod és Rordam sejtését amenábilis, tisztán végtelen hatásokról. Kidolgozták gráfok kvalitatív limeszelméletét, és leírták a folytonos hatások gyenge ekvivalencia-elméletének alapvető tulajdonságait.

Folytatták gráfok fokszámsorozatainak realizációin értelmezett swap Markov-lánc kutatását. Sikerült megmutatniuk, hogy a páros gráfok fokszámsorozatainak egy jelentős részén, a stabil fokszámsorozatokon, a swap Markov-lánc gyorsan kever.

Elégséges feltételeket adtak arra, hogy ha a teljes gráf élhalmazát több izomorf gráf élhalmazára partícionáljuk, azokat lehessen úgy izomorf módon irányítani, hogy az így kapott irányított gráfok uniója tranzitív tournament legyen.

Ramsey-típusú kérdéseket vizsgálva megadták azon színek minimális számát, melyre igaz, hogy ennyi színnel színezhetők úgy az *n* csúcsú teljes gráf élei, hogy egyetlen négycsúcsú út se maradjon egyszínű és minden pontnégyesen legalább egy négycsúcsú út háromszínű legyen. A Ramsey-számok és a Shannon-féle gráfkapacitás összefüggése kapcsán alsó korlátot adtak a 4-kromatikus Mycielski-gráf Shannon-kapacitására. A 4-kromatikus Schrijver-gráfok szerkezeti tulajdonságait vizsgálva karakterizálták ezen csúcs-színkritikus gráfok színkritikus éleit, vagyis azon éleket, melyek bármelyikét elhagyva a kromatikus szám lecsökken.

Indukált 4-hosszú Berge-körök nélküli 3-uniform hipergráfok maximális élszámára pontos becsléseket adtak.

A sík nem-egybevágó háromszögekkel való kicsempézéseinek vizsgálata során megválaszolták Nandakumar kérdését: belátták, hogy ez nem oldható meg egyenlő területű és kerületű háromszögekkel.

Sikerült nagyságrendileg meghatározniuk az olyan utak maximális számát, ahol bármely két út uniójában szerepel 4-hosszú kör. Ez megoldja Cohen, Fachini és Körner egy problémáját, és a módszer megjavítja a korábbi, hosszabb páros körökre vonatkozó eredményeket.

Szubexponenciális idejű algoritmust adtak a legnagyobb független halmaz problémára olyan gráfok osztályán, amelyek nem tartalmaznak tetszőlegesen rögzített (bármilyen nagy hosszúságú) feszített utat.

Bebizonyították a körökre vonatkozó Erdős–Gallai-tétel hipergráf változatának hiányzó eseteit. Éles tételeket bizonyítottak adott csúcsot elkerülő, más előírt csúcsokat tartalmazó körök létezéséről karom-mentes gráfokban. Számos tételt bizonyítottak adott páros kört nem tartalmazó gráfok általánosított Turán-számaira vonatkozóan. Aszimptotikusan meghatározták adott hosszú utat nem tartalmazó összefüggő *r*-uniform hipergráfok maximális méretét. Meghatározták rendezett gráfokban bizonyos rendezett körök Turán-számát. Javították az eddigi becsléseket négyzetrács pebbling számára vonatkozóan, illetve becsléseket adtak adott átmérőjű gráf pebbling számára.

Meghatározták továbbá, hogy *n* általános helyzetű síkbeli pont esetén legfeljebb hány olyan hármas van, ami epszilon-reguláris háromszöget határoz meg.

Geometria osztály

Bebizonyították, hogy egy összefüggő Riemann-sokaságra ekvivalensek az alábbi tulajdonságok: (1) a sokaság lokálisan harmonikus, (2) egy reguláris görbeív körüli kis sugarú cső térfogata csak a görbe hosszától és a cső sugarától függ, (2') egy reguláris geodetikus ív körüli kis sugarú cső térfogata csak a görbe hosszától és a cső sugarától függ. Ennek következményeként adódott, hogy ha a sokaság dimenziója legalább 4, akkor az előző tulajdonságok ekvivalensek a következő két tulajdonsággal is: (3) egy reguláris görbeív körüli kis sugarú cső teljes skalárgörbülete csak a görbe hosszától és a cső sugarától függ, (3') egy reguláris geodetikus ív körüli kis sugarú cső teljes skalárgörbülete csak a görbe hosszától és a cső sugarától függ.

Újabb eredményeket értek el szemialgebrai gráfokra. Ebben a speciális esetben sikerült megoldaniuk Issai Schur 100 éves problémáját, vagyis bizonyos Ramsey-számokra az eddiginél sokkal jobb korlátot kaptak.

Bebizonyították, hogy ha tetszőlegesen választunk n általános helyzetű pontot a síkban, akkor ezek mindig meghatároznak majdnem n páronként metsző szakaszt. Az eddigi legjobb alsó korlát (egy 25 éves eredmény) gyök n volt.

Lineáris algebrai módszerek segítségével tovább javították a síkbeli, egységtávolság-mentes halmazok felső sűrűségére vonatkozó becsléseket. Vizsgálták síkbeli normális eloszlású véletlen ponthalmazok által meghatározott konvex sokszögek határalakzatát.

A korábban ismertnél élesebb felső becslést bizonyítottak egy konvex lemezből egy másik centrálszimmetrikus konvex lemez adott számú eltolt példányaival lefedhető rész területére.

A projektív-metrikus terek geometriai vizsgálata közben belátták, hogy a legfontosabb esetekben az ellipszis és a hiperbola csak a klasszikus terekben másodfokú görbe, a háromszögekre ismert metrikus illeszkedési feltételek pedig csak a klasszikus terekben érvényesek. Az is kiderült, hogy egy projektív-metrikus tér már akkor is szimmetrikus, ha csak bizonyos véges sok pontban szimmetrikus.

Csatolt intervallumleképezések termodinamikai limeszének vizsgálata során belátták, hogy gyenge kölcsönhatás esetén egy Lebesgue abszolút folytonos invariáns eloszláshoz, míg erős kölcsönhatás esetén egy pontmértékhez van konvergencia. Négy csatolt leképezés által alkotott rendszerről belátták, hogy megfelelően erős csatolás esetén több ergodikus invariáns mértékkel rendelkezik.

Állandó görbületű terekben jellemezték elegendően reguláris, nem-üres belsejű zárt konvex halmazok párjait, amelyekre a következő implikáció igaz. Ha ezek kongruens példányainak metszete kompakt, akkor ez a metszet centrálszimmetrikus. A kompakt esetben a két halmaz két egybevágó gömb.

Halmazelmélet, logika és topológia osztály

Egy korábbi mély eredményüket erősítve belátták, hogy ha az X reguláris térben minden nyílt halmaz nem-megszámlálható és X (megszámlálható extent)-generált, akkor X omega-felbontható. Belátták továbbá azt a meglepő tételt, hogy összefüggő T_1-terek bármely nem-triviális szorzatán értelmezett és összefüggőséget megőrző leképezés automatikusan folytonos.

Számosságok sorozatainak tág osztályairól mutatták meg, hogy lokálisan kompakt diszpergált terek Cantor–Bendixson-szintjei számosságainak a sorozatai lehetnek. Belátták, hogy Väänänen magasabb Cantor–Bendixson-tétele ekvivalens egy perfekt halmazokra vonatkozó dichotómiával, és így ekvikonzisztens egy erősen elérhetetlen számosság létezésével.

Megoldották a Haar első kategóriájú halmazok elméletének legfontosabb problémáját: megmutatták, hogy létezik Haar első kategóriájú halmaz, amely nem erősen Haar első kategóriájú.

Megadtak végtelen sok véges nem-reprezentálható loop polygroupoidot. Ebből bizonyították, hogy a coset-relációalgebrák és a relációalgebrák varietásai között kontinuum sok különböző varietás van. Bizonyították, hogy diszkriminátor varietáson belül egy részvarietás sűrű kiterjesztései nem generálnak varietásként új maximális algebrákat. Ebből bizonyították, hogy az előzőekben megszerkesztett nem-reprezentálható véges reláció-algebrák nincsenek benne a reprezentálható relációalgebrák kiteljesítései által generált varietásban.

Az általános relativitáselmélet egy kis szeletéből bebizonyították, hogy nem léteznek fénynél gyorsabban mozgó megfigyelők. Bizonyították, hogy az ún. lokális tulajdonságnak az általános relativitáselméletben használt két definíciója nem esik egybe.

Számelmélet osztály

Vizsgálatot folytattak a prímek között számtani sorozatokban előforduló extrém nagy hézagokról. Prímekre vonatkozó bináris problémákat vizsgáltak (Goldbach-sejtés, ikerprímsejtés), és a Goldbach-sejtésre vonatkozó kivételes halmaz nagyságának becslésével kapcsolatos problémák megoldásán dolgoztak. Vizsgálták a teljes moduláris csoporthoz tartozó prímgeodetikus problémát is. A probléma lényege egy adott számnál kisebb normájú hiperbolikus konjugált osztályok számának (pontosabban egy bizonyos súlyozott összegének) becslése.

Véges Abel-csoportokon értelmezett függvényekre vonatkozó határozatlansági egyenlőtlenségekkel is foglalkoztak. Egy ilyen egyenlőtlenség becslést ad arra, hogy egy nem azonosan 0 függvény és Fourier-transzformáltja együttesen hány helyen tűnhet el. Ha a csoport p prím elemszámú, akkor egészen pontos eredmény ismert. Azonban a p elemű csoport önmagával vett direkt szorzatára már nyitott a probléma. Erre a csoportra vonatkozóan értek el eredményeket, az eddig ismert becslést bizonyos esetekben jelentősen javítva.

Alsó és felső becsléseket adtak két egészegyütthatós polinom helyettesítési értékeinek legnagyobb közös osztójára, amelyek aszimptotikusan megegyeznek.

Folytatták a mátrixcsoportok feletti Kloosterman-összegek vizsgálatát, és általános n-re a GL_n csoporton vett összegekre adtak elemi becslést. Megvizsgálták, hogy ez az összeg mikor tiszta, és jelenleg az l-adikus kohomológia-csoportok dimenzióját szeretnék kiszámolni.

Véletlen bolyongások és dinamikai rendszerek orbitjainak egyenletes eloszlásával foglalkoztak. Konstans faktor erejéig meghatározták az egységkörön történő diszkrét véletlen bolyongások egy családjának egyenletes eloszláshoz való konvergencia-sebességét. Jelentősen megjavították ugyanezen véletlen bolyongások diszkrepanciájára adott eddig ismert legjobb becsléseket. Bebizonyították, hogy folytonos görbék diszkrepanciájára nem létezik nem-triviális alsó becslés.

Igazolták, hogy a Riemann-sejtés ekvivalens a Goldbach-sejtés egy átlagos maradéktagos változatával. Megcáfolták a gráf élei mentén vett összegekre és szorzatokra vonatkozó Erdős–Szemerédi-sejtést és áttekintették a Kakeya-sejtés kombinatorikus számelméleti analogonjait és ekvivalens formáit.

Valószínűségszámítás és statisztika osztály

Nem-centrális határeloszlástételeket bizonyítottak vektorértékű stacionárius Gauss-mezőkre. Ehhez a vektor értékű stacionárius véletlen mezők nemlineáris funkcionáljainak egy elméletét is ki kellett dolgozniuk. A véges szorzatterek „Gibbs sampler"-eire vonatkozó logaritmikus Sobolev-egyenlőtlenség konstansára sikerült a korábbiaknál jobb becslést adniuk a Dobrushin-féle unicitási feltétel mellett. A bizonyítás az erős entrópia-kontrakció tételen alapszik.

Centrális határeloszlástételt bizonyítottak az ún. divergencia-mentes véletlen közegű bolyongásokra, mely a véletlen közeg tipikus megvalósulásai esetén érvényes. Ezt a nevezetes „$H(-1)$" feltétel mellett tudták belátni, John Nash egy klasszikus, diffúziós folyamatok momentumaira vonatkozó eredményének nem nyilvánvaló kiterjesztését használva. Szuperdiffúzív becsléseket bizonyítottak az ún. véletlenített Manhattan rácsra, mely egy másik fontos véletlen közegű bolyongás. Invariancia elvet bizonyítottak a véletlen Lorentz-gázra. Ez a klasszikus nem-egyensúlyi statisztikus fizika egy hírhedten nehéz problémája, melyben több mint 30 éve ez az első lényeges előrelépés.

A már korábban vizsgált csomagvesztéses kommunikációs hálózatokon konstruált konszenzus algoritmusok konvergenciáját általánosították analóg véletlen mátrix szorzatokra, a konvergenciasebességet is identifikálva. Több párhuzamos projekten dolgoztak, ahol egy gráfon definiált bolyongáson csekély számú él hozzáadása jelentősen gyorsítja a keverést. Folyamatban van 3-reguláris véletlen gráfokra az aszimptotikus függetlenségi arány konstruktív algoritmikus eszközökkel történő erős becslése.

Alkalmazások

Az MTA Rényi Intézetben végzett munka továbbra is elsősorban az elméleti (felfedező) tudományokra összpontosult. Az alkalmazott kutatások terén a korábbi években már kialakult munkacsoportok dolgoztak tovább a kriptográfia, bioinformatika és egyéb, az élettudományokban alkalmazott matematikai módszerek, illetve a neurális hálók témakörökben.

A *Nagy hálózatok Lendület-kutatócsoport* keretein belül működő Deep Learning kutatócsoport – az ott részletezett elméleti eredményeken túl – az alábbi főbb eredményeket érte el:

- Generatív modellezés területén vizsgálták a variációs autoenkóderek belsejében kialakuló látens reprezentációkat. Számos módon azonosították a mély variációs módszer gyengeségeit, mely leginkább abban nyilvánul meg, hogy a rendszer nem használja ki eléggé az információátvitelre rendelkezésre álló kapacitást. A módszert többféle módon igyekeztek javítani. Vannak kezdeti, ígéretes eredmények, de áttörés még nem született.
- A 2017-ben kidolgozott gradiens alapú regularizációs módszerüket továbbfejlesztették és sikeresen használták komplexebb adathalmazok tanítása során is (pl. Tiny ImageNet). Ez jól vizsgázik olyan osztályozási problémák esetén, ahol kifejezetten kevés tanítóadat áll rendelkezésre.

- Az év második felében elkezdték kutatni a gépi tanulás alkalmazhatóságát az automatikus tételbizonyítás területén. A cél az, hogy megerősítéses tanulás segítségével olyan rendszert tanítsunk be, mely irányítja az automatikus tételbizonyítókat, ezáltal drasztikusan lecsökkentve a keresési teret. A tanulást részben emberi bizonyítások, részben a rendszer saját bolyongásai-felfedezései alapján végezzük. Ezen kutatások még korai fázisban vannak, de egyszerű aritmetikai egyenlőségek esetén már sikerült demonstrálni, hogy egyetlen bizonyítás megmutatása után a rendszer tud általánosítani, és meg tudja találni hasonló felépítésű egyenlőségek bizonyítását.
- Ez a csoport vezette a „A mesterséges intelligencia matematikai alapjai" pályázat (2018-1.2.1-NKP-2018-00008) tudományos és műszaki részének a megírását. A sikeres pályázat szeptemberi elindulása óta egy egynapos (NKP Kickoff Workshop) és egy egész hetes (Budapest Workshop on Reasoning and Machine Learning) szakmai workshopot szerveztek.
- Sikeres szakmai anyaggal pályáztak az NVidia cég összesen 1.5 MFt értékű hardver-adományára.
-

Az Intézet *Kriptográfiai kutatócsoportja* 2018-ban elsősorban a korábban megkezdett, titokmegosztásokkal kapcsolatos kutatásainak további általánosításaival foglalkozott. Gráf-alapú titokmegosztások bonyolultságának egy általános felső korlátja az ún. Stinson-korlát. Sikerült meghatározni az eddig ismert legkisebb olyan gráf osztályt, amelyre ez a korlát éles is. Ezen aszimptotikus eredményt a legrosszabb, illetve az átlagos esetre is kiterjesztették. További érdekes gráf osztályként, sok levelet tartalmazó gráfok bonyolultságát határozták meg, újfajta alsó és felső becslési módszerek segítségével. Ezeken felül vizsgálták egykörös, valamint síkba rajzolható gráfok bonyolultságát. Foglalkoztak továbbá optimalizációs algoritmusokkal is, elsősorban csúcs leszámlálásokkal, ami egy érdekes eszköz új feltételek meghatározására, többek között titokmegosztások optimális méretének meghatározásában játszik fontos szerepet. A kidolgozott módszer a jelenleg ismert eljárásokat terjeszti ki lényegesen magasabb dimenzióra. Végezetül a titokmegosztások témakörben elért eredményeinek elismeréseként, a csoport egyik tagját a kolumbiai National University of Bogota doktori tanácsába választották. Az Intézet *Bioinformatikai kutatócsoportjának* munkatársai együttműködésben a Davidson College egy munkatársával dolgoztak a legtakarékosabb Single Cut and Join genomátrendeződési történetek számának az approximációján csillag alakú fákon. Az eredményeket az Advances in Applied Mathematics című újságban publikálták.

A kutatók szakmai előmenetele

Az Intézet munkatársai közül 2018-ban négy fiatal szerezte meg a PhD-fokozatot, egy pedig honosíttatta. Az év végén 7 akadémikus, 29 akadémiai doktor és 52 PhD-fokozattal rendelkező, illetve kandidátus dolgozott az Intézetben; 33-an még nem szereztek tudományos fokozatot. Emellett 20 kutató professor emeritus/emerita vesz részt az Intézet tudományos munkájában (közülük 9 akadémikus, 11 akadémiai doktor). Nagy hangsúlyt fektetnek a fiatal – PhD-tanulmányaikat folytató vagy éppen azt befejező – tehetségek bevonására az intézeti kutatómunkába. 2018 folyamán további 4 fiatal kutatót alkalmaztak az Akadémia által biztosított új fiatal kutatói álláshelyeken. Ezekkel együtt 2018-ban összesen 22 fiatal kutató dolgozott az Intézetben. Az Intézet szerződéses kapcsolatban áll a Közép-Európai Egyetemmel (CEU), amelynek keretében 28 doktorandusz munkáját irányította intézeti kutató.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet alapkutatási témáinak többsége sajnos nem alkalmas a társadalommal folytatott párbeszéd közvetlen tárgyának. Ugyanakkor a kutatók sikerei a médiában is megjelenítették az Intézetben folytatott kutatásoknak a jelentőségét.

Az Intézet munkatársai fontos szerepet vállalnak a matematika népszerűsítésében, ismeretterjesztő előadásokat tartanak középiskolások és egyetemisták számára. Rendszeresen sor kerül a Magyar Tudomány Ünnepe keretében az intézeti bemutatkozó rendezvényre, ahol elsősorban középiskolások és tanáraik tájékozódhatnak a matematikusi pálya kihívásairól és szépségeiről. Egy fiatal munkatárs számos ismeretterjesztő előadást tartott az év során, és a FameLab tudománykommunikációs versenyen is részt vett – egyetlen matematikusként.

Az Intézet munkatársai kiveszik részüket a matematikai tehetségek gondozásából, 2018 során is számos matematikai tábort, versenyt és más rendezvényt szerveztek a tárgy iránt érdeklődő diákoknak. Az Intézet szakmai hátteret biztosít a középiskolák speciális matematikai tagozatai tanárainak is.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hazai kapcsolatok

Az NKFIH Nemzeti Kiválósági Program felhívására 2018-ban az Intézet vezetésével létrehozott konzorcium nyújtott be pályázatot „A mesterséges intelligencia matematikai alapjai” címmel. A konzorcium kialakítása során – és később a pályázat elkészítésével és a közös kutatások folytatásával – az Intézet gyümölcsöző munkakapcsolatot alakított ki a konzorciumi tagokkal, az MTA SZTAKI, az ELTE TTK Matematikai Intézete, a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kara és a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Kara mesterséges intelligencia/neurális hálózatok kutatócsoportjaival.

Ezzel összefüggésben az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet alapító tagjai között van a 2018 őszén megalakult Mesterséges Intelligencia Koalíciónak is, mely a hazai ezirányú kutatásfejlesztési és alkalmazási platformokat hivatott összefogni, erős kormányzati támogatás mellett.

Az Intézet kutatói több budapesti és vidéki felsőoktatási intézmény (ELTE, BME, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Pannon Egyetem) munkájában vesznek részt. Különösen jelentős a szerepük a doktorképzésben és a mesterszakos képzésben. Az Intézet kutatói közül tizenketten törzstagok különböző doktori iskolákban, 53 doktorandusz munkáját irányítják témavezetőként. Kiemelt jelentőségű az Intézet számára a Közép-Európai Egyetem (CEU) Matematikai Tanszékével folytatott együttműködés. A CEU matematikai doktori és mesterképzési programjának oktatói és témavezetői zömében az Intézet kutatói közül kerülnek ki. A tanszék vezetője, és a doktori program irányítója is az Intézet munkatársa. A Budapest Semesters in Mathematics angol nyelvű egyetemi részképzési program oktatóinak java része is az Intézet kutatója. Ez a program az amerikai egyetemekre viszi el a magyar matematika hírét, és mintául szolgál más nemzetközi oktatási programoknak is. Az Intézet számára nagy jelentőségű a tudományos utánpótlással való közvetlen kapcsolat, ennek jegyében 2018-ban az Intézet 57 munkatársa, a teljes kutatói létszám 47%-a oktatott valamelyik

hazai felsőoktatási intézményben. Négy TDK-dolgozat, 21 alapszakos és 15 mesterszakos diplomamunka témavezetését látták el az Intézet kutatói.

Az akadémiai megújítási program részeként újból lehetőség nyílt arra, hogy egyetemi kollégák egy vagy két szemesztert oktatási feladataiktól mentesülve az Intézetben tölthessenek vendégkutatóként. E program keretében 2018 folyamán az ELTE-ről négy, a Szegedi Tudományegyetemről pedig két oktató vett részt az MTA Rényi Intézetben folyó kutatómunkában.

Az Intézetben heti rendszerességgel folyó szakmai szemináriumok munkájába igen nagy számban kapcsolódnak be más intézmények, köztük vidéki egyetemek munkatársai is, ezáltal ezek a szemináriumok az egész hazai matematikai életre jelentős hatást gyakorolnak.

Az MTA Rényi Intézet kutatói a matematikai közélet feladataiból hagyományosan számarányukon felül veszik ki részüket. Ezek között említhető az MTA Matematikai Tudományok Osztályában és az akadémiai bizottságokban, az NKFIH testületeiben, a Bolyai János Matematikai Társulatban végzett munka. Az MTA Matematikai Bizottság elnöke, a Bioinformatikai Osztályközi Állandó bizottság egyik alelnöke, a Bolyai János Matematikai Társulat elnöke, főtitkár-helyettese, tudományos szakosztályának elnöke és alkalmazott matematikai szakosztályának egyik alelnöke mind az MTA Rényi Intézet kutatói.

Nemzetközi kapcsolatok

Az Intézet kutatói igen széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek. A társszerzős munkák zömében a szerzők között az intézeti kutató(k) mellett külföldi matematikusok találhatók. Közös projektek és közösen szervezett konferenciák is jellemzőek.
Az Intézet munkatársai közül 2018-ban harmincegyen vettek részt nemzetközi konferencia szervezésében, néhányan közülük több alkalommal is. 2018-ban két nemzetközi konferenciasorozat aktuális eseményének (10. FoIKS és 34. SoCG) rendezési jogát kapta meg az Intézet, emellett hat workshopra is sor került, továbbá az Intézet kutatói végezték a Building Bridges II. konferencia szervezésének oroszlánrészét.

Az MTA kétoldalú cserekapcsolatok keretében megvalósult utazások sikeresen szolgálták a tudományos együttműködést, segítségükkel eredményes közös kutatások folyhattak, hasznos információcserére, illetve konferencia-részvételre nyílt lehetőség.

Az Intézet kutatói összesen tizenkét nemzetközi tudományos bizottságban vettek részt. 172 alkalommal szerepel intézeti kutató neve nemzetközi folyóirat szerkesztő bizottságának névsorában. A munkatársak 2018-ban összesen 322 előadást tartottak nemzetközi rendezvényeken, ezek közül sokat meghívott, illetve plenáris előadóként.

Az Intézetből 2018-ban kilenc kutató volt távol fél évnél hosszabb ideig a következő külföldi intézményekben: University of Chicago (USA), City University of New York (USA), Auburn University (USA), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Svájc), Lancaster University (Anglia), University of Toronto (Kanada), Universität Hamburg (Németország).

Az intézeti kutatók által elnyert ERC támogatások és a Lendület projektek keretéből, illetve más forrásokból összesen 17 külföldi kutató dolgozott hosszabb ideig az Intézetben, további 11 külföldi kutató töltött 1–7 hónapot a kutatóhelyen (a teljes összesített időtartam 29 hónap), többek között Csehországból, Olaszországból, Lengyelországból, Szlovéniából, Vietnamból,

Ausztráliából, Egyiptomból, az USA-ból, Iránból, Kínából, Grúziából, Brazíliából, Törökországból és Finnországból. Az Intézetben rövidebb időt töltő külföldi látogatók száma 2018-ban – a konferenciák résztvevőit nem számítva – 87 fő volt.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Hazai pályázatok

Az Intézet a korábbi évekhez hasonlóan jól szerepelt a hazai NKFIH kutatási témapályázatokon. 2018-ban újabb 4 kutatási pályázat nyert el támogatást, ill. két fiatal kolléga NKFIH PD egyéni posztdoktori pályázat keretében kezdte meg kutatásait az Intézetben. Az NKFIH által 2017-ben bevezetett kiválósági egyéni kutatási témapályázatain is jó szerepelt az Intézet, 2018-ban a „Jelentős nemzetközi hatású, kiemelkedő eredményeket elért kutatócsoportok támogatása KH18" kiírásban is két intézeti kutató részesült támogatásban, valamint az SNN_18 (magyar–szlovén együttműködésen alapuló kutatási témapályázatok) kiírásban is nyert egy intézeti pályázat.

Az Intézet a korábbi években is nagyon eredményesen pályázott az NKFIH alapkutatási projektjeire, mégis, ezek eredménye az intézeti bevételek arányában változó nagyságrendű. A 2016. évi, az előző évinek több mint megháromszorozódott bevétele 2017-ben a felére esett vissza, majd 2018-ban újra majdnem elérte a 2016-os szintet. A változások nem az elnyert finanszírozás évi átlagának változásával, hanem a pályázati jelentések egyre nagyobb késedelemmel történő elfogadásával, ill. a pályázatok előlegeinek ugyancsak késedelmes átutalásával magyarázhatók. A kutatási költségek előfinanszírozása, illetve a nyertes pályázatok folytonossága miatt azonban ez nem okozott gondot a kutatások folytonosságában.

További jelentős eredmény a 2018-ban az Intézet vezetésével kialakított konzorcium által beadott és elnyert NKFIH Nemzeti Kiválósági Program „A mesterséges intelligencia matematikai alapjai" pályázat. A 2018 szeptemberében kezdődő és összesen 3 év időtartamú projekt össztámogatottsága közel 1 Mrd forint, melyből az Intézetre 466 M Ft jut. A projekt célja egy olyan tudásközpont létrehozása, amely elősegíti, hogy az ország a mesterséges intelligencia kutatása és alkalmazásai terén a világ élvonalába kerülhessen. Ehhez elengedhetetlen a mesterséges intelligencia-kutatások magyarországi felfuttatásához szükséges kritikus kutatói erőforrás koncentrálása, strukturálása és megerősítése. A két akadémiai, illetve három felsőoktatási intézmény együttműködésével egy olyan új kutatási eredményeket létrehozó szellemi műhely létesül, amelynek keretében folytonosság teremthető a mesterséges intelligencia legelméletibb és leggyakorlatibb irányai közt. A különböző jellegű feladatokon dolgozó kutatók nem izoláltan, hanem szorosan együttműködve fognak dolgozni, biztosítva a folytonos információáramlást az elméleti és gyakorlati irányok közt.

Az MTA pályázati formában elnyerhető projektjei közül egy, az Intézethez pályázó fiatal kolléga MTA Prémium Posztdoktori Kutatói pályázatot nyert, valamint a nagyszámú ERC projekteknek köszönhetően sikeresen pályáztak az EUHUNKPT támogatásokra. Ezen elnyert pályázatok, valamint a futó Lendület és tantárgy pedagógia projektek összességében azt eredményezték, hogy az előző évi rekordszinthez hasonló magas arányt tett ki az Intézet bevételei között az MTA és egyéb hazai (nem NKFIH kutatási) pályázati támogatások aránya.

Nemzetközi pályázatok

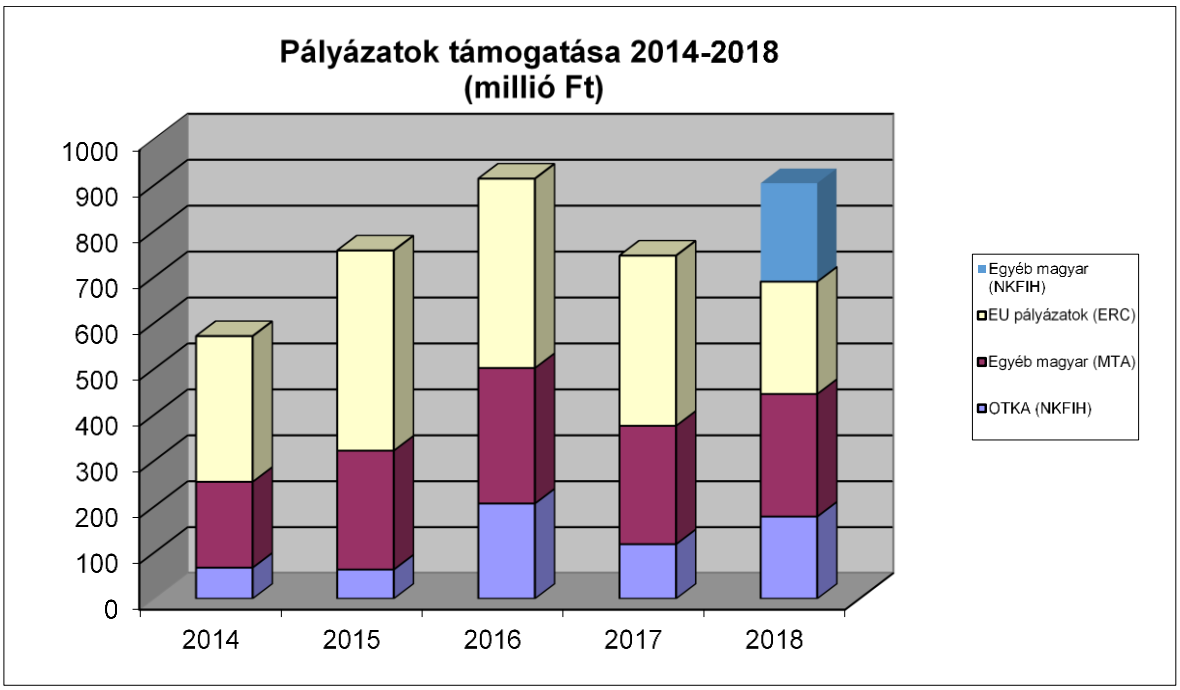
Az MTA Rényi Alfréd Matematikai Intézet a matematikai felfedező kutatási projektjeivel nemzetközi szinten a European Research Council (ERC) kiírásaira és az EU mobilitási (Marie

Sklodowska Curie) kiírásaira tud továbbra is eredményesen pályázni. 2018-ban egy – 2017-ben benyújtott – ERC Synergy pályázatot nyert el az Intézet vezetésével létrejött konzorcium a hálózatok szerkezetének és dinamikájának vizsgálatára. Az Intézeten kívül a Közép-Európai Egyetem és a prágai Károly Egyetem alkotta konzorcium elnyert pályázati támogatása 6 évre 9.315.424 EUR, amiből az Intézet része 3.484.324 EUR. A projekt támogatta kutatások várhatóan 2019 második felében indulnak el. A siker jelentőségét emeli, hogy ez volt a mostani kiírás egyetlen nyertes pályázata az EU-13-ak közül, illetve az összes eddigi nyertes ERC Synergy pályázat közül az egyetlen matematikai témájú.

2018 folyamán egy ERC Advanced grant és öt MSC-IF grant pályázat került benyújtásra, melyekről még nem született döntés, de az Advanced grant pályázat bejutott a 2. fordulóba.
A 2017-ben befejeződött két korábbi ERC Advanced Grant után egy újabb került 2018-ban az utolsó fázisba, a 2018-ban kezdődött projektek pedig még a csapatépítés stádiumában voltak, így 2018-ban a korábbi éveknél alacsonyabb szinten realizálódott az Intézet EU-s projektekből származó bevétele, mely arány 2019-ben várhatóan jelentősen emelkedni fog. Ehhez szükséges, hogy intézeti társfinanszírozásból biztosítani tudják a nem teljes munkaidejükkel az EU-s projekteken dolgozó alkalmazottak Full Time Equivalent-jének (FTE) fennmaradó részét. A már lezárult ERC projektek overhead-je terhére a kifutó projektek utolsó, nem előfinanszírozott kifizetései nem okoznak pénzügyi problémát.

Összességében az Intézetnek a pályázatokból származó bevétele 2018-ban a két évvel ezelőtti, eddigi legmagasabb szinthez közeli volt, köszönhetően elsősorban a magyar kutatás-fejlesztési (NKP) program és az újra emelkedő NKFIH kutatási témapályázati bevételeknek. A különböző típusú pályázati bevételek éves szinten jelentősen eltérőek lehetnek, de összességükben csak a már elnyert projekt-támogatásokat számítva is várhatóan a jelenlegi szint környékén maradnak a következő néhány évben.

A következő diagram mutatja a pályázati bevételek alakulását az elmúlt 5 év folyamán.



V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Aceto P, Larson K: Knot Concordance and Homology Sphere Groups. INTERNATIONAL MATHEMATICS RESEARCH NOTICES 201:(23) 7318-7334. (2018) http://real.mtak.hu/89976/
2. Backhausz Á, Gerencsér B, Harangi V, Vizer M: Correlation bound for distant parts of factor of IID processes. COMBINATORICS PROBABILITY & COMPUTING 27:(1) 1-20. (2018) http://real.mtak.hu/67348/
3. Backhausz Á, Szegedy B: On large-girth regular graphs and random processes on trees. RANDOM STRUCTURES & ALGORITHMS 53:(3) 389-416. (2018) http://real.mtak.hu/89854/
4. Böröczky KJ, Henk M, Pollehn N: Subspace concentration of dual curvature measures of symmetric convex bodies. JOURNAL OF DIFFERENTIAL GEOMETRY 109:(3) 411-429. (2018) http://real.mtak.hu/89749/
5. Domokos M: Polynomial bound for the nilpotency index of finitely generated nil algebras. ALGEBRA AND NUMBER THEORY 12:(5) 1233-1242. (2018) http://real.mtak.hu/89757/
6. Duyan H, Halasi Z, Maróti A: A proof of Pyber's base size conjecture. ADVANCES IN MATHEMATICS 331 pp. 720-747. (2018) http://real.mtak.hu/89799/
7. Banerjee A, Khaled M: First order logic without equality on relativized semantics. ANNALS OF PURE AND APPLIED LOGIC 168:(11) 1227-1242. (2018) http://real.mtak.hu/90014/
8. Bárány B, Kiss G, Kolossváry I: Pointwise regularity of parameterized affine zipper fractal curves. NONLINEARITY 31:(5) 1705-1733. (2018) http://real.mtak.hu/89791/
9. Maga P: The spectral decomposition of shifted convolution sums over number fields. JOURNAL FUR DIE REINE UND ANGEWANDTE MATHEMATIK 744: 1-27. (2018) http://real.mtak.hu/49321/
10. Kolountzakis M, Matolcsi M, Weiner M: An application of positive definite functions to the problem of MUBs. PROCEEDINGS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY 146: 1143-1150. (2018) http://real.mtak.hu/71573/
11. Miklós I: Computational Complexity of Counting and Sampling. Boca Raton (FL), Amerikai Egyesült Államok: CRC Press - Taylor and Francis Group (2018), 378 p. ISBN: 9781138035577
12. Gorsky E, Némethi A: On the set of L-space surgeries for links. ADVANCES IN MATHEMATICS 333: 386-422. (2018) http://real.mtak.hu/89809/
13. Fox J, Pach J, Suk A: More distinct distances under local conditions. COMBINATORICA 38:(2) 501-509. (2018) http://real.mtak.hu/82746/
14. Garban C, Pete G, Schramm O: The scaling limits of the Minimal Spanning Tree and Invasion Percolation in the plane. ANNALS OF PROBABILITY 46:(6) 3501-3557. (2018) http://real.mtak.hu/90613/
15. Soukup DT, Soukup L: Infinite combinatorics plain and simple. JOURNAL OF SYMBOLIC LOGIC 83:(3) 1247-1281. (2018) http://real.mtak.hu/89850/
16. Sheffer A, Szabó E, Zahl J: Point-curve incidences in the complex plane. COMBINATORICA 38:(2) 487-499. (2018) http://real.mtak.hu/89852/

17. Szamuely T, Zábrádi G: The *p*-adic Hodge decomposition according to Beilinson. In: Tomasso, de Fernex; Brendan, Hassett; Mircea, Mustaţă; Martin, Olsson; Mihnea, Popa; Richard, Thomas (szerk.) Algebraic Geometry: Salt Lake City 2015 Providence (RI), Amerikai Egyesült Államok: American Mathematical Society, (2018) pp. 495-572. http://real.mtak.hu/73295/

AZ MTA RÉNYI ALFRÉD MATEMATIKAI KUTATÓINTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	134			Ebből kutató[2]:	110
PhD, kandidátus:	49	MTA doktora:	25	Rendes tag és levelező tag:	7
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					10
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					43

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				166
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				165
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				15
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				133
Ebből impaktfaktoros publikáció				125
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	4

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	118,85	Összes független hivatkozás száma (2017):	6505
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			7222

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	4	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			322
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	12	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	172
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			57
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	21
Diplomamunka (MSc):	15	PhD:	53

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	862 893,29	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 10 Teljes saját bevétel:	696 201,29	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		35
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	178 972,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	214 249,37	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	241 331,77	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3 117,26	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	58 530,89	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	862 893,29	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	696 201,29	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	178 972,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	214 249,37	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	241 331,77	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	3 117,26	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	0,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	0,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	57 450,39	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	1 080,49	E Ft

MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET
H-1111 Budapest, Kende u. 13-17., 1518 Budapest, Pf. 63
telefon: (1) 279 6159
e-mail: monostori.laszlo@sztaki.mta.hu; honlap:http://www.sztaki.hu/

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Jelenlegi tevékenységük fő iránya a *kiber-fizikai rendszerek* (*Cyber-Physical Systems, CPS*) kutatása, mely összefogja és a nemzetközi kutatás egyik kiemelt áramlatába emeli munkájukat. E szellemben alakítják ki és üzemeltetik laboratóriumaikat (i4D intelligens tér, irányítástechnikai, SmartFactory, felhő-számítás, kooperatív kiber-fizika kutatási laboratóriumok), az elméleti kutatás és a mérnöki megközelítés új kölcsönhatásait hozva létre.

A kiber-fizikai rendszerekkel szembeni támasztott elvárások már most hatalmasak, és az újonnan megjelenő technológiákkal gyors ütemben bővülnek: robusztusság, önszerveződés, adaptív helyzetfelismerés, transzparencia, előreláthatóság, hatékonyság, interoperabilitás, globális nyomon követhetőség; csak a legfontosabbakat említve. A kooperatív irányítás, a multi-ágens rendszerek, a komplex adaptív rendszerek, az emergens (kibontakozó) rendszerek, a szenzorhálózatok, az adatbányászat stb. területén elért kiemelkedő eredmények további jelentős előrelépések iránti várakozást generálnak, folyamatossá téve így a kutatás iránti igényt.

Az Intézet 2016-ban megfogalmazott küldetése szerint „erős – és jellemzően célzott – alapkutatási tevékenységre támaszkodva, széleskörű hazai és nemzetközi együttműködések keretében hoz létre új eredményeket, és támogatja azok alkalmazását a gazdaság és a társadalom fenntartható fejlődésének érdekében, ugyanakkor működési területén segít megőrizni és lehetőség szerint magasabb szintre emelni a hazai tudományos-műszaki kultúrát”.

2018-as céljaik a fenti küldetés és a *„Kiválóság a tudomány és az innováció területén”* szlogenjük értelmében kerültek megfogalmazásra és megvalósításra. Újabb alapkutatási projekteket nyertek el, összesített impakt faktoruk terén messze meghaladták korábbi eredményeiket, 5 jelentős nemzetközi tudományos konferenciát szerveztek. Hat termékükkel szerepeltek a 100 legkiemelkedőbb hazai innováció listáján. Innovációs tevékenységük további erősítése céljából magyarországi székhellyel közös innovációs céget alapítottak a német Fraunhofer Társasággal. Vezető szerepet játszanak az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetségben és alapító tagjai az 5G-, illetve a Mesterséges Intelligencia Koalíciónak. A hazai ipar jobb elérése érdekében Győrben és Kecskeméten is működtetnek intézeti telephelyet.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A következőkben az Intézet négy alapkutatási főirányának (számítástudomány, rendszer- és irányításelmélet, mérnöki és üzleti intelligencia, gépi érzékelés és interakció) bemutatása mellett öt alfejezet taglalja a járműipar és közlekedés; a termelésinformatika és logisztika; az energia és fenntartható fejlődés; a biztonság, felügyelet, orvosi, biológiai alkalmazások; valamint a hálózatok, az elosztott számítások és a jövő internete témakörökben elért alkalmazásorientált eredményeiket.

Alapkutatási főirányok

Számítástudomány

Számítástudományi kutatásaik kiemelt célja a mesterséges intelligencia matematikai elméletének és a gépi tanulás gyakorlatának kutatása. Olyan interdiszciplináris kutatásokat végeznek, amelyek közvetlenül demonstrálják elméleti kutatásaik gyakorlati alkalmazhatóságát, mint például autonóm járművek, társadalomtudományok, viselkedésfelderítés, antropológia, mezőgazdasági és biológiai problémák. Kutatásukban jellemző a matematikusi és mérnöki munka együttélése: a kutatás alapvetően kísérleti jellegű, ugyanakkor az adatok óriási mérete miatt az eljárások mély algoritmuselméleti és valószínűségszámítási ismereteken, matematikailag bizonyítható alapokon kell, hogy álljanak. 2018-ban elért főbb eredményeik:

- A *paraméteres algoritmusok* területén kutatásaik egyik fő iránya az úgynevezett négyzetgyök-jelenség síkgráfokon, amiknél a legtöbb kombinatorikus problémára az optimális algoritmus a paraméter négyzetgyökében exponenciális. Megmutatták, hogy az utazó ügynök probléma irányított síkgráfokon is ezt a viselkedést mutatja, ami korábban csak irányítatlan síkgráfokra volt ismert. Továbbá bizonyították azt a meglepő tételt, hogy a Steiner-fa síkgráfokon nem rendelkezik ezzel a tulajdonsággal, nem létezik a paraméterben szubexponenciális algoritmus. Az eredmény jelentősége, hogy ez az első teljesen síkbeli természetes probléma, amire nem érvényes a négyzetgyök jelenség.
- Korábbi eredmények éles alsó korlátokat adtak arra, hogy bizonyos algoritmikus problémák futási ideje hogyan függ a *bemeneti gráf favastagságától*. Ezt a kutatási irányt folytatva pontos eredményeket adtak egy általános problémaosztályra, a listás reflexív homomorfizmus problémára. Minden rögzített célgráf esetén éles alsó és felső korlátokat határoztak meg a futási idő favastagságtól való függésére.
- Jelentős mértékben járultak hozzá a *mátrix-együttesek invariánsainak* meghatározásában az elmúlt években történt áttöréshez. A problémának az invariánselméleten túlmutató vonatkozásai vannak a számításelmélet permanens-determináns problémakörétől a nem-kommutatív testek elméletén át a Brascamp-Lieb egyenlőtlenségekig. Fő eredményük egy determinisztikus polinomidejű eljárás, amely a probléma egy konstruktív változatát oldja meg. Eredményükről és annak alkalmazásairól meghívott előadásban számoltak be a princetoni Institute for Advanced Study-ban.
- Az *involúcióval ellátott algebrák* elméletéből eredő módszereket alkalmaztak bizonyos számítási problémák megoldására. Az egyik ilyen feladat kvadratikus alakok együtteseinek szimultán izometriája. Erre a feladatra véges alaptest esetén randomizált polinomidejű módszert adtak. Az eredmény alkalmazható bizonyos csoportok izomorfiájának kiszámítására, továbbá egy ismert hitelesítési eljárás megtámadására. Hatékony determinisztikus eljárást sikerült találni szimmetrikus vagy ferdén szimmetrikus mátrixok együtteseinek egymásba alakítására bal- és jobboldali szorzással. Ez a feladat a nevezetes polinomazonosság-tesztelés speciális esete is.
- *Tanuló algoritmust* fejlesztettek ki, amely egy lineáris függvényt talál meg vektorok olyan mintájából, amelynek az eloszlása csak a szóban forgó függvénynek a vektoron felvett értékétől függ. Az algoritmus bonyolultsága szimplán exponenciális a pozitív valószínűséggel felvett értékek számában, az egyéb paraméterekben azonban polinomiális, amennyiben a halmaz konstans méretű. A módszert sikerrel alkalmazták adatok eltolás-szimmetriáinak feltárására szolgáló új kvantum-algoritmusok építőelemeként, így például bővítették a híres rejtett részcsoport probléma polinomidőben megoldható eseteinek körét.

– Az *erőforrás korlátos legrövidebb út problémára* ún. többcélú approximációs sémát dolgoztak ki. Megmutatták, hogy a séma létezésének szükséges feltétele, hogy az erőforrások száma konstans legyen. Ez utóbbi feltétel szükségességét igazolták számos más kombinatorikus optimalizálási probléma többcélú változatára is.

– Megmutatták, hogy egyetlen páros összehasonlításokon alapuló rangsorolási módszer sem teljesíthet egyszerre két, természetesnek tűnő axiómát, az önkonzisztenciát és a függetlenséget az irreleváns összehasonlításoktól. Bizonyították az inkonzisztencia-index axiomatikus karakterizációját és megadták a logaritmikus legkisebb négyzetek rangsorolási módszer egy axiomatikus karakterizációját.

– Számítástudományi kutatásaikat jórészt *ERC Consolidator Grant* és *MTA Lendület* támogatással végezték. Alapkutatási eredményeikre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenységük kiemelkedő ipari partnerei az Ericsson Magyarország, az OTP Bank, és a Bosch.

Rendszer- és irányításelmélet

Az alapkutatások fő tématerületei a modellezés, modellredukció és -identifikáció, az adaptív, robusztus, valamint az elosztott és hálózatba kapcsolt rendszerek irányítása.

– A *jelfeldolgozási és rendszeridentifikációs kutatásokban* új eredményeket értek el a modellredukció területén. A Kolmogorov n-width elméletének eredményeire alapozva hibakorlátokat adtak mind a H2, mind pedig a H-végtelen esetekben a bizonytalan pólusok hiperbolikus távolságának függvényében, valamint csak ezt az információt használó modellredukciós stratégiát dolgoztak ki. A flexibilis repülőgépek dinamikai viselkedését, valamint hasonló jellegű mérnöki objektumokat leíró igen nagy dimenziós LPV (Linear Parameter Varying) és qLPV (quasi Linear Parameter Varying) rendszerek modális dekompozíción alapuló és az állapotok konzisztenciáját megőrző modellredukciós eljárásaiban értek el új eredményeket.

– *Geometriai elvekre épülő szabályozástervezési eljárások* hagyományos, lokális megközelítése terén bevezették a paraméterváltozós invariáns alterek fogalmát, és affin paraméterfüggés esetére hatékony algoritmusokat adtak kiszámításukra. Újabb kutatásaik során fontos hangsúlyt kapott az oldalirányú dinamika és menetstabilitás vizsgálata a kormányrendszer és fék/hajtásrendszer koordinálásával.

– Kutatásokat végeztek *a geometriai módszer globális (input-output) alkalmazási lehetőségeinek feltárására*, rávilágítva a robusztus irányítástervezési eljárások közös geometriai hátterére. A Klein-féle megközelítés geometriai szemléletét előnyösen alkalmazták a robusztus irányítás világában, pl. a geometria értelmezésében vett pontok a stabilizálható rendszerekkel azonosíthatók, míg a Möbius-transzformációk a geometriát meghatározó mozgásokat adják. Megmutatták, hogy bizonyos hiperbolikus terek transzformációi közös hátteret adnak a robusztus feladatok kezelésére, és feltárták a stabilizáló halmazon, illetve az adott performanciaszinthez tartozó összes stabilizáló szabályozót leíró halmazon értelmezhető, az adott tulajdonságot invariánsan hagyó művelet, illetve műveletcsoportok rendszerelméleti tulajdonságait. Alternatív, geometria alapú paraméterezést mutattak be csoportelméleti megközelítésben, ami a Youla-parametrizálással ellentétben koordinátáktól független, azaz generálásához csak a rendszer és egyetlen stabilizáló szabályozó ismerete szükséges.

– A *hibadetektálás* és a nulltér alapú strukturális rekonfiguráció terén bemutatták, hogy az átkapcsolást végző, rekonfigurációs irányítástervezési eljárások hogyan alkalmazhatók a rendszerek minőségi követelményeinek garantált kielégítésére. Hatékony eljárásokat fejlesztettek ki LPV rendszerek nulltereit generáló dinamikus szűrők meghatározására.

– *Robusztus irányítás* terén olyan strukturált bizonytalanságokat kezelő szabályozótervezési módszereket kutattak a University of Minnesota kutatóival közösen, amely az optimálás során figyelembe képes venni a szabályozó, valamint a rendszert terhelő bizonytalanság struktúráját is. Ezáltal lehetővé válik a mérnöki gyakorlatban (autóipar, repülőipar, etc.) alkalmazott szabályozási struktúrák hangolása nemcsak nominális, de bizonytalan rendszerek esetében is a H-végtelen metrika szerint.

– A nemlineáris rendszerek irányításelméleti problémáihoz kapcsolódva LPV és qLPV modelleket alkalmazó robusztus tervezés során felmerülő kérdések kutatása terén kimutatták, hogy az unimoduláris mátrixok által meghatározott Möbius-transzformációk megőrzik a zárt hurok belső stabilitását és explicit képletet is adtak a transzformált hurok elemeire.

– A rendszer- és irányításelméleti eredmények elsődleges felhasználói az energia-, jármű- és közlekedésipar. Az ipari partnerek (Airbus, Bosch, Knorr-Bremse) bevonásával végzett európai és nemzeti kutatási projektekben az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát szem előtt tartva folytattak kutatási tevékenységet.

Mérnöki és üzleti intelligencia

E téren súlypontilag az ún. *kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerek* tervezésének, működtetésének, és működésük változó viszonyokhoz való adaptálásának problémáival foglalkoznak. A munka jellemzően több tudományterület – a számítástudomány, az operációkutatás, a mesterséges intelligencia és a gyártástudomány – együttes művelését igényeli. A 2018-ban elért eredményeik közül a következők emelendők ki:

– Részt vettek a Fraunhofer Társaság által kezdeményezett új, a gyártás biológiai transzformációjára irányuló stratégiai program megalapozásában. Ajánlásokat fogalmaztak meg arra, hogy a gyártástudomány és -technológia miként integrálja szisztematikusan a biológia által inspirált elveket, funkciókat, struktúrákat és mechanizmusokat az intelligens és egyben fenntartható gyártás érdekében, a termékek tervezésétől kezdve a gyártórendszerek működtetéséig.

– Nemzetközi együttműködésben kimutatták, hogy az ipar digitalizációján túlmutató programokra van szükség, ami az egész társadalom digitális átalakulását célozza meg. Végkövetkeztetésük, hogy fokozni kell a cégek szociális innovációját, aktívan be kell vonni a vevőket is az értékláncba, és iparágakat átfogó informatikai platformokkal kell támogatni az együttes értékteremtés új folyamatait.

– Definiáltak és implementáltak egy szerelés-tervezési feladatok megoldására szolgáló vegyes kezdeményezésű korlátozás alapú döntéstámogató folyamatmodellt és -rendszert. Az iteratív, hierarchikus döntési folyamat a geometriai modellekből kiindulva, az emberi munkaerő számára értelmezhető instrukciógenerálásig tart, kiemelten kezelve a szöveg és 3D animáció automatikus létrehozását.

– Tapasztalati adatokból (pl. szenzor mérésekből) becsült dinamikus, sztochasztikus rendszermodellek megbízhatóságával kapcsolatban kidolgoztak egy új, véletlenített, korrelációs együtthatókon alapuló becslési módszert, amely minimális statisztikai feltevések mellett képes nem-aszimptotikus, eloszlásfüggetlen konfidencia tartományok konstrukciójára.

– Az ún. adatperturbációs, újramintavételezésen alapuló konfidenciahalmaz konstrukciós módszerekkel (pl. *Sign-Perturbed Sums*, SPS) kapcsolatban meghatározták, hogy – amennyiben a becsült rendszer bemenetei bizonyos korlátok között befolyásolhatóak –, miként kell a bemeneteket úgy megválasztani, hogy az eredményül kapott (nem-aszimptotikus, eloszlásfüggetlen) konfidenciahalmaz várható térfogata minimális legyen.

– Megmutatták, hogy az egygépes, egységnyi munkákból, és megelőzési láncokból álló ütemezési probléma NP nehéz a súlyozott befejezési idők összege célfüggvény mellett.

– Az online felvétel és szállítás (*pickup and delivery*) probléma azon változatára, ahol a szállítások felvételi, és lerakási pontjai előre ismertek, de az időpontok egy eloszlással adottak, új, heurisztikus eljárást dolgoztak ki, amely lényegesen jobb eredményeket ad, és sokkal gyorsabban, mint a korábban ismert eljárások.

– Autonóm targoncák (AGV-k) konfliktusmentes irányítására új, ütemezésen alapuló irányítási eljárást dolgoztak ki, melynek egyik fontos újdonsága, hogy az útban álló, feladattal nem rendelkező járművek félreállítását is megtervezi.

A célzott alapkutatások, melyek döntően hazai támogatású projektek (OTKA, GINOP, NKFIA) keretében folytak, további alkalmazott, több esetben ipari partnerek által kezdeményezett kutatásokat és fejlesztéseket készítettek elő. Az alkalmazott kutatást, a jövő kutatóinak képzését, tapasztalatszerzését és az ipari innovációt egyaránt támogató budapesti *Smart Factory* mintarendszer és az Intézet győri telephelyen 2017-ben kialakított Ipar 4.0 minta gyártó- és logisztikai rendszer 2018 során jelentősen bővült.

Gépi érzékelés és interakció

– *Robotok tájékozódása képi információk alapján:* Kidolgoztak egy mély konvolúciós neurális háló architektúrát, mely alkalmazásával a szakirodalomban leírt egyéb algoritmusokhoz képest nagyobb pontossággal lehet megbecsülni minden képkocka mélységét egyetlen képnézet alapján. A hálózati architektúrát megtartva, kevés továbbtanítással az eljárás egyaránt alkalmazható beltéri és kültéri környezetekben. Erre a mélytanuló struktúrára alapozva a képkockák szemantikai osztálya is jól becsülhető.

– Megoldást adtak járművek *3D lézeres környezet-letapogatásából* származó részleges információk (kevés adat, részleges alak) alapján történő felismerésére és követésére, új 3D és 2D kép-jellemzők bevezetésével, mélytanuló konvolúciós hálók alkalmazásával, mely már nagy távolságból is képes az úti objektumok megbízható észlelésére.

– *Voxelmodell alapú 3D mélytanuló hálózatot* javasoltak a mozgó lézerletapogatással (mobile laser scanning, MLS) keletkező pontfelhők automatikus szemantikus szegmentációjára, ami lehetővé teszi a fantom régiók és a mozgó objektumok eltüntetését a nyers MLS mérésekről, megjelölve a statikus – így tájékozódási pontnak is használható – utcai alakzatok régióit.

– *Epipoláris geometria* becslésére javasoltak egy módszert, mely a korább hét helyett öt pont-megfeleltetésből képes kiszámolni a kamerák relatív elmozdulását, jelentősen csökkentve a robusztus becslési eljárások futási idejét. Azokra az esetekre, amikor az optikai rendszer affin megfeleltetései részben ismertek, kidolgoztak egy hatékony módszert, ahol az epipoláris geometria becslésére két affin-megfeleltetésből képesek kiszámolni a kamerák relatív elmozdulását ismert belső kalibráció esetén. Az affin megfeltetések és epipoláris geometria kapcsolata korábban nem volt ismert.

– Új eljárást adtak különböző karakterisztikájú *háromdimenziós térbeli mérések automatikus regisztrációjára,* valamint mozgó járműről készült pontfelhőrészletek tájékozási szenzorok (GPS, IMU) felhasználása nélkül történő összeillesztésére. Markov véletlen mező alapú eljárást javasoltak a mozgó alakzatok és változások felismerésére az összeillesztett adatokon a pontfelhők mélységkép reprezentációját felhasználva.

– A *holografikus mérés* lehetőséget ad nemcsak a tárgyak intenzitás eloszlásának, hanem azok törésmutató- és alakinformációit hordozó fáziseloszlásának visszaállítására is. Ez off-axis rendszer alkalmazásakor viszonylag könnyen elvégezhető, de ekkor a mérés rezgésekre igen érzékeny, és általában a felbontás se tudja az egész érzékelő felületet kihasználni. In-line

elrendezés esetén viszont – bár robusztus mérést tesz lehetővé –, a fázis visszaállítása vagy csak nagyon lassú iteratív eljárással hajtható végre, vagy nem lesz megfelelően nagy a rekonstrukció felbontása. Olyan mérési elrendezést és hozzá tartozó numerikus módszert adtak, amely ötvözi a kétfajta holografikus mérési módszert, jelentősen megnövelve a rekonstrukció sebességét.

– Holografikus és intenzitás transzport módszerek alkalmazásával *átlátszó minták* elemzése során alkalmazott fáziskontraszt mikroszkópos méréseket numerikus kvantitatív fázisrekonstrukciós módszerekkel egészítették ki, illetve váltották fel.

Kutatás-fejlesztési tevékenységek

Járműipar és közlekedés

A járműipart és közlekedést érintő technológia fejlesztéseket jellemzően a közúti és légi közlekedés eszközei és rendszerei strukturálták.

– *Autonóm járműrendszerek döntési stratégiái* területén a kutatások a járműinterakciók optimális kezelésére irányultak. Az előzési manőverek kockázatértékelésére statisztikai mintákra és gyakoriságfüggvényekre épülő valószínűségi analízis, az útvonaltervezésre pedig irányított gráf alapú optimális útvonal keresési algoritmust adtak. Autonóm járművek kereszteződési interakciói során olyan energia- és időoptimális megoldások számítási módszerei kerültek feltárásra, amelyek a számítási idő gyorsítása végett neurális hálókat foglalnak magukban.

– Elemzések alapján igazolták, hogy az autonóm járművek és az intelligens közlekedési rendszerek infrastrukturális elemeinek koordinációja jelentős hatással van a *forgalmi jellemzők optimalizálására*. A mikroszkópikus és makroszkópikus közlekedési elemek összehangolásában rejlő előnyök kiaknázása jelenti az elméleti és a gyakorlati kihívást. Model Prediktív (MP) irányítási stratégia került kidolgozásra az egyedi autonóm járművek sebességprofiljának, valamint a közlekedési hálózat szabályozott belépési pontjain beáramló forgalomnagyságok összehangolására.

– *Változtatható geometriájú futómű irányításelméleti problémáinak* kutatási területén egy aktuátor-integrációt megvalósító robusztus, LPV alapú átkonfigurálási stratégiát dolgoztak ki, halmazelméleti alapokon. A változtatható geometriájú futóműveknek a jövő városi közlekedésében a könnyűszerkezetű elektromos járművek irányíthatóságában lehet szerepük, figyelembe véve a konstrukció kompakt voltát.

– *Az autonóm járművek kommunikációs és szenzorhálózatain* jelentős mennyiségű, a járműdinamikai jellemzőkről fontos információkat hordozó adat érhető el. Nagyméretű adathalmazok analíziséből kiindulva egyrészt meghatározták a jármű intelligens beavatkozóinak elérhetőségi halmazait gépi tanulásra épülő módszerekkel, másrészt becslési eljárást adtak a jármű stabilitása szempontjából kritikus jelentőségű oldalkúszási szög becslésére. A big data információk autonóm járműirányítás tervezési alkalmazása nemzetközi szinten is egy új, innovatív eljárást képvisel.

– *Vezetőnélküli légi járművekben (UAV)* alkalmazható kamera alapú légi érzékelő és elkerülő rendszer kutatása zajlott a „látni és elkerülni” funkciók megvalósítására. Az elkerülő repülőgép vizuális alapon detektálja a célgépet a fedélzeti többkamerás látó rendszere, a GPU-s képfeldolgozó egysége és a navigációs berendezése segítségével. A multidiszciplináris kutatási program keretében repülésdinamikai, gépi érzékelési és mélytanulási területek összekapcsolásával olyan zártköri szabályozás kidolgozása zajlott, mely az ütközésdetektálás megbízhatóságát jelentősen megnövelte. A kifejlesztett

technológia megoldást ad az autonóm repülők biztonságos térbeli elkülönítésére, és hozzájárul a GPS vezérelte kijelölt útvonalon haladás biztonságossá tételéhez.

– Vizuális információ felhasználásával *automatikus leszállást biztosító rendszerek* adatfeldolgozási, képalkotási és szenzorfúziós módszereit kutatták. Képfeldolgozási és szenzorfúziós módszereket dolgoztak ki, melyek által az adott geometriával rendelkező leszállóhely detektálása mellett, a becslés konfidenciája is monitorizálható. Repülőipari szabványokhoz hasonló Monte-Carlo szimulációban validálásra kerültek az automatikus UAV leszállító algoritmusok újrakonfiguráló szabályozási módozatai különböző szenzorok (ILS, GPS) kiesésének figyelembevételével.

– *Mélytanuláson alapuló fedélzeti ütközéselkerülő*, illetve ismert pozíciójú földi objektumok alapján automatikus helymeghatározó vizuális rendszert dolgoztak ki és építettek be pilóta nélküli robotrepülőgépbe.

– A *szárny flexibilitásból adódó rezonancia (flutter)* jelenség kutatása a repülőgépek aerodinamikai, strukturális és repülésdinamikai vizsgálatai alapján, hatékony mérési és irányítási módszerek alkalmazásával történt. Több, különböző absztrakciós szintű modellt fejlesztettek ki, melyek az egyszerű, két szabadságfokú szárny rugalmas viselkedésétől kiindulva egészen a teljes repülőgép dinamikus viselkedéséig lefedik az alkalmazások igényeit. A fejlett szabályozáselméleti módszerek valósidejű alkalmazásának megoldása egy nagy számításigényt és alacsony látenciát biztosító fedélzeti avionikai rendszerrel történt, mely önmagában is komoly kutatási és fejlesztési eredmény a biztonságkritikus rendszerek területén.

Termelésinformatika és logisztika

A termelésinformatikai és logisztikai K+F+I tevékenység termelő, szolgáltató és logisztikai rendszerek tervezésére és modellezésére, valamint azok működésének irányítására, optimalizálására, monitorozására és valós viszonyokhoz való adaptálására irányul, üzemi, vállalati és hálózati szinten egyaránt. A legfontosabb, 2018-ban elért eredmények a következők:

– Kiber-fizikai rendszerek számára kidolgozott *orkesztrált, felhőszolgáltató független informatikai platformot* hoztak létre, mely képes gyártósorokból származó nagymennyiségű adat gyűjtésére és a gyártórendszerek viselkedését leíró szimulációs futtatások hatékony elvégzésére.

– Diszkrét eseményvezérelt, illetve ágensalapú szimulációs módszereket integráltak ugyanazon – gyártási és/vagy logisztikai – fizikai környezet működtetésének tervezésére, rövidtávú teljesítményének becslésére és hiba esetén beavatkozási javaslatok meghozatalára. Az ágens modell *digitális ikermodellként* fut párhuzamosan a fizikai környezettel, és hiba esetén egy elosztott, zavartűrő logika alapján átveszi a rendszer irányítását, a diszkrét eseményvezérelt modell predikcióját is figyelembe véve.

– Vizsgálati módszert dolgoztak ki sok elemből álló, hálózatelméleti jellemzőkkel leírható termelési hálózatok robusztusságának elemzésére, különös tekintettel a *hálózatok bonyolultságának, robusztusságának és hatékony működtetésének* kapcsolatára.

– *Gépi tanuláson* alapuló döntéstámogatási módszert dolgoztak ki, amely alkalmas az ipari környezetben található gyártásfelügyeleti (MES) és adatgyűjtő (SCADA) rendszerekből származó strukturálatlan, vagy félig strukturált adatok közel valósidejű feldolgozására. Az így kinyert adatok lehetővé teszik különböző, jellemzően regressziós feladatok megoldását támogató modellek periodikus újratanítását.

– Az ún. *fluid computing* koncepciót alkalmazták a kiber-fizikai gyártórendszerekre, annak érdekében, hogy a tradicionális gyártási erőforrások is hálózatképes, beágyazott, az Ipar 4.0

elosztott termelési paradigmába illő komponensekké válhassanak. Az új számítási modell működését multi-ágens alapú szimulációs esettanulmányokon demonstrálták.

– *A Hitachi céggel* együttműködve olyan, egészértékű programozáson és fejlett keresési heurisztikán alapuló módszert dolgoztak ki, amely alkalmas adott termékek és szerelési technológiáik együttes optimalizálásra, valamint az így kapott eredmények stratégiai szintű felhasználására a termelés- és kapacitástervezésben. A módszert nemzetközi szabadalmaztatást követően publikálták.
– Olyan új módszert fejlesztettek ki, amely stratégiai és taktikai szinten egyaránt támogatja az autóiparban alkalmazott robotizált, moduláris *szerelőcellák* költséghatékony *kapacitásmenedzsmentjét*.
– *Ember-robot együttműködésen* alapuló szerelési feladatokat támogató újszerű kommunikációs modalitásokat fejlesztettek ki és integráltak egy vezérlő keretrendszerbe. Az érintés nélküli kommunikációs csatornák használata, mint a pontfelhőalapú gesztusvezérlés, hangfelismerés, illetve VR szemüvegre vetített tartalom az ember-robot kollaborációhoz szükséges hatékonyabb információcserét teszi lehetővé.
– Ipari partnerrel együttműködve, a *szikraforgácsolás területén* sikerült valós gyártási környezetben szignifikáns megmunkálási hatékonyságjavulást elérni mesterséges neurális hálóval kombinált nem-lineáris kísérlettervezési és iteratív optimalizálási módszerek alkalmazásával.
– A győri Ipar 4.0 mintarendszert bővítették egy új, *OPC Unified Architecture* (OPC UA) modellezési módszertanon alapuló, különböző kiber-fizikai rendszereket integrálni képes folyamatvégrehajtási architektúrával. Az európai *Learning Factories* kezdeményezés keretében kiemelt hangsúlyt kapott a különböző helyszíneken létesített mintarendszerek termelési hálózatot formáló, elosztott működésének elősegítése. Jelentős eredmény egy kollaboratív ember-robot szerelőállomás egyszerre több helyszínen folyó párhuzamos fejlesztése, mely lehetővé tette egy adott helyen kidolgozott algoritmusok, konkrét folyamatbeli megoldások átjárható átültetését más munkaállomásokra a digitális ikermodell (*digital twin*) koncepció alkalmazásával.

Energia és fenntartható fejlődés

– Az *energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete* területén folytatódott az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel történő stratégiai együttműködésen alapuló ipari tevékenység. Meghatározó szerepet játszottak a modernizált irányítástechnikai rendszerek magas szintű architektúrális koncepciójának kidolgozásában és a felújítandó mérőkörök minősítési követelményeinek megalapozásában, továbbá a turbinaszabályozás irányítástechnikai rendszerének számítógépes védelmi kialakításában és a Reaktorvédelmi Rendszer (RVR) tesztelő környezetének felújításában.
– Többcélú optimalizálást alkalmaztak Budapest lakossági szektora *hőellátásának* tervezésére. A nukleáris kapcsolt energiatermelés fejlesztésének lehetőségét vizsgálták egy speciális disztribúciós feladatként a paksi régióban.
– Áttekintették a *pellet tüzelőanyagok minőségszabályzását*, új, a mérési eljárások értékelésére alkalmas rendszert dolgoztak ki, továbbá javaslatot tettek a mérési eljárások gyártási folyamatba való integrálására és az idevágó ISO szabvány kiegészítésére.

Biztonság, felügyelet, orvosi, biológiai alkalmazások

– *Távérzékelésen alapuló eljárások környezetvédelemi és biztonságtechnikai alkalmazásokhoz*: elkészült egy új algoritmus és módszertan a kis kiterjedésű vizes

élőhelyek feltérképezésére és monitorozására eltérő szegmentálási technikák fuzionálásával, műholdas multispektrális képek alapján.

– Olyan, *holográfián alapuló* módszert fejlesztettek ki, amely a fókuszdetektálás lineáris keresési eljárását egyetlen távoli mérés alapján explicit módon számíthatóvá tette, megkönnyítve a talált objektumok azonosítását, megjavítva a megjelenítést és jelentősen megnövelve a mérés sebességét. Az eredmények világszinten legkorszerűbbnek számító, hazai fejlesztésű és gyártású automata vizeletanalizáló berendezésekben kerültek felhasználásra.
– A *kiberbiztonság* területén a rosszindulatú viselkedés detektálására több forrásból származó monitoring adatok együttes figyelembevételére az ún. *blockchain* technológia alkalmazásával olyan módszert fejlesztettek ki, ahol az egyesített tanulásban résztvevő felek saját modelljei auditálhatók a tanuláshoz felhasznált adatok központosítása nélkül. Kimutatták, hogy a technológia miatt megnövekedett számítási komplexitás csak korlátozott mértékben befolyásolja a tanulás teljesítményét.
– Folyamatosan fenntartják a hazai internet szolgáltatók számára a *kiberbiztonsági incidensek* kezelését biztosító HunCERT csoportot, amely 2018-as tevékenysége során több, mint 6000 incidensbejelentés kezelése mellett 9 rendkívüli biztonsági tájékoztatást adott ki, önálló szakmai eseményt szervezett, valamint országos kiterjedésű *biztonsági érzékelő rendszert* tart fenn. A tevékenység során szorosan együttműködnek a Nemzeti Kibervédelmi Intézettel (GovCERT), mely az Intézetben előállított megoldásokat kormányzati területen is hasznosítja.
– Az Intézet a Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség megbízásából 2018-ban is folyamatosan biztosítja a hazai kutatóintézeti és felsőoktatási körben több mint 100 intézményt kiszolgáló, több ezer szolgáltatást tömörítő EduID *föderatív azonosítási infrastruktúra* fenntartását. Ennek keretében részt vesz az Országos Széchenyi Könyvtár digitális megújítását célzó projektben. A GÉANT GN4 EduTeams programjának keretében részt vesznek az európai oktatási és kutatóintézeti IT infrastruktúra föderatív identitásmenedzsment rendszerének kialakításában és továbbfejlesztésében is.
– *Életjeleket vizuális alapon vizsgáló berendezést* fejlesztettek ki, amely képes emberek és állatok legfontosabb fiziológiai jeleit (pulzus, légzés) távolról detektálni. A rendszer kórházi tesztelését megkezdték.
– A mesterséges intelligencia egyik bioinformatikai alkalmazásaként a *fehérjetranszlokáció* jelenségét vizsgálták a Semmelweis Egyetemmel együttműködve. Egyes fehérjék gyakran áthelyeződnek a sejt egyik részéből a másikba, hogy valamilyen funkciót betöltsenek, míg mások ritkán, vagy egyáltalán nem helyeződnek át. Eddig kevés fehérjéről volt ilyen jellegű információnk, pedig a transzlokációnak kulcsszerepe van a sejt működésében és így a betegségek kialakulásában is. Gradient boosting eljárással 13066 fehérjére sikerült meghatározniuk a transzlokáció valószínűségét.
– Másik alkalmazásukban együttműködve az ELTE Genetika tanszék kutatóival, *öregedést szabályozó emberi fehérjéket prediktáltak* a legújabb mesterséges intelligencia módszerek segítségével. Új eredményükben több hasonló matematikai modell predikcióinak felhasználásával sorrendbe tették az emberi fehérjéket aszerint, melyik milyen fontos szerepet tölt be az öregedés mechanizmusában.

<u>Hálózatok, hálózati rendszerek és szolgáltatások, a jövő internete</u>

– Foglalkoztak a *nagy kiterjedésű kommunikációs hálózatok* természeti katasztrófák, illetve szándékos támadások hatására fellépő *hibajelenségeivel*. Hatékonyan számítható

valószínűségi modellt adtak bizonyos regionális kiesések vizsgálatára. Azzal a kiinduló feltevéssel éltek, hogy az ilyen jelenségek hatására egy nagyobb terület kommunikációs csomópontjai és közvetlen kapcsolatai válnak használhatatlanná (korrelált hibák lépnek fel). A módszer alkalmazhatóságát számítógépes kísérletekkel is igazolták.

– A *hálózatok vizsgálatára* olyan új neurális beágyazási módszert adtak, amely képes egy *dinamikus, élek adatfolyamaként érkező gráf* kezelésére. Például egy kommunikációs hálózatban a csomópontok hasonlóságát, fontosságát a beérkező élek azonnali adaptálásával tudja naprakészen tartani. Invariáns random mezőkön alapulva egy nem személyre szabott, ún. következő termék ajánló eljárást adtak, amely ritka termékek esetében is megbízhatóan tud ajánlani.
– Az MTA Wigner Adatközponttal közösen folytatták az *MTA Cloud* kiépítését és a felhasználók támogatását. Az elsődleges cél az MTA Cloud alkalmassá tétele volt speciális mesterséges intelligencia (MI) alkalmazások támogatására. Ennek megfelelően hardver területen elsősorban általános célú grafikai társprocesszor (GPGPU) kártyákkal bővítették ki az akadémiai felhőt, szoftver területen pedig azokat az eszközöket és alkalmazási környezeteket vizsgálták, amik a gépi tanulást és a big data alkalmazásokat támogatják, mint pl. TensorFlow, Keras, DL4J, Spark. A kutatás eredményeképpen létrehoztak az MTA Cloudban egy sokgépes Spark környezetet, amivel nagyméretű MI és big data alkalmazások is hatékonyan hajthatók végre. Az Occopus hivatalos weboldalán már elérhetőek az Apache Spark keretrendszerhez tartozó leírók, amelyek segítségével egy skálázható, felhőfüggetlen klasztert lehet kiépíteni automatikusan a célfelhőben, így az MTA Cloud-ban is.
– A H2020 COLA projekt keretében két fő irányban folytattak kutatásokat. Az egyik cél az automatikus skálázást végző, ún. Policy Keeper komponens kifejlesztése volt oly módon, hogy az a skálázáshoz szükséges paramétereket a lehető legrugalmasabban legyen képes begyűjteni és felhasználni. A másik cél a Policy Keeper döntési mechanizmusának optimalizálása volt megerősítéses tanulási módszerek alkalmazásával.
– A H2020 CloudiFacturing projektben a konzorciumi partnerekkel kidolgoztak az Ipar 4.0 számára egy olyan platform keretrendszerét, ami különböző tárolási technológiák – pl. HPC, felhő és helyi megoldások – között egységes adattranszfert tesz lehetővé, továbbá gyártásfolyamatokhoz kapcsolódó nagyléptékű szimulációk és komplex analitikák egységes végrehajtásához nyújt támogatást.
– Kulcsszerepet játszottak a *Magyar Tudományos Művek Tára* országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új verziójának (MTMT2) kifejlesztésében és éles üzembe állításában. Befejeződött a rendszer végső verziójának szoftverfejlesztése, lezajlott annak végső tesztelési folyamata, mely minden, az éles üzem szempontjából létfontosságú rendszertulajdonságot leellenőrzött. Megtörtént az MTMT1 rendszerben kezelt teljes adatállomány migrálása, valamint a migrálás közbeni automatikus adattisztítás.
– Létrehoztak egy új és *innovatív nyílt forráskódú virtuális és kiterjesztett valóság programozó könyvtárat* ApertusVR néven. Az ApertusVR szoftverfejlesztési eszköztár olyan egyedülálló absztrakciós réteget definiált, mely a virtuális valóság ipari alkalmazásfejlesztés problémáira hoz megoldást.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet kommunikációs tevékenységét korszerű csatornák, interaktivitás, transzparencia, társadalmi felelősségvállalás, illetve a kutatói és marketing szemlélet dinamikus összeegyeztetése jellemzi. 2018-ban körülbelül 15 kiadott sajtóközleménnyel, 140 intézményi

hírrel és eseménybeszámolóval, illetve csaknem 220 médiamegjelenéssel a korábbi éveket is sikerült felülmúlni a külső kommunikációban.

Tovább erősítették televíziós és rádiós, valamint print kapcsolataikat; tevékenységeikről 2018-ban cikksorozatot jelentettek meg többek között a *Forbes Magyarország, Index, Népszabadság, MTI, HVG, Origo, 24.hu, Magyar Nemzet, hirado.hu, Innotéka,* és a *444.hu* hasábjain. Számos eredményük jelent meg a regionális sajtóban - *boon.hu, eszak.hu, delmagyar.hu,* - és a legnagyobb szakmai portálokon, szakújságokban is; például a *qubit, Techmonitor, Gyártástrend, TechStory, Computerworld, Autopro, Járműipar, Innotéka, Piac és Profit, IT Business* felületein. Szakértőik több ízben nyilatkoztak projektjeikről a fontosabb kereskedelmi és állami médiumokban, például a *Kossuth Rádión, Petőfi Rádión, Info Rádión, M5 TV-n, M1 TV-n, ATV-n,* valamint a *Hír TV*-n is.

Naponta frissülő tartalommal voltak jelen a közösségi médiában: *Facebook*-oldalukat csaknem 900 felhasználó követi; az éves szinten született nagyjából 400 bejegyzés csaknem 45.000 oldalletöltést és exponenciálisan növekedő organikus elérést generált. Hivatalos *LinkedIn* felületükön 180 bejegyzés jelent meg 2018-ban; az üzleti közösségi hálózaton összesen 1000 ember követi az Intézetet. A fentieken túl 4 egyedi oldallal is képviseltetik magukat a *Wikipédián*, hivatalos *YouTube* csatornájukra pedig eddig összesen 40 videó került feltöltésre; a legmagasabb nézettsége már évi 5500 megtekintés körül jár. Új hírlevél-koncepcióit dolgoztak ki a belső-, illetve a partnerkommunikáció erősítésére, melynek keretein belül 75 levél került kiküldésre.

2018-ban folytatták az Intézetben nagy hagyományra visszatekintő kezdeményezést, a *Kutatók Éjszakáját*. Budapesti és győri helyszíneik mellett Burgaszban is fogadtak látogatókat; szám szerint összesen *400* főt, de nyitóelőadással képviseltették magukat a *Magyar Tudomány Ünnepén* is. A korábbi évekhez hasonlóan okostelefonos alkalmazásukkal idén is részt vettek a *Digitális Témahéten*, a *Múzeumok Őszi Fesztiválján*, a *Turizmus Világnapján* és a *Magyar Költészet Napján*. Ingyenesen letölthető turisztikai fejlesztéseiket a szentendrei skanzenre, Belső-Ferencváros épített örökségére és az ipolytarnóci tanösvényre is kiterjesztették.

Nemzetközi előadókkal *A Jövő Digitális Gyára* címmel ipari műhelytalálkozót szerveztek együttműködésben a Bosch cégcsoporton belül az Ipar 4.0 technológia fejlesztéséért és terjesztéséért felelős Bosch Rexroth vállalattal. Immár második alkalommal *INDIGO Ipari Digitalizációs Szakmai Nap* címmel szakmai napot és bemutatókat szerveztek a téma aktuális kérdéseiről, a várható nemzetközi trendekről és az EPIC Innolabs Kft. szakmai szolgáltatásairól. Mindkét fórumon a mintegy 150-200 részvevő a hazai I4.0 ökoszisztéma minden jellegzetes szegmensét képviselte: nagy-, kis- és középméretű vállalatok, informatikai és technológiai szolgáltatók, szakmai szervezetek és kormányzat egyaránt jelen voltak. Legújabb robotikai eredményeikkel megjelentek a HUNGEXPO tavaszi *Ipar Napjai* vásárán és egyéb regionális rendezvényeken.

2018-ban hat termékkel is bekerültek a *100 legérdekesebb magyar innováció* című kiadványba; közreműködésükkel hirdettek *Év Gyára* győztest az Ipar 4.0 kategóriában; és bekerültek az *Innovation Radar 2018 Díj* nevezettjei közé.

Tudomány és társadalom kapcsolata szempontjából több jelentős belső eseményt is szerveztek; így az első középiskolai számítástechnikai verseny tiszteletére megrendezett emlékülést, elindították a *Rudolf E. Kalman Distinguished Lecturer Program*-ot és a SZTAKI meetup-sorozatot. Általános- és középiskolás osztályok megtekinthették régi számítástechnikai eszközökből, klasszikus gépekből és értékes relikviákból álló időszakos kiállításukat is.

Az MTA SZTAKI a Wigner Adatközponttal együttműködve folyamatosan biztosítja és fejleszti az MTA kutatóintézetek nagy számításigényű informatikai igényeit kiszolgáló *MTA Cloud*

kutatási felhő infrastruktúrát. Az Intézet fejlesztette és tartja karban az *MTMT 2 (Magyar Tudományos Művek Tára)* országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új digitális archívumi szoftverrendszerét.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

2018 során meghatározó szerepük volt az MTA SZTAKI és a Fraunhofer Társaság által közösen alapított EPIC Innolabs Kft. létrehozásában, működési feltételeinek és folyamatainak megteremtésében. Az új innovációs szervezet profilja jelenleg az Ipar 4.0 tanácsadás és képzés, a gyártási és logisztikai folyamatok optimalizálása, a termeléstervezés, az ipari adatelemzés, a mesterséges intelligencia, valamint az integrált robot és szenzor rendszerek területeit foglalja magába, de folyamatosan bővül annak érdekben, hogy az egész Intézet kutatási-fejlesztési eredményeit és kompetenciáját közvetlenül eljuttassa az ipari felek számára.

Nemzetközi és kiemelkedő országos rendezvények szervezése

Sikeresen lezárták a 2017-ben elindult „Termelésinformatikai és Termelésirányítási Kiválósági Központ" (EPIC) Teaming projekt első szakaszát, melynek egyik legfontosabb eredménye volt az *EPIC Innolabs Nonprofit Kft.* létrehozása a német *Fraunhofer Társasággal*. A fenti projekttel is kapcsolatos legkiemelkedőbb esemény volt a Fraunhofer Társaság és az MTA SZTAKI együttműködésében 2018. május 25-én rendezett „*Német-Magyar Innovációs Nap*", amelyen olyan előadók, mint a Fraunhofer Társaság elnöke, az MTA elnöke, az ITM minisztere, az NKFIH elnöke és az MTA SZTAKI igazgatója osztották meg kutatással, fejlesztéssel és innovációval kapcsolatos elképzeléseiket nemzetközi hallgatóság előtt.
Hazai egyetemekkel társszervezésben 2018-ban Budapesten rendezték meg a következő, kiemelkedő konferenciákat:

- IX. Magyar Számítógépes Grafika és Geometria Konferencia, március 21-22;
- 20th European Conference on Mathematics for Industry (ECMI 2018), június 18-22;
- 25th Annual Conference of the European Operations Management Association (EurOMA 2018), június 24-26;
- 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2018), június 25-27;
- 16th International Workshop on Cellular Nanoscale Networks and their Applications (CNNA 2018), augusztus 28-30;
- 22nd European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS 2018), szeptember 2-5.

Nemzetközi kapcsolatok

Az Intézet munkatársai aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (*IEEE, CIRP, IFAC, IMEKO, IAPR*) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, ill. műhelytalálkozóinak előkészítésében. Folytatva sikeres szereplésüket az EU kutatási programjaiban, a Horizon 2020 program keretében eddig 16 elnyert projektről tudnak beszámolni, melyek közül négyben konzorciumvezetők.
Az Intézet jelentős gyakorlattal és projekttapasztalattal rendelkezik a kereskedelmi célú repülést és a gépjárműipart érintő kutatások és technológia fejlesztések területén. Az avionikai kutatások tekintetében a *Minnesotai Egyetem* repüléstechnikai tanszékével, az *USA Haditengerészetének Kutatási Hivatalával (ONR)*, a *Bordeaux-i Egyetem* rendszerelméleti laboratóriumával, valamint a német (DLR) és európai űrügynökséggel (ESA) ápolt kapcsolatok említendők.
Az EU *Horizon 2020 Widening* program legnagyobb presztízsű, ún. *Teaming* kutatási kiválósági program keretében az Intézet vezetésével 2017-ben elindult a „Termelésinformatikai

és Termelésirányítási Kiválósági Központ" (EPIC) projekt. Ezzel az Intézet, a német Fraunhofer Társaság, valamint a BME Közlekedés- és Járműmérnöki valamint Gépészmérnöki Karai közti hosszú távú európai kooperáció intézményes alapjait megteremtve létrejött a kiber-fizikai rendszerek nemzetközileg elismert kiválósági központja.

Otthont adnak a World Wide Web Consortium (W3C) Magyar Irodájának. A W3C Magyar Iroda részt vesz a munkacsoportok tevékenységében, ezáltal közvetlenül hozzájárul a web fejlesztéséhez, valamint korai információkkal rendelkezik a web fejlődésének várható irányáról. Segíti a W3C nemzetközi szabványainak magyar elterjesztését, a W3C technológiákkal kapcsolatban felvilágosítást nyújt és összekapcsolja az érdeklődőket a nemzetközi szakemberekkel.

Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

Kiemelt feladatuknak tartják, hogy az ipari digitalizációval kapcsolatos gazdasági és társadalmi kutatások eredményei, valamint az Ipar 4.0 ökoszisztéma alapú szemléletek mind szélesebb körben kerüljenek nyilvánosságra és hasznosításra.

2017 decemberében szövetséggé alakult a 2016 májusában vezetésükkel létrejött, az ipar digitális átalakításában érdekelt hazai kutatóintézeteket, oktatási intézményeket és magyarországi telephellyel rendelkező vállalkozásokat tömörítő *Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform* (Ipar 4.0 NTP). Jelentős szerepet vállaltak a platform működtetésében, nemzetközi és hazai képviseletében, valamint egy, az iparvállalatok Ipar 4.0 készültségi szintjéről készített országos felmérés kiértékelésében és az eredmények közzétételében.

A kis- és középméretű vállalatokkal (KKV) folytatott együttműködés az év közepétől egyre inkább az EPIC Innolabs Kft. felelősségévé vált, amely egy stratégiai együttműködés keretében egyes területeken (pl. eseményvezérelt szimuláció, termeléstervezés és –ütemezés) a *Siemens* PLM szoftver Tecnomatix és Preactor termékvonalainak egyik kiemelkedő hazai kompetenciaközpontja lett. Több, jellemzően autóipari cég jelentkezett konkrét robotikai problémákkal – e téren a Kft. szakmai hátterét továbbra is az Intézet biztosítja. Több hazai vállalattal közös kutatás-fejlesztési munkát folytatnak (AQ Anton: ütemezés, folyamatoptimalizálás; Aventics Hungary: ütemezés, papírmentes gyártás), és új kutatási projekt indult a Fraunhofer Társasággal a *gyártás biológiai transzformációja* témakörében.

Folytatódott a *Hitachi Ltd., Manufacturing Technology Research Center*-rel az immár több mint tízéves közös kutatás. Az év során megújították több Hitachi-val közös nemzetközi szabadalmukat.

Az Intézet a felfedező kutatások eredményeivel járul hozzá a Győrben folyó, kiemelkedő színvonalú járműipari kutatásokhoz, jelenlétével egyidejűleg támogatva az alapvetően régiós műszaki és természettudományos K+F+I tevékenységeket. Az együttműködés bázisa az MTA által alapított és a győri Széchenyi István Egyetemen létrejött *Járműtechnológiai Kutatások Kiválósági Központja (J3K)*. A kutatóközpont működését az MTA, az Audi Hungaria, az egyetem és Győr városa együtt biztosítja.

Munkatársaik részt vettek a Zalaegerszegen megépítendő és az önvezető járművek prototípusainak kötelező ellenőrzését és azok műszaki teljesítménytesztjeinek lebonyolítását lehetővé tevő autóipari tesztpálya specifikációs munkáiban. Szakértői közreműködtek az önvezető járművek közúton történő ellenőrző méréseinek lebonyolítását és az automatizált járművek forgalomba bocsátását szabályozó jogszabály megfogalmazásában.

Energetikai területen a meglevő blokkok hosszú távú biztonságos üzemeltetésének irányítástechnikai feladataiban az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel, míg a későbbi kapacitás-

fenntartási feladatok irányítástechnikai vonatkozásaiban a MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt.-vel és az MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt.-vel működnek együtt.

Az Intézet Győrben és Kecskeméten is telephelyet üzemeltet.

Hazai kapcsolatok, részvétel a felsőoktatásban

Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség az Intézet vezetésével jött létre. Az MTA SZTAKI a magyarországi 5G- és Mesterséges Intelligencia koalícióknak egyaránt alapító tagja. Az egyetemi graduális és posztgraduális oktatást az Intézet továbbra is a kutatási tevékenység fontos velejárójaként és a jövőépítés elengedhetetlen feltételeként kezeli. Rendszeres oktatási tevékenységet folytatnak a következő hazai felsőoktatási intézményekben: BME, ELTE, Corvinus, Pannon Egyetem, SZE, PTE, ME, PPKE, Kecskeméti Egyetem. Átlagosan mintegy 20 PhD-hallgató végzi kutatómunkáját az Intézetben, kutatók témavezetése mellett. A hazai doktori iskolákban munkatársaik 25 esetben szerepelnek külső és 5 ízben belső alapító tagként.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Mesterséges intelligencia A mesterséges intelligencia matematikai alapjai *(Benczúr András, NIH/NFÜ/NKFIH 2018-1.2.1-NKP, 274 538 326 Ft, 2018-2021)*
A projekt célja a mesterséges intelligencia matematikai elméletének és a gépi tanulás gyakorlatának kutatása. Az alapkutatások kiegészítéseként olyan interdiszciplináris pilot projektek kerülnek megvalósításra, amelyek közvetlenül demonstrálják elméleti kutatásaik gyakorlati alkalmazhatóságát.

eIDAS eIDAS identification during KYC procedures at financial institutions *(Benczúr András, EIT Digital Grant 2018, 40 000 €, 2018-2018)* A projekt célja az IOX online identitás ellenőrző platform létrehozása az online banki ügyfélkezelés távoli végrehajtásának támogatása. A SZTAKI feladata a video chat képe alapján az ügyfél igazolványképének összevetése és a jelenlét igazolása.

Ipari digitalizáció Kutatások az ipari digitalizáció által nyújtott potenciál minőségi kiaknázására *(Váncza József, NKFIH ED_18-2-2018, 956 403 000 Ft, 2018-2023)* A projekt célja a matematikai és mesterséges intelligencia módszerek felfedező jellegű kutatása, valamint az eredmények alkalmazása a robotikában, a gyártó és logisztikai rendszerek tervezésében és irányításában, valamint az energetikai rendszerek menedzselésében.

VLFT Virtual Learning Factory Toolkit *(Kovács Péter, EU ERASMUS+, 41 700 €, 2018-2021)*
A projekt kifejleszti a Virtual Learning Factory Toolkit (VLFT) eszközt és azt, a már létező digitális eszközökbe integrálja. A projekt célja, hogy a mérnök hallgatók számára a digitális gyártás kutatás-fejlesztési eredményeit, – mint a modellezés, analízis és virtuális/kiterjesztett valóság területek – oktatási célra felhasználható tegye.

StaProZell Stabile Produktion in wandlungsfähigen zellenorientierten Montagesystemen durch einen Digital Twin *(Gyulai Dávid, FFG- Produktion der Zukunft, 96 371 €, 2018-2021)*
A projekt célja új termelés- és kapacitástervezési módszerek kidolgozása moduláris szerelőrendszerekhez, digitális ikermodellek alkalmazásával.

MTA PDP Sokaságok és mély struktúrák *(Daróczy Bálint, MTA PPD2018, 33 012 000 Ft, 2018-2021)* A pályázat keretében elméleti és kísérleti kutatást végeznek a gépi tanulás legfontosabb új területein, azzal a céllal, hogy a kiber-fizikai rendszerek magasan strukturált adatait elemezzék. A módszereket különböző területeken alkalmazzák, mint például autonóm

járművek, társadalomtudományok, viselkedésfelderítés, antropológia, mezőgazdaság és biológia.

NKFIH TÉT-FR A sebesség és a felfüggesztés szabályozásának integrációja az automatizált vezetési kényelem növelése érdekében. *(Gáspár Péter, NKFIH TÉT-FR-2018, 1 981 000 Ft, 2019-2020)* A projekt tárgya az adaptív félaktív felfüggesztés karakterisztikájának Lineáris Változó Paraméterű (LPV) irányítástervezésen alapuló hangolása a hosszirányú sebesség tervezéssel összhangban, a menetstabilitás biztosítása és a menetkényelem javítása érdekében.

NKFIH SNN Optimalizálás Fenntartható Ellátási Láncokban *(Kis Tamás, NKFIH SNN_18, 35 754 000 Ft 2019-2021)* A projekt témája ellátási láncokban tervezési és ütemezési problémák vizsgálata, beleértve az újrahasznosításból, és az energia minimalizálásból eredő korlátok figyelembevételét.

Tüdőrák diagnosztika Tüdőrák diagnosztikai mesterséges intelligencia mellkas CT felvétel alapján *(Benczúr András, GINOP 2.2.1, 352 014 600 Ft, 2019-2021)* A projekt célja, hogy a gépi tanulási eljárások segítségével meghatározzák, hogy tüdőrák diagnosztizálás érdekében folytatott CT szűréshez mi az optimális szeletszám a sugárhigiénés és detektálási érzékenység függvényében, valamint hogy mi a konvolúciós háló tanításához az optimális szegmentálási eljárás.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Folyóirat-publikációk

1. Benedek, Cs.; Gálai, B.; Nagy, B.; Jankó, Zs.: Lidar-based Gait Analysis and Activity Recognition in a 4D Surveillance System, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, Vol. 28, No. 1, (2018), pp. 101-113.
2. Csató, L.: Characterization of an inconsistency ranking for pairwise comparison matrices, ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, Vol. 261, No. 1-2, (2018), pp. 155-165.
3. Györgyi, P.; Kis, T.: Minimizing the maximum lateness on a single machine with raw material constraints by branch-and-cut, COMPUTERS AND INDUSTRIAL ENGINEERING, Vol. 115, (2018), pp. 220-225.
4. Hajnal, A.; Kecskemeti, G.; Marosi, A.Cs.; Kovacs, J.; Kacsuk, P.; Lovas, R.: ENTICE VM Image Analysis and Optimised Fragmentation, JOURNAL OF GRID COMPUTING, Vol. 16, No. 2, (2018), pp. 247-263.
5. Ivanyos, G.; Kutas, P.; Rónyai, L.: Computing Explicit Isomorphisms with Full Matrix Algebras over Fq(x), FOUNDATIONS OF COMPUTATIONAL MATHEMATICS, Vol. 18, No. 2, (2018), pp. 381-397.
6. Kardos, Cs.; Váncza, J.: Mixed-initiative assembly planning combining geometric reasoning and constrained optimization, CIRP ANNALS - MANUFACTURING TECHNOLOGY, Vol. 67, No. 1, (2018), pp. 463-466.
7. Kerepesi, Cs.; Daróczy, B.; Sturm, Á.; Vellai, T.; Benczúr, A.: Prediction and characterization of human ageing-related proteins by using machine learning, SCIENTIFIC REPORTS, Vol. 8, (2018), Paper No.: 4094, p. 13.

8. Kovács, A.: On the Computational Complexity of Tariff Optimization for Demand Response Management, IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, Vol. 33, No. 3, (2018), pp. 3204-3206.
9. Lokshtanov, D.; Marx, D.; Saurabh, S.: Slightly Superexponential Parameterized Problems, SIAM JOURNAL ON COMPUTING, Vol. 47, No. 3, (2018), pp. 675-702.
10. Luspay, T.; Péni, T.; Gőzse, I.; Szabó, Z.; Vanek, B.: Model reduction for LPV systems based on approximate modal decomposition, INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN ENGINEERING, Vol. 113, No. 6, (2018), pp. 891-909.
11. Németh, B.; Gáspár, P.; Hegedűs, T.: Optimal Control of Overtaking Maneuver for Intelligent Vehicles, JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION, (2018), Article ID: 2195760, pp. 1-12.
12. Peni, T.; Vanek, B.; Liptak, Gy.; Szabo, Z.; Bokor, J.: Nullspace-Based Input Reconfiguration Architecture for Overactuated Aerial Vehicles, IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, Vol. 26, No. 5, (2018), pp. 1826-1833.
13. Rózsa, Z.; Szirányi, T.: Obstacle Prediction for Automated Guided Vehicles Based on Point Clouds Measured by a Tilted LIDAR Sensor, IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Vol. 19, No. 8, (2018), pp. 2708-2720.
14. Rödönyi, G.: An Adaptive Spacing Policy Guaranteeing String Stability in Multi-Brand Ad Hoc Platoons, IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Vol. 19, No. 6, (2018), pp. 1902-1912.
15. Tsutsumi, D.; Gyulai, D.; Kovács, A.; Tipary, B.; Ueno, Y.; Nonaka, Y.; Monostori, L.: Towards joint optimization of product design, process planning and production planning in multi-product assembly, CIRP ANNALS - MANUFACTURING TECHNOLOGY, Vol. 67, No. 1, (2018), pp. 441-446.
16. Zarándy, A.; Horváth, A.; Szolgay, P.: CNN Technology-Tools and Applications, IEEE CIRCUITS AND SYSTEMS MAGAZINE, Vol. 18, No. 2, (2018), pp. 77-89.

Könyvek

17. Gáspár, P.; Németh, B.: Predictive Cruise Control for Road Vehicles Using Road and Traffic Information, Springer Int. Publishing (2018), p. 236. ISBN: 9783030041151
18. Keviczky, L.; Bars, R.; Hetthéssy, J; Bányász, Cs.: Control Engineering, Springer Singapore (2018), p. 532. ISBN: 9789811082962
19. Keviczky, L.; Bars, R.; Hetthéssy, J; Bányász, Cs.: Control Engineering: MATLAB Exercises, Springer Singapore (2018), p. 275. ISBN: 9789811083204
20. Kornai, A. Szemantika Budapest, Typotex (2018), p. 331. ISBN: 9789632799704
21. Kornai, A.: Formal Phonology, Routledge (2018), p. 231. ISBN: 9781138321144
22. Szederkényi, G.; Magyar, A.; Hangos, K.M.: Analysis and Control of Polynomial Dynamic Models with Biological Applications, Academic Press (2018), p. 184. ISBN: 9780128154953

AZ MTA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓINTÉZET FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	234			Ebből kutató[2]:	113
PhD, kandidátus:	65	MTA doktora:	11	Rendes tag és levelező tag:	6
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					37

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				237
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				235
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				8
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				4
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				106
Ebből impaktfaktoros publikáció				62
Könyv, atlasz	magyarul:	1	idegen nyelven:	5
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	11

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	153,73	Összes független hivatkozás száma (2017):	3780
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			4239

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	6	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	1	külföldi oltalmak száma[11]:	3

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			121
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	62	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	40
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			5

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			44
Témavezetések száma: TDK munka:	15	Diplomamunka (BSc):	51
Diplomamunka (MSc):	45	PhD:	40

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:		1 222 997,72	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]:	15 Teljes saját bevétel:	1 550 378,33	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:		0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:			11
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		56 206,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:			4
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		277 034,87	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:			24
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:		752 170,1	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:			2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:		0,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:		464 967,37	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	1 222 997,72	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	1 550 378,33	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	56 206,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	277 034,87	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	223 778,28	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	528 391,82	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	0,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	396 797,82	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	3 451,0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	64 718,55	E Ft

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 382 6900; e-mail: pokol.gyorgy@ttk.mta.hu
honlap: www.ttk.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2018-ban

Az MTA TTK szakmai és működési céljai változatlanok voltak az elmúlt években: a gazdasági és működési konszolidáció folytatása és a belső és külső szakmai együttműködések és szinergiák kihasználása azzal a céllal, hogy bővülő területen juthasson be a TTK a nemzetközi jelentőségű és elismertségű szakterületeken számon tartott intézmények közé. Ezeket a célokat követi a kutatóközpont négy tagintézete – melyről részletesen a következő fejezetekben lesz szó – és ugyanez érvényes azokra a kutatási szervezeti egységekre is, amelyek közvetlenül a kutatóközpont alárendeltségében dolgoznak. A közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó két szervezeti egység, az Agyi Képalkotó Központ és a Műszercentrum stabilizálta szakmai helyzetét olyan értelemben, hogy a kutatóközpont vezetése megítélése szerint kedvező egyensúly alakult ki az együttműködések, a vállalkozási és szolgáltatási feladatok, valamint az önálló kutatási témákon végzett tevékenységek között. Ez mind a saját témákon végzett kutatásokra, mind pedig az együttműködések színvonalára és az eredményességre is kedvező hatást gyakorol.

A gazdálkodási és működési szempontból a tervezettnél még jobb eredményt ért el a kutatóközpont. Az államháztartási törvény értelmében a fedezethiány 2018. első félévében megszűnt.

MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet (AKI)

A korábbi évek jelentős kutatóközponti és kutatóközponton belüli szervezeti átalakítások heterogén témaszerkezetet hoztak létre az Intézetben. Ennek ellensúlyozására az igazgató évek óta törekszik a témakoncentrálásra. A témák fókuszálását szolgálta annak a szemléletnek a kialakítása, hogy az egyes témák művelése a kutatócsoport-szerkezettől függetlenül, mátrix-rendszerben történjen. A fenti törekvések eredményét mutatja, hogy az utóbbi két évben több olyan, részben vagy egészen EU által finanszírozott pályázatot sikerült elnyerni, amelyekben külső partnerek mellett az Intézet több kutatócsoportja is részt vesz, és amelyek ipari partnerek közreműködésével a felfedező kutatások eredményeinek alkalmazását célozzák. Az Intézet a következő években tovább igyekszik szűkíteni a témaspektrumát olyan módon, hogy a meglévő sokoldalú szakértelembázisuk és műszerparkjuk felhasználásával a tudományos kérdéseket komplex módon tudják megközelíteni A több kutatócsoport által jelenleg vitt projektek a következők:

Innovatív technológiák kidolgozása, enzim aktivitás meghatározására tejben - H2020 MSCA RISE – FORMILK 690898 (2017 – 2019).

Bionanotechnológiai kutatások betegségek hatékony kimutatása, újfajta hatóanyagok kifejlesztése és bioinspirált intelligens nanoanyagok előállítása érdekében - GINOP-2.3.2-15-2016-00017 (2017 – 2020).

Új galenikus gyógyszerkészítmények kutatás-fejlesztése és a gyártásukat biztosító infrastruktúra kialakítása - GINOP-2.2.1-15-2016-00023 (2017 – 2020).

Anyagtudományi kutatás és fejlesztés az extracelluláris vezikula alapú orvosdiagnosztika megvalósításához - NVKP-16-1-2016-007 (2017 – 2019).

Innovatív fotooxidációs víztisztítási technológia kidolgozása szerves mikroszennyezők eltávolítására biológiai úton tisztított szennyvizekből - NVKP-16-1-2016-0045 (2017 – 2019).

Anyagtudományi kiválósági műhely: környezetbarát eljárások fejlesztése megújuló energia- és nyersanyagforrások hatékony felhasználására és energiatartalmuk szabályozott felszabadítására - VEKOP-2.3.2-16-2017-00013 (2018–2021).

MTA TTK Enzimológiai Intézet (EI)

A *Membránfehérje Lendület Kutatócsoport* együttműködést indított az AKI egyik kutatócsoportjával új citosztatikumok liposzómás formulációja témakörben, az SZKI egyik munkacsoportjával fluoreszcens transzporter szubsztrátok szintézise illetve funkcionális tesztelése céljából, valamint az MTA TTK Műszercentrumával szteroidszármazékok transzportjának tömegspektrometriás módszerrel történő mérésére.

A *Genomstabilitás Kutatócsoport* új együttműködést kezdett az MTA TTK Műszercentrummal kovalens DNS-módosítások tömegspektrometriás meghatározására irányuló módszerek fejlesztése területén.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport* új témában együttműködést indított az SZKI egyik kutatócsoportjával. Célul tűzték ki a *Plasmodium falciparum* elleni inhibitorok kutatását. A *Plasmodium falciparum* (a malária kórokozó mikroorganizmusa) jelenleg is az egyik fő kihívást jelenti a fertőző betegségek elleni küzdelemben. A BME-vel együttműködésében tavaly megnyitották a hazánkban egyedülálló *P. falciparum* laboratóriumot, ahol lehetőség nyílik gyógyszertesztek elvégzésére és új gyógyszerjelölt molekulák vizsgálatára. A Genom Metabolizmus Kutatócsoport végzi a *P. falciparum* tenyésztését és növekedési vizsgálatait, míg az SZKI az inhibitorjelölt molekulák szintézisét.

A *Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport* egy közös pályázat (NAP) keretei között végez kutatásokat az agykutatás területén – számos más, a kutatóközpontban tevékenykedő kutatócsoporttal (SZKI és KPI) együtt. A Transrat2 pályázat kapcsán - túl az intézeten belüli kollaboráción – együttműködik az SZKI egyik kutatócsoportjával is. Ezen felül részt vesz szuperfelbontású detektálásra alkalmas fluoreszcens jelzőmolekulák fejlesztésében is az SZKI egy másik csoportjával.

A *Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoport* az SZKI Gyógyszerkémiai kutatócsoportja által szintetizált 8-hidroxikinolin-származékok citotoxicitását, valamint új D-aminosav oxidáz inhibitorok farmakokinetikai viselkedését tanulmányozza primer hepatocitákban. A Műszercentrummal együttműködésben azonosítja a blebbistatin-származékokból in vitro képződött metabolitok szerkezetét. Az AKI Funkcionális Nanorészecskék kutatócsoportja által gyártott interferon és pegilált interferon készítmények hepatocitákba történő bejutását és bomlását is vizsgálják. Az AKI Biomolekuláris Önrendeződés Kutatócsoportjával együttműködésben nem természetes alapú peptidek (foldamerek) viselkedését tanulmányozza biológiai rendszerekben.

A *Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport* együttműködése az Enzimológiai Intézet *Szerkezeti Biofizika Kutatócsoportjával* és az SZKI MS Proteomika Kutatócsoportjával folytatódott. 2018-ban további együttműködések körvonalazódtak az EI Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoportjával illetve az AKI Biológiai Nanokémia Kutatócsoportjával.

Az *Onkológiai Biomarker Kutatócsoportban* új kináz-gátló hatóanyagok tesztelése indult el az SZKI Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjával együttműködve. A kináz-gátlókhoz mutáció alapú biomarkerek azonosítása történt meg emlő, tüdő, és központi idegrendszeri tumorok esetén. A biomarker-hatóanyag kombinációk kísérletes igazolása sejtvonalakon végzett kísérletekben

jelenleg is folyik. Közös pályázat készült az AKI Zöldkémia Kutatócsoporttal kollaborációban. A pályázatban új onkológiai gyógyszerek fejlesztése és tesztelése a cél, elsősorban tüdőtumorok esetén.

MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet (KPI)

A KPI Összehasonlító Pszichofiziológiai Kutatócsoportja az AKI Funkcionális Határfelületek Kutatócsoporttal közösen vezető polimer (PEDOT) rétegek ionfolyadékból mikroelektródokra történő leválasztására és kétfoton mikroszkópiás felhasználására kezdett kísérletsorozatot. Az SZKI Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjával együttműködésben pedig VKE pályázatot nyertek a rosszindulatú daganatos betegségek műtét közbeni molekuláris patológiai diagnosztikája mesterséges intelligenciával támogatott lézer mikroszkóp segítségével témában.

A Lendület Fejlődéstani és Transzlációs Idegtudomány Kutatócsoport az Agyi Képalkotó Központtal (AKK) működik együtt fMRI kísérleteiben. Az MTA Prémium Posztdoktori Kutatói Program által finanszírozott, „Neurobiológiai rizikófaktorok, illetve funkcionális károsodások longitudinális megfigyelése … serdülőkorúaknál" illetve az MTA Lendület Program által finanszírozott, „Neurobiológiai védő- és rizikófaktorok illetve funkcionális károsodások longitudinális megfigyelése ADHD … tüneteket mutató és nem mutató serdülőkorúaknál" c. pályázatok keretében indult új munka. Az előretekintő vizsgálatok célja az érzelmi diszreguláció biológiai és megfigyelhető rizikó- és védőfaktorai, illetve funkcionális károsodások és rizikós viselkedések kapcsolatának vizsgálata ADHD tüneteket mutató és tipikusan fejlődő serdülőkorúaknál.

A Tanulás és Emlékezeti Zavarok Kutatócsoport is a funkcionális agyi képalkotóval végzett kísérletek előkészítése, munkamemória és mintázat-elkülönítés funkciók idegrendszeri hátterének vizsgálata céljából működik együtt az AKK Agyi Szerkezet és Dinamika Kutatócsoportjával.

A Pszichobiológiai Kutatócsoport és az Agyi Képalkotó Központ közreműködésével pedig ígéretes eredményeket hozva zárult le az a vizsgálat, melyben kutyák gyerek- illetve kutya-irányult beszéd jellegzetességeit hordozó hangingerekre adott idegrendszeri válaszainak elemzése történt agyi képalkotó eljárás (fMRI) alkalmazásával.

MTA TTK Szerves Kémiai Intézet (SZKI)

Az SZKI általános kutatási profilja, a szerves kémia, amely centrális kutatási terület, így lehetőséget nyújt széleskörű tudományos kooperációkra. A szintetikus kémiai laboratóriumok új modell vegyületeket állítanak elő anyagtudományi és biológiai vizsgálatok és mérések céljára, valamint az együttműködő intézet által javasolt szintéziseket végzik el, a műszeres szerkezetkutató egységek speciális szerkezet-meghatározási lehetőséget kínálnak az együttműködő partnerek számára. Az Elméleti Kémiai Csoport a TTK-ban egyedülálló módon foglalkozik kvantumkémiával és egyéb elméleti számításokkal, melyek szervesen egészítik ki a teljes központ kutatásait.

A tárgyévben a következő élő kooperációkról kell beszámolni: Az SZKI-ban folyó kutatási projektek szerkezet vizsgálati és nagyműszert igénylő kutatások a Műszer Centrummal együttműködésben történnek és ezekből számos közös publikáció is készült. Továbbá az Enzimológiai Intézet több kutatócsoportjával fehérje-fehérje kölcsönhatással foglalkozó valamint onkológiai témákon működtek együtt.

A rendszeresen megrendezésre kerülő Szerves Kémiai Szemináriumok, melyekre a teljes kutatóközpont megkapja a meghívást, kitűnő fórumot biztosítanak arra, hogy az SZKI-ben folyó kutatási irányokat a társintézetek megismerjék, és ezzel tovább szélesedő, központon belüli együttműködés valósuljon meg. Ezenkívül a tárgyévben hagyományteremtő szándékkal megrendezésre került az SZKI szakmai nap rendezvény, amely során az Intézet kutatócsoportjai ismertették rövid előadásban az év során elért legfontosabb eredményeiket.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

MTA TTK Agyi Képalkotó Központ (AKK)

Az Agyi Képalkotó Központ (AKK) kutatás-fejlesztési tevékenységének elsődleges célja az EEG és MRI módszerek fejlesztése, valamint azok alkalmazása az emberi kognitív képességek hátterét képező egészséges és kóros idegrendszeri folyamatok és agyi hálózatok jellemzésére. A módszertani kutatások kiemelkedő új eredményeket szolgáltattak a kóros agyi öregedés mesterséges intelligenciával történő hatékonyabb előrejelzésében. Kutatásaikkal megoldást szolgáltattak a különböző MRI berendezéssel, mérési paraméterekkel és eltérő szempontok szerint beválogatott embercsoportokon gyűjtött adatbázisok közötti „tudás-transzferre és ennek segítségével jelentősen sikerült javítani a funkcionális MRI konnektivitáson alapuló agyéletkorbecslés átlagos pontosságát.

Az AKK kutatásai továbbá jelentős új ismereteket szolgáltattak az agyi végrehajtó és emlékezeti funkciók, valamint az olvasás agyi folyamataival kapcsolatban. Elsőként sikerült azonosítaniuk és jellemezniük a vizuális munkamemória tárolása során a zavaró, irreleváns ingerek kiszűréséért felelős specifikus agyi szelekciós mechanizmusokat, melyek eltérnek a jól ismert perceptuális figyelmi szelekció folyamataitól.

A viselkedésadaptáció kutatásába a procedurális tanulást bevonva EKP módszerrel sikeresen megkülönböztetettek parallel elsajátítási folyamatokat: a tanulási fázis legelején kialakuló, statisztikai szabályszerűségekre való érzékenységet és a szekvenciális struktúrák graduális elsajátítását. Az eredmények arra utalnak, hogy az emberi agy képes egyidejűleg többféle emlékezeti reprezentációt konstruálni a tapasztalt környezeti szabályszerűségekről.

A betűspecifikus ortográfiai feldolgozás fejlődését egy újszerű implicit azonos-különböző feladatot alkalmazva EKP módszerrel vizsgálták alsó tagozatos gyerekeknél. Az eredmények szerint a betűsorokra való specializáció már 8 hónapnyi olvasástanulás után is kimutatható, és ennek fejlődése, bár automatikus betű-hang megfeleltetésről még nem beszélhetünk ebben az életkorban, az ortográfiai-fonológiai megfeleltetésen alapszik.

Emellett, mint az egyedüli hazai kutatás-fejlesztési MRI laboratórium üzemeltetői, az AKK munkatársai folyamatos gyakorlati képzési lehetőséget biztosítottak az MRI módszerek elsajátítására az MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet (KPI), valamint a Nemzeti Agykutatási Program keretében képalkotó vizsgálatokat végző kutatói számára.

Jelentősebb publikációk

1. Vakli P, Deák-Meszlényi RJ, Hermann P, Vidnyánszky Z. Transfer learning improves resting-state functional connectivity pattern analysis using convolutional neural networks. GIGASCIENCE. 7(12). (2018) doi: 10.1093/gigascience/giy130
2. Kóbor, A. ; Takács, Á. ; Kardos, Z. ; Janacsek, K. ; Horváth, K. ; Csépe, V. ; Nemeth, D. ERPs differentiate the sensitivity to statistical probabilities and the learning of sequential

structures during procedural learning. BIOLOGICAL PSYCHOLOGY (135) pp. 180-193. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/79283

MTA TTK Műszercentrum (MC)

Az NMR Laboratórium munkatársai a 2018-as év során a zsíranyagcsere rendellenességeinek molekuláris mechanizmusára, valamint a szabályozott hatóanyag-leadó rendszerek fejlesztésére irányuló kutatási tevékenységükön kívül az SZKI, EI és AKI kutatócsoportjaival, valamint több egyetemmel (ELTE, BME, SOTE) több kutatási témában folytatták együttműködéseiket. Kiemelendő az EI Jelátviteli és Funkcionális Genomika Kutatócsoportjával az SH3 fehérje domének tirozin foszforilációjának vizsgálatára irányuló munka, amelynek eredményeképpen egy kézirat bírálat, egy pedig szerkesztés alatt áll. Szintén kiemelendő az AKI Megújuló Energia Kutatócsoportjával a fotokatalitikus szilárd halmazállapotú katalizátorok vizsgálatára irányuló kutatás, melynek során szilárd fázisú NMR módszerekkel a módosítások és előkezelések eredményeként bekövetkező felületi szerkezeti változásokat azonosítottak, segítve ezzel a szerkezet-hatás összefüggések feltérképezését. Eredményeiket a Catalysis Today folyóiratban publikálták. Egy másik, egyetemi együttműködés keretében NMR és más biofizikai módszerek segítségével gyógyszerformulák stabilitását elősegítő többkomponensű rendszerekben vizsgálták a hatóanyagok felszabadulását. Eredményeiket a Molecular Pharmaceutics folyóiratban tették közzé. A 2018-as év végén új, a neurodegenerációs megbetegedések gyógyszercélpontjainak validálását célzó kutatási együttműködés indult az EI Sejtarchitektúra Kutatócsoportjával.

A tömegspektrometriai laboratóriumban eredményesen alkalmazták a korábban kifejlesztett analitikai módszert a DNS metilációjának meghatározásában. Analitikai módszerek érzékenységnövelésére irányuló munkáik révén a korábbiaknál jóval érzékenyebb módszereket fejlesztettek ki szteroid hormonok illetve nem szteroid típusú gyulladáscsökkentők mennyiségi meghatározására. Eredményesen vezették be a nagyfelbontású tömegspektrometria kínálta lehetőségeket a fehérjék módosítását célzó intézeti kutatásokba. Ezek a mérések jelentős mértékben hozzájárulnak az együttműködő laboratóriumokban (EI, SZKI) folyó kutatásokhoz.

A kémiai krisztallográfiai laboratórium munkatársainak 2018-ban elért kiemelkedő eredménye, hogy az első ionos, hidrogénkötés segítségével kialakuló üreges vázszerkezeteket (iHOF) állították elő, és szerkezetüket írták le. Meghatározták az üreges szerkezet kialakulásának feltételeit. A vázszerkezetek szupramolekuláris kötésrendszerét értelmezték, benne egy a szakirodalomban újonnan leírt kötéstípussal. Az iHOF szerkezetek poli- és szolvatomorfiáját is feltárták.

Jelentősebb publikációk

1. Kazsoki A, Szabó P, Domján A, Balázs A, Bozó T, Kellermayer M, Farkas A, Balogh-Weiser D, Pinke B, Darcsi A et al.: Microstructural distinction of electrospun nanofibrous drug delivery systems formulated with different excipients, MOLECULAR PHARMACEUTICS 15 : 9 pp. 4214-4225. , 12 p. (2018)
2. Márta Z, Bobály B, Fekete J, Magda B, Imre T, Mészáros V K, Bálint M, Szabó P T: Simultaneous determination of thirteen different steroid hormones using micro UHPLC-MS/MS with on-line SPE system, JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND BIOMEDICAL ANALYSIS 150 pp. 258-267. , 10 p. (2018) DOI
3. Horváth D V, Holczbauer T, Bereczki L, Palkó R, May N V, Soós T, Bombicz P: Polymorphism of a porous hydrogen bond-assisted ionic organic framework, CRYSTENGCOMM, 20, 1779-1782, 2018. (back cover page) http://dx.doi.org/10.1039/C8CE00041G

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ANYAG- ÉS KÖRNYEZETKÉMIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.; 1519 Budapest, Pf. 286
telefon: (1) 382 6500; e-mail: tompos.andras@ttk.mta.hu
honlap://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Intézet fő feladata 2018-ban új kémiai ismeretek létrehozása a funkcionális és szerkezeti anyagok, valamint a kémiai technológiák területén, a fenntartható környezetre és a fenntartható egészségre fókuszálva. Kutatásaik a megújuló energiaforrások átalakítását, az emberi tevékenységből származó káros környezeti hatások csökkentését célozzák, orvos-biológiai szempontból fontos gyógyszerhordozók, bioszenzorok létrehozását, biológiai lágy-anyagok megismerését és -módosítását teszik lehetővé. Tevékenységük során az alap- és alkalmazott kutatások egymásra épülnek.

A feladatok összetettsége szükségessé tette, hogy a tudományos kérdéseket komplex módon, a kémia, a fizika és a biológia eszköztárát felhasználva, kísérleti és elméleti vizsgálati módszerek együttes alkalmazásával közelítsék meg.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Bemutatják, hogy kiemelkedő anyagtudományi kutatási eredményeik miképpen járulnak hozzá anyagi rendszerek megismeréséhez és módosításához, új anyagok, technológiák létrehozásához. Kutatásaikkal energetikai és gyógyászati célú témák művelésébe kapcsolódnak be. Az Intézetben működő Lendület-kutatócsoportok eredményét a biológiai rendszerekkel kapcsolatos kutatások között sorolják föl.

Hőre lágyuló polimerek adhéziós és tribológiai tulajdonságainak javítása atmoszférikus hidegplazmával

Számos hőre lágyuló polimer, így poliamid 6 (PA6), polioximetilén (POM-C), ultranagy molekulatömegű polietilén (UHMWPE 500 and 1000) és polipropilén (PP) felületkezelését tanulmányozták. A felületkezelést koplanáris dielektromos akadálykisüléssel gátolt, atmoszférikus nyomáson működő hidegplazmával végezték. Megállapították, hogy a plazmakezelés – a felületen képződő oxigéntartalmú funkciós csoportok keletkezése révén – jelentősen javította a felületek nedvesíthetőségét. Jelentősen javult az adhézió is: mind a polimer/polimer, mind a polimer/acél közti kötések erősödtek. Az adhézió javulása a vizsgált ragasztóanyagoktól függően eltérő mértékű volt. A polimerek tribológiai tulajdonságaira ugyancsak hatással volt a plazmakezelés. Száraz siklási körülmények között a súrlódási együttható kissé növekedett a nagyobb adhézióval párhuzamosan, míg olajkenéses körülmények között lényegesen csökkent, sőt a súrlódási együttható a kis értékét az olaj eltávolítása után is megőrizte.

Az aragonitképződés kulcsszereplője

Külföldi és hazai kollégákkal együttműködve egy új nanokristályos kalcium-karbonát módosulatot azonosítottak, és a csúcstechnológiás 3D elektron-diffrakciós tomográfia módszerével felfedték az anyag komplex szerkezetét.

Az új eredmény szerint a monoklin aragonit (mAra) a metastabil aragonitképződés kulcsszereplője. Ezzel választ adtak arra a régóta fennálló kérdésre, hogy miért képződik aragonit a Mg-ban dús vízből, annak ellenére, hogy felszíni körülmények között kalcit a termodinamikailag stabil kalcium-karbonát. A tanulmány szerint Mg-dús vízből mAra válik ki elsőként, és a kiválás során az anyag szerkezetébe Mg és hidroxil épül be. Ahogy a kristály növekszik, a mAra szerkezet instabillá válik, a beépült Mg és hidroxil eltávozik, és az anyag a jól ismert aragonittá alakul át. A cikk szerzői szerint a mAra egy széles körben elterjedt nanokristályos kalcium-karbonát módosulat, amelynek felismerése és szerkezeti jellemzése csak most, a korszerű elektronmikroszkópia segítségével vált lehetővé.

Polimerizációs folyamatok kutatása

ε-kaprolaktám polimerizációját tanulmányozták egy pályázat keretében, amelyben járműipari alkalmazási szempontból is fontos eredményeket értek el. A kapott eredmények ugyanis hozzájárulhatnak a poli(ε-kaprolaktám) *in situ* előállításának a megvalósításához. Az ezzel kapcsolatos alapkutatások során optimalizálták a reakcióidőket és a hőmérsékletet, valamint az alkalmazott iniciátor és aktivátor arányt, feltárták az utópolimerizáció hatását, kísérleteket végeztek új iniciátorokkal, valamint kezdeti eredményeket értek el egyes adalékoknak a polimerizációra kifejtett hatása terén. Továbbá eljárást dolgoztak ki a kapott polimerek molekulatömeg-eloszlásának a meghatározására, amelyet saját gélpermeációs kromatográfiás készülékükre adoptáltak.

Gyökös kopolimerizációval sikeresen szintetizáltak és analizáltak polisztirol-*l*-poli(dimetilsziloxán) polimer kotérhálókat több, különböző lánchosszúságú keresztkötővel. Tanulmányozták az előállítás körülményeinek hatását a polimerizáció, azaz a térhálósodás hatékonyságára, valamint feltárták a kapott kotérhálók összetételtől függő alapvető tulajdonságait.

Molekuláris elektronika

Molekuláris elektronika témájú kutatások során továbbfejlesztették a pásztázó alagútmikroszkópon alapuló törőfelület (STM break-junction) technikát, amellyel egyedi molekulák termoelektromos viselkedését tanulmányozták. Az eljárás lényege, hogy az STM készülékben a vizsgálandó molekulákkal borított fém (arany) szubsztrátot melegítik vagy hűtik, miközben a pásztázó tűt környezeti hőmérsékleten tartják. A molekulán így a fennálló hőmérséklet-különbség hatására – a Seebeck-effektusnak megfelelően – egy kis, általában néhány tíz, néhány száz μV értékű feszültség lép föl. A méréstechnikai fejlesztésben a korábbi bipoláris logaritmikus áram-feszültség átalakítójukat tervezték át oly módon, hogy az igen gyorsan, néhány ms alatt kikapcsolható, amely állapotban az áramkör parazita maradékárama kb. 10 fA tartományban marad. Az I-V konverter bekapcsolt állapotában a fém-molekula-fém kontaktus megléte ellenőrizhető, míg kikapcsolt állapotban a fentebb említett termofeszültség közvetlenül detektálható. Az új technikával nemzetközi együttműködés keretében 4,4`-bipiridin és diaminosztilbén molekulákkal végeztek kísérleteket.

Elméleti elektrokémia

Egzakt, általános megoldását adták meg egy olyan fizikai-kémiai problémának, amelynek eddig csak közelítő megoldása volt ismert. A probléma az elektrokémiai töltésátmenet sebességének meghatározása ún. kvázi-reverzibilis redoxirendszer ciklikus voltammetriás görbékből (azaz akkor, ha a töltésátmenet sebességét a határfelülethez történő diffúzió sebessége befolyásolja). A kidolgozott elmélet alapján olyan eljárást javasoltak, amelynek alkalmazásával a határfelületi töltésátadás sebessége és a reakciópartnerek diffúziós fluxusa egymástól szétválasztható. A vonatkozó egyenleteket levezették; a módszer főbb vonásait numerikus szimulációkkal jellemezték. Az elmélet alkalmazásával pontosabban és egyszerűbben határozható meg a töltésátlépés sebessége, mint a jelenleg használatos közelítésekkel.

Titán-molibdén vegyes oxid–aktív szén kompozit hordozós elektrokatalizátor fejlesztése és modellszintű vizsgálata

A molibdénnel adalékolt titándioxid–aktív szén kompozit hordozón kialakított Pt alapú elektrokatalizátorok kimagasló CO tűrést mutattak. CO mérgezésnek kitéve, majd alacsony potenciálú CO oxidációs reakciót követően a kompozit hordozós elektrokatalizátor lényegesen nagyobb hidrogén elektrooxidációs aktivitással rendelkezik, mint a kereskedelemben „state of art" CO-toleráns megoldásként kapható PtRu/C elektrokatalizátor. A kompozit hordozó mérsékli a hagyományos aktív szén hordozó korróziós hajlamát, illetve a használat során a fém-oxidok kioldódása a rutil mátrixból visszaszorul, így a Pt/C vagy a PtRu/C rendszereknél lényegesen hosszabb élettartamú katalizátor alakítható ki. Az újfajta katalizátorok hasznosításának előkészítésére több nemzetközi együttműködés indult el.

A katalizátor működésének modellezéséhez Pt elektródra Mo^{6+} ionok oldatából elektrokémiai módszerrel molibdén réteget választottak le. Az eredmények szerint a Pt felületen ionos molibdént tartalmazó monoréteg jön létre, amelynek kialakulása során $Mo^{6+} \rightarrow Mo^{4+}$ átmenetre kerül sor. A felületi Mo^{4+} ionok megfelelően magas potenciálon Mo^{6+} állapotba oxidálhatók. A levált molibdén egy része, mintegy 20-25 %-a a 6+ oxidációs állapotba történő oxidálás után is irreverzibilisen a Pt felületén kötődik, és többszöri ciklikus polarizáció után is stabil marad. A részleges molibdén réteg jelentősen megváltoztatja a Pt felület szénmonoxid mérgeződési tulajdonságait. A CO oxidáció rendkívül alacsony potenciálon kezdődik (kb. 100 mV-nál), ugyanakkor csak a Mo^{4+} specieszekkel módosított Pt aktív a CO alacsony potenciálú oxidációjában, a teljesen oxidált Mo^{6+} jelenlétében nem megy végbe a CO oxidációja. Azaz a Pt-Mo katalitikus felület elveszíti aktivitását a CO alacsony potenciálú oxidációjában, ha a molibdén teljesen oxidált állapotba kerül (kb. 400 mV felett). A felületen maradt Mo^{6+} ionokat a 4+ oxidációs állapotba való redukcióval újra lehet aktiválni, ami azonban teljesen tiszta, CO-mentes Pt felületet igényel. Ha a Pt felülete jelentős részben CO-val borított, a $Mo^{6+} \rightarrow Mo^{4+}$ folyamat nem játszódik le.

Glicerin fotokatalitikus reformálása

Különböző TiO_2 félvezetők – úgy, mint a kereskedelmi forgalomban kapható P25 és a lecsapást követő öregítéssel (PA), valamint a szol-gél módszerrel előállított (SG) minták – aktivitását platina ko-katalizátor jelenlétében vizsgálva megállapították, hogy a P25 hordozós katalizátorok hidrogénfejlődési aktivitása mindig nagyobb, mint a PA és az SG alapú katalizátoroké. Az SG és a PA alapú minták rosszabb eredménye elsősorban a tömbi fázis hibahelyeinek nagy koncentrációjával magyarázható, ami elősegíti a fotogenerált töltések rekombinációját, megakadályozva azok felületre történő eljutását és így részvételüket a fotokatalitikus reformálásban.

A platina ko-katalizátor aktiválási módja befolyásolta a fotokatalitikus H_2 fejlődés mértékét. A várakozásnak megfelelően a legjobb eredményt a fémes állapotú Pt nanorészecskéket eredményező, magas hőmérsékletű hidrogénes kezelés adta. Inert atmoszférában történő kezelés esetén a TiO_2 által visszatartott adszorbeált víz és a TiO_2 savas hidroxil csoportjai a platina prekurzor ($Pt(NH_3)_4(NO_3)_2$) bomlását úgy befolyásolták, hogy az oxidált/fémes Pt arány jelentősen megnőtt, ami a hidrogénfejlődési aktivitás csökkenéséhez vezetett. A jelenség különösen jól érzékelhető volt a lényegesen savasabb karakterrel rendelkező PA hordozós mintánál. A fotokatalitikus reakció alatt a PtO_x formájú ko-katalizátor *in situ* redukciója lépett fel. A SG hordozós mintáknál a kalcinálással történő ko-katalizátor aktiválás legalább olyan jó mintát eredményezett, mint a hidrogénes kezelés esetén. A Pt jelenlétében történő kalcinálás vélhetőleg kedvezően befolyásolja az SG TiO_2 hibahely szerkezetét.

Környezetbarát fázisváltó hőtároló mikrokapszulák építő- és szigetelő elemekben

Paraffin fázisváltó hőtároló anyagot tartalmazó dupla héjú kalcium-alginát mikrokapszulák pilot léptékű előállítási technológiáját dolgozták ki. Meghatározták az előállítás során alkalmazható optimális paramétereket. Az optimalizált eljárást kókuszolaj fázisváltó anyaggal is sikeresen alkalmazták. A pilot léptékű megvalósítás során azonban olyan problémák is felmerültek, amelyek korábban nem voltak megjósolhatók és rontották az előállítás gazdaságosságát. A probléma elkerülésére potenciálisan alkalmazható alternatív technológiai változatokat dolgoztak ki, mint a külső héj nélküli kapszulák előállítása és polimerizációs eljárásban bevont mikrokapszulák előállítási technológiája. Termékmintákat állítottak elő anyagszerkezeti, morfológiai, termikus és alkalmazástechnikai vizsgálatokhoz. Az anyagszerkezeti és hőtechnikai vizsgálatok igazolták, hogy a mikrokapszulák legjobb esetben, még megfelelő héjstabilitás mellett 75 % hőtároló anyagot tartalmaztak. Kísérleteikben sikeresen integrálták a pilot léptékben előállított fázisváltó hőtároló mikrokapszulákat hőszigetelő habokba és -vakolatokba.

Természetes és szintetikus polimerek és társított rendszereik

Biopolimerekből előállított társított rendszerekben tanulmányozzák a határfelületi kölcsönhatásokat. Termoplasztikus keményítő (TPS)/faliszt mint természetes erősítőanyag kompozitok vizsgálata bizonyította, hogy a két komponens között erős a kölcsönhatás. Igazolták, hogy a TPS/faliszt kompozitok esetében az erősítő fázis alaki tényezőjének jelentős hatása van a kompozitok merevségére és szilárdságára. Lignin és különböző polimerek keverékeinek vizsgálatával kimutatták, hogy a lignin molekulák közötti nagyszámú erős specifikus kölcsönhatás miatt gyenge kölcsönhatás jön létre a poliolefin fázisok és a lignin között. A lignin és az adott polimer között kialakuló aromás és π elektronos kölcsönhatások erősebbek, így ezek elfogadható keverék tulajdonságokat eredményeznek. Megállapították, hogy a tulajdonságok ionomer mátrix esetében a legjobbak, ahol az ionos és a hidrogén hidas kölcsönhatások kombinációja biztosítja a jó összeférhetőséget és tulajdonságokat.

Poli(3-hidroxibutirát) enzimatikus degradációjának vizsgálata során megállapították, hogy annak degradációja kétlépcsős. A degradáció kinetikája jól leírható egy módosított Michaelis-Menten modellel, amely a degradációs reakció heterogén jellegét is képes figyelembe venni.

Új típusú funkciós polimerek és származékaik

Multifunkciós hiperelágazásos poliglicidolokhoz kapcsolt enzim-polimer konjugátumokat hoztak létre. Így olyan enzim-tartalmú nanorészecskéket állítottak elő, amelyek az enzim katalitikus aktivitását hosszú ideig megőrzik. Közreműködve egy EU projektben, ezeket a polimer-enzim rendszereket egy új eljárással, nagyfelbontású ultrahangos spektroszkópiával (HR-US) vizsgálták. Előállítottak olyan polimer-enzim konjugátumot is, amely a tiszta enzimnél jóval szélesebb pH tartományban mutat aktivitást. Ezek olyan újszerű eredmények, amelyeknek mind gyógyászati, mind élelmiszeripari alkalmazásaik lehetnek.

Egy másik EU-s projekt keretében előállított, ionos folyadék végcsoporttal rendelkező poliizobutilének szerkezet-tulajdonság összefüggéseit vizsgálva kiderült, hogy ezek önszerveződésre képes, jól definiált szerkezettel rendelkező új anyagok, és ezáltal egyedi felhasználási lehetőségekkel bírhatnak. Eljárást dolgoztak ki nanofázis morfológiájú polimer kotérhálók egyik komponensének olyan módosítására, amely nanokompartmentalizált poliionos folyadékot tartalmazó különleges, a szakirodalomban eddig le nem írt anyagot eredményezett. Többek között ezek az anyagok oldószerszelektív szuperabszorbens tulajdonsággal rendelkeznek, amelynek számos alkalmazási lehetősége lehet (pl. környezetvédelem, víztisztítás, energetika, nanokatalízis stb.).

Megújuló forrásból származó monomerek polimerizációjával nyert polimerek többféle funkcionalizálási eljárását dolgozták ki karbokationos polimerizációs eljárással. Az így nyert, reakcióképes csoportokkal rendelkező poliolefinek többek között proton-vezető membránok alapanyagaként kerülhetnek felhasználásra.

Olefines kettőskötésben gazdag, megújuló alapanyagok átalakítása olefin metatézissel

A zöldkémia jegyében megújuló alapanyagokból előállított poliamid és poliészter alapanyagok szintézisével, biopeszticid szintézissel, környezetbarát csomagolóanyag alapanyag fejlesztésével foglalkozunk. Előállításuk olefines kettőskötésben gazdag, megújuló alapanyagok olefin metatézisén alapul.

Alga olajokat és legfőképpen az azok gyártása során képződő alacsony hozzáadott értékkel rendelkező alga foszfolipid melléktermékét poliamid és poliészter alapú műanyagokká alakítják át. A foszfolipidek transzészterezését követően a telítetlen zsírsavészterekből egyszerű olefinek keresztmetatézisével könnyű szénhidrogéneket, biológiai úton lebontható poliamid és poliészter alapanyagokat állítanak elő.

A kártevők elleni védekezésben alkalmazott biopeszticidek olyan természetben előforduló vegyületek, amelyek meghatározott rovarokat vonzanak be csapdákba, vagy megzavarják azok reprodukcióját. A hagyományos peszticidekkel összehasonlítva ezek általában kevésbé toxikusok, kártevő-szelektívek, nagy hatékonyságúak és biológiailag lebomlók. Olefin metatézis reakciók alkalmazásával előállításuk költséghatékonyan és környezetbarát módon lehetséges.

Polivinil-alkohol kopolimer alapú hidrofil szintetikus polimerek környezetbarát csomagolóanyag alapanyagai. Olefin metatézisen alapuló polimerizációs eljárások jól meghatározott, különböző funkcionalitással rendelkező polivinil-alkohol polimerek széles spektrumának szintézisét teszik lehetővé.

Üzemanyag előállítás lignocellulóz folyadékfázisú pirolízisével

Klímapolitikai határozatok értelmében a fosszilis nyersanyagokból nyert motorhajtó anyagokat legalább részben biomasszából, előnyösen a nagy mennyiségben rendelkezésünkre álló lignocellulózból előállított termékkel kell helyettesíteni. A lignocellulóz feldolgozás egy termokémiai módszerének, az ún. folyadékfázisú pirolízisnek a kutatásával, fejlesztésével foglalkoznak. Termikus kezeléssel a biopolimer lignocellulózt le lehet bontani. A lebontás során oxigénben szegényebb, nagyobb kalorikus értékű termék keletkezik. A kezelést üstreaktorban hexadekán oldószerben autogén nyomáson végezték. A hasznos termékek az oldószerben jelentek meg. Tanulmányozták a hőmérséklet, a tartózkodási idő, az oldószer/biomassza arány, valamint szilárd sav és bázis katalizátorok hatását a termékhozamra és -eloszlásra. A lignocellulóz széntartalmának 40-49 tömeg %-a jelent meg a hexadekán oldószerben. A fő termékek alkil- és alkoxi-fenolok és furán származékok voltak. Kimutatták, hogy a katalizátorok a degradációval képződött elsődleges makromolekulák továbbalakításában játszanak szerepet. A szén/oxigén tömegmérleg arra utalt, hogy az extrahált termékek nagy maradék oxigéntartalmuk miatt csak további oxigénkivonó átalakítás után lehetnek előnyös üzemanyag komponensek.

Szervetlen anyagok hatása biomassza hőbomlására

A szervetlen anyagok hatásának tanulmányozása érdekében a vízben oldódó szervetlen komponensek többségét vizes mosással távolították el a mintákból, majd az eredeti, a mosott és különböző hőmérsékleteken hőkezelt minták összetételét és termikus tulajdonságait hasonlították össze. Megállapították, hogy a mosás hatására az akácfa cellulóz tartalmának termikus stabilitása körülbelül 30 °C-kal, míg a mosott szalmaminták cellulóz tartalmának termikus stabilitása 50 °C-kal emelkedett az eredeti mintákhoz képest. A mosás hatására mindhárom kezeletlen és hőkezelt minta esetén lecsökkent a szenes maradék mennyisége. A kapott eredmények igazolták, hogy az alkáli ionok katalitikus hatással bírnak a minták cellulóz és a lignin tartalmának bomlási mechanizmusára alacsony hőmérsékletű (200-300 °C) hőkezelési körülmények között is. A búzaszalma és repceszalma minták bomlástermékei között inert atmoszférában lassú melegítés mellett metilklorid képződését észlelték TG/MS módszerrel. A metil-klorid a szalma minták nagy szervetlen kloridtartalmának és valószínűen a lignin metoxicsoportjaiból leszakadó metilcsoportoknak a reakcióterméke. Az eredmények alapján megállapították, hogy a 275-300 °C-os hőkezelések hatására a szalma minták ligninjének metoxicsoportjai nagy része valószínűleg már lehasadt, valamint a szalma minták kiindulási klórtartalma is csökkent. A magasabb hőmérsékleten hőkezelt szalmamintákból már csak csekély mennyiségű metil-klorid távozott a termikus bomlás során.

Égéskémiai reakciók elméleti vizsgálata

Mind a folyékony, mind a szilárd tüzelőanyagok felhasználásakor az égési folyamatokban gyakran számottevő koromképződés lép fel, aminek megakadályozása fontos cél. Jelenlegi ismereteink szerint a koromrészecskék kialakulásának első lépése az allil- és szubsztituált allilgyökök rekombinációja aromás vegyületekké, aminek hatékonyságát befolyásolja, hogy a gyökök milyen egyéb reakciókban vehetnek részt. Ebben a témakörben finn kísérletező partnerekkel együttműködésben meghatározták a propargilgyökök és molekuláris oxigén reakciójának sebességét és mechanizmusát. Megállapították, hogy a reakcióban addícióval peroxilgyökök keletkeznek, amelyek a lángok hőmérsékletén nem a gyökök oxidációja irányában alakulnak tovább, hanem visszaképződik belőlük a metil-allilgyök. Ez azt jelenti, hogy a propargilgyökök és molekuláris oxigén reakciója nem tud hatékonyan versengeni a

gyökök rekombinációjával, vagyis nem kell számolni azzal, hogy a gyökök oxidációja befolyásolja a koromképződés első lépésének sebességét.

Gyógyszerhordozó nano- és mikrorészecskék

Gél formátumokba tervezett gyógyszerhordozó nanorészecskéket állítottak elő különböző módszerekkel. Sav/bázis kicsapással a hatóanyagból poli(vinil-alkohol) adalék polimer jelenlétében citromsav-foszfát puffer oldatokból sósavval stabil nanoszuszpenziókat hoztak létre one-shot összeöntéssel. Nanoprecipitációs eljárásban olaj-a-vízben egymással elegyedő fázisok összeöntésével és az illékony szerves oldószer elpárologtatásával a hatóanyaggal és poli(tejsav-glikolsav) hordozóanyaggal kompozit nanorészecskéket hoztak létre nagy kapszulázási hatékonysággal. Emulziós módszerrel etil-cellulóz és poli(metil-metakrilát) kapszulázó polimerekkel poli(vinil-alkohol) emulgeátor jelenlétében az illékony oldószer elpárologtatásával monodiszperz nanorészecskéket állítottak elő.

Poli(tejsav-glikolsav) és poli(vinil-alkohol) biokompatibilis hordozó polimerekkel sorafenib és doxorubicin HCl rákellenes szereket szabályozott hatóanyagleadású nanokompozitokba mikrokapszuláztak. A nanorészecskék bioreleváns körülmények között (vérplazmában) és a tumoros szövetekben jellemző enyhén savas környezetben késleltetett hatóanyagleadást biztosítottak. A nanokompozitokat HT-29 vastagbélrák sejtek hatékonyan bekebelezték, és azok a hatóanyagok koncentrációjával arányos illetve azok felszabadulásától függő citotoxicitást fejtettek ki.

Funkcionális nanoszerkezetek előállítása biokompatibilis makrociklusok és fluoreszkáló polianionok önszerveződési folyamataival

A molekulák önszerveződésével egyszerűen, olcsón, melléktermékek keletkezése nélkül hozhatók létre könnyen változtatható sajátságokkal rendelkező, különböző igényeknek megfelelő új anyagok. Farmakológiai fontosságú természetes alkaloidokat hatékonyan sikerült beépíteniük biokompatibilis kukurbit[7]uril üregébe. Megállapították, hogy a molekulaszerkezet miként befolyásolja e komplexek stabilitását, illetve a beékelődés és a disszociáció sebességét. Francia kutatókkal együttműködve feltárták szerves kationok és 4-szulfonátokalixarének közötti kölcsönhatás termodinamikáját és a keletkezett asszociátumok szerkezetét. Japán tudósokkal kooperálva szabályozható tulajdonságú nanorészecskéket állítottak elő pirén-származék anionok és felületaktív kationok felhasználásával. Többféle egyszerű, gyors módszert is kidolgoztak intenzíven fluoreszkáló szén nanorészecskék előállítására, amelyek közül a kén-tartalmúak alkalmasnak bizonyultak ásványvizek vagy biológiai minták kálcium tartalmának meghatározására.

Orvosbiológiai felhasználású polimerek

Tanulmányozták, hogy gyógyszerhordozóként számon tartott, oldalcsoportként amid csoportot tartalmazó termoreszponzív (”intelligens”) polimerek milyen kölcsönhatásba képesek lépni fehérjékkel, enzimekkel, ennek ismerete ugyanis fontos lehet gyógyászati felhasználásuk során. Ezt többféle módszerrel, többek között egy EU-s projekt keretében HR-US mérésekkel is tanulmányozták. Ezen vizsgálatok során meglepő, az irodalomban eddig fel nem lelhető új eredményekre jutottak, amelyeket a közeljövőben terveznek publikálni.

Egy pályázat keretében folytatták új típusú, hatóanyag-hordozó gélmátrixok (hosszú idejű, folyamatos hatóanyagleadást biztosító polimer gélek) szintézisének, biokompatibilis, bőrbarát makromolekuláris anyagoknak a vizsgálatát. A pályázatban résztvevő gyógyszeripari partner

az előállított egyik típusú polimert szabadalmaztatásra, és így állatkísérleti vizsgálatra alkalmasnak találta. Ehhez kidolgozták a polimer előállításának laboratóriumi méretnövelését.

Részletesen vizsgálták két biokompatibilis polimerből, a hiperelágazásos poliglicidolból és poli(tetrahidrofurán)ból álló, amfifil karakterű ABA blokk-kopolimereket mint vízben nem oldható hatóanyagok oldhatóvá tételére alkalmas makromolekuláris anyagokat. Egy természetes, vízben rosszul oldódó tumorellenes hatóanyag segítségével igazolták, hogy az előállított blokk-kopolimerek képesek hatóanyagok oldhatóvá tételére, így alkalmasak lehetnek hatóanyagok irányított célba-juttatására.

Szisztematikus vizsgálatokat folytattak olyan pórusos polimer gélekkel, amelyek potenciálisan alkalmasak lehetnek orvosbiológiai diagnosztikai célokra. Ennek során különböző monomerekből és keresztkötőkből széles összetétel-tartományban géleket szintetizáltak, majd tanulmányozták az összetétel és az előállítás paramétereinek hatását a gélek duzzadási képességére és porozitására. Az így kapott eredmények alapul szolgálnak a további kutatásokhoz.

Előállítottak olyan funkciós ojtott polimert, amely főláncában és oldalláncában szervetlen nanorészecskék stabilizálása szempontjából fontos kétfajta funkciót egyesít egy makromolekulában. Ezek a makromolekulák a szuper-paramágneses magnetit nanorészecskék biológiai közegben is kiemelkedő kolloid stabilitását eredményezték, amelyek így alkalmasak lehetnek teranosztikai célokra.

Elektroanalitikai fejlesztések plazmin enzim aktivitásának meghatározására

A tejben természetesen jelen lévő és a tejtermékek minőségi változását előidéző plazmin enzim aktivitásának meghatározása komoly kihívást jelent a tejipar számára. A hagyományos módszerek túl drágák vagy nem elég érzékenyek. Piezoelektromos akusztikus érzékelővel (EMPAS), hidrofób felületre adszorbeált kazein réteg alkalmazásával lehetővé vált az enzim nagy érzékenységű (32 pM – 10 nM) detektálása. Arany nanorészecskével módosított enzim specifikus peptid szubsztrátokat fejlesztettek ki, amelyek felületi rögzítésével a felületérzékeny analitikai módszerek érzékenysége tovább növekedett.

Extracelluláris vezikulák izolálása és jellemzése

Az extracelluláris vezikulák (EV-k) jellemzéséhez kapcsolódóan elsőként végezték el fluoreszcens antitestekkel jelölt EV minták vizsgálatát on-line fluoreszcens detektálással egybekötött HPLC-SEC technikával. A módszer a különböző eredetű EV-k kvantitatív jellemzésére ad lehetőséget sejt-specifikus markereket kimutató antitestek felhasználásával. Az EV-k detektálásához kapcsolódó biomimetikus EV-referencia részecskék fejlesztésének keretében üreges organoszilika nanorészecskéket („hollow organosilica bead”, HOB) állítottak elő és jellemeztek. A mintákat szinkrotron SAXS módszerrel jellemezték a német mérésügyi hivatal (PTB, Physikalisch Technische Bundesanstalt) által a berlini szinkrotron (Helmholtz-Zentrum Berlin) mellett üzemeltetett kisszögű mérőállomáson. Az amszterdami Academic Medical Center-rel való együttműködés keretében további áramlási citometriás mérések történtek az előállított részecskékkel. Vörösvértest eredetű EV-k jellemzésére elsőként alkalmazták a lineáris dikroizmus technikát a Biológiai Nanokémia és a Biomolekuláris Önrendeződés Kutatócsoport együttműködésében.

Gyógyszerhordozó liposzómák és egyéb biológiai lágy anyagok jellemzése

Oligoalmasav tartalmú egyrétegű liposzómák szerkezetét többféle módszerrel tanulmányozva megállapították, hogy az adalék a kettősréteg két oldalán aszimmetrikusan helyezkedik el. A kötődés alapjául szolgáló molekuláris kölcsönhatásokat infravörös spektroszkópiai módszerrel, valamint az azt kiegészítő elméleti kémiai számításokkal is jellemezték. Az elhelyezkedés módja magyarázatot ad a rendszer nagyfokú kolloid stabilitására. A liposzóma egészének röntgenszórásából kapott méreteloszlása nagyon jó egyezést ad a független módszerként használt fényszórás eredményével.

A kutatócsoport kisszögű röntgenszórási laboratóriumához köthető együttműködések keretében hazai, ill. külföldi egyetemekkel, kutatócsoportokkal, vállalatokkal végeztek közös kutatásokat, valamint megbízásos szerkezet-meghatározási munkákat. A kisszögű módszer hazai népszerűsítése érdekében egy könyvfejezetet írtak.

Antimikrobiális peptidek indukált rendeződése

Az antimikrobiális peptidek (AMPk) biológiai aktivitása szorosan összefügg a peptid szerkezetében végbemenő változásokkal. A korábban kimutatott szerves kismolekulák (suramin, pamoinsav), valamint poliszulfonált festékek (kongóvörös, tripánkék) hatására rendezett másodlagos szerkezetet felvevő antimikrobiális peptidek membránaktivitását és bakteriális hatását vizsgálták. Ezen felül kollaborációk keretében bakteriális, valamint humán sejteken is végzett konfokális mikroszkópiai, transzmissziós elektronmikroszkópiai, valamint toxicitás és baktericid hatás vizsgálatokat is végeztek. Az eredmények rámutatnak, hogy számos szerkezetváltoztató hatás jelentősen befolyásolhatja a biológiai funkciókat akár aktivitás növelés, akár aktivitás csökkenés irányába. A szerves molekula - AMP komplexek vizsgálatát lipid kettősrétegek esetében is elvégezték. A kísérletsorozatok kimutatták, hogy milyen molekuláris szintű hatása van a kialakult komplexeknek a lipid kettősréteg különböző részeire, valamint rámutattak arra is, hogy milyen versengő kölcsönhatás jelentkezik az AMP-k pozitív oldalláncaiért a kismolekula és a negatívan töltött lipid fejcsoport régió között.

Foldamer - foszfolipid kettősréteg kölcsönhatás

A nem természetes alapú peptidek (foldamerek) fejlesztése és a sejtfalat felépítő lipid kettősréteggel való kölcsönhatásának megértése megalapozhatja új típusú antimikrobiális vegyületek tervezését. A korábbi vizsgálatok és váltakozó kiralitású rövid foldamerek kifejlesztése után további szekvenciákat terveztek és szintetizáltak. Az így kapott szerkezetek között negatív- és pozitív töltésű vegyületek is vannak, amelyek további kísérleteket tesznek lehetővé. Az eredetileg kifejlesztett semleges töltésű szekvenciáról kimutatták, hogy mind vízben, mind lipid fázisban oldódik. Elektronmikroszkópos vizsgálatok alátámasztották, hogy a vizes fázisban nanoméretű oligomerek alakulnak ki, amelyek egymással rendeződve alkotnak nagyobb egységeket. Ezzel szemben lipid kettősrétegben intra- és intermolekuláris H-kötések jelenlétét mutatták ki, ami inkább a szálas rendszerekre jellemző. Végezetül elvégezték a fenti rendszerek számítógépes szimulációit is, amely kimutatta, hogy a vizsgált szekvenciák nem preferálják a helikális másodlagos szerkezeti motívumokat.

Extracelluláris vezikulák mint modellmembrán rendszerek

A sejtmembrán legegyszerűbb modelljeinek tekinthető, foszfolipidekből felépülő liposzómákon túl olyan komplexebb rendszereket is vizsgáltak, amelyek már természetes

összetevőket is tartalmaznak. Ezeket önkéntesek vérmintáiból, majd azokból nyert vörösvértestekből állították elő. Az így kapott izolált extracelluláris vezikulákat (EVk) jól ismert membránaktív peptidek jelenlétében biofizikai módszerekkel vizsgálták. Megállapították, hogy az EV-kkel kölcsönható AMPk esetében számos új funkció és tulajdonság azonosítható, amelyeket korábbi modellmembránok, alacsony komplexitású lipidrendszerek esetén nem tudtak kimutatni.

Klorid-ion transzporter sejtpenetráló peptidek létrehozása

Az elmúlt évtizedben megnőtt az ion transzporterek iránti érdeklődés. Több kutatás is foglalkozott olyan mesterséges anion transzporterek fejlesztésével, amelyek alkalmazhatók lehetnek csatorna helyettesítő terápiákban, például cisztás fibrózis (CF) vagy egyes daganatos betegségek kezelésében. Ígéretes eredmények érhetők el szupramolekuláris kémia segítségével, amely két vagy több molekulaegység intermolekuláris kölcsönhatásán alapulva vizsgálja a létrehozott rendszer szerkezetét és funkcióit. Kiemelkedően kutatott terület a peptidrendszerek (poliamidok) szintézise és szerkezetvizsgálata. A mesterségesen létrehozott oligomerek a természetes fehérjékhez hasonló szerkezeti sokféleséget mutatnak, és mivel jól definiált 3Ds szerkezetet vesznek fel, számos előnyös kémiai és biológiai tulajdonsággal rendelkeznek. Ezen peptidrendszerek csoportjába tartozó sejtpenetráló peptidek 15-20 aminosavból álló oligopeptidek, amelyek át tudnak jutni a sejtmembránon és képesek magukkal vinni hozzájuk kapcsolt molekulákat is. Ilyen rendszereket korábban nem alkalmaztak még ionoknak a sejtmembránon történő átjuttatására. Vizsgálták a hatékonyságukat mesterséges membrán modellen, élő sejteken, illetve 3Ds szövettenyészeten. A létrehozott mesterséges klorid ion transzporterek minden esetben hatékonynak bizonyultak. Eredményeik jelenleg szabadalmaztatás alatt vannak.

Gyógyszertervezés és optimálás hatékonyságának növelése kemometriai módszerekkel

A ligandum dokkolás kiegészítő módszereként kölcsönhatási ujjlenyomatokat (IFP) alkalmaztak a megjósolt kötődés egy referenciakötéshez való hasonlóságának számszerűsítésére. Nagyszámú (44) hasonlósági mutatót hasonlítottak össze, miközben az IFP-k különféle paramétereit is testre szabták. A hasonlósági mérőszámok és az IFP konfigurációk hatását számos virtuális szűrési forgatókönyv esetén, tíz különböző fehérje célponttal és több ezer molekulával értékelték. A teljesítményeket a görbék alatti területek és az eredeti hasonlósági adatok alapján hasonlították össze. A hasonlósági mérőszámokat több statisztikai próbával és egy új, robusztus algoritmussal, a rangszámkülönbségek összegével (SRD) értékelték. SRD-vel a különböző hasonlósági mutatók egy ideális referencia-metrikához mért konzisztenciáját értékelhetik, amelyet a meglévő metrikák összekapcsolása, fúziója biztosít. Meghatározták azokat a mértékeket, amelyek a szokásosan használt Tanimoto együtthatónál is jobbak. Az alkalmazott bitek (interakciós definíciók) és az IFP szűrési szabályok gondos kiválasztása javítja a virtuális szűrés eredményeit. A hasonlósági számításokhoz és az IFP szűréshez egy nyílt forráskódú FPKit csomagot készítettek, amely elérhető (https://github.com/davidbajusz/fpkit). A gyógyszertervezés és optimálás hatékonysága lényegesen növelhető, hasonló tulajdonságú vegyületek könnyebben megtalálhatók, a modellezések jósága értékelhető, és hozzájárulnak a legjobb módszerek kiválasztásához és szabványosításukhoz.

b) Tudomány és társadalom

Az Intézet számára fontos, hogy a tudományos eredmények a gyakorlatban hasznosuljanak, és az eredményeket ne csak a szűk szakmai közösség, hanem a társadalom széles rétegei is megismerhessék, ezért újságokban, televízióban, rádióban megjelent riportokkal, közérthető előadásokkal népszerűsítik a tudományt. Külön programokkal igyekeznek felkelteni az iskolás korosztályban a tudomány iránti érdeklődést.

Az alábbi híradások jelentek meg az Intézet tevékenységéről, eredményeiről nyomtatott és elektronikus sajtótermékekben:

Az Innotéka magazin 2018. júniusi száma riportot közölt az Intézet igazgatójával, amelyben az Intézetben folyó eredményes kutatási projektekről, azok finanszírozásáról, valamint a kutatói utánpótlás nevelés érdekében tett erőfeszítéseikről volt szó.

Egy új kutatási eredményről „Az aragonitképződés kulcsszereplője" címmel a www.mta.hu, a www.innovations-report.de, valamint a www.derstandard.de honlapok jelentettek meg ismeretterjesztő anyagokat.

„Vezikulákkal életet menteni" címmel jelent meg cikk az NKFIH honlapján (https://nkfih.gov.hu/palyazoknak/igeretes-projektek/vezikulakkal-eletet), amelyben az Intézetnek a Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Programban való részvételével kapcsolatban nyilatkozott a konzorcium vezetője.

Az Élet és Tudomány folyóirat „Peptidek szerkezetének nyomában" címmel interjút közölt az Intézet egyik Lendület kutatócsoportjának vezetőjével.

Az Intézet munkatársai rendezték a „From routine to novelty – analysis methods in dairy industry" nemzetközi workshopot, amelyről két beszámoló cikk született: https://agraragazat.hu/hir/fokuszban-tej-es-tejtermekek-minosegenek-javitasa és https://agroforum.hu/agrarhirek/agrarkozelet/europa-uj-kutatasi-iranyokat-keres-tej-es-tejtermekek-minosegenek-javitasara/.

Az M5 TV Mindenki Akadémiája sorozat keretében 2018. március 9-én mutatta be az Intézet egyik önkéntes tanácsadójának „Einstein és a kémia" címmel tartott előadását, amelyhez a lézerspektroszkópiai laboratóriumban készültek a felvételek.

Az Inforádió 2018. június 9-én sugározta azt az interjút, amelyben a Nature Communication című folyóiratban közölt, a víz mágneses kvantumállapotairól szóló kutatásról kérdezték az Intézet egyik kutatóját.

A Magyar Tudomány Ünnepe Tárt Kapuk Programhoz kapcsolódóan „Különleges anyagok előállítása extrém körülmények között" címmel hirdettek meg laborlátogatásokat. Az érdeklődők a következő témákkal ismerkedhettek meg: „Kerámiák előállítása szikrakisüléses plazmaszintereléssel", „Lignocellulóz feldolgozása üzemanyaggá folyadékfázisú pirolízissel", valamint „Katalizátorok előállítása nagyáteresztő módszerrel". Az eseményen két budapesti gimnázium (Berzsenyi Dániel Gimnázium és Árpád Gimnázium) diákjai vettek részt, továbbá megjelent az M5 TV Novum című műsorának forgatócsoportja is. A programról TV felvétel készült, amelyet 2018. december 8-án közvetített az M5 csatorna.

Az Intézet saját szervezésű programokon rendszeresen fogad iskolai csoportokat. 2018. május 25-én az Intézet XPS Laboratóriumát látogatták meg a budapesti Ady Endre Gimnázium tanulói. A Kölcsey Gimnázium diákjai a laborlátogatás mellett meghallgatták a „Baktériumellenes peptidek működése molekuláris szinten" című ismeretterjesztő előadást is. A Pázmány Péter Katolikus Egyetem első éves bionika szakos hallgatói nyílt napon nézhették meg a Biológiai Önrendeződés Kutatócsoportban folyó munkát.

A középiskolások tehetséggondozásához kapcsolódik az Intézet által minden évben megszervezett „AKI Kíváncsi Kémikus” kutatótábor, melynek 2018-ban már a tizedik eseményét rendezték. Az egy hetes programon az Intézet munkatársai a következő öt kutatási téma rejtelmeibe vezették be a fiatalokat: Akkumulátoros energiatárolás elektrolitjának vizsgálata, Az elektrokatalízis alapjai, Fotokatalízis, Liposzómás gyógyszerhordozó rendszerek, Polimerek – Illatos óriásmolekulák a laboratóriumban. A sokszínű program egy sikeres kutató „Gyémántok, amelyek hiányoztak a kristálytan óráról” című előadásával kezdődött, a laboratóriumi kísérletekkel, az eredmények kiértékelésével és értelmezésével folytatódott, és a diákok előadásaival zárult. Az Intézeten kívül a kutatóközpont másik három intézete, valamint a Műszercentrum munkatársai is hozzájárultak az esemény eredményességéhez.

A tizedik kutatótábor után, augusztus végén egy kétnapos összejövetelt rendeztek, amelyre meghívták az eddigi összes kutatótáborozót. Az öregdiák találkozón PhD- és tudományos diákköri munkákról szóló előadásokkal, valamint közösségi programokkal erősítették az összetartozás érzését az immár kétszáz fő fölötti létszámú közösség tagjaiban.

Ugyancsak a középiskolások kémia iránti érdeklődését igyekszik felkelteni az ELTE TTK Alkímia Ma című előadássorozata, amelyen az Intézet munkatársai rendszeresen szerepelnek. Egy márciusi előadásban az elektrokémiai áramforrások működésének kémiai alapjait, az elemek, akkumulátorok és tüzelőanyag-cellák felépítését, alkalmazásait, és az elektrokémiai áramforrások történetét tekintették át.

A kémia szépségét mutatják be évről-évre a zentai Kárpát Medencei Kémia Táborban. Az Intézet egyik Lendület Kutatócsoportjának vezetője „Bevezető a gyógyszerkutatás folyamatába” címmel tartott ismeretterjesztő előadást a 2018. évi táborban.

Az Intézet munkatársai különböző fórumokon tartottak előadásokat, amelyekkel bemutatták a nem szakértők részére, hogy kutatási eredményeik miképpen hasznosulnak.

Az EU legjelentősebb hidrogén és hidrogén-technológiai szervezete, a Hydrogen & Fuel Cells Joint Undertaking két saját hidrogén tüzelőanyag-cellás autójával (egy-egy Hyundai ix35 Fuel Cell és Toyota Mirai) egy Brüsszelből induló és Szófiába érkező európai túrát szervezett májusban, amelynek Budapesti állomásán a Várkert Bazárban népszerűsítették a tüzelőanyag-cellás gépjárműveket. A gépjárművek bemutatásán túl a szakmai szervezet nemzetközi és hazai vezetői, közöttük az Intézet igazgatója is előadásokat tartottak. Az esemény fontosságát mutatja, hogy a rendezvény védnökei a magyar kormány képviselői voltak.

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium felkérésére augusztus végén elkészítettek egy dokumentumot, amelyben részletezik, hogy az Intézet hogyan tud hozzájárulni a Nemzeti Energia és Klímatervhez.

Szeptember 27-én a kutatóközpont adott otthont a HyLaw nemzeti workshopnak. A HyLaw a "hydrogen", valamint a "law" (mint jogszabályok) szavak összevonásából áll. A projekt a hidrogénnel és különböző hidrogén-technológiákkal kapcsolatos jogi, adminisztratív akadályok azonosítását és megszüntetését tűzte ki fő céljául. A projektben 18 európai ország, köztük Magyarország vesz részt. A rendezvény fő célja az volt, hogy bemutassa a célcsoportot képező szakpolitikusok, hatósági szakemberek számára a hidrogén (mint üzemanyag, mint energiatároló médium), és a főbb hidrogén-technológiák (járművek, töltőinfrastruktúra, energiatermelés, energiatárolás) alkalmazása előtt álló főbb jogi, adminisztratív akadályokat.

A Budapest Mérnöki Kamara szakmai továbbképzésén (AUTOMOTIVE Hungary, 2018. október 17. Hungexpo Vásárközpont) a „Hidrogén technológiák: globális megatrendek, hazai lehetőségek” címmel tartott előadás felhívta a figyelmet arra, hogy a hidrogén technológiák képesek hozzájárulni a megújuló energiák és a különböző energetikai szektorok integrálásához.

November 9-én az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Neutron Centrumának nemzetközi tanácsadó testületi ülésén a hidrogén és tüzelőanyag-cellás technológiákat bemutató előadás (Hydrogen Technologies: Global Megatrends, Hungarian Possibilities) célja a technológiák népszerűsítése, illetve az Intézet és Neutron Centrum közötti lehetséges együttműködések vizsgálata volt.

A Pannon egyetem NANOLAB megnyitó rendezvényén (2018. október 2.) az Intézet kutatója „Különleges gyémánt nanoszerkezetek" címmel tartott előadást.

A már több éve folyó Seuso-kutatás (a Seuso leletegyüttes átfogó, természettudományos vizsgálata) első és fontosabb eredményeit mutatták be hazai és nemzetközi konferenciákon, valamint tudománynépszerűsítő előadásokon.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az Intézet kapcsolatrendszeréhez hazai és külföldi egyetemek, kutatóintézetek és vállalatok tartoznak. Fontosnak tartják, hogy a felfedező kutatások mellett eredményeik a gyakorlatban is hasznosuljanak, amiben kis- és nagyvállalatokkal kialakított kapcsolatrendszerük is segíti őket. 2018-ban 26 közép- és kisvállalattal és 5 nagyvállalattal álltak munkakapcsolatban. A kutatás-fejlesztési és oktatási tevékenységük mellett az Intézet kutatói nagy számban vesznek részt hazai és nemzetközi tudományos testületek, valamint folyóiratok szerkesztőbizottságainak munkájában.

Hazai kapcsolatok

Az Intézet munkatársai részt vesznek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen (BME), az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, a Pannon Egyetemen, a Pázmány Péter Katolikus Egyetemen és a Semmelweis Egyetemen graduális és posztgraduális képzéseiben, előadásokat tartanak, gyakorlatokat vezetnek, továbbá PhD-, MSc-, BSc- és TDK-témákat vezetnek. Az oktatáson kívül közös kutatásokat is folytatnak.

A gödöllői Szent István Egyetemmel atmoszférikus levegőn történő DBD plazmakezeléssel számos hőre lágyuló műszaki polimer felületének adhéziós és tribológiai tulajdonságát sikerült javítani. Az eredményekből két közlemény született.

A Szegedi Tudományegyetemmel együttműködésben biztonságos áramlásos kémiai körülmények között végeztek magas hőmérsékletű reakciókat. A munka eredményeképpen egy cikk született.

Nemzetközi kapcsolatok

Az MTA és az Osztrák Tudományos Akadémia kétoldalú egyezménye támogatásával vizsgálták az Obstanser-jégbarlang (Ausztria) frissen képződő kalcium-karbonát képződményeit. Az ásványtani és geokémiai vizsgálat eredményét a rangos Science Advances folyóiratban közölték.

Elektromos és termoelektromos áram közvetlen mérése törőátmenet technikával a témája a prágai Heyrovsky Intézettel közös kutatásnak, amelyben az előzőleg kifejlesztett és megépített méréstechnikájukat tesztelték 4,4`-bipiridin és diaminosztilbén molekulákkal. Az eredményből egy közös publikáció született.

Hibrid PP kompozitok fejlesztése során elsősorban szerves szálak alkalmazásával a tulajdonságok megfelelő kombinációját (merevség, ütésállóság, tömeg, ár) kívánják elérni a Borealis Polyolefine GmbH, Austria, a Kompetenzzentrum Holz GmbH, Ausztria és a BME együttműködésében. A közös munka eredménye egy folyóiratcikk.

A Petra Christian Universityvel (Indonézia) és a BME-vel közösen cukornád bagaszból kinyerhető szálak polimer kompozitokban történő alkalmazását vizsgálják, amelynek eredményéről készült publikáció megjelenés alatt van.

PLA kompozitok enzimatikus degradációját vizsgálták a kínai Donghua Egyetemmel és a BME-vel közösen. A fontos témáról két publikáció készül.

Biopolimerek szintézise alga foszfolipid alapú megújuló alapanyagokból olefin metatézissel a témája az OTKA NN pályázat keretében a Yale Egyetemmel (USA) közös munkának, amelynek eredményéből egy publikáció született.

33 ország részvételével COST együttműködés indult, amellyel páneurópai hálózat létesítenek lignin fenntartható hasznosítása céljából.

TéT együttműködést folytattak a Department of Energy, Tezpur University (India) és a szlovén National Institute of Chemistry munkatársaival. Mindkét projekt keretében vegyi anyagok és üzemanyagok előállítását kutatják lignocellulózból.

Ugyancsak a TéT támogatja a „Katalitikus eljárások fejlesztése az agrár környezetvédelem és az agrotechnológia számára" című témát, amelyben a Katalízis és Petrolkémiai Kutatóintézet (Santa Fe, Argentina) a partner.

A Tunis El Manar University PhD-hallgatója három hónapot töltött vendégkutatóként az Intézetben, ahol a nitrogén-oxidok katalitikus ártalmatlanítását tanulmányozta.

Okos üzemanyagok a témája a 28 ország részvételével létrehozott COST együttműködésnek, amelynek keretében egy cseh kutató látogatott az Intézetbe. A közös munkáról egy közös publikáció jelent meg, továbbá három előadást tartottak nemzetközi konferencián.

A Helsinki Egyetem (Finnország) kísérleti reakciókinetikai csoportjával együttműködésben publikálták a metil-vinil gyök és oxigén reakciójának eredményeit, amelyhez az elméleti hátteret biztosították az Intézetben.

Aroma anyagok hőbomlását vizsgálták a British American Tobacco megbízásából. Illóolajok és aroma komponensek stabilitását vizsgálták 300°C-on oxidatív atmoszférában. Azonosították a keletkező oxidációs és bomlástermékeket. A kutatás-fejlesztés eredményeit két folyóiratcikkben közölték.

SINTEF Energy Research (Norvégia) kutatóival közösen vizsgálták biomassza anyagok alacsony hőmérsékletű hőkezelésnek hatását a biomassza fizikai tulajdonságaira. Az eredményekből egy folyóiratcikk jelent meg.

Glicerin katalitikus átalakítása hasznos kémiai alapanyagokká és alternatív hajtóanyaggá a témája a MTA-CNR kétoldalú egyezményen alapuló közös kutatási projektnek. A „Nicola Giordano" Energia Technológia Fejlesztési Intézet (Olaszország) kutatóival együtt két publikáció született, amelyekben közölték, hogy a magas hőmérsékletű nitrogénes kezeléssel történő ko-katalizátor aktiválás esetén a TiO_2 által visszatartott adszorbeált víztartalom negatívan befolyásolja a Pt redukcióját és részecskenövekedését.

Több cikkben megnyilvánuló együttműködést folytatnak a Bolgár Tudományos Akadémia Szerves Kémiai Intézetével. Új gyógyszer hatóanyag hordozó rendszereket és zöldkémiai katalitikus eljárásokat kutatnak.

MTA-JSPS együttműködési projekt keretében a Saitama University, Japán kutatóival közösen molekulák önszerveződésével különböző igényeknek megfelelő nanorészecskéket állítottak elő. Szén nanorészecskék fluoreszcenciáját felhasználták kálcium ion koncentrációjának detektálására. Eredményeikből három cikk született.

MTA bilaterális egyezmény keretében folytatják a munkát a Belgrádi Egyetem kutatójával. Szerteágazó mintázat-felismerési feladatokat oldottak meg, hasonlósági mértékeket értékeltek metabolomikai példák esetén. Az együttműködésből eddig 5 közlemény született, egy pedig előkészületben van.

Molekulák önszerveződésével előállított szabályozható nanorendszerek a közös téma címe, amelyen az East Paris Institute of Chemistry and Materials Science (Franciaország) kutatóival dolgoznak együtt. Eredményeiket egy publikációban közölték.

Magyar-kínai TÉT együttműködésben a Southeast University (Nanjing, Kína) kutatóival közösen sejtmembrán modellek és polimerek kölcsönhatását vizsgálják nemlineáris rezgési spektroszkópiával.

Gombaellenes és antimikrobiális potenciállal rendelkező rövid kationos peptidek membránba épülésének mechanizmusát vizsgálják Magyar-argentin TÉT együttműködés keretében a Universidad Nacional de San Luis (Argentina) kutatóival közösen.

A Lengyel Kutatási Alap biztosította a keretet a University of Gdansk, Faculty of Chemistry, Laboratory of Molecular Modelling és az Intézet PhD-hallgatóinak kölcsönös látogatásaira, amelynek eredményeképpen három közös publikáció született.

Az Intézet munkatársai egy nemzetközi és egy nemzeti konferencia szervezésével járultak hozzá az Intézet külkapcsolataihoz.

A FORMILK „Innovative technology for the detection of enzyme activity in milk" H2020 MSCA-RISE projekt keretén belül 2018. június 11-én Budapesten tartották meg a nemzetközi „From routine to novelty – analysis methods in dairy industry" rendezvényt. A workshop során a projekt célkitűzéseknek megfelelően az élelmiszeranalitikai és biztonsági, akadémiai és ipari együttműködési kapcsolatok kibővítésére is lehetőség nyílt. A projekt résztvevőkön és meghívott akadémiai és egyetemi előadókon kívül 14 projekten kívüli tejipari cég képviselője is részt vett a rendezvényen.

A HyLaw nemzeti workshopot 2018. szeptember 27-én tartották a kutatóközpontban. A projektben 18 európai ország, köztük Magyarország vesz részt. A rendezvény fő célja az volt, hogy bemutassa a szakpolitikusoknak és hatósági szakembereknek a hidrogén-technológiák jelenlegi fejlettségi szintjét és piaci helyzetét, közös gondolkodás során javaslatokat adjon a jogi, adminisztratív akadályok feloldására. A helyszínen kiállítottak és bemutattak egy Honda Fuel Cell Clarity, azaz egy hidrogén tüzelőanyag-cellás személyautó is.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A pályázat címe: Megújuló forrásokból származó hidrogén felhasználását szolgáló PEM tüzelőanyag-cella kötegek továbbfejlesztése
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: 2017-2.3.7-TÉT-IN-2017-00049
A pályázat kezdet: 2018. július
A pályázat időtartama: 36 hónap
A pályázat teljes összege: 54 304 189 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet
Résztvevő intézmények:

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Magyarország
Flaar Kft, Magyarország
Indian Institute of Technology-Madras (IITM), India

Anabond Sainergy Fuel Cell India Pvt Ltd. (ASFC), India

A pályázat címe: Hibrid kompozitok: szerkezet, tulajdonságok, funkcionalitás
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA FK-129270
A pályázat kezdet: 2018. szeptember
A pályázat időtartama: 48 hónap
A pályázat teljes összege: 38 089 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A pályázat címe: Újszerű funkciós polimerek mint nano-kompartmentalizált makromolekuláris szerkezetek építőkövei
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA NN-129366
A pályázat kezdet: 2018. szeptember
A pályázat időtartama: 48 hónap
A pályázat teljes összege: 47 916 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet
Résztvevő intézmény: Freiburgi Egyetem, Németország

A pályázat címe: Hidrogénatom- és elektronátlépési reakciók szerepe n,π* típusú karbonilok fotoreakcióiban
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA K-128395
A pályázat kezdet: 2018. szeptember
A pályázat időtartama: 48 hónap
A pályázat teljes összege: 30 577 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A pályázat címe: Kvantum- és dinamikai effektusok elemi reakciókban: elméleti vizsgálatok
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA K-129140
A pályázat kezdet: 2018. október
A pályázat időtartama: 48 hónap
A pályázat teljes összege: 32.674 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A pályázat címe: Égésgátolt polimerek szintézise olefin metatézissel (Synthesis of new flame retardant polymers via olefin metathesis)
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA PD-128612
A pályázat kezdet: 2018. december
A pályázat időtartama: 36 hónap
A pályázat teljes összege: 15 807 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

A pályázat címe: Dinamikus elektrokémiai impedancia spektroszkópiai (DEIS) mérőrendszer kifejlesztése és alkalmazása platina elektrokémiai vizsgálatokhoz
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA NN-128168

A pályázat kezdet: 2018. december
A pályázat időtartama: 48 hónap
A pályázat teljes összege: 28 325 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet
Résztvevő intézmény: Varsói Egyetemen, Lengyelország

A pályázat címe: Nagy CO tűrő anód elektrokatalizátorok fejlesztése reformátum gázeleggyel működő PEM tüzelőanyag-cellákhoz
A pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal
A pályázat kódja: OTKA NNE130004
A pályázat kezdet: 2019. január
A pályázat időtartama: 36 hónap
A pályázat teljes összege: 29 248 000 Ft
Vezető intézmény: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet
Résztvevő intézmény: Marmara Research Center, TÜBİTAK, Törökország

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Németh P, Mugnaioli E, Gemmi M, Czuppon G, Demény A, Spötl C: A nanocrystalline monoclinic $CaCO_3$ precursor of metastable aragonite. SCIENCE ADVANCES 4: 6178 (2018), http://real.mtak.hu/88638/
2. Romhányi V, Kun D, Pukánszky B: Correlations among miscibility, structure and properties in thermoplastic polymer/lignin blends. ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY AND ENGINEERING, 6: 14323-14331 (2018), http://real.mtak.hu/90728/
3. Románszki L, Tatarko M, Jiao M, Keresztes Z, Hianik T, Thompson M: Casein probe–based fast plasmin determination in the picomolar range by an ultra-high frequency acoustic wave biosensor. SENSORS AND ACTUATORS B-CHEMICAL 275: 206-214 (2018), http://real.mtak.hu/82682/
4. Bóta A, Wacha A, Varga Z, Szigyártó IC, Kristyán S, Lőrincz A, et al. (4, Mihály J): Role of oligo(malic acid) on the formation of unilamellar vesicles. JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 532: 782-789 (2018), http://real.mtak.hu/83840/
5. Sajo IE, Bakos LP, Szilágyi IM, Lendvay G, Magyari J, Mohai M, et al. (5, Szegedi Á, Jánosity A, Klébert S, Kótai L): Unexpected Sequential NH_3/H_2O Solid/Gas Phase Ligand Exchange and Quasi-Intramolecular Self-Protonation Yield $[NH_4Cu(OH)MoO_4]$, a Photocatalyst Misidentified before as $(NH_4)_2Cu(MoO_4)_2$. INORGANIC CHEMISTRY 57: 13679-13692 (2018), http://real.mtak.hu/86884/
6. Turczel G, Kovács E, Csizmadia E, Nagy T, Tóth I, Tuba R: One-pot Synthesis of 1,3-butadiene and 1,6-hexanediol derivatives form cyclopentadiene (CPD) via tandem olefin metathesis reactions. CHEMCATCHEM 10: 4870-4877 (2018), http://real.mtak.hu/86364/
7. Borbáth I, Gubán D, Bakos I, Pászti Z, Gajdos G, Sajó IE, et al. (2, Vass A, Tompos A): Exclusive formation of alloy phases via anchoring technique-from bimetallic catalysts to electrocatalysts. CATALYSIS TODAY 306: 58-70 (2018), http://real.mtak.hu/78802/

8. Pászti Z, Hakkel O, Szijjártó GP, Tompos A: Adsorption and transformations of ethanol over ceria based model catalysts. CATALYSIS TODAY 306: 145-153 (2018), http://real.mtak.hu/71821/

9. Pajkossy T: Analysis of quasi-reversible cyclic voltammograms: Transformation to scan-rate independent form. ELECTROCHEMISTRY COMMUNICATIONS 90: 69-72 (2018), http://real.mtak.hu/80353/

10. Szabo G, Kun D, Renner K, Pukanszky B: Structure, properties and interactions in ionomer/lignin blends. MATERIALS AND DESIGN 152: 129-139 (2018), http://real.mtak.hu/83219/

11. Németh B, Németh SÁ, Ujhidy A, Tóth J, Trif L, Gyenis J, et al. (1, Feczkó T): Fully bio-originated latent heat storing calcium alginate microcapsules with high coconut oil loading. SOLAR ENERGY 170: 314-322 (2018), http://real.mtak.hu/90749/

12. Juhasz T, Mihaly J, Kohut G, Nemeth C, Liliom K, Beke-Somfai T: The lipid mediator lysophosphatidic acid induces folding of disordered peptides with basic amphipathic character into rare conformations. SCIENTIFIC REPORTS 8: 14499 (2018), https://www.nature.com/article

13. Miskolczy Z, Biczók L, Lendvay G: Substituent effect on the dynamics of the inclusion complex formation between protoberberine alkaloids and cucurbit[7]uril. PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS, 20: 15986-15994 (2018) http://real.mtak.hu/82957/

14. Rácz A, Bajusz D, Héberger K: Life beyond the Tanimoto coefficient: similarity measures for interaction fingerprints, JOURNAL OF CHEMINFORMATICS 10: Article Number: 48 (2018), http://real.mtak.hu/83081/

15. Barta-Rajnai E, Babinszki B, Sebestyén Z, Czirok IS, May Z, Jakab E, et al. (1, Czégény Z): On the significance of potassium and chlorine content of lignocellulose during torrefaction. JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS 135: 32-43 (2018), http://real.mtak.hu/88007/

16. Szabó B, Takács M, Domján A, Barta-Rajnai E, Valyon J, Hancsók J, et al. (1, Barthos R): Liquid phase pyrolysis of wheat straw and poplar in hexadecane solvent. JOURNAL OF ANALYTICAL AND APPLIED PYROLYSIS, http://real.mtak.hu/90725/

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
ENZIMOLÓGIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6700; e-mail: buday.laszlo@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Enzimológiai Intézetben számos tudományterületet átfogó, interdiszciplináris kutatások folynak, melyek során mind a biológia, mind a fizika és a kémia tudománya által kínált lehetőségek alkalmazásra kerülnek. A kutatóhelyen részben szerkezeti biológiai alapkutatások folynak, melyek lehetővé teszik a fiziológiás és patofiziológiás folyamatok sejt és molekula szintű értelmezését, másrészt a szerkezet biológia mellett folyamatosan bővül a kutatási tevékenység a kompex biológiai folyamatok megértését célzó rendszerbiológia irányába proteomika és bioinformatika lehetőségeinek kihasználásával. Így többek között vizsgálja a sejtekben zajló jelátviteli utakat, a rendezetlen fehérjék működését, a komplementrendszer aktiválódási mechanizmusit molekulaszerkezeti alapon, a daganatos és neurodegeneratív betegségek kialakulásához vezető egyes folyamatok, a transzmembrán fehérjék szerepét, valamint a DNS hibajavításban szerepet játszó enzimeket. Az Intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik négy egyetemen tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Intézetük ezzel egy időben több, mint 60 doktorandusz hallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az Intézet eredményeihez.

Az Intézet alapkutatási eredményeinek hasznosítására együttműködések jöttek és jönnek létre különböző kis- és nagyvállalatokkal. Az Intézet aktív módon közreműködött a Richter Gedeon NyRt.-vel, valamint szoros kapcsolatot alakított ki számos kisvállalattal. Fontos feladatuknak tekintik a magyar tudomány eredményeinek nemzetközi szinten történő képviseletét, amit nemzetközi pályázatok résztvevőiként és nemzetközi szervezetekben viselt tisztségek útján valósítanak meg.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A *Jelátviteli és Funkcionális Genomika Kutatócsoport*ban az elmúlt években végzett kutatások során kimutatták, hogy a genomszekvenciák számítógépes elemzése alapján predikált fehérje-kódoló gének jelentős hányadának szerkezete téves. Előző munkájukban rámutattak, hogy génpredikciós hibák miatt jutott egy, a kínai és a floridai lándzsahalak genomjait összehasonlító kutatócsoport arra a meglepő következtetésre, hogy a morfológiailag extrém konzervativizmust mutató (élő fosszíliaként számontartott) lándzsahalak fehérjeinek domén architektúrája jelentős eltéréseket, extrém evolúciós változékonyságot mutat. 2018-ban két további lándzsahal faj, az *Asymmetron lucayanum* és a *Branchiostoma lanceolatum* genomjának vizsgálatára is kiterjesztették vizsgálataikat és megállapították, hogy a lándzsahalak fehérjéi nem mutatnak fokozott evolúciós változékonyságot: bizonyították, hogy a különböző lándzsahal fajok ortológ fehérjéinek domén-szerkezetében észlelhető eltérések génpredikciós hibákra vezethetők vissza. A munkacsoport további két, ún. állványfehérje családot is vizsgál. Az Src tirozin-kináz és a Tks4 állványfehérje interakcióját vizsgálva kimutatták, hogy a Tks4 fehérje két ponton, a kináz SH2 és SH3 doménjéhez képes kötődni. Rekombináns fehérje-, illetve peptid-darabokkal jellemezték a kötések erősségét. Bizonyították továbbá, hogy a feltételezett interakció sejtekben is megtörténik. Ráadásul a szubsztrát nagy affinitású kötése elősegíti a kináz aktív

konformációjának sejten belüli tartós fennmaradást. Tks4 génhiányos egereket, illetve egy Frank-ter Haar szindrómás beteget vizsgálva kiderült, hogy a Tks4 génjének sérülésekor károsodik a csontszövet, melyben megváltozik a trabekulák eloszlása, illetve oszteroporotikus jellemzőket mutat.

A mikrotubuláris hálózat, mint a citoszkeleton egyik fő filament rendszere, számos érzékelő, integráló és koordináló funkciót tölt be mind fiziológiás, mind patológiás folyamatokban, amit a sokféle kölcsönhatás és poszttranszlációs módosítás révén kialakuló ultrastruktúrája tesz lehetővé. E komplex folyamatokban a *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* által azonosított, szerkezet nélküli Tubulin Polymerization Promoting Protein (TPPP/p25) jelentős szerepet játszik; a mikrotubulusok (MT) stabilitását és dinamikáját szabályozza a mikrotubuláris hálózat acetilációt elősegítő és kötegelő aktivitása révén. A *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* bizonyította a TPPP/p25 részvételét a sejtek védekező mechanizmusaiban, nevezetesen, az akkumulálódott TPPP/p25 proteaszómális degradációját; valamint a TPPP/p25 alfa-szinukleinnel alkotott patológiás aggregátumainak autofágiás lebontódásának sikertelenségét, ami ún. Lewy-testek keletkezéséhez, Parkinson-kór kialakulásához vezethet. A *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* munkatársai kimutatták, hogy a HDAC6-nak TPPP/p25-tel való kölcsönhatása modulálja e folyamatokat strukturális és funkcionális hatásai révén; egyrészt, elősegíti a dynein komplex könnyűlánc (DYNLL/LC8) MT-hoz való asszociációját, ezáltal fokozza a mikrotubuláris hálózat stabilitását; másrészt a HDAC6 is komplexet alkot a dynein komplex könnyűlánccal. Ez utóbbi, ami elsőként nyert igazolást, azt valószínűsíti, hogy az DYNLL/LC8 nem csupán csomóponti („hub") fehérjeként funkcionál, hanem a korábbi feltételezéseket alátámasztva képes lehet ún. kargó adapterként működni. A kutatócsoport eredményei hozzájárulnak a sejtvédő folyamatok kapcsolatának megismeréséhez, azok szelektív befolyásolásához, ami új utat nyithat neurodegeneratív betegségek kezelésére szolgáló gyógyszerek tervezéséhez. A kutatócsoport egy új innovatív stratégiát dolgozott ki (gyógyszercélpont validálása az alfa-szinuklein–TPPP/p25 patológiás komplex kötőfelszín azonosítása alapján) Parkinson-kór ás más szinukleinopátiák kezelésére szolgáló gyógyszermolekulák fejlesztésére.

A *Membrán Fehérje Lendület Kutatócsoport* munkatársai jelentős előrelépést értek el a kemoterápiás kezeléssel szemben ellenálló daganatos megbetegedések célzott terápiájára kifejlesztett MDR-szelektív vegyületek hatásmechanizmusának tisztázásában. A szelektív toxicitás szisztematikus változtatásával meghatározták a réz és vas ionok szerepét a vegyületek tumorellenes hatásában. Kimutatták, hogy az ABCB6 fehérje a pigment-termelő sejtek melanoszómájában fejeződik ki, és meghatározták az ABCB6 szerepét a melanogenezis folyamatában. Az ELTE-vel való együttműködés keretében új tumorellenes vegyületet fejlesztettek, melynek liposzómális formulációja a vizsgált in vivo tumor-modelleken rendkívül hatékonynak bizonyult. Új, a máj fő organikus anion transzportereit (OATP) nagy mennyiségben kifejező sejtmodellt hoztak létre, és új, fluoreszcens transzporter szubsztrátokat azonosítottak. A sejtmodellek és a fluoreszcens szubsztrátok segítségével új, közepes áteresztő képességű vizsgálati módszert dolgoztak ki a máj organikus anion transzportereinek vizsgálatára. Nemzetközi kollaboráció keretében igazolták, hogy a C11-erlotinib, PET próba májba való felvételéért egy organikus anion transzporter felelős). Hazai együttműködés keretében tumorellenes szteroid származékokat, mint organikus anion transzporter inhibitorokat és tumorellenes organikus anion transzporter szubsztrátokat azonosítottak.

A *Genomstabilitás Lendület Kutatócsoport* a sejtekben található DNS állomány sérüléseit javító mechanizmusokat vizsgálja, melyek működése vagy hiánya alapvető befolyással van a génállomány mutációinak keletkezésére és a daganatok kialakulására. 2018-ban elsősorban a homológ rekombinációs hibajavítás jelentőségét kutatták a daganatterápiában. A legígéretesebb

új biológiai terápia emlő- és petefészekrák esetében a homológ rekombináció gátlása PARP inhibitor vegyületekkel. A csoport az elmúlt években fejlesztett és publikált módszereit felhasználva sejtvonalak és egérbe implantált humán tumor xenograftok segítségével megmutatta, hogy a PARP inhibitor kezeléseknek nincsen számottevő mutagén hatása. Az alternatívát jelentő, a PARP inhibitor kezelést jelenleg minden esetben megelőző platina-alapú kemoterápiák a csoport eredményei szerint erősen mutagének, így az új eredmények támogatják a kemoterápia helyettesítését a célzott biológiai terápiával. A Tesaro amerikai gyógyszercéggel együttműködésben elért eredmények a *Genomstabilitás Kutatócsoport* vezető szerzőségével a British Journal of Cancer folyóiratban kerültek publikálásra. A csoport részt vett egy további együttműködésben, melynek a rangos Annals of Oncology (IF: 14) folyóiratban publikált eredményei szerint a BLM homológ rekombinációs fehérje túlzott expresszió platina-érzékenységet okoz emlő- és petefészekrákban. A platina-alapú kemoterápia mutagenikus hatását felhasználva a csoport legfrissebb eredményei szerint sikerült egy többszörös áttétes tüdőrákos beteg tumormintáinak elemzésével utólag feltárni a részletes kórtörténetet, a metasztázisok kialakulásának idejét a kezelés ismert idejéhez képest meghatározva.

Hiszton lizin metiltranszferázok (HKMTk) rendezetlen szakaszainak RNS kötése: a hosszú nem-kódoló RNS-ek (lncRNS-ek) egyik funkciója, hogy hiszton módosító fehérjéket kötnek, melyeket a megfelelő gének promóter régiójához targetálva befolyásolják azok kifejeződését. Ennek a szabályozó kapcsolatnak a pontos molekuláris háttere még nem ismert. A *Rendezetlen Fehérjék Kutatócsoport* munkájának eredményeképpen sikerült kimutatni két HKMT (EZH2 és KMT2D) esetében is a rendezetlen, korábban nem jellemzett fehérjeszakaszok szerepét az lncRNS kötésben. A KMT2D két olyan fehérjeszakaszáról sikerült leírni az RNS kötést, melyek funkciójáról korábban nem volt információ. Kimutatható volt az is, hogy bizonyos lncRNS-ekkel a fehérje fázisátmenet képződését indukálja, melynek biológiai jelentősége további vizsgálatok tárgya. Ezek az eredmények nagyban hozzájárulhatnak a hiszton metiláció molekuláris szabályozódásának megértéséhez.

Nemzetközi együttműködés keretében a Visegrad Fund program által támogatott keretek között a csoport vizsgálta a rendezetlen fehérjék szerepét az Ostrinia nubilalis hidegtűrő lárváiban. A hideg-adaptált és a kontroll körülmények között tartott lárvákból készült extraktokban tömegspektrometriás mérésekkel meghatározták a kifejeződő fehérjéket, majd megállapították azok rendezetlenségének mértékét. A két adathalmaz összehasonlításával ki lehetett mutatni, hogy mely rendezetlen fehérjék kifejeződése emelkedik meg a hidegadaptáció során, és ezek milyen biológiai folyamatokban vesznek részt.

Bioinformatikai módszerekkel a csoport jellemezte a rendezetlen fehérjeszakaszok és a partner fehérjék kötőfelszínét alkotó aminosavak koevolúcióját. A csoport kutatói olyan komplexek elemzését végezték el, melyekben a globuláris partnerhez rendezetlen fehérjeszakasz kötődik, és ismertek a kötésben résztvevő aminosavak atomi koordinátái. A rendezetlen fehérjék gyors evolúciója miatt hasonló vizsgálatok eddig komoly metodológiai akadályokba ütköztek, ám a kidolgozott módszerrel ezek az akadályok legalábbis részben áthidalhatóvá váltak. Szintén bioinformatikai módszerekkel a csoport kimutatta a rendezetlen linker szakaszok szerepét a processzív enzimek működésében. Ezek az enzimek több katalitikus lépést képesek elvégezni úgy, hogy közben nem disszociálnak le a szubsztrátjukról. Ennek elérésére többféle molekuláris felépítés is kialakult az evolúció során, ezek egyike a domén-linker-domén típusú processzív enzim család. Ezek az enzimek a rendezetlen linker régió flexibilitását használják ki az processzív működés lehetővé tételére. A csoport által kidolgozott elméleti modell leírja és megmagyarázza ennek a biológiai funkciónak a szerkezeti hátterét.

Az *Aktív Transzport Fehérjék Kutatócsoport*ban az előző évben felfedezték és publikálták, hogy a kötőszövetek, így az artériák meszesedésének gátlásáéért felelős fiziológiai metabolit, a pirofoszfát (PPi), emberben szájon át bejuttatva felszívódik, és a felszívódás mértéke eléri, illetve meghaladja a terápiás szintet. Két olyan egértörzsön végeztek pathofiziológiás preklinikai kísérleteket, amelyek a kötőszöveti/arteriás meszesedési öröklődő betegségeinek autentikus modelljei. Mindkét esetben megállapították, hogy az ívóvizzel bejutatott PPi nagymértékben gátolja a puhaszöveti meszesedést. A 2018-as év legjelentősebb kutatási eredménye, hogy a fenti felfedezésük transzlációs fázisba került. Egy holland, egy francia és egy finn orvosegyetemi klinika az Aktív Transzport Fehérjék kutatócsoport részvételével konzorciumot hozott létre a szájon át adagolt PPi klinikai kipróbálására pseudoxanthomás betegeken. Ebben a munkában a kutatócsoport megállapította, hogy melyik PPi sóforma biztosít ideális felszívódást a sóterhelés egyidejű csökkentésével, és meghatározta a felszívódás farmakokinetikai parametereit mind oldott, mind kapszulába töltött hatóanyag esetében. Ezek az eredmények képezik a fenti nemzetközi klinikai kipróbálás alapjait.

A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport* a közelmúltban felfedezte a genomi integritás fenntartásában kulcsszerepet játszó dUTPáz fehérje első fehérje inhibitorát. Felderítették, hogy a Staphylococcus aureus baktérium egyik represszora, az Stl fehérje szorosan kötődik a baktériumot fertőző fágok által kódolt dUTPázhoz. 2018-ban a kutatócsoport kimutatta, hogy az Stl fehérje állati eredetű dUTPázok enzimatikus működését is nagyban gátolni képes. Leírták a gátlás részletes molekuláris mechanizmusát a humán dUTPáz / Stl és a Drosophila dUTPáz / Stl komplexek esetén. Azonosították az Stl fehérjén belül azt a specifikus peptidszegmenst, amely kitüntetett szerepet játszik a két fehérje kötődésében. Ez az eredmény kiinduló pontot nyújt peptid-alapú dUTPáz inhibitorok, mint rákellenes gyógyszerjelöltek, tervezéséhez.

A *Szerkezeti Biofizika Kutatócsoport* 2018-ban két kutatási témában ért el jelentős eredményeket. A molekuláris immunológia terültén tanulmányozták a komplementrendszer különböző aktiválódási útvonalai közötti kapcsolatokat. Korábban már kimutatták, hogy a komplementrendszer lektin és alternatív aktiválódási útvonalai szoros kapcsolatban állnak egymással, mivel a lektin úthoz sorolt MASP-3 enzim az alternatív út indító enzimének, a D-faktornak, a kizárólagos aktivátora nyugvó vérplazmában. 2018-ban egy újabb fontos kapcsolatot mutattak ki a két útvonal között. Bizonyos aktiválási felszíneken (pl. bakteriális lipopoliszaharid (LPS)) a MASP-1, a lektin út aktiválásában kulcsszerepet játszó enzim, döntően hozzájárul az alternatív út hatékony aktiválódásához is. Mivel az LPS a Gram-negatív baktériumok külső membránjának fő komponense, a MASP-1-nek fontos szerepe lehet a bakteriális fertőzések elleni védekezésben. Ezen kívül a RASSF1A tumor szuppresszor fehérje Aurora A kináz általi foszforilációja során új típusú kölcsönhatást mutattunk ki a RASSF1A fehérje SARAH és az Aurora A fehérje kináz doménje között. A ROCK2 kináz membránhoz közeli és membrántól távoli aktivitását egyaránt megmagyarázó modellt állítottak fel kisszögű röntgen szórási (SAXS) és enzimaktivitási kísérletek alapján.

A *Membránfehérje Bioinformatika Lendület Kutatócsoport* 2018-ban sikeresen kidolgozott egy bioinformatikai eljárást, amelynek segítségével igen nagy pontossággal megbecsülhető, hogy egy transzmembrán fehérje kristályosítása sikeres lehet-e vagy sem. Mivel az esetek 10%-ában vezet csak sikerre a transzmembrán fehérjék kristályosítása, és több 10 millió dollárba kerül egy ilyen eljárás kivitelezése, ezért a várható siker becslése sok 100 millió dollár megtakarítását jelentheti az ezzel foglalkozó laborok számára. Emellett sikerült meghatározni a betegséget okozó, csiravonalbeli mutációk főbb jellemzőit a fehérje szerveződés különböző szintjein, a három fő fehérje osztályban (globuláris, rendezetlen és transzmembrán fehérjék), a másodlagos szerkezetekben és molekuláris felszíneken, sőt a poszt-transzlációs módosulások szekvenciális

környezetében is. A Bioinformatics folyóiratban közölt MFIB (http://mfib.enzim.ttk.mta.hu/) adatbázis homodimerjeinek vizsgálatával megtalálták az egymással való kölcsönhatás révén rendeződő rendezetlen fehérjék (mutual synergetic folding – „MSF-fehérjék") szerkezet szerveződésének lehetséges fizikai hátterét. A kutatás során rámutattak, hogy a fehérjerendezetlenség nem csak a rendezett fehérjéktől eltérő aminosav-kompozícióból származhat, hanem a peptidváz víz általi hozzáférhetőségéből is eredhet. Ennek a felismerésnek az MSF-fehérjék szerkezeti szerveződésének megértésén túl nagy szerepe lehet a rendezett fehérjék szerkezet szerveződésének megismerésében is. Az erről szóló eredeti közleményen kívül egy angol és egy magyar nyelvű könyvfejezetet publikáltak a fehérje bioinformatikáról ill. a rendezetlen fehérjékről, általában. A csoport által létrehozott Disordered Binding Site (DIBS http://dibs.enzim.ttk.mta.hu/) adatbázis a nemzetközi Bioinformatics folyóiratban került bemutatásra 2018 elején. Ez az első olyan adatbázis, amely olyan komplexeket tartalmaz (1577 db), amelyben egy rendezetlen régió vagy rendezetlen fehérje (IDR/IDP) egy globuláris fehérje felszínéhez kötődve tekeredik fel.

A *Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport* kutatási területe kiterjed a membránfehérjék és a Ca^{2+} szignalizáció vizsgálatára polarizált hámsejtekben, pluripotens őssejtekben és azokból nyert leánysejtekben, valamint a membránfehérjék vörösvérsejtekben történő elemzésére. A csoport tagjai azonosítottak egy új, a köszvénnyel összefüggésben álló és az ABCG2 transzportert érintő polimorfizmust, melyet részletesen jellemeztek a funkció és sejtbiológiai tulajdonságok vonatkozásában. Megvizsgálták az ABCG2 transzporter variánsok kifejeződésének a pluripotens őssejtekre gyakorolt hatását. Egy együttműködés keretében létrehoztak csirke primordiális (ősi) ivarsejtvonalakat, melyeket részletesen jellemeztek. Őssejt-eredetű idegi progenitor sejtekben stabilan kifejeztettek egy genetikailag kódolt Ca^{2+}-szenzort, majd jellemezték a neurális progenitor, valamint az abból differenciáltatott idegsejtek Ca^{2+} szignáljait. Köldökzsinórvérekből indukált pluripotens őssejt-vonalakat (iPSC-k) hoztak létre, melyeket összevetettek a konvencionális forrásokból származó iPSC-kel. Együttműködések keretében különböző betegséggel érintett családok tagjaiból (skizofrénia, DiGeorge szindróma és ateroszklerózis) iPSC-ket hoztak létre, amelyeket betegségmodellezésben és toxikológiai vizsgálatokban alkalmaznak. Egy összefoglaló közlemény formájában áttekintették az őssejtek humán toxikológiai vizsgálatokban történő felhasználásának aktuális lehetőségeit. Megkezdték a génszerkesztési eljárások alkalmazását is őssejteken. A csoport kutatói kidolgoztak egy olyan áramlási citometriás diagnosztikai módszert, mely segítségével gyors és hatékony módon lehet a három legfontosabb multidrog transzporter működését vizsgálni. Ennek a módszernek a nemzetközi szabadalmaztatása is megtörtént.

A *Biomembrán Kutatócsoport* egyik témája a membránfehérjék kifejeződésének, szabályozásának és működési mechanizmusának kutatása, elsősorban az ABC transzporterek tekintetében. Az ABCG2 multidrog transzporter fehérje fontos szerepet játszik a gyógyszerhatásokban és a xenobiotikumok elleni védelemben, és ennek keretében vizsgálták a humán gén klinikailag releváns mutációinak hatását a vörösvérsejteken történő expresszió szabályozásában. Elemezték továbbá a tuberkulózis drogrezisztenciájában szerepet játszó ABC transzporterek szerepét, illetve vizsgálták azok kölcsönhatásait tuberkulózis elleni hatóanyagokkal. A kutatócsoport emellett molekuláris genetikai irányú kutatásokkal is foglalkozik: vizsgálják a transzpozon alapú génbeviteli eljárások és a CRISPR/Cas9 rendszerrel végezhető géneditálás új lehetőségeit, speciálisan módosított emlős sejtvonalakat, őssejteket és transzgenikus állat-modelleket hoznak létre. Több fajból származó Cas9/12a fehérje és variánsa esetén összehasonlították a DNS szekvenciát felismerő rész mutációinak hatását a CRISPR rendszer hatékonyságára. A Sleeping Beauty transzpozon esetében elemezték a transzgén

expresszió hatását a génbevitel hatékonyságára. A csoport kutatói részt vettek továbbá az RNS interferencia és a sejtekben végbemenő RNS szintű ellenőrzési folyamatok kapcsolatának vizsgálatában.

A *Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoport*ban kimutatták, hogy az aripiprazol (antipszichotikum) mellékhatásainak megjelenése a metabolizmusában résztvevő *CYP2D6* genetikai polimorfizmusára és a CYP2D6 fenokonverziójára is visszavezethető. Egy illetve kettő funkcióképes *CYP2D6* allélt hordozó pszichiátriai betegeknél az aripiprazollal párhuzamosan alkalmazott CYP2D6-gátló risperidon, metoprolol és propranolol kezelés jelentősen megemeli az aripiprazol 'steady-state' vérszinjét, amely a mellékhatások fokozott megjelenését eredményezi. A betegek *CYP2D6* genotípusának, valamint a párhuzamosan alkalmazott hatóanyagok CYP2D6-gátló sajátságának ismerete segítheti a mellékhatások szempontjából nagy kockázatú betegek beazonosítását és a személyre szabott aripiprazole terápia kialakítását.

Az év elején jelent meg a *Fehérje Kutatócsoport* egy munkája a *FEBS Journal*-ban, melyben egy a sejtnövekedési jelpályában fontos szerepet játszó fehérje-fehérje kölcsönhatás dinamikai aspektusai mögött rejlő biokémiai mechanizmusokat tárták fel. Növekedési hormonok hatására az ERK nevű mitogén-aktivált fehérje kináz foszforiláció révén bekapcsolja az RSK kinázt. A két fehérje közötti kapcsolat az RSK-ban található C-terminális rendezetlen szakasz és az ERK kölcsönható felszíne között jön létre. Szerkezetvizsgáló módszerekkel feltárták a kölcsönhatás atomi szintű képét. Bemutatták, hogy az RSK kölcsönhatást biztosító C-terminális szakasza az RSK kináz doménja által, ERK aktivációt követően, foszforilálódik, ami aztán a jelátviteli ERK-RSK komplex széteséséhez vezet. Így az RSK C-terminális vége nemcsak a komplex összeállásáért, hanem annak aktiváció utáni szétkapcsolásáért is felel. Sejtes alapú kísérleteikben elsőként figyelték meg ennek a folyamatnak a dinamikáját, ahol a két fehérje kölcsönhatását követték nyomon élősejtekben valós időben. Az RSK rendezetlen szakasza tehát egyfajta foszoriláció érzékeny kapcsolóként működik, aminek feladata a két fehérje közötti kölcsönhatás időbeli szabályozása jelpálya aktivációt (pl. EGF stimulációt) követően. A cikk külön Commentary-t kapott és bekerült az Editor's Choice kategóriába. Továbbá az év folyamán fontos szerepet vállaltak az eukarióta lineáris motívum (ELM) adatbázis megújításában illetve vizsgálták a JNK MAP kináz kölcsönhatását egy az immunrendszer sejtjeit támadó patogén fehérjével. A csoport tagjai további három publikációban vettek részt különböző fehérjék kölcsönhatásainak vizsgálatára alkalmas technikák illetve reagensek fejlesztése kapcsán.

A *Reprodukció Rendszerbiológiája Lendület Kutatócsoport* 2018-ban kilencfősre nőtt. A kutatócsoport kialakította a nemzetközi és ipari standardoknak megfelelő, unikális Perinatális Biobankot, mely lehetővé teszi egy egyedülálló terhességi mintagyűjtemény kialakítását. A munkacsoport kollaborációs kutatásokat folytat számos hazai és nemzetközi intézménnyel. A mintagyűjtési- és feldolgozási tevékenység folytatódott az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen, a Semmelweis Egyetemen és a Petz Aladár Megyei Oktató Kórházban. A kollaborációkból 2018-ban öt eredeti és egy review közlemény került publikálásra a szakterület neves folyóirataiban. Az eddigi kutatások főleg a terhességek 5-8%-ban előforduló praeeclampsia kialakulásának lehetséges molekuláris útvonalaira és biomarker molekuláira fókuszáltak. 2018-ban megkezdődött a terhességek mintegy 50-70%-át sújtó spontán vetélések okainak és biomarkereinek azonosítása is. A kutatásoknak így jelentős társadalmi, népegészségügyi és gazdasági kihatásuk lehet, ezért ezen területeket illetően relevanciájuk kiemelt.

Az *Onkológiai Biomarker Kutatócsoport* munkatársai a KSH és a nemzeti rákregiszter adatainak felhasználásával kiszámolták a rosszindulatú daganatos betegségek előfordulását

Magyarországon. Előrejelzést készítettek joint-point regresszió felhasználásával 2030-ig az onkológiai betegségek várható előfordulására. Bemutatták, hogy a társadalom elöregedése miatt a 100 ezer főre vetített előfordulás jelentős mértékben emelkedni fog. A kutatás eredményeit a Clinical Epidemiology folyóiraban közölték le. Létrehoztak négy különböző adatbázis feldolgozásával egy olyan miRNS elemző platformot, ahol a máj rosszindulatú tumorjai esetén a miRNS-ek és a túlélés közötti kapcsolatot tudják vizsgálni. A nyers túlélés mellett 3-éves (mint vágópont) túlélési elemzést, illetve normális és tumoros szövetek összehasonlítását is beépítették. Az adatbázis felhasználásával megvizsgálták korábban az irodalomban közölt, túléléssel összefüggő miRNS-ek prognosztikus erejét. A kutatás eredményeit a Scientific Reports folyóiratban közölték le. Egy gén működését befolyásolhatják a közvetlenül a gén előtt (a gén promoter régiójához) kötődő transzkripciós faktorok, valamint a géntől távolabbi (úgynevezett enhancer régiókhoz) kapcsolótó faktorok. A londoni Imperial College-el együttműködésben emlőtumorok esetén megvizsgálták, hogy a gének ezen távoli szabályozása milyen összefüggésben van a fenotípusos heterogenitással és a tumor-evolúcióval. A vizsgálat során csak hormonreceptor-pozitív betegeket tanulmányoztak, és igazolták az azonosított mintázatok és a klinikai jellemzők (pl. túlélés) közötti összefüggést is nagy beteganyagban. A vizsgálat eredményeit a Nature Medicine folyóiratban közölték le.

b) Tudomány és társadalom

A *Sejtarchitektúra Kutatócsoport* egyik tagja tudomány-népszerűsítő cikket közölt a csoport kutatásai alapján a Parkinson-kór gyógyításának lehetséges új stratégiájáról. A *Genomstabilitás Lendület Kutatócsoport* vezetője a kutatói életpályáról adott elő pályaorientációs nap keretében a Szinyei Merse Pál Gimnáziumban, nyilvános tudományos előadást tartott a Magyar Tudomány Ünnepén, valamint bemutatta a laboratóriumot a budapesti Fazekas Mihály Gimnázium tanulmányi verseny nyertes diákjainak. A *Rendezetlen Fehérjék Kutatócsoport* 2018-ban is részt vett az AKI Kíváncsi Kémiai Kutatótábor lebonyolításában. Ennek keretében két tehetséges középiskolás diák végzett egy héten keresztül a csoport irányításával kutatómunkát. Az itt végzett kutatás eredményeinek bemutatásával egyikük első helyezést ért el a regionális TUDOK versenyen. Az *Aktív Transzportfehérjék Kutatócsoport* vezetője a tudomány és a társadalom kapcsolatát elemző cikket publikált az Élet és Irodalom c. hetente megjelenő lapban („*Az Akadémia ellenáll*” címmel). A *Genom Metabolizmus Kutatócsoport* vezető kutatója kiemelt előadást tartott a Magyar Tudományos Akadémia Tudomány Ünnepe rendezvényén, az MTA székházában, „A bennünk élő mikrovilág” címmel. A Kutatók Éjszakáján tartott bemutatókkal segítik a laikus közönség megismertetését a új eredményekkel. A vezető kutató számos rádió- és televíziós interjúban és előadásban mutatta be közérthető módon a csoport kutatási irányait és eredményeit. A *Membránfehérje Bioinformatika Lendület Kutatócsoport* által végzett kutatások alapkutatások, ezért a társadalom számára nehezen érthetőek. A kapott eredmények és a már kidolgozott, illetve kidolgozandó eljárások azonban rendkívül fontosak a gyógyszerkutatás szempontjából, amit jól mutat, hogy a csoport által fejlesztett és fenntartott szerverek segítségével a világ kutatói évente több százezer becslést végeznek (lásd: http://counter.enzim.hu/counter). A *Molekuláris Sejtbiológiai Kutatócsoport* számos ismeretterjesztő programban vett részt: TV2 „Tények” c. Műsora (2018. 05. 11), M5 televízió „Tudomány minden napra” műsora (2018. 05), bemutató programok az Unistem nap (2018.03. 23. CEU, Budapest), Lift beszéd fesztivál (ELTE-TTK, 2018.03.07). A *Biomembrán Kutatócsoport* tagjai számos esetben tartottak a tudományos kutatásról és módszertanról szóló tájékoztatót középiskolás diákok részére, valamint tudománynépszerűsítő előadást egyetemi hallgatóknak (pl. ELTE TTK Biológus „Tavaszi Iskola”, Kutatók Éjszakája 2018). A csoport tagjai többször vesznek részt tudománynépszerűsítő cikkek megírásában, illetve a tudományos és orvosi eredmények társadalmi hatásaira vonatkozó tanulmányok publikálásában (pl. a

homeopátia megítélése, Magyar Tudomány). A *Metabolikus Gyógyszerkölcsönhatások Kutatócsoport* a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvény-sorozat keretében bemutatta a személyre szabott terápiás eljárásokat és orvosi diagnosztikai felhasználásokat célzó biomarker kutatásokhoz létrehozott, nemzetközileg is kiemelkedő színvonalú Génanalitikai Laboratóriumot és a laboratóriumba került műszer-együttes nyújtotta lehetőségeket. Egyetemi tanulmányaikat végző diákoknak (Semmelweis Egyetem, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) 4 és 6 hetes kurzus keretében bemutatták a CYPtest™ alapú, gyógyszer-lebontó képességhez igazított terápia lehetőségeit és gyakorlati megvalósítását. A *Reprodukció Rendszerbiológiája Kutatócsoport* eredményei széles médiavisszhangot kaptak az írott és elektronikus sajtóban. Az ÁNTSZ működési engedélyét megkapva a kutatócsoport által kialakított Perinatális Biobank megkezdte működését. Az ünnepélyes megnyitóra a Magyar Tudomány Ünnepe keretében került sor, melyet három online médiaközlemény is tudósított. Az *Onkológiai Biomarker Kutatócsoport* részt vesz az ELIXIR projektben, amely egy európai szintű kutatási infrastruktúra. A csoportban van a magyar Node vezetője és az adminisztrációt ellátó személy is. Felállítottak egy honlapot (www.elixir-hungary.org), amely a hazai bioinformatikai erőforrásokat, egyetemi szintű oktatást és tudományos kutatást összefogja az ELIXIR-ben résztvevő tíz egyetem és kutatóintézet esetében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hazai kapcsolatok

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, Kútvölgyi Klinikai Tömb, Maternity Klinika
Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat, Közös publikációk száma: 5

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, I.Sz. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézet.
Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat, Közös publikációk száma: 4

Téma címe: indukált pluripotens őssejtek felhasználása pszichiátriai betegségmodellekben
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinika
Eredmények: A NAP program keretében szoros együttműködésben kutat a két csoport, jellemezték humán pluripotens őssejtekből nyert neurális progenitorokat, valamint ezek differenciáltatásával kapott neurális tenyészeteket, skizofrén betegekből létrehoztak iPS vonalakat, amelyek betegségmodellként használhatók. Közös publikációk száma: 1 (az eredményeket 5 poszter és 1 nemzetközi előadás formájában bemutatták)

Téma címe: Indukált pluripotens őssejtek felhasználása komplex betegségmodellben (DiGeorge szindróma)
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Kardiológiai Tanszék
Eredmények: Konzorciumi OTKA pályázat keretében DiGeorge szindrómában szenvedő betegekből létrehoztak iPS vonalakat, amelyek később betegségmodellként használhatók. Közös állami ösztöndíjas PhD-hallgató (SE).

Téma címe: Molekuláris biomarker kutatási és szolgáltatási központ kialakítása az ipari igények kiszolgálása érdekében
Partnerintézmény: ELTE, Egyezmény: FIEK_16-1-2016-0005, Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Fehérjetudomány és alkalmazásai Nemzeti Program
Együttműködő partnerintézmény: ELTE, BME

Egyezmény neve: HunProtEx, 2018-1.2.1-NKP-2018-00005

Téma címe: Petefészektumorok vizsgálata
Partnerintézmény: Országos Onkológiai Intézet, Budapest
Eredmények: Petefészektumorokból különböző módon vettünk mintát, majd a mintákat következő generációs szekvenálással értékeltük ki. Az azonosított mutációk alapján meghatároztuk az optimális mintavételi technikát. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Hormonkezelés hatásának vizsgálata
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem Nőgyógyászai Klinika, Budapest
Eredmények: A hormonterápiás kezelések hatását vizsgáltuk a petefészek-rezervre és azt határoztuk meg, hogy ez hogyan csökken az életkor előrehaladtával Közös publikációk: 2

Téma címe: Publikációs teljesítménymérés
Partnerintézmény: Pannon Egyetem, Veszprém
Eredmények: 117 kutatócsoport tudományos teljesítményének elemzése, a publikációs hatékonyságot meghatározó tényezők azonosítása Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Membránmimetikumok és peptidek kölcsönhatása, a lipidkörnyezet hatása
Partnerintézmény: ELTE, Egyezmény neve: K-OTKA
Eredmények: A projekt célja az NMR (nagyterű és kisterű)-SAXS-MD módszerek együttes alkalmazása a membránmimetikumok és peptidek kölcsönhatásának vizsgálatában.

Téma címe: Szerkezetvizsgáló módszer fejlesztése a rendezetlen fehérjék szerkezetének és kölcsönhatásainak vizsgálatára
Partnerintézmény: ELTE, Egyezmény neve: KH-OTKA
Eredmények: A cirkuláris dikroizmus (CD) spektroszkópiában a pályázat vezető kutatója által korábban alkotott módszerrel, mely figyelembe veszi a β-lemezes szerkezetek orientációját és csavarodását, a β-szerkezet tartalom pontosabban meghatározhatóvá vált, és lehetőség nyílt a fehérjék térszerkezeti besorolásának, foldjának predikciójára is. Öt fehérjeszakasz CD spektroszkópiás elemzése történt meg: az MLL2 és MLL4 fehérjék két-két eltérő szakasza és az EZH2 RNS kötésért felelős régiója. Közös publikációk:1

Téma címe: Személyre szabott immunszuppresszív terápia dinamikus kialakítása szív-transzplantált betegeknél
Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika
Eredmények: Megállapították, hogy a betegeknél jelentkező magas CYP3A4 expresszió, amely feltételezhetően összefüggésben van a párhuzamos szteroid kezeléssel, szintén befolyásolja a tacrolimus vérszintjét és ezzel a terápiás koncentrációhoz szükséges dózis-igényt is. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Innovációk a májsebészetben. Programozott májregeneráció kísérletes és klinikai vizsgálata
Partnerintézmény: SE, I. sz. Sebészeti Klinika, Egyezmény neve: OTKA (K 115607)
Eredmények: Patkány modellen vizsgálták a máj-sebészeti beavatkozások (portális véna-okklúzió, reszekció) hatására bekövetkező atrófia - hipertrófia (regeneráció) okozta változásokat, amelyek a gyógyszeres terápia jelentős módosulását eredményezik, különösen a korai posztoperatív időszakban. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Gyógyszer Innováció 2018 Konferencia megrendezése
Partnerintézmény: Magyar Kísérletes és Klinikai Farmakológiai Társaság
Egyezmény neve: A Farmakokinetika és Gyógyszermetabolizmus szekció vezetése
Eredmények: A konferencia, amely 2018. április 9-11. között került megrendezésre Velencén.

Téma címe: A komplementrendszer specifikus gátlása

Partnerintézmény: ELTE TTK Biokémiai Tanszék, Egyezmény : OTKA konzorciális pályázat
Eredmények: Specifikus inhibitorok fejlesztése komplement proteázok ellen. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: „Új terápiás fejlesztések a PXE-ben”
Partnerintézmény: Thomas Jefferson University, Philadelphia, USA
Egyezmény neve: NIH együttműködési támogatás, R01 pályázat, NKFIH OTKA NN pályázat
Eredmények: Új terápiás lehetőségek arteriális kalcifikációs betegségekben, in vitro és in vivo medellek. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: ABCC6 és a puhaszövetek meszesedése
Partnerintézmény: University of Hawaii USA
Egyezmény neve: NIH együttműködési támogatás, R01 közös pályázat
Eredmények: Az ABCC6 és mutánsainak vizsgálata. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Monoklonális ellenanyagok fejlesztése nehéz molekulársi célpontok esetében
Partnerintézmény: ELTE Immunológiai Tanszék, Egyezmény neve: VKSz pályázat

Téma címe: Metabolikus megbetegedések hatása az epigenetikai mintázatra
Partnerintézmény: Université d’Angers, Franciaország
Egyezmény neve: IPMEE pályázat az Angers-I Egyetemtől és AFM pályázat

Téma címe: Challenging drug target for Parkinson's disease: Pathological complex of the chameleon TPPP/p25 and alpha-synuclein proteins
Partnerintézmény: Eötvös Loránd Tudományegyetem Szerves Kémiai Intézet
Eredmények: A patológiás szinuklein-TPPP/p25 komplex kötőfelszínének (TPPP/p25 szegmensek) atomi szintű karakterizálása multinukleáris NMR spektroszkópiával

Téma címe: Szerkezeti biológia enzimrendszereken, Partnerintézmény: ELTE, BME
Eredmények: Sztereospecificitás vizsgálat, molekuláris mechanizmus azonosítása. Közös publikációk száma: 3

Téma címe: Uracil-DNS metabolizmus
Partnerintézmény: MTA SzBK és Mezőgazdasági Biotechnológiai Központ
Egyezmény neve: NKFIH OTKA közös futó pályázat
Eredmények: Transzgénikus állatmodellek egérben és ecetmuslicában.

Téma címe: OATP-k szerepe a tumorellenes szteroidok transzportjában
Partnerintézmény: Szegedi Tudományegyetem, Egyezmény neve: OTKA SNN pályázat
Eredmények: Új OATP inhibitorok azonosítása, fluoreszcens szteroidok jellemzése. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: Klinikai molekuláris patológiai diagnosztika újgenerációs szekvenálás segítségével, Partnerintézmény: Országos Onkológiai Intézet
Eredmények: Az Intézet Sebészeti és Molekuláris Daganatpatológiai Központjában a formaldehidbe és parafinba ágyazott daganatsejt minták DNS analízisén, valamint klinikai adatok feldolgozásának témájában dolgozik együtt a csoport.

Téma címe: Virus RNS diagnosztika növényekben újgenerációs szekvenálás segítségével
Partnerintézmény: NAIK-Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet
Eredmények: A csoport az MBK Genomikai Főosztály Diagnosztikai Csoportjával együttműködve dolgozik egy újfajta - újgenerációs szekvenáláson és bioinformatikai feldolgozásán alapuló – diagnosztikai módszer fejlesztésén patogén vírusok azonosítására.

Téma címe: A placentáris mikroRNS-ek szekvenciális heterogenitásának és diagnosztikai felhasználhatóságának vizsgálata preeklampsziában és szövődménymentes terhességben

Partnerintézmény: Semmelweis Egyetem, I.sz. Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika
Közös publikációk száma: egy elfogadott nemzetközi publikáció (közlés alatt, Gene, 2019)

Nemzetközi kapcsolatok:
Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Partnerintézmény: Wayne State University (Detroit, MI, USA).
Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat, Közös publikációk száma: 5

Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés.
Partnerintézmény: National Institutes of Health, Perinatology Research Branch (Detroit,USA)
Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat, Közös publikációk száma: 5

Az MTA TTK Enzimológiai Intézete az európai kutatási struktúra, az ELIXIR (Node of Hungary) vezető intézete
Partnerintézmény: ELIXIR
Eredmények: Magyarország ELIXIR Node pályázatát az ELIXIR befogadta, teljes jogú taggá váltunk 2018 áprilisában. http://www.elixir-hungary.org/

Téma címe: Emlőtumorok molekuláris jellemzőinek vizsgálata
Partnerintézmény: Imperial College, London, UK, Közös publikációk száma: 1

Téma címe: K-RAS függő tumorigenezis vizsgálata tüdőrákban
Partnerintézmény: Ludwig Boltzmann Institute for Cancer Research, Bécs, Ausztria
Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Kódoló és nem kódoló mutációk összekapcsolása klinikai kimenettel emlőtumorok esetén
Partnerintézmény: Humanitas, Milánó, Olaszország, Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Biophysical and biochemical characterization of the recognition motifs in IDPs.
Partnerintézmény: Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (Korea), Karolinska Instituet (Svédország), Max Planck Institute for Biophysical Chemistry (Németország), Anygen Ltd. (Korea), Probiontics Inc. (Korea)
Egyezmény neve: NST joint international research project
Eredmények: A pályázat célkitűzése a rendezetlen fehérjék kötő motívumainak szerkezeti jellemzése többféle kísérleti rendszerben és módszerrel. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Intrinsically Disordered Proteins (IDPs) in adaptation to low temperatures
Partnerintézmény: University of Novi Sad
Egyezmény neve: Visegrad Shcolarship Program
Eredmények: A pályázat célja a rendezetlen fehérjék azonosítása az Ostrinia nubilalis hidegtűrő lárváiban.

Téma címe: Interdisciplinary collaboration between pharmacology and environmental sciences to assess drug occurrence in the environment by using advanced spectrochemistry and analytical methods
Partnerintézmény: Magyar Kísérletes és Klinikai Farmakológiai Társaság, Water Research Institute (Italian Research Council)
Egyezmény neve: Magyar-olasz projekt alapú kutatói mobilitás
Eredmények: A természetes vizekbe kijutó gyógyszer-hatóanyagok és bomlástermékeik kimutatásához és biológiai (microorganizmusok) hatásának értékeléséhez három alkalommal vízmintát gyűjtöttek a Duna több pontjáról. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Selective Sirt2-inhibition by ligand induced rearrangement of the active site
Partnerintézmény: Institute of Pharmaceutical Sciences, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Németország
Egyezmény neve: EU COST: Epigenetic Chemical Biology (EPICHEM) (2014-2018)
Eredmények: Az együttműködés több éve tart, COST pályázat keretében. Az előző pályázat lejártával egy újabb COST pályázatban folytatódik. Kísérletes munka, új hatásmechanizmusú gyógyszerjelölt vegyületek biológiai vizsgálata. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: Genomic Approaches for Discovery of Predictors and Improvement of Therapy Response in Triple Negative Breast Cancer
Partnerintézmény: Johns Hopkins Medicine, Baltimore, Maryland, USA
Eredmények: Elvégezte a csoport a daganatokban gyakran mutált BRCA1 és BRCA2 génekkel egy DNS-hibajavító útvonalban szereplő további gének mutagenezisben betöltött szerepének, valamint a daganatok mutációs mintázatai biomarkerként történő hasznosíthatóságának vizsgálatát. Közös publikációk száma: 2

Téma címe: HDX-MS vizsgálatok makromolekuláris komplexeken
Partnerintézmény: King's College London
Eredmények: Komplexálódás molekuláris mechanizmusának felderítése
Közös publikációk száma: 1 cikk a Scientific Reports (D1) folyóiratban

Téma: Rákellenes hatású vegyületek fejlesztése
Partnerintézmény: Medical University of Vienna, Közös publikációk száma: 2

Téma címe: PET próbák OATP-k vizsgálatában, Partnerintézmény: University of Vienna
Eredmények: Egy májban termelődő OATP vizsgálatára alkalmas PET próba fejlesztése. Közös publikációk száma: 1

Téma címe: Domesztikált humán DNS transzpozonok vizsgálata
Partnerintézmény: Max-Delbrück-Center for Molecular Medicine, Ehrlich Institute, Langen

<u>Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok</u>
Téma címe: Jelátviteli útvonalak szerepe az immuntolerancia és trophoblast invázió zavarainak kialakulásában: rendszerbiológiai megközelítés
Partnerintézmény: Zymo Research Corporation (Irvine, CA, USA).
Egyezmény neve: MTA Lendület pályázat.
Eredmények: Egy közlemény jelent meg és egy nemzetközi pályázat került előkészítésre.

Téma címe: GINOP-2.1.1-15 - Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása. Köldökzsinórvér-eredetű pluripotens őssejtbank technológia kifejlesztése és biobank megalapítása
Partnerintézmény: AKTOGEN Hungary Kft
Eredmények: Köldökzsinórvér eredetű iPSC sejtvonalak létrehozása és jellemzése

Téma címe: Diabéteszes betegek vérmintáinak elemzése áramlási citométeren
Partnerintézmény: DRC Balatonfüred
Egyezmény neve: OTKA pályázati partner
Eredmények: Elnyert OTKA pályázat 2018. szeptembertől

Téma címe: Rosszindulatú daganatos betegségek műtét közbeni molekuláris patológiai diagnosztikája mesterséges intelligenciával támogatott lézermikroszkóp segítségével
Partnerintézmény: Femtonics Kft
Eredmények: Közös pályázat benyújtása

Téma címe: Az SZV-1287 farmakokinetikai viselkedése, metabolizmusa és metabolikus gyógyszer-interakciójának vizsgálata
Partnerintézmény: Toxi-Coop Toxikológiai Kutató Központ ZRt (Budapest)
Egyezmény neve: Kutatás-fejlesztési keretszerződés

Téma címe: Biologikumok gyártástechnológiájának optimalizálása
Partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt.
Egyezmény neve:VKE pályázat

Téma címe: Út a szinukleinopátiák személyre szabott kezeléséhez; gyógyszercélpont validálása PD és MSA poszt-mortem minták analízise alapján
Partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt.
Egyezmény neve: RG-IPI-2018-TP12/010

Téma címe: „CRISPR genom-editálási módszer alkalmazása humán indukált pluripotens őssejt vonalakon neuropszihiátriai betegségek in vitro modellezése és genetikai hátterének vizsgálata céljából"
Partnerintézmény: Richter Gedeon Nyrt.
Egyezmény neve: Richter Témapályázat
Eredmények: Sikerült CRISPR génmódosításokkal potenciálisan betegséget okozó mutációkat bevinni humán indukált pluripotens őssejtekbe, majd ezekből neuronokat differenciáltatni fenotipikus vizsgálatok céljából.

Téma címe: Metagenomikai módszerek poliaromás szénhidrogénnal szennyezett talajok kármentesítében
Partnerintézmény: Elgoscar Kft, Fermentia Kft
Egyezmény neve: VKE pályázat

Téma címe: mikroRNS vizsgálatok sejtvonalakon
Partnerintézmény: Richter Gedeon NyRT.

Téma címe: Gyógyszer-rezisztens tuberkulózist okozó mikobaktériumok multidrog transzportereinek vizsgálatára szolgáló esszé rendszerek kifejlesztése
Partnerintézmény: Proteo Scientia Kft
Egyezmény neve: KFI-16-1-2017-0232 pályázatban közreműködés

Részvétel a tudományos közéletben

Az Enzimológiai Intézet kutatócsoport vezetői aktívan részt vesznek a tudományos közéletben, valamint számos tudományos testület vezetőségi tagjai (Magyar Biokémiai Egyesület, Magyar Biofizikai Társaság, Magyar Bioinformatikai Társaság, MTA Jelátvitel Szakosztály, MTA Molekuláris Biológiai, Genetikai és Sejtbiológiai Tudományos Bizottság, Bioinformatika Osztályközi Állandó Bizottság, Magyar Genetikusok Egyesülete RNS Bizottsága stb). Képviseltetik magukat az Európai Komplement Hálózat bizottságában, valamint közülük került ki a Magyar-Amerikai Fulbright Bizottság elnöke és az ELIXIR Magyarország vezetője is. Többen évek óta tagjai hazai- és nemzetközi pályázatok bírálóbizottságának (OTKA, NKFIH, MTA Bolyai kuratórium, EU Horizon).

A kutatócsoport vezetők számos szakfolyóirat szerkesztőségi tagjai, mint pl. Plos One, FEBS Letters, Immunbiology, CPPS, J. Pathol. Translational Med., Journal of Bacterology and Parasitology, Journal Physics, Biology Direct, The Open Applied Informatics Jornal. Az egyik csoport vezetője a "2017 Central European Genome Stability Meeting" nemzetközi konferencia főszervezője volt, másikuk pedig 2017 nyarán szervezte meg az 5. Európai Kémiai Biológia Szimpóziumot az MTA TTK-ban, amire több mint 100 részvevő érkezett 22 országból, de ezen kívül is számos hazai és nemzetközi konferencia, illetve szimpózium

szervezésében vállalnak jelentős szerepet a kutatócsoportok vezetői és tagjai (Proteomics and Molecular Medicine 2017, 7. Gárdos György Szimpózium, MTA Bioinformatikai Bizottsága és a Magyar Bioinformatikai Társaság közös konferenciája).

Felsőoktatási tevékenység

Az intézet fontos feladatának tekinti a nemzetközileg beágyazott alapkutatás mellett az oktatást. Munkatársaik hat egyetemen (ELTE, BME, Semmelweis Egyetem, Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Debreceni Egyetem, Szegedi Tudományegyetem Doktori Iskolája) tartanak előadásokat, illetve gyakorlatokat mind az alapképzésben mind posztgraduális oktatásban. Az Intézet ezzel egyidőben több mint 60 doktorandusz hallgató oktatását is ellátja, akik munkájukkal nagymértékben hozzájárulnak az Intézet eredményeihez.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A pályázat megnevezése: Richter Témapályázat - 2018
A pályázati téma megnevezése: Út a szinukleinopátiák személyre szabott kezeléséhez; gyógyszercélpont validálása PD és MSA poszt-mortem minták analízise alapján
A pályázat azonosítószáma: RG-IPI-2018-TP12/010
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): összesen 29,5 M Ft + ÁFA

A pályázati téma megnevezése: Új eljárások fejlesztése organikus anion transzporterek aktivitásának és drog kölcsönhatásának vizsgálatára
A pályázat azonosítószáma: FK 128751
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 39,9 M Ft, 2018: 1 M Ft
A pályázat keretében 2018-ban végzett munka fontosabb eredményei: Fluoreszcencia alapú screening rendszer létrehozása és tesztelése. Tumorellenes szerek, mint OATP szubsztrátok azonosítása. 1 publikáció.

A pályázat megnevezése: FK-OTKA
A pályázati téma megnevezése: Az alternatív splicing és a membrán nélküli testek kialakulásának kapcsolata
A pályázat azonosítószáma: FK 128133, A témafelelős neve: Pancsa Rita
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 33,99 M Ft, 2018-ban: 2,8 M Ft
A pályázat keretében 2018-ban végzett munka fontosabb eredményei: Fő cél az orvosbiológiai jelentőségű fázisátmenetek vizsgálata.

A pályázat megnevezése: Jelentős nemzetközi hatású, kiemelkedő eredményeket elért kutatócsoportok támogatása (KH_18)
A pályázati téma megnevezése: A komplement lektin és alternatív útvonalát összekötő proteáz, a MASP-3 aktiválódásának mechanizmusa, A pályázat azonosítószáma: KH 130376
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 20000 E Ft

A pályázat megnevezése: Fehérjetudomány és alkalmazásai nemzeti program
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 1 Mrd Ft

A pályázat megnevezése: K-OTKA
A pályázati téma megnevezése: A májsejtek polarizációját szabályozó szignálutak kölcsönhatása, A pályázat azonosítószáma: K 128123
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 47.985 E Ft / 11.997 E Ft

A pályázat megnevezése: K-OTKA
A pályázati téma megnevezése: A diGeorge szindróma többszervi modellezése
A pályázat azonosítószáma: K 128369
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 25.836 E Ft / 6.084 E FT

A pályázat megnevezése: OTKA K
A pályázati téma megnevezése: Kettes típusú diabétesz korai felismerése vörösvérsejtek membránfehérjéinek jellemzésével, A pályázat azonosítószáma: K 128011
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 48.000 E Ft / 12.000 E Ft

A pályázat megnevezése: PD-OTKA
A pályázati téma megnevezése: ABC fehérjék szerepe különböző érettségű őssejtpopulációkon: a humán pluripotencia naív és primed állapotának és a hippokampális idegi progenitor sejtek vizsgálata, A pályázat azonosítószáma: 128830
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 15.807 E Ft/ 5.269 E Ft

A pályázat megnevezése: OTKA K
A pályázati téma megnevezése: Az SpCas9 nukleáz szekvencia specificitásának meghatározása és működési mechanizmusának megértése
A pályázat azonosítószáma: K-128188
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 30 M Ft/2,5 M Ft

A pályázat megnevezése: Kutatási infrastruktúra megerősítése
A pályázati téma megnevezése: A személyre szabott terápiát elősegítő biomarker kutatásokhoz szükséges analitikai laboratórium fejlesztése
A pályázat azonosítószáma: VEKOP-2.3.3-15-2017-00014
A pályázati támogatás mértéke (összesen): 216.356.963,-Ft
Eredmények: Az új génanalitikai laboratóriumba közbeszerzés keretében megtörtént a készülékek, műszerek beszerzése, beüzemelése és a laboratórium megkezdte működését.

A pályázat megnevezése: NKFIH Élvonal
A pályázati téma megnevezése: Sejtnövekedést és sejthalált meghatározó MAP kináz alapú jelátviteli rendszerek , A pályázat azonosítószáma: KKP_17
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 300 M (62 M) HUF
A pályázat keretében 2018-ban végzett munka fontosabb eredményei: Létrehoztunk olyan stabil sejtvonalakat, melyek révén a MAP kináz jelátvitel rendszerszintű megközelítésekkel specifikus módon vizsgálható.

A pályázat megnevezése: OTKA kutatási témapályázat
A pályázati téma megnevezése: Mutációk és poszttranszlációs módosítások hatása a fehérjék szerkezetére és dinamikájára, A pályázat azonosítószáma: OTKA K128262
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 41,2 M Ft (10 M Ft)

A pályázat megnevezése: KH-18
A pályázati téma megnevezése: Az emlőtumor terápiára adott válaszának előrejelzésére alkalmas biomarkerek azonosítása, A pályázat azonosítószáma: KH-129581
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 20.000.000 Ft

A pályázat megnevezése: NKFIH/OTKA K
A pályázati téma megnevezése: Az ektopikus kalcifikáció megakadályozásának új útja: a pirofoszfát hatásának preklinikai vizsgálata, A pályázat azonosítószáma: 125957
A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 12 M Ft

A pályázat megnevezése: NKFIH/OTKA NN
A pályázati téma megnevezése: ABCC6, a kötőszöveti meszesedés kulcs-szereplője
A pályázat azonosítószáma: 127933. A pályázati támogatás mértéke: 12 M Ft

A pályázat megnevezése: NKFIH/OTKA PD

A pályázati téma megnevezése: A cukorbetegséghez kapcsolódó érrendszeri meszesedés vizsgálata és egy potenciális terápia preklinikai tesztelése, A pályázat azonosítószáma: 128003, A pályázati támogatás mértéke (összesen, ill. 2018-ban): 5 M Ft

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bányai L, Kerekes K, Trexler M, Patthy L. Genes (Basel). 9. pii: E353. (2018) http://real.mtak.hu/82408
2. Boeynaems, S ; Alberti, S ; Fawzi, NL ; Mittag, T ; Polymenidou, M ; Rousseau, F ; Schymkowitz, J ; Shorter, J ; Wolozin, B ; Van, Den Bosch L. ; Tompa P. ; Fuxreiter M. TRENDS IN CELL BIOLOGY 28:6 pp. 420-435. , 16 p. (2018) https://doi.org/10.1016%2Fj.tcb.2018.02.004
3. Borst P, Váradi A, van de Wetering K. TRENDS BIOCHEM SCI. (2018) https://doi.org/10.1016%2Fj.tibs.2018.10.005
4. Paréj K, Kocsis A, Enyingi C, Dani R, Oroszlán G, Beinrohr L, Dobó J, Závodszky P, Pál G, Gál P. J IMMUNOL. 200, 2247-2252. (2018) https://doi.org/10.4049%2Fjimmunol.1701421
5. Kiss Á, Tóth K, Juhász C, Temesvári M, Paulik J, Hirka G, Monostory K. MICROCHEMICAL JOURNAL, 136: 209-214, (2018) http://real.mtak.hu/46459
6. Gógl G, Biri-Kovács B, Póti ÁL, Vadászi H, Szeder B, Bodor A, Schlosser G, Ács A, Turiák L, Buday L, Alexa A, Nyitray L, Reményi A. FEBS J. 2018 Jan; 285(1):46-71. http://real.mtak.hu/70741
7. Patten DK, Corleone G, Győrffy B, Perone Y, Slaven N, Barozzi I, Erdős E, Saiakhova A, Goddard K, Vingiani A, Shousha S, Pongor LS, et al. NAT MED. 2018 Sep; 24(9): 1469-1480. https://doi.org/10.1038%2Fs41591-018-0091-x
8. Schiedel M, Herp D, Hammelmann S, Swyter S, Lehotzky A, Robaa D, Oláh J, Ovádi J, Sippl W, Jung M. J MED CHEM. 61:482-491. (2018) https://doi.org/10.1021%2Facs.jmedchem.6b01872
9. Póti Á, Berta K, Xiao Y, Pipek O, Klus GT, Ried T, Csabai I, Wilcoxen K, Mikule K, Szallasi Z, Szüts D. Br J CANCER, 11, 1392-1400 (2018)
10. https://doi.org/10.1038%2Fs41416-018-0312-6
11. Nyiri K, Mertens HDT, Tihanyi B, Nagy GN, Kohegyi B, Matejka J, Harris MJ, Szabo JE, Papp-Kadar V, Nemeth-Pongracz V, Ozohanics O, Vekey K, Svergun DI, Borysik AJ, Vertessy BG. SCI REP. 8:(1) Paper 4326. 15 p. (2018) http://real.mtak.hu/85663
12. Bergam P, Reisecker JM, Rakvács Z, Kucsma N, Raposo G, Szakacs G, van Niel G.: J MOL BIOL. 2018 Oct 12;430(20):3802-3818 https://doi.org/10.1016%2Fj.jmb.2018.06.033
13. Tóth E, Czene BC, Kulcsár PI, Krausz SL, Tálas A, Nyeste A, Varga É, Huszár K, Weinhardt N, Ligeti Z, Borsy AÉ, Fodor E, Welker E. NUCLEIC ACIDS RES. 2018 Nov 2;46(19):10272-10285. https://doi.org/10.1093%2Fnar%2Fgky815.
14. N.G. Than, R. Romero, A.L. Tarca, K.A. Kekesi, Y. Xu, Z. Xu, K. Juhasz, G. Bhatti, R.J. Leavitt, Zs. FRONTIERS IN IMMUNOLOGY, 9: 1661, (2018) https://doi.org/10.3389%2Ffimmu.2018.01661

15. Zámbó, B; Bartos, Zs; Mózner, O; Szabó, E; Várad, Gy; Poór, Gy; Pálinkás, M; Andrikovics, H; Hegedűs, T; Homolya, L; Sarkadi, B. SCI. REP. 8 : 1 Paper: 7487 , 13 p. (2018) https://doi.org/10.1038%2Fs41598-018-25695-z

16. Dobson L, Mészáros B, Tusnády GE. J MOL BIOL. 430, 4955-4970. (2018) https://doi.org/10.1016%2Fj.jmb.2018.10.005

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
KOGNITÍV IDEGTUDOMÁNYI ÉS PSZICHOLÓGIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6800; e-mail: kpi@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

- A Lendület (LP2018-3/2018) csoport felállítása, EEG és fMRI előkísérletek megtervezése és elvégzése, az előkísérletek adatainak elemzése, a használandó kérdőívek angolról magyarra fordítása;
- A versengés és a pszichés és szomatikus egészséggel kapcsolatos vizsgálatok folytatása: kiemelkedő tehetségek és időskorúak körében;
- A versengő magatartás akkulturációjával kapcsolatos longitudinális vizsgálatok országon belüli mobilitás esetében;
- A diszlexia és diszkalkulia kapcsolatának vizsgálata neurológiai és kognitív működési szinteken;
- Az érzelmi intelligencia és az érzelemteli élettörténeti eseményekről beszámoló történetek konstrukciója közötti kapcsolat azonosítása;
- A magyarországi pszichoanalitikus mozgalom történetének vizsgálata;
- A korai nyelvfejlődés előrejelzését célzó adatfelvétel elvégzése;
- A párhuzamosan beszélők hangjának szétválasztását vizsgáló kísérletek eredményeinek publikálása.
- Az akaratlagos cselekvés szenzoros feldolgozásra gyakorolt hatásának, illetve a cselekvés-következmény reprezentációk mozgásparaméterekre gyakorolt hatásának tanulmányozása;
- A kreativitás és mögöttes folyamatainak vizsgálata fiataloknál és időseknél;
- Az izoláció pszichés hatásainak felmérésére alkalmas, természetes nyelvfeldolgozáson (NLP) alapuló tartalomelemző algoritmusokat fejlesztése;
- A kognitív fáradás figyelemre gyakorolt hatásának vizsgálata;
- A stressz hatásának vizsgálata az implicit tanulási folyamatokra;
- Az emlékezeti előhíváshoz kapcsolódó idegrendszeri és pszichológiai folyamatok vizsgálata egészséges mintán és pszichiátriai/neurológiai zavarokban;
- Az oxytocin rendszer külső ingerekkel való stimulálásának hatása a kutya és ember társas készségeire, valamint az autizmus tüneteinek a kutya – mint modell – viselkedésében megnyilvánuló jellemzői;
- A humán fiziológiás és kóros agyi aktivitási mintázatok vizsgálata és az epilepsziák bizonyos formáinak közös idegi mechanizmusainak feltárása.
- A rendszer idegtudományi kutatásokra alkalmas bionikai interfészek tervezése és validálása;
- Alvási EEG ritmusok keletkezésének és funkciójának vizsgálata;
- A külvilági információk viselkedésre gyakorolt hatásának vizsgálata kísérleti állatmodellben multidiszciplináris megközelítéssel.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Mivel eddig nem állt rendelkezésre szülői értékelésre alkalmas serdülőkori érzelemszabályozást mérő kérdőív, az újonnan alakult Lendület-kutatócsoportban két külön kutatás keretében kifejlesztettek két ilyen kérdőívet, és azokat pszichometriailag validálták. Az

eredmények előzetes bizonyítékot szolgáltatnak a két kérdőív, mint szülői értékelésre alkalmas serdülőkori érzelemszabályozást mérő skála alkalmazhatóságára.

A Lendület csoport másik vizsgálatainak eredményei, melyekben együtt mérték a véroxigénszint-függő (BOLD) jelet és a késői pozitív potenciált (LPP), mind módszertani mind fejlődéstani szempontból innovatívak. Elsőként alátámasztják, hogy gyermek/serdülő populációkban a BOLD válasz és az LPP egymásnak megfeleltethetőek, és rávilágítanak arra, hogy részben az alacsonyabb elülső lebenyi (IFG/OFG) válasz okozza az LPP korhoz köthető csökkenését.

A versengés ötféle személyes mintázatát (ön-fejlesztő, hiperversengő, komplex versengő, versengést kerülő, versengés iránt érdektelen) négy független mintán sikerült bizonyítani: 65 év feletti idősek, 1000 fős reprezentatív minta, egyetemisták, középiskolások. A versengési mintázatok és a győzelemmel és vesztéssel való megküzdés mintázatai összefüggnek: az ön-fejlesztő és a komplex versengő attitűdök adaptívabb győzelemmel és vesztéssel való megküzdéssel járnak együtt, míg a hiperversengő, a versengés-kerülő és közömbös mintázatok kevésbé adaptívval. A versengési attitűdök mérésére szolgáló kérdőív és a győzelemmel és vesztéssel való megküzdést vizsgáló kérdőív együttesen komplex jellemzést tud adni arról, hogy az egyén miként tud adaptívan és nem-adaptívan jelen lenni versengési és versenyhelyzetekben. Kimutatták, hogy az interdiszciplináris kutatócsoportok kedveznek az együttműködő versengés kialakulásának a tudományterületek komplementaritása miatt.

Kutyák társas kategorizációs képességeinek vizsgálata kimutatta, hogy a kisgyerekekhez hasonló módon, a csoporttársként kategorizált partnerekkel hajlamosabbak együttműködni. Az idegen emberek kategorizálását elsősorban a megfigyelhető jellegzetes tulajdonságok (pl. viselkedés, nyelvhasználat) ismerőssége alapján végzik, és a csoporthoz tartozásról hozott döntéseikben kevésbé támaszkodnak az olyan időleges hasonlósági bélyegekre, mint pl. a ruházat gazdához való hasonlósága.

Új szabadalmakat jelentettek be: A P1500592 ügyszámú, ”Flexibilis Implantátum beültetését segítő hordozóeszköz” című szabadalmi bejelentést az SZTNH 2018. május 2-án közzétette. A P1700527 ügyszámú, ”Ionvezető csatornával ellátott multielektród és alkalmazása fotoelektromos zaj eliminálására” című szabadalmi bejelentés írásos véleménnyel kiegészített újdonságkutatási jelentését küldte el az SZTNH 2018. július 16-án, melyben a Hivatal megállapította, hogy megfelelő feltalálói tevékenységen alapul, megfelel az újdonsági követelményeknek és iparilag alkalmazható, ugyanakkor korrigálandó alaki hiányosságokat tartalmaz.

A neurológusok, idegsebészek és kutatók által alapított Epilepszia Csoport keretein belül kimutatták, hogy az epilepsziás páciensek nagyagykérgi mintáiban felborul a serkentés-gátlás egyensúlya, és egy túlzott serkentés jön létre. Ez összefüggésbe hozható azzal, hogy a fiziológiás szinkronizáció mellett epilepsziás tüskék is kialakulnak in vitro körülmények között. Ezzel a munkával egy jelentős vizsgálati modellt hoztak létre, melynek a jövőbeli farmakológiai kutatásban fontos szerepe lehet.

A stratégiai táblás játékok és a zsonglőrködés szerepet játszik a neurológiai alapú teljesítményzavarok megelőzésében és kezelésében. Hatásuk van a ritmustartásra, az ingeradaptációra, a szekvencialitásra.

A Magyarországon és életvitelszerűen Nagy-Britanniában tartózkodó magyar személyek nemzeti identitását vizsgálva megállapították, hogy a külföldön élő csoport nemzeti identitásának szerveződésében kisebb szerepet kap a kollektív áldozati szerep. Ez a különbség a történelmi eseményeket elbeszélő történetek narratív kompozíciójában is kimutatható: a külföldi csoport történeteiben a magyar történelmi szereplők ágenciájának szintje magasabb.

A magyar pszichoanalitikus mozgalom II. világháború előtti korszakát tanulmányozva megállapították, hogy az első női pszichoanalitikusok új szempontokat hoztak hagyományosan nőinek tekintett témákban, mint a korai anya-gyerek kapcsolat, a nevelés vagy a női szexualitás, de több más területen is, mint az analitikus képzési rendszer, a pszichoanalitikus néprajz és a skizofrénia terápiája. A Magyar Pszichológiai Szemle folyóirat háború előtti számaiban megjelent empirikus kutatások vizsgálata azt mutatta, hogy ezekben kevéssé jelent meg a nemek szempontja; a vizsgálatok alanya az univerzális „ember" volt, melyet azonban többnyire a férfival azonosítottak a kutatók.

A pszichoanalitikus mozgalom sajtószereplését vizsgálva feltárták a Magyarországi Független Orvosanalitikusok Egyesületének történetét és szerepét. A sajtószereplések elemzésével igazolták azt a feltételezést, hogy a pszichoanalitikusról és a pszichoanalízisről a korabeli köztudatban élő és az újságolvasóban a sajtó révén kialakult kép nem egyezett a pszichoanalízis hivatalos szerveinek pszichoanalitikus- és pszichoanalízis-definíciójával.

Nem egyértelmű ingerek (pl. az ismert arc/váza rajz) ún. „bistabil" észleléshez vezetnek, mely során az észlelés az inger lehetséges értelmezései között váltakozik. A University of Plymouth kutatóival együttműködve megállapították, hogy a látásban és a hallásban előforduló bistabil észlelési jelenségek jellemzői (a váltás sűrűsége, az összes lehetséges értelmezés felfedezéséhez szükséges idő, stb.) hasonló, de nem azonos törvényszerűségeknek engedelmeskednek. Ebből arra következtettek, hogy bár a látási és a hallási tárgyészlelés hasonló algoritmusokat alkalmaz, a tárgyészlelést nem központi, hanem modalitásonként eltérő idegi mechanizmusok végzik. Ez az eredmény jelentősen hozzájárul az emberi észlelés magasabb szintű mechanizmusainak megértéséhez.

Új kísérleti eljárással demonstrálták, hogy ismétlődő cselekvések esetében a mozdulatok optimalizációja nem pusztán magasabb rendű, a kiváltott hatások visszajelző funkciójának felismerésén alapuló kognitív folyamatokon, hanem a cselekvés és a cselekvés hatásai összekapcsolásának képességén, egy közös elemi szenzorimotoros cselekvés-hatás reprezentáció kialakításán alapszik. Ezen reprezentáció kialakulásának feltétele, hogy a cselekvés és a hatás közötti késleltetés - a meglepően rövid - 200 ms-ot ne haladja meg. A bevezetett módszer új lehetőséget ad a motoros készségelsajátítás tanulmányozására, ami pl. új tanulási vagy rehabilitációs eljárások alapjául szolgálhat.

Egy vizuális feladatban kimutatták, hogy az idősek gátló funkció rosszabbak, mint fiataloké, és ezért a feladatban irreleváns ingereket nagyobb mértékben dolgozták fel. Ennek ellenére ezt az információt egy későbbi feladatban nem tudták felhasználni.

Fiatalokat és időseket vizsgálva egy feladatváltási paradigmában azt találták, hogy a kreatív csoportok magasabb szintű kognitív kontrollal és rugalmasabb figyelemváltással rendelkeznek, mint a kevésbé kreatívak. A kreativitásnak továbbá nagyobb szerepe volt a kognitív működésre, mint az életkori változásoknak.

Egy új módszer segítségével izolálták a vizuális emlékezet kialakulásával kapcsolatos folyamatokat és a ritka események feldolgozására jellemző folyamatokat. Kimutatták, hogy

idősödés kapcsán az automatikus vizuális változás detekcióban a változást elemző (időben későbbi) folyamtok károsodnak.

A hosszantartó, intenzív figyelmet megkövetelő feladatvégzés az emberek jelentős részénél a mentális fáradtság különböző szubjektív jeleihez vezet. Kutatásaik kimutatták, hogy közepes időtávokon ezek a szubjektív panaszok nem társulnak a feladatvégzésre való képesség csökkenésével, mivel az objektíven mérhető teljesítmény megtartott marad, a figyelmi rendszerek agyi korrelátumai pedig a normál tartományban maradnak. A fent leírt és korábbi, a kognitív fáradással kapcsolatos eredményeik hasznosíthatók a fenntartott figyelmet igénylő munkakörökben a munkaalkalmasság megállapítására. Az ez irányú hasznosítás érdekében a magyar légiirányítást ellátó vállalattal közösen kutatási tervet dolgoztak ki egy monitorozó rendszer fejlesztésére.

Egy kutatásban a negatív hangulat hatását vizsgálták az implicit kognitív folyamatokra. Major depresszióban szenvedő részvevők vizsgálata azt mutatta ki, hogy az implicit tanulás és annak emlékezeti konszolidációja sérül ebben a kórképben. Ez a gyengébb teljesítmény a bipoláris alcsoportnál jobban megfigyelhető volt, mint a major depresszióban szenvedő csoportban. Ez az első olyan kutatás, ami az implicit tanulás és annak konszolidációját vizsgálta ebben a kulcsfontosságú kórképben. Az eredmények segíthetnek a kórkép jobb megértésében és hosszú távon a diagnosztikai és terápiás eszközök és technikák fejlesztésében.

Különböző procedurális tanulási folyamatok disszociációját mutatták ki Parkinson-kórban, amely eredmény lényeges kiindulási pont lehet a betegséggel kapcsolatos farmakológiai kutatások számára. Továbbá egészséges mintán különböző módszerekkel (pl. viselkedéses kísérleti paradigmák, transzkraniális egyenáram ingerlés, szemmozgás-regisztrálás, elektrofiziológia) kimutatták a figyelmi kontroll rendszer és a hosszú távú tanulási folyamatok interakcióját. Az eredmények alapján a kezdetben tudatos, figyelmi kontroll által meghatározott emlékezés, az előhívás-alapú (tesztre épülő) gyakorlás hatására idővel a készségek produkciójára jellemző módon rendkívül alacsony felejtési rátával jellemzett és hosszú távon intakt tudást eredményezett. Az eredmények új rehabilitációs programok alapját képezhetik olyan megbetegedések (pl. Alzheimer-kór, különféle demenciák) esetében, ahol a tudatos emlékezeti funkciók sérülnek. Az eredmények jelentősek új oktatási programok kidolgozása szempontjából is: lehetőséget adnak a kutatás során kialakított oktatási paraméterekkel jellemzett teszt-alapú, hosszútávon fennmaradó tudást kialakító oktatási módszerek kidolgozására.

A Bécsi Állatorvosi Egyetem, az ELTE és SE kutatóival közösen végzett vizsgálatok kimutatták, hogy az oxytocin receptor gén (OXTR) polimorfizmusai fontos szerepet játszhatnak a kutya-ember kapcsolat szabályozásában. A viselkedéses tesztek genetikai elemzéssel és kérdőíves felméréssel kiegészítve igazolták, hogy mind a kutyák, mind gazdáik OXTR polimorfizmusai, valamint a kutyák környezetét alakító társas környezeti tényezők egyaránt befolyásolják kötődési viselkedésüket.

Non-invazív alvási EEG vizsgálataik elsőként tárták fel részletesen az alvást megelőző aktivitás és egyéb környezeti tényezők szerepét a kutyák alvási makrostrukturájának kialakításában, valamint rámutattak, hogy a kutya alvás közbeni szívműködésének paraméterei alkalmasak lehetnek az alvást megelőző emocionális hatások detektálására. Az eredmények jól illeszthetők a humán alvásvizsgálatokból megismert összefüggések rendszerébe, és alátámasztják azt a feltételezést, hogy a kutya alkalmas modellfaj lehet az összehasonlító alváskutatás számára.

Az alvási oszcillációkkal kapcsolatos kutatások kimutatták, hogy az agykéreg 6. rétegéből a talamuszba vetítő visszacsatoló pálya aktivitása befolyásolni képes az adott kérgi-talamikus körben a hálózati állapotot. Az aktivitás mintázatától függően felületes vagy mély alvásra, illetve ébrenlétre jellemző EEG hullámok észlelhetőek. Ez, egyéb modulátor rendszerektől eltérően, helyi jelenség, az agykéreg egyéb területeit, és az általános éberségi állapotot nem befolyásolja.

A különböző éberségi és alvási állapotokat meghatározó, alapvető fontosságú talamikus idegsejt-hálózatot fedeztek fel, mely eredmények utat nyithatnak az alvászavarok kezelése és radikálisan új típusú altatók fejlesztése felé. Eredményeik a világ legjelentősebb idegtudományi szaklapjában, a Nature Neuroscience-ben került közlésre.

b) Tudomány és társadalom

A Magyar Tudomány Ünnepének keretében önálló programmal mutatkozott be az Intézet „Mit tudunk és mit kell megtanulnunk? Kutatások az MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézetében” címmel (2018. november 22.). A rendezvényen az összes kutatócsoport bemutatta a náluk folyó munkát előadások, poszterek, demonstrációk és szabad beszélgetések („élő könyv”) formájában.

A KPI több csoportja is részt vett az "Agykutatás Napjai 2018" alkalmából megrendezett "Pszichofiziológiai játszóház" (2018. március 12-13.) lebonyolításában, ahol laikus érdeklődők számára a kognitív pszichológia és idegtudomány módszereit bemutató interaktív bemutatókat vezettek pl. a vizuális illúziókról, hallási jelenségekről vagy arról, hogyan irányítható a számítógép agyhullámokkal (BCI). Előadásokkal és demonstrációkkal vettek részt a szeptember 28-29-én megrendezett Kutatók Éjszakáján is (pl. „Hogyan utánoznak a kutyák?” vagy „Szemmozgáskövető eszközök bemutatása”). Csatlakoztak a TTK-n 10. alkalommal megrendezésre kerülő „AKI Kíváncsi Kémikus” kutatótáborhoz, melynek során középiskolai hallgatók egy hétig vehettek részt a pszichológiai laborok munkájában és készíthették el saját kutatásukat.

Az ebben az évben alakult Lendület-kutatócsoport tevékenységéről beszámolt a hazai sajtó (Figyelő; M5 - Mindenki Akadémiája előadás: A serdülőkori érzelmi hullámvasút és pszichiátria – 2018. október 24.; Rádió interjúk: Kossuth Rádió – Közelről – 2018. június 19. illetve Szonda – 2018. május 28.), illetve egyéb fórumokon is bemutatásra kerültek az itteni tervek (pl. Fiatal Kutatók Klubja előadás: A serdülőkori érzelmi hullámvasút okai és velejárói tipikusan és atipikusan fejlődő fiataloknál – 2018. április 19.). A csoport munkájának alapvető jelentősége lehet mind alapkutatási, mind potenciális alkalmazási/ gyakorlati szempontból. Kutatásuk megújíthatja a serdülőkori érzelmi diszreguláció megértését az általuk vizsgált biológiai, idegi, és viselkedésbeli jellemzők összefüggésében, ennek eredményeképpen javíthatja a megelőzési és kezelési módszereket, és ezáltal csökkentheti a vizsgált rendellenességekkel és zavarokkal együtt járó károsodásokat, viselkedésproblémákat, illetve személyes és társadalmi terhet.

Idegtudományi eredményeiket, köztük a Nature Neuroscience-ben megjelenő kutatásukat számos ismeretterjesztő előadás és cikk formájában ismertették a nagyközönséggel (Science Meetup, Kutatók Éjszakája, Index, Népszava). A Scindikátor 2018 különdíjasa a magyar nyelvű National Geography-ban publikálhatott 3 ismeretterjesztő cikket (https://ng.hu/tudomany/2018/05/24/hogyan-fel-az-agyunk-felelem-es-jutalmazas-az-agyban-1-3/;

https://ng.hu/tudomany/2018/09/20/jutalmazas-dopamin-es-az-agy-felelem-es-jutalmazas-az-agyban-2-3/;
https://ng.hu/tudomany/2018/12/30/siras-es-nevetes-avagy-a-felelmi-es-jutalmazasi-rendszer-az-agyban-3-3/)

A nagyközönség számára is érthető módon mutatták be az elektródafejlesztés, az epilepsziakutatás és a két foton mikroszkópia területeken folyó kutatásaikat (MTÜ, Kutatók Éjszakája, első Francia-Magyar Tudományos Kutatói Fórum – 2018. szeptember 28.).

Versengés témában összesen 7 médiainterjút adtak (négy rádióinterjú, köztük egy egyórás kutatói portré, Kossuth Rádió, Inforádió – Szigma A holnap világa Tudományos Magazin, Trend FM; két folyóirat interjú és egy televíziós tudományos műsor). Összesen 22 ismeretterjesztő előadást és egy bemutatót tartottak és két posztert készítettek többek között a Debreceni Egyetem Pszichológus Szakhét keretében, valamint határontúli magyar nyelvű Nyári Akadémiákon. A versenytársadalomban kiemelkedő jelentősége van annak, hogy valaki úgy tudjon benne részt venni és a győzelemmel és a vesztéssel megküzdeni, hogy egyfelől hatékonyan tudja a legjobbját adni a versenyhelyzetekben, másrészt megőrizze pszichés és szomatikus egészségét. A kutatás, mely ezt a kapcsolatot térképezi fel, hozzájárulhat az egészségmegőrzéshez és preventív programok kidolgozásához.

Az újszülött és csecsemőkori vizsgálatok módszertana és eredményei közérthető előadás formájában kerültek bemutatásra a budapesti fejlődéskutató központok munkáját népszerűsítő „Kis tudósok délutánja" rendezvény keretében. Az év során három rádióinterjú is készült ebben a témában, két alkalommal az M1 Kossuth Rádió „Vendég a háznál", egy alkalommal pedig a Klubrádió „Utópia" című műsora számára. Ugyancsak a „Kis tudósok délutánja" rendezvényen hangzott el a „A csecsemő viselkedés genetikai feltérképezése" előadás.

A pécsi „Kortalan Tudomány" konferencián és fesztiválon népszerűsítő előadást tartottak „Kognitív funkciók változása és megváltoztathatósága az öregedéssel" címmel.

A negatív hangulat és depresszió érzékenyen érinti a magyar populációt. Az jobb diagnosztikai és terápiás eljárások kifejlesztéséhez fontos a tanulás és emlékezeti folyamatok feltérképezése ebben a kórképben. Az implicit tanulás és annak konszolidációjának feltérképezésével az első lépések megtörténtek ebben az irányba. Eredményeikről számos laikusoknak szóló hírportál is beszámolt (http://www.origo.hu/tudomany/20180416-a-tourette-szindromas-gyerekek-jobban-tanulnak.html;
https://index.hu/tudomany/2018/04/16/meglepo_magyar_eredmeny_a_tourette-szindromas_gyerekek_jobban_tanulnak/).

Az illúziók témájában három alkalommal jelent meg ismeretterjesztő publikációjuk a Mindennapi Pszichológia című folyóiratban. Az "Amit csak a Küklopsz lát" című cikk a mélységészlelés, a "Hiszem, ha látom?" című cikk szín- és térlátás, a "Formát adni a lehetetlennek" című írás pedig a háromdimenziós testekkel kapcsolatos illúziókat és észlelési jelenségeket mutatta be.

A folyóirat- és könyvbemutatókhoz kapcsolódó beszélgetések (többek között alkotás és élettörténet viszonyáról vagy a száz éve Budapesten rendezett Nemzetközi Pszichoanalitikus Kongresszus emlékezetéről) segítették az Intézetben kutatott társadalomtudományi témák befogadását és társadalmi hasznosítását, és a szélesebb közönség felé is nyitottá tették ezeket. Kutatási eredményeik emellett hozzájárulnak a nemzeti identitás és a történelmi eseményekre

való társadalmi és egyéni emlékezés közötti kapcsolat megértéséhez. A történelmi eseményekre való emlékezés területe kifejezetten fontossá vált a nyilvános diskurzusban az elmúlt évek során.

A kutyában megfigyelhető, az emberi társas viselkedés jelenségeivel funkcionálisan analóg készségek megértésére irányuló kutatások, különösen a társas viselkedés zavarainak vizsgálata a kutyát társ-állatként tartó, nagyszámú laikus számára fontos gyakorlati útmutatással szolgálhatnak. Továbbá e vizsgálatok elvezethetnek minket az olyan, korábbi állatmodellekkel nehezen vizsgálható jelenségek jobb megértéséhez is, mint pl. az autizmus spektrumzavar. A témában tudományos népszerűsítő előadásokat tartottak a Pszinapszis rendezvényen és a hazai nagyközönség számára szervezett Kutyaetológia konferencián is (2018. november 10).

A Nemzeti Agykutatási Program keretében megvalósult emlékezet kutatási eredmények ismertetése megtörtént több ismeretterjesztő előadás (pl. Magyar Tudomány Ünnepe, MTA TTK; Kutatók Éjszakája, BME) és interjú (pl. Magyar Idők; BME Portál; Magyar Narancs; Klub Rádió; Mindennapi Pszichológia) formájában. Felsőoktatásban résztvevő hallgatók az Egyetemi Nyílt Hét (BME) keretében, valamint egyetemi előadásokon, gyakorlatokon, laborbemutatókon (BME) keresztül ismerkedhettek meg a legújabb kutatási eredményekkel.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

A Semmelweis Egyetem 1. sz. Gyermekklinika, Semmelweis Egyetem Pszichiátriai és Pszichoterápiás Klinika, illetve az ELTE PPK a Lendület (LP2018-3/2018) pályázatot segíti a következőkkel: toborzás, betegbevonás, genetikai adatelemzés, adatértelmezés, és publikálás, illetve a rizikós magatartásokról gyűjtött adatok értelmezése és publikálása.

Pázmány Péter Katolikus Egyetemmel (BTK/ BÉTA Lab) kezdődő munka a Biológiai Érés és Tapasztalat a serdülőkori agyi és kognitív fejlődésben és a Lendület (LP2018-3/2018) kutatásokban együttműködés a két kutatási témában átfedő, releváns kérdések megválaszolása, a csontkor, mint a biológiai érés egy mutatójának validálása.

A COST OC-2018-1-22727 Transnational Collaboration on Bullying, Migration and Integration at School Level (TRIBES) kutatási együttműködés célja, hogy biztonságos, bullying mentes környezetet teremtsen minden diák számára különös tekintettel a különböző kultúrákból származó diákok integrálására. A 16 országból származó kutatókat összefogó kutatási hálózat 2019 és 2021 között áll fenn, vezetője Prof. James O'Higgins (Dublin City University).

A németországi Institut für Mikrosystemtechnik (Freiburg) segítségével az "Agy-gép interfészek új perspektívában: a neocortex egyidejű vizsgálata nagy sűrűségű mikroelektród rendszerekkel és kétfoton mikroszkópiával" című kutatás keretében célzottan 2-foton kompatibilis mikroelektródok kerültek kifejlesztésre. Az együttműködés révén jelenleg két publikáció van elbírálás alatt idegen nyelvű, lektorált nemzetközi folyóiratokban.

Az MTA KOKI-ban működő Thalamusz kutatócsoporttal közösen vizsgálják a középvonali talamusz lehetséges szerepét a stressz-okozta alvászavarok enyhítésében. Az Állatorvostudományi Egyetem Anatómiai és Szövettani tanszék Elektronmikroszkópos Kutatócsoportjával pedig a hipotalamikus idegsejt-hálózatok táplálékszabályozás általi, öregedésre gyakorolt hatását vizsgálják.

A German Sport University-vel (Köln, Németország) közösen nyertek el egy nemzetközi pályázatot „Antarctica and Alzheimer's: Exercise as a tool to prevent mental and cognitive decline caused by isolation" címmel. A kísérletben a testedzés hatását vizsgálják a neuro-kognitív rendszerre agyi biomarkerek és kognitív feladatokban mutatott teljesítménymérésével.

A Pisa-i Egyetemmel (Olaszország) „Astronauts Resistance Enhancement to Stress" címmel nyertek pályázatot a Concordia Déli-sarki kutatóállomáson végzendő kísérletsorozatra. A kísérletben számos neurobiológiai paraméter mellett a legénység által írandó naplók pszichológiai tartalomelemzésével követik az extrém körülményekhez történő alkalmazkodás folyamatát.

Az Orosz Tudományos Akadémiával (Institute of Biomedical Problems) kötött megállapodás keretében angol és orosz nyelvű pszichológiai tartalomelemző szoftverfejlesztés az izoláció pszichológiai hatásainak tanulmányozására zajlik földi űranalóg szimulációs kísérletekben.

Közös PhD-vezetés kapcsán új kapcsolat alakult a Jacobs University, Bremen, Németország egyik professzorával. A doktori kutatás címe: Teaching grit – a school based intervention programme to foster grit.

Új nemzetközi együttműködés alakult ki a Department of Visualization and Mathematics, University of Calgary egy kutatójával az atipikus fejlődés különböző formáinak neurológiai eltéréseit, ezek kapcsolatát és kulturális hátterének vizsgálatát feltáró kutatásban. Az együttműködésben eddig egy publikáció született.

A pszichológiai perspektíva funkciója a politikai kommunikációban címmel az új-zélandi Massey Egyetem két szociálpszichológusával végeztek közös kutatást. Az együttműködés során az új-zélandi parlamentben a brit korona képviselője által 1854 és 2014 között elmondott ülésszak-nyitó beszédekben elemezték az őslakosok és a gyarmatosítók gondolatainak és érzelmeinek bemutatását. Az eredmények azt mutatják, hogy a pszichológiai perspektíva használatára a csoportok társadalmi presztízse van hatással. Az elemzésből közösen írt publikáció jelenleg elbírálás alatt van a Journal of Language and Social Psychology folyóiratnál.

ELTE TTK Etológia tanszékkel való együttműködésben új téma az ADHD állatmodelljeinek validálása. A közös munkából 2018-ban 3 folyóirat cikk, illetve számos hazai és külföldi előadás született.

Az Ohio Egyetemmel az ADHD és érzelemszabályozás témában alakult ki együttműködés, 2018-ban 2 közös publikáció született.

A Vanderbilt Egyetemmel közös együttműködés a jutalomfeldolgozásról, ERP, EEG és fMRI adatok összefüggéséről szól, a 2018-as közös publikációk száma: 1

A Mindtech Apps az ADHD figyelemhiányos tüneteinek objektív mérőeszközének kidolgozásában és validálásában vesz részt.

A Dartmouth College (Hanover, New Hampshire, USA) intézménnyel alakult ki aktív együttműködés a „Shared conceptual space and dual-brain predictive functional networks" témában. A kutatás arra kíván magyarázatot adni, hogy a beszélgetőpartnerek hogyan értik meg egymást annak ellenére, hogy perspektíváik különböznek, függve céljaiktól és a kontextustól.

Az amerikai fél dual-fMRI, a magyar fél dual-EEG mérésekkel járul hozzá a közös kutatásokhoz, melyeket közösen kialakított kísérleti helyzetekben és adatfeldolgozási eljárásokkal folytatnak. A magyar fél vizsgálatai 2019-ben indulnak el.

A Calgary Egyetemmel (Brain Dynamics Lab) az EEG elemzéseinek új lehetőségeiről indult együttműködés, melynek keretében egy-egy fő látogatta meg a másik laborját, és elkezdődtek a közös elemzések is.

A Semmelweis Egyetemmel „Az impulzivitás transzdiagnosztikus vizsgálata: személyiségvonásokkal, gátló funkciózavarral, gyermekkori traumákkal és genetikai vulnerabilitással való összefüggéseinek feltérképezése" témában jött létre egy együttműködés. A 2018 őszén indult együttműködésben az MTA TTK a kontrollcsoport vizsgálatában vesz részt, valamint vizsgálja egy saját fejlesztésű gyermekkori negatív életeseményeket felmérő kérdőív pszichometriai jellemzőit a teljes vizsgálati mintában.

„Az implicit statisztikai tanulás idegrendszeri háttere" témában közös Celsa Research Fund: Collaborative Research Projects pályázatot adtak be a Leuven-i Katolikus Egyetemmel.
A Nemzeti Agykutatási Program keretében együttműködés jött létre az MTA TTK KPI és a BME Kognitív Tudományi Tanszéke között.

Új témaként a vizuális munkamemória elektrofiziológiai vizsgálata céljából együttműködés jött létre a Richter Gedeon Nyrt.-vel.

Az ELTE Etológia tanszékén futó ERC Starting Grant finanszírozásában kutatási együttműködés valósult meg a kutyák alvási EEG adatainak felvétele, elemzése céljából. A mérésszolgáltatási szerződés keretében az ELTE kutatói az MTA TTK KPI laborjában a Pszichobiológiai kutatócsoport munkatársaival közösen végezték a kísérleti adatfelvételt. A vizsgálat többek között a REM megvonás módszerének kutyán való kidolgozására irányultak, a módszertani fejlesztésen túl a poliszomnográfiás vizsgálatokból 2 folyóiratcikk került publikálásra.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az MTA Lendület Program által finanszírozott, „Neurobiológiai védő- és rizikófaktorok illetve funkcionális károsodások longitudinális megfigyelése ADHD és komorbid externalizációs tüneteket mutató és nem mutató serdülőkorúaknál" c. pályázat (LP2018-3/2018) 2018. július 1-én indult és 60 hónapra kapott 250 M Ft támogatást.

A „Photoscreen: Rosszindulatú daganatos betegségek műtét közbeni molekuláris patológiai diagnosztikája mesterséges intelligenciával támogatott lézer mikroszkóp segítségével" című elnyert pályázat kiírója az NKFIH, kódja Versenyképességi és Kiválósági Együttműködések, 2018-1.3.1-VKE-2018-00032. A pályázat 2018 novemberében kezdődött és 36 hónapon keresztül tart. A pályázat teljes összege 1.3 milliárd Forint, melyből az Intézetre 100 M Ft esik. Vezető intézménye a 77 ING Kft, résztvevői a Femtonics Kft., MTA TTK és a Semmelweis Egyetem.

A „POSITION II: Towards the next generation smart catheters and implants" pályázat kiírója az European Comission, kódja AMD-783132-3. A pályázat 2018 augusztusában kezdődött és 36 hónapig tart. A pályázat teljes összege 41 M Euro, melyből az Intézetre 70 000 Euro jut. A konzorcium vezetője a Philips Electronics Netherlands BV és 45 partnerintézetből áll.

A kutya, mint a neglekt szindróma modellje: viselkedéses és pszichofiziológiai párhuzamok címmel az NKFIH által támogatott FK-128242 azonosító számú pályázat 2018. december 1-én indult. A 48 hónapos időtartamú pályázat megvalósításában csak az MTA TTK KPI Pszichobiológiai kutatócsoportja mellett részt vesz a University of Hertfordshire, Adaptive Systems Research Group (UK), az MTA ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport és az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet. A pályázati támogatás teljes összege 39 748 E Ft.

Az NKFIH K_18 pályázati felhívására benyújtott, „Szándékos cselekvés az észlelés és mozgás tükrében" című pályázattal 48 hónapra szóló, 47 928 E Ft kutatási támogatást nyertek. A kutatást, amelynek célja, hogy a cselekvések mozgásparamétereinek mérése és a cselekvések szenzoros következményeinek manipulálása révén feltárják a fizikai és társas környezettel folytatott aktív interakcióra való képesség pszichológiai alapjait, megkezdték 2018 novemberében.

Az autizmus neurokognitív alapjainak egy új transzlációs modellel való vizsgálata címmel az NKFIH által támogatott K128448 azonosító számú pályázat 2018. szeptember 1-én indult. A 36 hónapos időtartamú pályázat támogatási összege 35 721 E Ft.

Az MTA prémium posztdoktori kutatói program keretében „Aktív Hallási Figyelemkövetés" (PPD2018-029/2018) címmel nyertek el pályázatot 2018 szeptemberétől 36 hónap időtartamra, összesen 32 943 E Ft értékben.

Az UK-NKFIH alprogram keretében gyakornoki állást nyertek 2018. június 15. és augusztus 15. között. Kis Nikoletta (Durham University) a Tehetség, versengés és a pszichés és szomatikus egészség kutatási témán belül végzett gyakornoki munkákat (2018-2.1.1-UK_GYAK-2018-00012). Az elnyert összeg 880 E Ft.

Metanormák. A Swedish Foundation for Humanities and Social Sciences által támogatott kutatásban a Stockholm University, Sweden két kutatója, a University of Maryland, USA egy kutatója, a VU Amsterdam, Netherlands egy kutatója, a Beijing Normal University, China egy kutatója részvételével indul 2019-ben a munka. A kutatásban való részvételük gyakorlati költségeinek a fedezésére 1000 Eurot nyertek.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Borgos Anna: Holnaplányok. Nők a pszichoanalízis budapesti iskolájában. Noran Libro, Budapest (2018). http://real.mtak.hu/89421
2. Bunford N, Kujawa A, Fitzgerald K, Monk C S, & Phan K L.: Convergence of BOLD and ERP measures of neural reactivity to emotional faces in children and adolescents with and without anxiety disorders. BIOLOGICAL PSYCHOLOGY, 134: 9-19. (2018). http://real.mtak.hu/89525/
3. Denham, S.L., Farkas, D., van Ee, R., Taranu, M., Kocsis, Z., Wimmer, M., Carmel, D., & Winkler, I. Similar but separate systems underlie perceptual bistability in vision and audition. SCIENTIFIC REPORTS, 8, 7106. (2018). http://real.mtak.hu/79505
4. Fiáth, R., Raducanu, BC., Musa, S., Andrei, A., Lopez, CM., van Hoof, C., Ruther, P., Aarts, A., Horváth, D., Ulbert, I. A silicon-based neural probe with densely-packed low-impedance titanium nitride microelectrodes for ultrahigh-resolution in vivo recordings. BIOSENSORS & BIOELECTRONICS, 106: 86-92 (2018). http://real.mtak.hu/74381/

5. Janacsek, K., Borbély-Ipkovich, E., Nemeth, D., & Gonda, X. How can the depressed mind extract and remember predictive relationships of the environment? Evidence from implicit probabilistic sequence learning. PROGRESS IN NEURO-PSYCHOPHARMACOLOGY AND BIOLOGICAL PSYCHIATRY, 81, 17-24. (2018). http://repo.lib.semmelweis.hu/handle/123456789/5265
6. Marián M, Szőllősi Á, Racsmány M: Anodal transcranial direct current stimulation of the right dorsolateral prefrontal cortex impairs long-term retention of reencountered memories. CORTEX, 108: 80-91 (2018)
7. Mátyás F, Komlósi G, Babiczky Á, Kocsis K, Barthó P, Barsy B, Dávid C, Kanti V, Porrero C, Magyar A, Szűcs I, Clasca F, Acsády L. A highly collateralized thalamic cell type with arousal-predicting activity serves as a key hub for graded state transitions in the forebrain. NATURE NEUROSCIENCE, 21(11): 1551-1562.
8. Neszmélyi B, Horváth J: Temporal constraints in the use of auditory action effects for motor optimization. JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY: Human Perception and Performance, 44: 1815–1829 (2018) http://real.mtak.hu/88053/
9. Orosz, G., Tóth-Király, I., Büki, N., Ivaskevics, K., Bőthe, B., Fülöp, M. The Four Faces of Competition: The Development of the Multidimensional Competitive Orientation Inventory Frontiers in Psychology: Personality and Social Psychology. 9:779. (2018). http://real.mtak.hu/89395
10. Sulykos, I; Gaál, Zs A; Czigler, I. Automatic Change Detection in Older and Younger Women: A Visual Mismatch Negativity Study. GERONTOLOGY, 64(4) 318-325. (2018) http://real.mtak.hu/79556
11. Takács E, Barkaszi I, Altbäcker A, Czigler I, Balázs L: Cognitive resilience after prolonged task performance: an ERP investigation. EXPERIMENTAL BRAIN RESEARCH, (2018). http://real.mtak.hu/89564

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT
SZERVES KÉMIAI INTÉZET
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.
telefon: (1) 382 6400; e-mail: soos.tibor@ttk.mta.hu
honlap: http://www.ttk.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A 2012-ben korábbi akadémiai intézetek csoportjaiból létrejött Szerves Kémiai Intézet célja a korábbi különböző kutatási irányok összehangolása, és a kutatócsoportok közötti együttműködés hatékonnyá tétele volt. A 2018-as év során a korábban szoros kapcsolatban működő NAP Neurodegeneratív betegségek gyógyszerkutató csoportja csatlakozott az Intézethez, valamint egy Lendület-pályázat elnyerésével új kutatócsoportként működnek a funkcionális szerves anyagok szintézisével foglalkozó kutatók. Az Intézet kutatási profilját elsősorban a szerves kémia és biológiai kémia jellemezi, különböző kutatócsoportok céljai alapján gyógyszerkémiához, az organokatalízishez, a kémiai biológiához, a szupramolekuláris kémiához, proteomikához, funkcionális farmakológiához kapcsolódik. Továbbá az Intézet kutató munkája során vizsgált átalakítások reaktivitásának értelmezésében jelentős szerepet tölt be az elméleti kémiával foglalkozó csoport.

A Szerves Kémiai Intézetben zajló alap és alkalmazott kutatás mellett az Intézet munkatársai nagy hangsúlyt fektetnek az oktatói munkára is, aktívan részt vesznek a szomszéd egyetemeken zajló elméleti és gyakorlati oktatásokban, valamint PhD-hallgatók témavezetésében.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A *Gyógyszerkémiai Kutatócsoport* munkatársai osztrák és kanadai együttműködésben megvalósuló kutatásuk során a STAT5 fehérje gátlásának lehetőségét vizsgálták a leukémia különböző típusainak kezelésében. A közös munka első eredményei két közleményben jelentek meg, köztük egy a Nature lapcsaládhoz tartozó Leukemia folyóiratban. Az eredmények jelentős médiavisszhangot váltottak ki, több portál és televíziócsatorna hírei között is szerepelt.

Az AstraZeneca és a GlaxoySmithKline kutatóival való együttműködésben a gyógyszeriparban használt szintetikus kémiai reakciók és megközelítések korlátjait azonosították, illetve metodológia újításokat javasoltak, amellyel a szintetikusan elérhető vegyületek köre szélesíthető. Eredményeinket a Nature Reviews Drug Discovery folyóiratban közölték, amely a címlapot is a cikknek szentelte. A közlemény a megjelenést követő hónapokban az újság legolvasottabb közleménye volt, valamint számos szociális média megosztás mellett a Science egyik blogja és egy országos hírportál is feldolgozta.

Az *Organokatalízis Kutatócsoport* kutatói egy reduktív Ireland-Claisen reakciókaszkád vizsgálata során elért eredményeiket mutatták be. Sztérikusan zsúfolt bór tartalmú katalizátor alkalmazásával sikerrel redukáltak szilánok segítségével különböző módon szubsztituált allil-akrilátokat. A kísérletek során egy újabb átrendeződési lépést figyeltek meg, így háromlépéses reakciókaszkádot valósítottak meg egy üstben. A reakció során a keletkező termékek kiralitáscentrumainak relatív térállása eltér a szakirodalomban korábban átmenetifém-katalizátorokkal elvégzett hasonló reakciók során. Ez az egyedi szelektivitás a méretkizárás elve alapján tervezett katalizátornak köszönhető, melyből a hidroszililezési lépés során *in situ* keletkező borohidrid egy kitüntetett irányból támadja az átalakítandó észtert. A csoport a

sztérikusan zsúfolt borán katalizátorok más felhasználását is bemutatta. Sikerrel állítottak elő szubsztituált ciklohexanon származékokat Diels-Alder reakció segítségével. A keletkező termékek térállása megmutatta, hogy az ilyen típusú [4+2] cikloaddíciós reakcióknál általában kedvezményezett endo helyzetű addíció helyett katalizátoruk hatására exo szelektivitást sikerült elérni. A szelektivitás ilyen irányú megfordulását sztérikus hatásokkal, jelen esetben a sztérikusan nagy térigényű csoportokkal ellátott katalizátor segítségével lehet elérni. Elméleti kémiai számításokkal megmutatták, hogy a sztérikus hatás mellett a katalizátorra a méretkizárás céljából beépített szubsztituensek és a dienofil között létrejövő nemkovalens kölcsönhatás szintén az exo termék keletkezését teszi kedvezményezetté. A reakció kiterjesztésével sikerült egyidejűleg három kiralitáscentrum kiépítését megvalósítani diasztereoszelektíven. Ezen eredményeiket a *Chemistry – A European Journalban* és a *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* folyóiratokban közölték.

A *Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport* munkatársai sikeresen fejlesztettek ki egy fluorogén Cy3 festéket, melyet szuperfelbontású mikroszkópiában (STED) is alkalmaztak sejtfehérjék no-wash típusú jelölésében. Eredményeiket a neves *Bioconjugate Chemistry* folyóiratban jelentették meg. Elsőként alkalmaztak kétszeresen modulált, bisztetrazin típusú fluorogén festékeket biszciklooktinilált fehérjék jelölésére, illetve monociklooktinilált fehérjék fluorogén keresztkapcsolására. A kifejlesztett festékek, melyek iránt már egy berlini kutatócsoport is érdeklődött, piaci hasznosítását tervezik a Luminochem Kft-vel.

A többszörösen modulált fluorogén festékek fejlesztése terén elért eredményeik igen jó nemzetközi visszhangot kaptak, ennek köszönhetően kaptak felkérést egy összefoglaló cikk elkészítésére a Royal Society of Chemistry Organic and Biomolecular Chemistry folyóiratba.

A széndioxid gazdaságos kémiai átalakítása napjainkban is komoly kihívást jelent a szintetikus kémikusok számára. A természetben a CO_2 megkötését a RuBisCo enzim katalizálja. A biológia rendszerekben két CO_2 molekula kooperációjával egy karboxilezési folyamat megy végbe. Az *Elméleti Kémiai Kutatócsoport* munkatársai az erlangeni egyetem egyik kutatójával együttműködve egy analóg fémorganikus reakció mechanizmusát tanulmányozták. Kvantumkémiai számítások segítségével sikerült megmutatni, hogy a kísérletekben tapasztalt reverzibilis CO_2 hasítás valóban egy kooperatív kölcsönhatásnak köszönhető. Ebben a folyamatban a fémorganikus iridium vegyület központi fématomja egyaránt hat Lewis savként és bázisként a CO_2 molekula aktiválásában. A számítások stabil köztitermékek jelenlétét sugallták, és ezt sikerült további kísérletekkel is alátámasztani. Az eredmények a neves *Angewandte Chemie* folyóiratban kerültek publikálásra.

Fluortartalmú kismolekulás heterociklusos vegyületek hatékony előállítása a szintetikus szerves kémia egyik kulcsiránya, köszönhetően annak, hogy ezek a vegyületek előnyös biokémiai és farmakológiai sajátossággal, illetve figyelemreméltó metabolitikus stabilitással rendelkezhetnek. A kutatócsoport munkatársai a csoportjával együttműködésben trifluormetil-aziridinek szintézisét és az előállítás mechanizmusát közölték (szintén az *Angewandte Chemie* folyóiratban). A munka egyik legfontosabb eredménye, hogy az eljárás nem-aromás aminokal is nagy hatékonysággal működik. Az eljárás kulcsreagense egy új trifluorpropenil jodónium só, ami egy hatékony C_2-CF_3 szinton. Kvantumkémiai számítások rávilágítottak azokra a kinetikai okokra, melyek a feszült aziridin gyűrű képződését segítik elő a lehetséges egyéb, jóval stabilabb termékek képződése helyett.

A *Szupramolekuláris Kémiai Lendület Kutatócsoport* kutatói által megtervezett és előállított heterofémes Au–Sn komplexnek a kristályai szelektív módon képesek megkötni különböző festékmolekulákat. Azt találták, hogy a metilvörössel doppolt élénkpiros színű kristályok a

külső környezet pH-változását élénk színváltozással képesek jelezni. A kristályok színüket lúgos közegben sárgára változtatják, mely savas közegben újból élénkpiros lesz. A heterofémes Au–Sn rendszernek a további módosításával előállítottak és szerkezetileg jellemeztek egy példátlanul nagy pórusméretű 2D koordinációs polimert. Ez a heterofémes komplex oldószergőzök szelektív felismerésére alkalmas és bizonyos oldószer-molekulák jelenlétében megváltoztatja a lumineszcenciáját. A kémiai ágensek hatására a szerkezetüket és optikai tulajdonságaikat megváltoztató új típusú szupramolekuláris rendszerek fontos szerepet tölthetnek be érzékelők (szenzorok) fejlesztésében.

Az *MS Proteomika Kutatócsoport* tömegspektrometria alapú proteomikai, glikoproteomikai és foszfoproteomikai vizsgálati módszerek kidolgozásával, fejlesztésével és biokémiai, orvos-biológiai alkalmazásával foglalkozik. A csoport munkatársai glükózaminoglikánok (GAGs) szulfatált diszacharidjainak vizsgálatára egyszerű, HILIC-WAX elválasztáson alapuló izokratikus HPLC-módszert fejlesztettek ki. A kidolgozott módszer esetén a szulfatált diszacharidok detektálási határértéke 1 fmol, míg a kvantitatív meghatározás határértéke 10 fmol. Ezt a módszert sikeresen alkalmazták a szövetminták glükózaminoglikán profiljának meghatározására felületi emésztési protokollok alkalmazásával. Ez az új technika megfelelő érzékenységet biztosít a GAG diszacharid-analíziséhez, az eredmények azt mutatják, hogy a GAG analízis ígéretes technika a rákkal összefüggő változások azonosítására kis mennyiségű szövetmintákat (kb. 10 μg) felhasználva. Módszert dolgoztak ki, amely alkalmas a „core”-on és antennán fukozilált glikopeptidek megkülönböztetésére. Megállapították, hogy jelentős különbség figyelhető meg az egészséges és a rheumatoid arthritis-ben szenvedő betegekből izolált IgG-k között, az ún. „bisecting” GlcNAc csoportot tartalmazó glikoformák mennyiségében, ami az IgG-k fontos, korábban nem észlelt tulajdonsága.

A *Funkcionális Farmakológia Kutatócsoport* kutatói megvizsgálták az asztrocita sejtekből felépülő hálózatok szerepét két rendkívül eltérő agyi jelenség, a hosszútávú memória konszolidációhoz szükséges lassú hullámú alvás, valamint a patofiziológiás epilepszia rohamok létrejöttében. Igazolták, hogy a látszólag különböző neuronális jelenségek mögött nagyon hasonló asztrogliális mechanizmusok húzódnak. Igazolták továbbá, hogy mindkét jelenség létrejöttében jelentős szerepet játszanak az asztrogliális réskapcsolat fehérjék, melyek ezáltal potenciális gyógyszercélpontok lehetnek mind a memória hanyatlással járó Alzheimer kórban és demenciákban, mind pedig epilepsziában. Az epilepszia kezelésére való alkalmasságot *in vitro* tesztek mellett *in vivo* modellekben is értékelték. A munkáról egy publikáció megjelent a *Cell Communication and Signaling.*

A gyógyszercélpont fehérje transzlációs potenciáljának igazolása érdekében új vizsgálati módszereket dolgoztak ki, melyekkel az asztrogliális targetek memória rögzülésre kifejtett hatását viselkedéses tesztekben is vizsgálhatják. A Solvo Biotechnológia Zrt-vel közösen elnyert pályázat keretében módszert dolgoztak ki patkány és humán májból izolált hepatocita és Kupffer sejt fiziológiás és patológiás arányú kokultúrájának készítésére és fenntartására. Kimutatták a citokróm P-450 izoenzimek és transzporterek funkciójában, valamint a hepatociták metabolizáló és transzport funkciójában bekövetkező, a humán és patkány hepatocitákban jelentősen eltérő hatásokat.

A *Neurodegeneratív Betegségek Gyógyszerkutató Csoport* kutatói a DJ-1 fehérje vizsgálatával foglalkoztak, amely fehérje szerkezetének változása összefüggésbe hozható a Parkinson-kór kialakulásával. Biofizikai módszerekkel meghatározták a fehérje aggregációs mechanizmusát. Vizsgálataik megmutatták, hogy a DJ-1 fehérje fiziológiás körülmények között már mikromólos koncentrációban elveszti natív 3D szerkezetét és b-redős szerkezetet vesz fel oligomerek formájában, majd fibrilszerű szilárd aggregátumokat alkot. Az aggregátumok

pozitív választ adnak tioflavin T és S-sel való kezelésre. Vizsgálták, hogy az aggregáció lejátszódhat-e oxidatív stressz hatására, valamint összehasonlították a fehérje sejtbe jutási képességét mind normál, mind oxidatív stresszt kiváltó körülmények között. Tiol funkciós csoportot tartalmazó fragmensek kötődését vizsgálták a DJ-1 enzim aktív centrumához, melyek potenciális diagnosztikai szerek Parkinson-kórra, illetve rákgyógyszerek lehetnek. Elméleti szerkezeti biológiai es kísérleti biofizikai módszerekkel karakterizáltuk a Tau rendezetlen fehérje monomerjének kötési képességeit gyógyszerszerű molekulákra, ezáltal célpontként vizsgálva, mint potenciális Alzheimer-kór gyógyítására szolgáló célfehérje.

A *Funkcionális Szerves Anyagok Lendület Kutatócsoport* munkatársai a korábban kifejlesztett polidopamin hordozós 1-3 nm-es Pd nanorészecskék (Pd/PDA) katalitikus alkalmazását terjesztették ki Suzuki kapcsolásokra, „egy-üst" tandem Suzuki kapcsolás/ katalitikus transzfer-hidrogénezési reakciókra, valamint aril halogenidek katalitikus cianálási reakcióira. Kísérleteik során megmutatták, hogy katalizátoruk nagyon alacsony Pd koncentrációk (ppm) mellett is néhány perc alatt grammos mennyiségben képes a kiindulási anyagokat a kívánt biaril termékekké alakítani Suzuki reakciókban. Ez a hatékonyság lehetővé tette, hogy a Suzuki kémiát nitro-csoportok katalitikus transzfer-hidrogénezési reakcióival kombinálják, így jutva iparilag is releváns biaril-anilin típusú termékekhez „zöld" reakciókörülmények (alacsony Pd koncentráció, környezetbarát oldószer, rövid reakcióidő, alacsony hőmérséklet) között.

Aril-nitrilek katalitikus reakcióban való előállítása fontos területe a katalitikus C-C kapcsolási reakcióknak, ugyanis ezek a molekulák számos további termékké (aminok, aminosavak, karbonsavak, karbonilok, heterociklusok) alakíthatók, ami értékes köztitermékké teszi őket. Vizsgálták aril-halogenidek cianálását környezetbarát $K_4[Fe(CN)_6]$ cianidforrást használva Pd/PDA katalizátor alkalmazása mellett. Eljárásukkal csak az elektronhiányos aril halogenidek voltak hatékonyan átalakíthatók. Érdekes eredmény viszont, hogy a reakció során magnetit (Fe_3O_4) képződését tapasztalták, ami kísérletileg alátámasztja, hogy a reakció során a cianidforrás mind a hat cianid csoportja reakcióba lép.

b) Tudomány és társadalom

A Szerves Kémiai Intézet kutatói aktívan részt vettek a kutatóközpont által hagyományosan megrendezésre kerülő AKI Kíváncsi Kémikus középiskolai tudománynépszerűsítő táborban, mint témavezetők, továbbá előadásokat tartottak az ELTE Alkímia Ma előadássorozatán és résztvevői voltak az Agykutatás Hete rendezvénysorozatnak. Előadásokat tartottak a tudomány iránt érdeklődő laikusok számára (pl. Budapest Science Meetup, Sasad Rotary Klub).

Pályaorientációs előadást tartottak a kutatói pályáról több középiskolában (Czimra Gyula Általános Iskola, Gödöllői Premontrei Gimnázium, Balatonalmádi Kétnyelvű Gimnázium). A Kölcsey Ferenc Gimnázium és a budapesti Piarista Gimnázium mintegy 30 diákjának szerveztek látogatást, amelynek keretében a diákok a kutatói pálya szépségeivel és kihívásaival ismerkedhettek meg. Továbbá az Intézet munkatársai részt vesznek a középiskolai tehetséggondozásban a Középiskolai Kémiai Lapok, az Országos Közoktatási Tanulmányi Verseny, valamint a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiai csapat felkészítésén keresztül.

Az Intézetben kidolgozott és fejlesztett tömegspektrometria alapú proteomikai módszereket klinikai mintákon teszteli. Így a csoport eredményei hozzájárulhatnak biológiai, orvosbiológiai problémák megoldásához.

Az Intézetben folyó kutatásokkal kapcsolatos módszereket és eredményeket az együttműködő egyetemek hallgatói körében laboratóriumi gyakorlatokon népszerűsítették.

Az Intézetben folyó kutatási eredményeket számos tudománynépszerűsítési módon is megosztották az Intézet munkatársai a médiában (TV interjúk, közlemények nagy internetes hírportálokon, az Élet és Tudományban és a Forbes magazinban megjelent cikkek).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

Hazai kapcsolatok

Az Organokatalízis Kutatócsoport a Servier Gyógyszerkémiai Kutatóintézet Zrt-vel új (hetero)ciklusos vegyületeket hoztak létre, amelyek az együttműködő partner gyógyszerkémiai kutatásaiba illeszkedtek és azokat kiterjesztették. Eredményeikből az együttműködő partner szabadalmat nyújtott be. A felmerült szintetikus kémiai kihívások megoldására új szerves kémiai módszereket, eljárásokat fejlesztettek ki, és ki mutatták meg azok alkalmazhatóságát alapkutatási vizsgálataik során.

Az *MS Proteomika Kutatócsoport* számos proteomikai és egyéb tömegspektrometriai témájú kutatásban is részt vesz különböző együttműködések keretein belül (MTA TTK SZKI, MTA TTK EI, MTA AK, SE, BME, ELTE). Ezek közül kiemelkedő az extracelluláris vezikulumok és fehérje-fehérje komplexek vizsgálata.

A *Funkcionális Farmakológia Kutatócsoport* a ToxiCoop Zrt. és az Immunogenes Kft. kutatóival közösen egy új transzgenikus patkányvonal létrehozásában vettek részt, mely a nagy érzékenységű GCaMP6 fluoreszcens kálcium-szenzitív fehérjét expresszálja, ezáltal ideális lehetőséget nyújt az asztrogliális és neuronális hálózatok *in vivo* vizsgálatára. Kimutatták, hogy a fluoreszcens fehérje jelen van a patkányvonal első generációjának fiatal egyedeiben.

Sikerrel zárták a Membrán transzporter panel kialakítása és *in vivo* holisztikus modellek karakterizálása gyógyszerek toxicitásának, mellékhatásainak tesztelésére címen a Solvo Biotechnológiai Zrt-vel együttműködésben elnyert GINOP-2.1.1 pályázatot. Ennek keretében szignifikáns faji különbségeket igazoltak a patkány és humán hepatociták funkciójában, mely jelentős segítséget nyújthat gyógyszerjelölt vegyületek toxikológiai tesztelésében, segítségével elkerülhetőek lehetnek a patkány toxikológiai vizsgálatok emberre vonatkoztatott téves extrapolálásából származó, sokszor csak a piacra kerülés után felszínre jutó gyógyszer-toxikológiai problémák.

A NanGenex Inc. megbízásából már piacon lévő gyógyszerek új formulációinak fejlesztésében vettek részt. Gyors „first pass" metabolizmusuk miatt orálisan nem alkalmazható készítmények szerkezeti változtatásának hatását vizsgálták humán, patkány és kutya máj mikroszómán történő metabolikus stabilitási vizsgálatokkal.

Részt vettek a Magyar Toxikológusok Társaságának 2018. évi konferenciájának szervezésében és lebonyolításában.

Az Intézet aktívan részt vesz a felsőoktatásban. Az Intézet kutatói speciálkollégiumot tartanak, tantermi és laboratóriumi gyakorlatokat vezetnek mind az ELTE-n, a BME-n, illetve a SOTE-n. Részt vesznek a Doktori Iskolák munkájában is témavezetőként és oktatóként.

Nemzetközi kapcsolatok

A *Gyógyszerkémiai Kutatócsoport* munkatársai a Bécsi Állatorvostudományi Egyetemmel, valamint a Torontói Egyetemmel számos onkogén folyamatban, illetve autoimmun betegségben érintett STAT fehérjék terápiás célú, kismolekulás gátlásának lehetőségét vizsgálják. Az Anhui Műszaki Egyetem Kémiai és Vegyészmérnöki Iskolájával egy kínai-magyar kétoldalú csereprogram keretében indítottak el együttműködést, szelektív PFKFB4 inhibitorok onkológiai területen való alkalmazásának vizsgálatára. A kanpuri Indian Institute

of Technology, Biological Sciences and Bioengineering részlegével az atipikus kemokin receptor 2 funkciójának feltérképezében és exogén ligandumjainak azonosításában működnek együtt. A São Pauloi Szövetségi Egyetemen egyik kutatócsoportjával együttműködve számos központi idegrendszert érintő kórkép potenciális célreceptoraira, a H3/H4 receptorokra ható ligandumok szerkezet-hatás összefüggéseit vizsgálják.

A *Kémiai Biológia Lendület Kutatócsoport* az ERASMUS program keretében három hónapra fogadott egy lengyel kutatót.

Az *Elméleti Kémiai Kutatócsoport* ebben az évben is kapott ipari megbízást a francia Telene SAS vállalattól. A projektben polimerizációs folyamatokban alkalmazott adalékanyagoknak a katalízis hatékonyságára gyakorolt hatását vizsgálják

A *Szupramolekuláris Kémiai Lendület Kutatócsoport* részt vesz a *Mech@SusInd* (CA18112) COST akcióban, melynek fő célkitűzése a mechanokémia alap- és alkalmazott kutatásának az előmozdítása és az Európai Unió iparába történő átültetése.

Az *MS Proteomika Kutatócsoport* az MTA és a CNR (Olasz Kutatási Tanács) közötti bilaterális egyezmény keretein belül a "NutriC@rgo: Növényi nanovezikulák molekuláris jellemzése" című mobilitási pályázat teljesítése során a Mass Spectrometry and Proteomics Laboratory at Institute of Biosciences and Bioresources Napoli of National Research Council of Italy intézmény kutatóival közösen citrusfélékből izolált extracelluláris vezikulumokat vizsgáltak. A vezikulumokat fizikokémiai módszerekkel jellemezték és fehérje összetételüket LC-MS alapú jelölésmentes kvantitatív proteomikai módszerrel hasonlították össze. Nemzetközi folyóiratban kettő közös publikációt jelentettek meg a témában.

Az MTA és az Ukrán Tudományos Akadémia közötti bilaterális egyezmény keretein belül a „Gyógyszermolekulák és bionanoszerkezetek közötti kölcsönhatás mechanizmusának vizsgálata tömegspektrometriai módszerek és számítógépes modellezés alkalmazásával” című mobilitási pályázat teljesítése során B. Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov kutatóival közösen

a cikloszerin (CSN) gyógyszermolekula és N-acetil-glükózamin (NAG) nemkovalens kölcsönhatásait vizsgálták (a cikloszerin egy tuberkulózis ellen használt antibiotikum, az N-acetil-glükózamin pedig baktériumok sejtfalának alkotóeleme). Az eredmények a gyógyszer hatásmechanizmusának megismeréséhez járulhatnak hozzá, valamint alátámasztják azt is, hogy a tömegspektrometria jól használható, robusztus módszer a gyógyszer és a lehetséges célpont vegyület kölcsönhatásának vizsgálatára. Közös kutatás eredményeit nemzetközi konferencián mutatták be.

A Neurodegeneratív Betegségek Gyógyszerkutató Csoport a DJ-1 fehérje *in vitro* aggregációs mechanizmusának tanulmányozását végzi együttműködésben a University of Cambridge Wolfson Barin Imaging Centre-vel és a Purdue University, Department of Medicinal Chemistry and Pharmacology-val. Parkinson-kór releváns oxidatív stressz sejt modelljeiben a DJ-1 aggregátumok keletkezésének lehetőségeit vizsgálják a University of Cambridge, Clinical Neurosciences-el és Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen-el. A DJ-1 fehérjéhez kötő kovalens ligandumok azonosítását kutatják a Cantabio Pharmaceuticals Inc.-al (Kalifornia, USA). A projekt célja az, hogy olyan kovalens gyógyszerjelölt vegyületeket azonosítsanak, melyek a Parkinson-kór diagnózisában használható, melyeket a Cantabio Pharmaceuticals klinikai próbákra is tovább tudja vinni a jövőben.

A *Funkcionális Szerves Anyagok Lendület Kutatócsoport* elméleti kémiai számítások (aromaticitási indexek, gerjesztett állapotbeli (anti)aromásság) területén együttműködést indítottak az uppsalai Ångström Laboratory egyik kutatócsoportjával, illetve aromás/antiaromás molekuláris kapcsolók elméleti kémiai jellemzése területén a Linköping

University-vel. Az együttműködések keretében a kutatócsoport egyik tagja 1 hónapot töltött Svédországban Campus Mundi ösztöndíjjal.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Pályázat: NKFIH Kis-, közép- és nagyvállalatok KFI tevékenységének támogatása (2018-1.1.2-KFI)
Pályázati téma: Nem-invazív retina diagnosztikai rendszer fejlesztés központi idegrendszeri kórképek kimutatására nem lineáris lézer pásztázó mikroszkópia segítségével
A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 100MFt
Projekt kezdete: 2019.01.01.
Résztvevő intézmények: Femtonics Kft. (vezető), MTA TTK (résztvevő)

Pályázat: NKFIH A jelentős nemzetközi hatású, kiemelkedő eredményeket elért kutatócsoportok támogatása (KH- 130557)
Pályázati téma: Méretkizárásos borának katalitikus alkalmazásai
A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 20 M Ft
Projekt kezdete: 2018.12.01

Pályázat: VEKOP-2.1.1-15 (VEKOP-2.1.1-15-2016-00156)
Pályázati téma: Fluoreszcens kalcium indikátor fehérjéket szövetspecifikusan, valamint indukálható promóterekkel kifejező transzgenikus patkánytörzsek előállítása in vivo gyógyszervizsgálati célokra
A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 315,3 MFt
Projekt kezdete: 2018.04.01.
Résztvevő intézmények: ToxiCoop Zrt. (vezető), MTA TTK EI, Creative Cell Kft.
Eredmények 2018-ban: Kimutatták, hogy az első létrehozandó patkányvonal (CAG-GCaMP6) első generációjának fiatal egyedeiben jelen van a transzgenikus fluoreszcens fehérje mind akut, mind oranotipikus szelet preparátumokban.

Pályázat: MTA Lendület Program (LENDULET_2018-355)
Pályázati téma: Antiaromás molekuláris félvezetők és kapcsolók – Új megközelítések a szerves alapú elektronikában.
A pályázati támogatás mértéke: Összesen: 195 M Ft
Projekt kezdete: 2018.07.01
Eredmények 2018-ban: Pentalén és bifenilén szerkezeti elemek összekapcsolásával olyan antiaromás [4n+2]π rendszereket állítottunk elő, amelyek különböző topológiái inverz szerkezet-tulajdonság összefüggéseket mutatnak a rokon szerkezetű acenopentalénekhez képest.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Boström J, Brown D G, Young R J, Keserű G M: Expanding the medicinal chemistry synthetic toolbox. NATURE REVIEWS DRUG DISCOVERY 17(10): 709-727. (2018) http://real.mtak.hu/90133/
2. Bakos M, Dobi Z, Fegyverneki D, Gyömöre Á, Fernández I, Soós T: Janus face of the steric effect in a Lewis acid catalyst with size-exclusion design: steric repulsion and steric attraction in the catalytic exo-selective Diels–Alder reaction. ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY AND ENGINEERING 6(8): 10869-10875. (2018) http://real.mtak.hu/83851

3. Knorr G, Kozma E, Schaart J M, Németh K, Török Gy, Kele P: Bioorthogonally applicable fluorogenic cyanine-tetrazines for no-wash super-resolution imaging. BIOCONJUGATE CHEMISTRY, 29(4): 1312-1318. http://real.mtak.hu/90116/

4. Langer J, Hamza A, Pápai I: RuBisCO-Inspired CO_2 Activation and Transformation by an Iridium(I) Complex. ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION 57(9): 2455-2458. (2018). http://real.mtak.hu/85758

5. Jobbágy Cs, Baranyai P, Gömöry Á, Deák A: A H-shaped heterometallic Sn_4Au_4 system with guest-tuneable multicolour and selective luminescence sensing properties. CrystEngComm 20(39): 5935-5939. (2018). https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/

6. Györffy A B, Kuna J, Török Gy, Bulyáki É, Borhegyi Gy, Gulyássy P, Kis V, Szocsics P, Micsonai A, Matkó J, Drahos L, Juhász G, Kékesi K A, Kardos J: Local apoptotic-like mechanisms underlie complement-mediated synaptic pruning. PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA 115(24): 6303-6308. (2018). http://real.mtak.hu/85380

7. Kardos J, Héja L, Simon Á, Jablonkai I, Kovács R, Jemnitz K: Copper signalling: causes and consequences. CELL COMMUNICATION AND SIGNALING 16(1): 71 (2018) https://biosignaling.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12964-018-0277-3

8. Kiss R, Csizmadia G, Solti K, Keresztes A, Zhu M, Pickhardt M, Mandelkow E, Tóth G: Structural basis of small molecule targetability of monomeric tau protein. ACS CHEMICAL NEUROSCIENCE 9(12): 2997-3006. (2018). http://real.mtak.hu/90402/

9. Kunfi A, May Z, Németh P, London G: Polydopamine supported palladium nanoparticles: Highly efficient catalysts in Suzuki cross-coupling and tandem Suzuki cross-coupling/nitroarene reductions under green reaction conditions. JOURNAL OF CATALYSIS 361: 84-93. (2018). http://real.mtak.hu/78808

AZ MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	481			Ebből kutató[2]:	348
PhD, kandidátus:	201	MTA doktora:	26	Rendes tag és levelező tag:	4
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					9
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					148

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				445
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				437
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				19
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				365
Ebből impaktfaktoros publikáció				358
Könyv, atlasz	magyarul:	1	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	8	idegen nyelven:	15

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	1520,43	Összes független hivatkozás száma (2017):	19346
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			22625

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	25	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	1	külföldi oltalmak száma[11]:	3

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			227
		poszterek száma:	236
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	52	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	71
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			88

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			117
Témavezetések száma: TDK munka:	69	Diplomamunka (BSc):	153
Diplomamunka (MSc):	171	PhD:	203

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	2 667 873,93	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 27 Teljes saját bevétel:	2 078 561,36	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		129
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	696 847,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		19
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	409 957,62	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		129
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	291 661,19	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	14 891,96	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	665 203,59	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Természettudományi Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2 667 873,93	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	2 078 561,36	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0,0	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	696 847,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	409 957,62	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	206 737,64	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	84 923,55	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	14 891,96	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	510 631,11	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	27 132,99	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	10 625,2	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	116 814,29	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA TTK központ vezetése alá tartozó csoportok

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	80			Ebből kutató[2]:	29
PhD, kandidátus:	12	MTA doktora:	2	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					5
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					9

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			39
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			39
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			33
Ebből impaktfaktoros publikáció			33
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 2	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	112,75	Összes független hivatkozás száma (2017):	132
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			172

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:		PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			15
		poszterek száma:	30
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	11	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			7

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			11
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	14

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	126			Ebből kutató[2]:	104
PhD, kandidátus:	70	MTA doktora:	8	Rendes tag és levelező tag:	2
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					37

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			168
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			166
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			9
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			133
Ebből impaktfaktoros publikáció			133
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 2	idegen nyelven:	8

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	444,27	Összes független hivatkozás száma (2017):	5288
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			6032

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 4	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 1		külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			66
		poszterek száma:	56
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	14	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	18
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			28
Témavezetések száma: TDK munka:	24	Diplomamunka (BSc):	44
Diplomamunka (MSc):	40	PhD:	52

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA TTK Enzimológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	131			Ebből kutató[2]:	107
PhD, kandidátus:	58	MTA doktora:	6	Rendes tag és levelező tag:	1
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					4
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					44

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			125
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			124
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			116
Ebből impaktfaktoros publikáció			112
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	565,08	Összes független hivatkozás száma (2017):	4710
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			5910

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 10	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	2

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			62
		poszterek száma:	64
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	12	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	28
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			71

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			23
Témavezetések száma: TDK munka:	16	Diplomamunka (BSc):	14
Diplomamunka (MSc):	40	PhD:	59

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	71	Ebből kutató[2]:	53
PhD, kandidátus:	31 MTA doktora: 5	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:			0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:			25

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				75
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				70
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				9
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				49
mindezekből recenzió, kritika	magyarul:	2	idegen nyelven:	1
Megjelent könyv/monográfia, atlasz	magyarul:	1	idegen nyelven:	1
könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	2	idegen nyelven:	3
Könyv szerkesztése[7]	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Folyóirat, vagy sorozatszerkesztés	magyarul:	5	idegen nyelven:	6

3. IDÉZETTSÉGI MUTATÓK (2017)

Összes hivatkozás száma[8]:	3580	Összes független hivatkozások száma:	3123

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	5	MTA doktora:	2

5. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Tud. előadások száma nemzetközi rendezvényen[10]:		55	hazain:	57
Nyilvános esemény megrendezése:	6	kulturális rendezvények:		7
Tanácsadói tevékenységek száma[11]:				10
Nemzetközi tudományos bizottsági tagság:	6		hazai:	22
Nemzetközi folyóirat szerkesztőségi tagság:	11		hazai:	6

6. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[12]:			35
Témavezetések száma: TDK munka:	14	Diplomamunka (BSc):	57
Diplomamunka (MSc):	54	PhD:	47

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA TTK Szerves Kémiai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	73			Ebből kutató[2]:	55
PhD, kandidátus:	30	MTA doktora:	5	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					0
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					31

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			77
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			77
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			70
Ebből impaktfaktoros publikáció			69
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 2	idegen nyelven:	3

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	325,98	Összes független hivatkozás száma (2017):	2754
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			3207

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 4	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			29
		poszterek száma:	29
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	9	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			20
Témavezetések száma: TDK munka:	11	Diplomamunka (BSc):	26
Diplomamunka (MSc):	25	PhD:	31

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2018-ban

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) két kutatóintézet összeolvadásából jött létre 2012 végén, amelyek a továbbiakban Részecske- és Magfizikai Intézet (RMI), valamint Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet (SZFI) név alatt folytatták alapkutatás által dominált tevékenységüket. Az intézetek részletes tudományos beszámolói a következő oldalakon megtalálhatóak. A Kutatóközpont alá tartozó egységek fő célja, hogy magas szintű logisztikai és kiegészítő támogatást nyújtson a tudományos kutatásra koncentráló intézetek kutatócsoportjai számára. Az így létrejött egységek közvetlenül a főigazgató, valamint helyettese irányítása alá tartoznak. Ezek a Titkárság, a Gazdasági Osztály (GO), a Műszaki vezetés, a Műhely, a Könyvtár, a Számítástechnikai Hálózati Központ (SZHK), a Wigner Adatközpont, és a 2016-ban létrehozott Technológia Transzfer Iroda, valamint a Kommunikációs Iroda. Ezek az egységek az MTA Csillebérci Kampuszán működnek. Mindez kiegészül a konvergencia régiókban létrehozott külső Telephelyekkel (Piszkéstető, Nagycenk, Miskolc, Pécs, Székesfehérvár és Zalaegerszeg). A hat Telephely bekerült a Kutatóközpont Alapító Okiratába is.

A két intézetben a tudományos kutatás és a kutatás-fejlesztési feladatok jól meghatározott tematikájú kutatócsoportokban folynak. 2018 végén összesen 37 kutatócsoport tevékenykedett. A kutatócsoportok vezetői felelősek a tudományos munka minőségéért, a nemzetközi színvonal biztosításáért, a csoport kutatásának sikerességéért. A kutatóosztályok a hasonló tematikájú kutatócsoportokat fogják össze. Eddig 8 MTA Lendület Kutatócsoport került megalapításra, amelyből 6 már befejezte működését, közülük 5 kiváló minősítés mellett véglegesítésre is került. Párhuzamosan megkezdte működését egy új kutatócsoport is, amely a Nemzeti Agykutatási Program (NAP) kiemelt támogatásában részesült. 2018 januárjában ötödször is megtörtént a kiemelt anyagi elismerésben és helyi támogatásban részesülő Wigner Kutatócsoportok kiválasztása. Összesen 7 ilyen csoport indult, így 2018 közepén a két intézet 37 kutatócsoportjából 15 rendelkezett kiemelt támogatással.

Titkárság: A kutatók és a vezetőség aktuális, napi problémáinak megoldását folyamatosan 3 kolléganő segíti, akik abban is tájékozottak és felkészültek, ha esetenként szakemberek bevonására van szükség a felmerült feladat megoldásához. Például a kutatóközpont saját jogászt ugyan nem alkalmaz, de szükség esetén, megbízásos alapon, rendelkezésre áll egy jogász kolléga, aki rendszeresen átnézi a nagyobb szerződéseiket és figyelemmel kíséri az ügyvitelt. A Titkárság folyamatosan gondoskodik a zökkenőmentes kutatási tevékenység biztosításáról, kapcsolatot tart a Gazdasági Osztállyal, valamint segíti a külső intézményekkel való együttműködést. Mindezt rendkívül magas szinten és nagyon hatékonyan teszi.

Tudományos titkár: gondoskodik a szakmai jelentések határidőre történő elkészítéséről, a tudományos beszámolók véglegesítéséről, az intézményi évkönyv létrehozásáról, a szakmai pályázatok kiírásáról és elbírálásáról, az újonnan felvett kollégák beintegrálásáról. Figyelemmel kíséri a Fiatal Kutatói pályázatokon alkalmazott kollégákat, a támogatott fiatalok előmenetelét és beszámoltatását. Kapcsolatot tart a felsőoktatási intézmények Doktori Iskoláival, gondoskodik a szükséges egyezmények megkötéséről, megújításáról. Támogatja a Kommunikációs titkárt a Lányok napja és az MTA Nyílt Napok szervezésében. Figyelemmel

kíséri a hazai és nemzetközi pályázati környezet alakulását, annak várható új elemeit, és esetenként segítséget nyújt a kollégáknak a pályázatok elkészítésében. Mindezekkel párhuzamosan az Integrált kockázatkezelési rendszer koordinálására vonatkozó integritásfelelős feladatait is ellátja. Részt vesz a kutatóközpont fő- és részfolyamatainak azonosításában, felmérésében, az ezekhez tartozó kockázatok felmérésében, kockázatelemzés elkészítésében. A Belső Kontrollrendszer kockázatkezelési elemének működtetésében való részvételével segíti a belső ellenőr munkáját. Koordinálja az Intézet vezetőinek erőfeszítéseit az Állami Számvevőszék által kidolgozott Integritás Felmérés elkészítésében, gondoskodik a szabályszerű működésről. Ennek biztosítása érdekében elkészítette az Integrált Kockázatkezelési Szabályzatot, és részt vett több szabályzat frissítésében (pl. a Wigner FK tudományos munkaköreire vonatkozó közalkalmazotti jogviszony létesítése, pályáztatás és átminősítés rendje, szervezeti integritást sértő események kezelésének eljárásrendje, panaszok és közérdekű bejelentések kezelésének rendje).

Kommunikációs Titkár és Iroda: A Wigner FK-ban kiterjedt ismeretterjesztő, utánpótlás-nevelő és rendezvényszervező tevékenység folyik. A kutatók sokat tesznek a saját kutatási eredményeik és a Wigner FK láthatóságának növelése érdekében, a szélesebb nagyközönség tájékoztatásáért, a fiatalok tudományos ismereteinek kiszélesítéséért. A Wigneres eredmények és azok alkotói sokszor szerepeltek a sajtóban és a médiában, az MTA és MTI, néhányszor az INDEX honlapjain. Ezt a tevékenységet támogatják a kommunikációs titkár és a vezetése mellett működő Kommunikációs Iroda munkatársai. Az iroda munkatársai magas szinten segítik a kutató kollégák által kitalált és benyújtott kommunikációs ötletek megvalósítását, a rendezvények, kiállítások, szimpóziumok külső helyszínen való megjelenését és annak megszervezését. Ezek az események jelentősen növelik a Wigner FK láthatóságát. A kommunikációs iroda munkatársai szervezik az intézetbe látogató csoportok programját, ideértve a novemberi Intézményi Nyílt Napot, valamint a hagyománnyá vált Lányok Napját. Az egész évi tevékenységből kiemelkedett a Sokszínű Fizika Busz aktivitása, amelynek logisztikai és módszertani támogatását az iroda adja, a kutatók pedig az előadásokról gondoskodnak. Sajnos 2018-ban megváltak a műszakilag elavult busztól, de az előadás sorozatok tovább folytatódtak, az önként vállalkozó kollégák tucatnyi helyszínen folytattak ismeretterjesztő tevékenységet, tartottak előadást legújabb kutatási eredményeikből. Mindez kiegészült a Csodák Palotájában minden hónap utolsó kedd estéjén megrendezett Wigner Café előadásokkal, amelyeket interneten is közvetítettek a szervezők. Az év során 35 hazai és nemzetközi delegáció és érdeklődő csoport járt a Wigner FK-ban, számukra is érdekes előadásokat és laborlátogatásokat szerveztek a Kommunikációs Iroda munkatársai, s mindezen tevékenységek összehangolásával magas színvonalon támogatták a kutatók tudásátadó, ismeretterjesztő tevékenységét. Folytatódott a Wigner FK WEB-szerverének tartalmi bővítése. A kutatóközpont WEB-en való megjelenítése minőségi fejlődésen ment át 2018-ban.

Innovációs Titkár és Technológia Transzfer Iroda: Az innovációs titkár feladata a K+F céllal meghirdetett hazai és nemzetközi pályázatok nyomon követése, a pályázatok benyújtásának támogatása, a K+F pályázatoknál szükséges ipari kapcsolatok megalapozása és fejlesztése, az innováció és a technológia transzfer területén módszertani, kapcsolatépítő pályázatok létrehozása, benyújtása és megvalósítása, az intézményen belüli szellemi tulajdon kezelése, az intézeti szabadalmak benyújtásának előkészítése és gondozása. A szabadalmak intézményi befogadásának elbírálását a Szellemi Tulajdonkezelési Bizottság végzi. Az Iroda jelenleg főállásban az innovációs titkárt, részállásban pedig (a futó projektek terhére) 6 kollégát foglalkoztat. Ezen felül külső segítséget nyújt egy szabadalmi jogász. 2018-ban folytatódott a szolgálati szabadalomra javasolt kutatói ötletek meghallgatása és elbírálása, jelenleg 3 ilyen szabadalmi javaslat szabadalommá nyilvánítása folyik. Párhuzamosan az ARIES H2020

projekt megvalósítása folyik, valamint a CERN HEPTECH hálózatban vesz részt az Iroda aktívan. A legjelentősebb tevékenység viszont az űrkutatáshoz, űrtechnológiák közvetítéséhez kapcsolódik. A korábban a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM), jelenleg a Külügyi és Külgazdasági Minisztérium (KKM) által felügyelt Magyar Űrkutatási Irodával együttműködve a Wigner FK-nak 2017-ben sikerült elnyernie az Európai Űrügynökség (ESA) Broker Network Point-jának (BNP) megalapítási jogát, ami 2018-ban az MTA anyagi támogatásával folytatta működését. Az ESA, az MTA és az MTA Wigner FK megállapodása eredményeként 2018. július 2-án a Csillebérci Kampuszon megnyílt a közös finanszírozású Business Incubation Center (BIC), amely a Technológia Transzfer Irodával és az ESA BNP-vel szinergiában, az innovációs titkár irányításával működik. Az Inkubátorház az MTA infrastruktúrális támogatásának köszönhetően egy teljesen felújított és felszerelt, közel 450 nm-es, modern irodai környezetben kapott lehetőséget a működésre az MTA Csillebérci Kampuszon. Az inkubációs központ nyitva áll az MTA összes intézete és kutatója előtt.

Gazdasági Osztály (GO): a GO munkatársai 2018-ra jelentős gyakorlattal rendelkeznek a munkájukat megkönnyítő számítógépes szoftverek, így a központosított, illetve a belső fejlesztésű program-rendszerek használatában. Megtörtént a korábban bevezetett Központosított Illetmény-számfejtési Rendszerről (KIR) való áttérés az újonnan bevezetett KIRA-rendszerre. A napi tapasztalatok szerint további módosítások, javítások bevezetése lenne célszerű a KIRA esetében, amelyek jelentős könnyítéseket eredményezhetnének. Addig is szükséges lenne az MTA által támogatott, a Wigner FK által is használt elszámolási rendszer, az ECOSTAT módosítására, új elemekkel történő kiegészítésére. A fő törekvés az, hogy a kutatási tevékenység pénzügyi hátterének nyomon követése, elemzése kutatócsoporti és projekt szinten, nagy pontossággal és rövid átfutási idővel megtörténhessen. A korábban bevezetett anyagrendelési és szabadság-nyilvántartó rendszer kiegészült és véglegesítődött a Wigner Ügykezelő Rendszerben (WÜR), amelyben 2018-ban további fejlesztések történtek. Minden fejlesztésnél fontos szempont volt, hogy a kialakított informatikai rendszerek képesek legyenek a kutatási feladatok nemzetközi színvonalon történő támogatására, az EU-szabályok szerinti elszámolási módszerek integrálására. 2018-ban folytatódott a Kutatóközpont általános ellenőrzése. A kijavításra szoruló eljárások, szabályok jelentős részénél megtörtént az újra-gondolás és újra-írás. 2018-ban több H2020 pályázatnál nemzetközi audit-vizsgálatok történtek. Legtöbb esetben ez sikeresen lezárult, azonban néhány nagy összegű pályázat elszámolásánál felmerültek olyan problémák, amelyek a kutatók kutatóidejének, párhuzamos terhelésének EU-kompatibilis nyilvántartásának további pontosítását eredményezték. A H2020 pályázatok elszámolásának további javítása mellett megkezdődött a HORIZON EUROPE (FP9) ciklusra való felkészülés is. A H2020 pályázatokra összességében 200-nál is több pályázatot nyújtottak be. Ezek közül végül 14 nyert, amelyek EU-színvonalon történő elszámolása folyamatos minőségjavítási elvárásokat jelent a GO irányába, amelynek a GO munkatársai igyekeznek is megfelelni.

Műszaki vezetés és a Műhely: A műszaki vezető sikeresen folytatta a Wigner FK épületeink felújítását, amelyeket az MTA-tól folyamatosan megpályázott és sikeresen elnyert pénzügyi támogatások tettek lehetővé. Elkezdtük az I. épület tetőterének részleges beépítését, ahol dolgozószobákat, egy kisebb tanácstermet és egy közösségi teret alakítanak ki, felszabadítva ezzel a földszinten néhány helységet, ahova laboratóriumokat költöztetnek. A jobb terület-kihasználás érdekében leadtak az Üzemeltető Kft-nek egy 240 m^2-es épületet (25/A), ahol zömében laboratóriumok voltak. A kisebb költségigényű felújítások elvégzése után már nagyobb költség-igényű épület-rehabilitációra lenne szükség, amire viszont egyelőre nem látszik a szükséges forrás. Nagy szükség lenne a Wigner FK által használt, nagymértékben elöregedett épületegyüttes műszaki állapotának komplex fejlesztésére. Erre vonatkozólag

folyamatos előkészületeket végeznek. A műhely által használt helységek felújításával sikerült jelentős mértékben megjavítani a kollégák munkakörülményeit. 2018-ban a Műhely már az új belső elszámolási rendszer szerint működött, ami sikeres újításnak bizonyult.

Könyvtár: A KFKI Telephelyet kiszolgáló Könyvtár szervezetileg a Wigner FK kezelésébe tartozik. 2018-ben a Könyvtár könyvállománya tovább gazdagodott. Az újabb könyvbeszerzések során előnyben részesültek az „e-book" formátumú művek, igazodva a legújabb, elektronikus alapú könyvtári szolgáltatások terjedéséhez. A Könyvtár személyi állományának továbbképzése megalapozza, hogy egy, a 21. század kihívásaihoz igazodó Könyvtár álljon a kutatók rendelkezésére az MTA Csillebérci Telephelyén.

Számítógépes Hálózati Központ (SZHK): az SZHK feladata az MTA Csillebérci Telephely összes kutató és fejlesztő intézményének számítástechnikai hálózattal és kapcsolattal való ellátása, a helyi hálózat működtetése, fejlesztése, a hálózati és adat-biztonságot növelő eljárások és eszközök bevezetése. Ez a következő feladatok napi, rutinszerű ellátását jelenti: a telephelyi optikai gerinchálózat, switchek, routerek, tűzfalak üzemeltetése; IPv4/IPv6 címosztás, VLAN allokálás, DNS szolgáltatások; levelezés szolgáltatás vírus, tartalom és spamszűréssel; wifi üzemeltetés (eduroam, Wigner, Wigner guest és Wigner IoT számára); VPN szolgáltatás; autentikációs szolgáltatások; adatbázis szolgáltatások; webes szolgáltatások, köztük website, konferencia oldalak, Indico, seafile, eduID szolgáltatások; központi telefonkönyv üzemeltetése; központi gépteremben szerverfarm hosting biztosítása kutatási projektek számára; gépterem üzemeltetését klímával, USP-el, generátorral, tűzjelzővel; folyamatos hálózati és szolgáltatás monitorozás riasztással. Az SZHK látja el a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program regionális központi feladatait is. Az SZHK ezeknek a feladatoknak csak akkor tud eleget tenni, ha a berendezéseket megfelelően magas színvonalon üzemelteti és képes folyamatosan fejleszteni a rendelkezésre álló technikát. 2018-ban folytatódtak a korszerűsítési lépések, a leginkább elavult berendezések lecserélése, magas szinten tartva a megbízhatóságot és a rendelkezésre állást. Befejeződött a központi Wi-fi rendszer modernizálása. A 14-es épületi gépteremben befejeződött a központi IT eszközök és az azt kiszolgáló infrastruktúra (pl. klíma berendezések) elektromos ellátásának leválasztása, az új szünetmentes tápegységek és az elektromos generátor beszerzése, telepítése és üzembe helyezése.

Wigner Adatközpont: A hatodik éve üzemelő Wigner Adatközpontban tovább folyt a CERN@WIGNER projekt végrehajtása. A CERN által elfoglalt 300 rack-szekrénnyi területen jelenleg 2,5 MW IT-teljesítményt kötnek le az ott elhelyezett számítógépek. 2018 nyarán további egy évvel meghosszabbításra került a CERN-el kötött szolgáltatási szerződés, s ez egyértelműen bizonyítja az Adatközpont működésének magas színvonalát. A CERN projekttel párhuzamosan rutinszerűen működött a Wigner Felhő, valamint a második évébe lépett a két helyszínen, az MTA SZTAKI-val közösen üzemeltetett Akadémiai Felhő. A Wigner FK-ban található Wigner Felhő és Akadémiai Felhő együttesen 2000 magból és 1 PB adattárolóból áll, így együttesen jelentős számítási potenciált képviselnek. 2018-ban sikerült befejezni egy új, GPU-alapú egység beintegrálását és biztosítani az optimális kihasználtságát a Felhő-szolgáltatás keretében. Jelenleg a 2.6-os felhőszolgáltatási szint elérésén dolgoznak a műszaki kollégák, amely szinte teljesen automatizálja a forrás-allokálást és a számlázást. A Wigner FK és az MTA hálózat kutatói a Felhő-szolgáltatást 2018-ban is folyamatosan, leállás nélkül használhatták. Az Adatközpont szolgáltatási központként és egyúttal tudásbázisként is működik. 2018-ben is itt került megrendezésre a GPU Nap, a Big Data Day, és több szakmai fórum is. Az Adatközpont nyitott, ezért rendszeresen látogatják iskolás és egyetemi csoportok, valamint a nyílt napokon az érdeklődők. 2018 szeptemberében ismét sikeresen megrendezésre

került a CERN-OPENDAYS nevű 2 napos nyílt hétvége, amely során közel 300 látogató tekintette meg az Adatközpontot.

Külső Telephelyek: A Kutatóközpont Alapító Okiratában jelenleg 6 külső Telephely került megnevezésre. Piszkéstetőn és Nagycenken az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont épületében, Miskolcon és Pécsett a helyi egyetem épületében, Székesfehérváron és Zalaegerszegen a helyi ipari parkban található bérleményben kerültek kialakításra a Telephelyek. A Telephelyek egyrészt a meglévő K+F együttműködéseket voltak hivatott támogatni, másrészt lehetőséget biztosítottak arra, hogy a Wigner FK akadémiai, oktatási és ipari partnereivel konzorciumot alakítva pályázatot nyújthassanak be az NKFIH kutatás-fejlesztést támogató pályázataira. Egy ilyen pályázat volt eddig sikeres, nevezetesen a GINOP 2-3-3-15-2016-00016 szerződés számú „Mágneses nulltér laboratórium létrehozása" projekt, amelyben Nagycenken, az MTA CSFK-val közösen egy speciális 0-mágneses terű laboratóriumot építenek űrtechnikai, geofizikai és orvos-biológiai kutatásokra. A projekt végrehajtása jól halad, 2018-ban sikerült lebonyolítani a közbeszerzési eljárásokat és megkezdődhetett az építkezés. Egy másik sikeres projekt a Miskolci Egyetemmel jött létre, ahol a helyi, demonstrációs és oktatási célokat szolgáló minihengerműre támaszkodva egy CERN-ME-Wigner együttműködés kezdődött. A cél speciális szupravezető anyagok előállítása és tesztelése. Ezek az anyagok a CERN gyorsítóinak továbbfejlesztéséhez szükséges új dipólmágnesek létrehozásában játszanak fontos szerepet. Az együttműködés gyakorlati beindítása 2019-ben várható.

II. Közvetlenül a kutatóközpont vezetése alá tartozó kutatócsoportok kutatási eredményei, ezek jelentősebb publikációi

Kutatóközponti szintű kutatási projektek és az azokhoz tartozó nyitott infrastruktúrák: A kutatóközpontban a kutatócsoportok alapvetően az intézetek alá tartoznak, méghozzá önállóan kialakított kutatási programmal, amelyért a kutatócsoport vezetői a felelősek. Azonban vannak olyan kutatási feladatok, amelyek túlmutatnak az egyes kutatócsoportok lehetőségein, kompetenciáján, és (esetenként az MTA Wigner FK különböző intézeteiben, vagy külső intézetekben található) kutatócsoportok együttműködését igénylik. Ezek a nagy volumenű kutatási projektek már kutatóközponti szintű koordinációval, a kutatóközpont vezetésének figyelme és támogatása mellett kerülnek megvalósításra, természetesen a résztvevő kutatócsoportok saját kutatási tervének figyelembe vételével. Ide tartozik az *ELI Laboratórium* (ELI: Extrem Light Infrastructure, Szeged), a *Budapest Neutron Központ* (BNC: Budapest Neutron Center), a *Magyar EURATOM Fúziós Szövetség* (MEFSZ), a *Magyar Ionnyalábfizikai Platform* (HIPP: Hungarian Ion-beam Physics Platform), a *Magyar Mössbauer-laboratóriumok Hálózata* és a *GPU Laboratórium.* Ezen egységekre jellemző a külső partnerek irányába való nyitottság és átláthatóság, ami összekapcsolódik a rendelkezésükre álló infrastruktúra, kutatási berendezések kívülről való elérhetőségével (Open Laboratories).

ELI Laboratórium: a lézerfizikai kutatásokra és alkalmazásokra szakosodott kutatási egység szorosan kapcsolódik a 2018-ban már üzemelő szegedi Extreme Light Infrastructure (ELI-ALPS) központ nagyteljesítményű lézerberendezéseihez, az ott végezhető kutatómunka összehangolásához. Folyamatosan zajlik az „ELI Wigner User Group"-ok tevékenységének kialakítása, amely igazodik a helyi kutatói és kutatási potenciálhoz. A Wigner FK szakértő munkatársai folyamatosan, részmunkaidőben vesznek részt az ELI-ALPS elindításában. Folytatódott a Helios-I program, tovább erősödött az atto-szekundumos lézerimpulzusok alkalmazását végző ELI Wigner User Group kutatási tevékenysége. Intenzívebbé vált a belső együttműködés a molekuláris folyamatok extrém rövid lézerimpulzusokkal történő

vizsgálatában is (ezt a kutatást az ERC is támogatja). A témakört erősíti az „Ultragyors kísérletek jobb funkcionális molekulákért, nanoáramkörökért és atomnyalábokért” c. NKP NKFIH pályázat elnyerése, amelyet a két intézet munkatársai közösen valósítanak meg, olyan berendezéseket installálva az ELI-ALPS-ba, amelyeken nagy időfelbontású anyagtudományi vizsgálatokat lehet végezni. Rutinszerűvé váltak az ultrahomogén rubídium-plazma létrehozását célzó kísérletek, felszerelésre kerültek azok a diagnosztikai elemek, amelyekkel sikeresen vizsgálható a lézeres gerjesztés hatékonysága. Az elvégzett kutatás fontosságát jelzi, hogy az európai lézeres részecskegyorsító kísérleteket összefogó AWAKE együttműködés társult tagként („Associate member”) tekint a Wigner FK-ra.

Budapest Neutron Központ (BNC, http://www.bnc.hu/): Ez a legnagyobb hazai, nemzetközileg is nyitott, szolgáltatói kutatási infrastruktúra. A 10 MW teljesítményű Budapesti Kutatóreaktor az EU által támogatott 8 európai neutronforrás központ-hálózat tagja. A BNC az MTA EK és az MTA Wigner FK konzorciuma. Az MTA EK hét, míg az MTA Wigner FK nyolc kísérleti állomást üzemeltet a reaktor mellett. A BNC egyrészt a hazai neutronkutatási közösséget szolgálja ki, másrészt a nemzetközi felhasználók rendelkezésére is áll. Évente mintegy 150 kísérletet végeznek el – igen széles multidiszciplináris körben, szilárdtestfizikai problémáktól anyagtudományi feladatokon át biológiai kutatásokig. A neutronnyaláb felhasználás a nemzetközi szelekciós panel véleményezése alapján történik. A BNC nemcsak a hazai neutronkutató közösség fő bázisa, hanem a nemzetközi csúcsberendezésekhez való hozzáférés kiinduló pontja is. 2018-ban folytatódott az Európai Spallációs Forrás (ESS: European Spallation Source) berendezés megépítése, s ezzel együtt a magyar in-kind beszállítások is (évente összesen 300 MFt értékben). A beszállítások pontos teljesítéséhez szükséges volt az ERIC státusz megerősítésére, így az ÁFA mentesség és a speciális közbeszerzési eljárás biztosítására – a Magyar ESS Bizottságnak időközben sikerült megoldania a feladatokat.

Magyar EURATOM Fúziós Szövetség (MEFSZ, http://www.magfuzio.hu/): A Fúziós Szövetség célja az európai nukleáris kutatási szervezet (EURATOM) társult tagjaként a szabályozott magfúziós kutatásokban való részvétel. A 2000-ben több magyarországi kutatóintézet illetve egyetem részvételével megalakult szövetség irányítója és legjelentősebb résztvevője a Wigner FK: erőforrásainak, költségvetésének és tudományos eredményeinek mintegy 85 százalékát a kutatóközpont adja. 2018-ban folytatódott a F4E (Fusion for Energy) H2020 projekt, amely jelentős mértékben biztosítani tudja a fúziós kutatások hazai anyagi hátterét. Sikeresen folytatódott a németországi Greifswaldban található Wendelstein 7-X (W7-X) reaktor tudományos programja. Ez a világ legnagyobb sztellarátor típusú fúziós kísérleti berendezése. Az Európai Uniós fúziós kutatási program egyik alappillérének számító berendezésnél a plazmaállapot előállításánál és megfigyelésénél a Wigner FK RMI Plazmafizika Osztályának munkatársai kulcsszerepet játszanak: a magyar csoport egy saját fejlesztésű, 10 kamerás intelligens video megfigyelőrendszerrel járult hozzá a plazmaállapot tanulmányozásához. Ennyi kamerával már nagyon jól meg lehet figyelni a létrejött plazmát és az egész berendezés belsejét, egyúttal monitorozhatók egyéb kulcsfontosságú komponensek is.

Magyar Ionnyaláb-fizikai Platform (HIPP, http://hipp.atomki.hu/index.html): Az ionnyaláb-fizikai kutatásokkal foglalkozó platform a Wigner FK és az Atomki saját gyorsítóit, ionnyaláb-fizikai laboratóriumait és néhány további, ezekhez kapcsolódó eszközét foglalja közös keretbe. 2018-ban további fejlesztésekre került sor az EG-2R gyorsítónál, amelyek hozzájárultak az IPERION H2020 projekt sikeres folytatásához. Debrecenben időközben beüzemelésre került a HIPP Platform új gyorsítója, amelynél kialakításra került egy olyan kísérleti elrendezés („Wigner-nyaláb”), ahol a Wigner FK kutatói ionimplantációs és más magfizikai kísérleteket végezhetnek majd el. Az Atomki által vezetett magyar E-RIHS konzorcium tagjaként

folytatódott a kulturális örökségek vizsgálatát segítő osztott infrastruktúra és a megfelelő Wigneres részvétel kialakítása.

Magyar Mössbauer-laboratóriumok Hálózata: A Hálózat kutatói az anyagtudomány és a szilárdtestfizika aktuális problémáival foglalkoznak, különös tekintettel a rétegszerkezetekben alkalmazható újszerű diffúziós vizsgálatokkal, valamint a közelhatások vizsgálatával szupravezető/ferromágnes, ferromágnes/ferromágnes és antiferromágnes/ferromágnes heterostruktúrákban. Ezeken a területeken, a rendelkezésre álló infrastruktúrára támaszkodva, a kutatóközpont munkatársai országos szinten vezető szerepet töltenek be.

GPU Laboratórium (http://gpu.wigner.mta.hu/): A Wigner FK több kutatócsoportja is alkalmazza, vagy alkalmazni kívánja a nagysebességű grafikus kártyákat (GPU). Ide tartoznak az elméleti és kísérleti részecske- és szilárdtestfizika, a gravitációkutatás és a komplex-rendszerek viselkedésének szimulációs kutatásainak különböző területei, valamint a nagy tömegű adatok analízisével foglalkozó csoportok. A GPU Laboratórium szoftver-támogatást nyújt ezeknek a csoportoknak, egyúttal hardware-oldalról összefogja és integrálja a kutatók fejlesztési elképzeléseit. A grafikus (GPU) és Intel Xeon Phi kártyákat tartalmazó fejlesztő cluster üzemeltetése mellett nagy hangsúlyt helyeztek a jövő kutató-nemzedékének továbbképzésére: az ELTE-n tartott Grafikus processzorok tudományos célú alkalmazása kurzus mellett immár 8. alkalommal rendezték meg a GPU-Day 2018 – Future of Many-core Computing in Science nemzetközi konferenciát, valamint a 4. Lectures on Modern Scientific Computing kurzust is, mindkettőt angol nyelven tartva. Az eseményeken mintegy 60-80 fő vett részt, külföldiek is.

A HORIZON2020 pályázatokon való sikeres szereplés céljából olyan kutatási platformokat szerveztek, amelyek igazodnak a HORIZON2020 által támogatott kutatási irányokhoz, egyúttal tükrözik a magyar oldalról kiemelt „Smart Specialization" témákat. Jelenleg 4 ilyen platform működik: Fizika és Élettudomány („Physics & Life Science), Nanotechnológiai Alkalmazások („Nanotechnology applications"), Környezetvédelem („Environment") és az Informatikai Alkalmazások a Tudományos Kutatásban („IT-applications in Scientific Research"). 2018-ban tovább folytatódtak a platformok tematikája mentén történő konzorcium-szervezések és pályázások. 2018 végéig a Wigner FK kutatói 200 HORIZON2020 pályázatot nyújtottak be, amelyekből eddig 14 projektet támogatott az EU.

Az MTA Kiválósági Programja keretében 3 évig támogatott „EXMET: Extrém anyagok, energiák és technológiák" projekt ugyan 2017-ben lezárult, de pont a sikeressége miatt nem fejeződött be, hanem tovább folytatódott. Tárgyalások kezdődtek a lézeres plazmagyorsító program beemeléséről az ELI-ALPS tudományos programjába, megkezdődtek a közös mérések a CERN-ben az AWAKE projekt keretében, továbbá a Pekingi Egyetemen folytatott, hasonló tematikájú program vezetőjével és résztvevőivel is sikeres kapcsolatfelvétel történt. Párhuzamosan az EUPRAXIA programban is sikeres együttműködés bontakozott ki, melynek keretében elméleti szimulációs számításokat végeztek.

A Wigner FK-ban található kutatóberendezések és mérőműszerek esetében nagy előrelépés volt, hogy 2014 végén a NEKIFUT Regiszter létrehozásakor 8 berendezés Stratégiai Kutatási Infrastruktúra (SKI) státuszt, 13 pedig a Regionális Kutatási Infrastruktúra (RKI) besorolást kapott. 2018-ban folytatták az ily módon kiemelt helyi infrastruktúrák tevékenységének, műszerezettségének modernizálását. A fő cél, hogy jól működő Nyitott Laboratóriumokká váljanak mind az SKI, mind az RKI státuszú berendezések, és hatékonyan illeszkedjenek bele a magyar infrastruktúra hálózatba.

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont rövid éves beszámolója bemutatja annak a megközelítésnek a sikerességét, amely során leválasztásra kerültek a kutatási feladatokról a metodikai és logisztikai támogatást nyújtó tevékenységek, hogy azokat szakemberekkel, magas szakmai színvonalon, nagy hatékonysággal, kutatóközponti szinten végeztessék el. Ennek a szétválasztásnak a sikeres alkalmazása támogatja, egyúttal érvényessé teszi a kutatóközponti átszervezés gondolatát, egyúttal követhető gyakorlati példával is szolgál.

Mindez a tevékenység biztos alapokat nyújthat ahhoz, hogy a 2018 végén elkezdődő, az újonnan alakult Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) és az MTA megállapodása alapján elvégzendő átvilágítás megtörténjen, s abból az MTA Wigner FK és intézetei elismeréssel kerüljenek ki. Ez a beszámoló is igyekezett bemutatni azokat a tevékenységeket, amelyek az alapkutatás mellett kapcsolódási pontokat jelentenek a fejlesztési és innovációs tevékenységek irányába. Természetesen ezek sikeressége jelentős mértékben függ a rájuk fordított időtől, humán erőforrástól, anyagi befektetésektől. Az MTA Wigner FK egy dominánsan alapkutató tevékenységet folytató intézmény, azonban ez nem zárja ki, hogy partneri viszonyba kerüljenek azokkal a cégekkel és intézményekkel, akik az innovációs oldalról tekintenek a tudományos eredményekre. Amennyiben ez lesz a 2019-es év kihívása, akkor önbizalommal tekintenek a közeljövő felé.

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
RÉSZECSKE- ÉS MAGFIZIKAI INTÉZET
1121 Budapest Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2512; fax: (1) 392 2598
e-mail: titkarsag@wigner.mta.hu; honlap: http://wigner.mta.hu

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet alapító okiratában rögzített feladatainak, valamint az MTA közfeladatainak ellátásából ráháruló teendőknek megfelelve eredményes kísérleti és elméleti felfedező kutatást végzett a részecskefizika, a magfizika, az általános relativitáselmélet és gravitáció, a fúziós plazmafizika, az űrfizika, a nukleáris anyagtudomány, az adattudomány és a fizika biológiai, orvosi alkalmazásai területén. Fejlesztési tevékenységének területei: fúziós plazmadiagnosztika, detektor technológia, űrtechnika, nagy sebességű adatfeldolgozás, speciális igényeket kiszolgáló elektronikai, mechanikai és információ-technológiai eszközök előállítása, eltérő operációs rendszerek alatt futó szoftverek létrehozása, lézerfizika, nukleáris analitika és spektroszkópia.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport

Megmutatták, hogy az ún. Einstein-konformisan csatolt Standard Modellben a szokásos Big Bang szingularitás mellett lehet egy ún. Small Bang szingularitás (amelyben csak a téridő geometria szinguláris, viszont az összes anyagmező korlátos marad). Az így kapott nyugalmi tömegek időfüggőek lesznek, de a genezisüket követően az időfüggésük nagyon gyorsan elhanyagolhatóvá válik. Az irodalomban először egyszerűen kezelhető képleteket dolgoztak ki a fermionikus gaussi állapotok összefonódási negativitására. Ezen képletek segítségével soktest-rendszerekben numerikusan meghatározták az összefonódási negativitás hőmérsékletfüggését, mely egyezett a térelméletből számolt korábbi eredményeikkel.

Gravitációfizikai Kutatócsoport

A csoport tagjai nagy tömegű kettőscsillagok és az általuk kisugárzott gravitációs hullámok pontos leírásával járultak hozzá a CBC (Compact Binary Coalescence) csoport munkájához. Új módszert vezettek be excentrikus pályán mozgó kettős rendszerek vizsgálatára, leegyszerűsítve ezzel a gravitációs hullámkeresést és a paraméterbecslést, anélkül, hogy a jelek detektálhatósága csökkent volna. Kis tömegű rendszerek esetén és nagy excentricitások figyelembe vételével az új megközelítés jóval gyorsabb, az analízis sebessége több százszorosra, akár több ezerszeresre is felgyorsul. Megvizsgálták továbbá az univerzum gyorsulásának hatását a távoli források gravitációshullám-jeleire és megadták, hogy a kozmológiai állandó hatására hogyan módosul a megfigyelhető hullámjel fázisa és amplitúdója. A Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratóriumban hosszútávú szeizmikus, infrahang és elektromágneses méréseket folytattak. 2018-ben a csoport tagjai a felszín alá telepítendő detektorok helyszínének jellemzésére használható alapvető mennyiségek meghatározásával és vizsgálatával foglalkoztak. Az eddigi mérési adatok elemzésével megadták a szeizmikus zaj havi és éves változását, amely vizsgálatok a következő generációs detektorok, mint pl. az Einstein Teleszkóp, számára fontosak. A kanonikus gravitációelmélet keretein belül

megvizsgálták a Maxwell-elmélet kényszeregyenleteinek fejlődését, amiknek egy teljesen új alakját adták meg. Ezek az általános relativitáselméleti eredményekkel összhangban függetlenek a külső tér dimenziójától és szignatúrájától. További fontos eredményként megadták a Kerr fekete lyukaknak egy új geometriai jellemzését.

MTA Lendület Holografikus Kvantumtérelmélet Kutatócsoport

A kvantumtérelméletek a részecskefizikától a szilárdtestfizikáig számos területen fontos szerepet játszanak. Az alkalmazások nagy részében a vizsgált rendszereknek véges kiterjedése van: a szóráskísérletek gyorsítókban/detektorokban játszódnak le, a szilárdtestfizikai kísérletek pedig a laborokban. A végesméret-effektusok megértése tehát elkerülhetetlen és a végső cél a kvantumtérelméletek teljes megoldása bármilyen kicsi térfogat esetére is. A csoport egy új szisztematikus módszert fejlesztett ki, mely az impulzustérbeli kétpont-függvényből származtatta mind a véges-térfogati energiaspektrumot, mind pedig a véges-térfogati form faktorokat. A kétpontfüggvény nagy térfogatú kifejtésével sikerült a mozgó egyrészecske állapot energiájának és a legegyszerűbb form faktornak a vezető exponenciális korrekcióját meghatározni. A form faktor korrekciója a végtelen térfogatú 3-részecske form faktort és az impulzus kvantálás Lüscher korrekcióját tartalmazta. A kapott eredményeket mind Lagrange-i, mind pedig Hamiltoni perturbációszámításban ellenőrizték és teljes egyezést találtak.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport

A nem-extenzív statisztikus megközelítésben kutatásokat folytattak a Schwarzschild fekete lyukak termodinamikai leírásáról. Nagyenergiás nehézion ütközésekben mérhető, az erős és mágneses terek okozta nukleáris effektusokat vizsgáltak. A funkcionális renormalizációs csoport módszerrel megvizsgálták kompakt csillagok megfigyelhető makroszkopikus tulajdonságainak (tömeg, sugár, kompaktság) változását a szupersűrű hideg telített maganyag állapotegyenletének mikroszkopikus paraméterei függvényében. Tevékenyen részt vettek a GSI/FAIR CBM nemzetközi nagyberendezésekhez kapcsolódó elméleti és kísérleti kutatásokban. Vezették a Mátra Gravitációs és Geofizikai Laboratóriumot (Gyöngyösoroszi), amely a tervezett új generációs gravitációshullám-detektor, az Einstein Teleszkóp (ET) egy előtanulmánya. Elemezték a 2016-2018 között gyűjtött adatokat.

Femtoszkópiai Kutatócsoport

A RHIC PHENIX kísérlet mérnöki pontossággal előállította a közel tökéletes kvarkfolyadék, az erősen kölcsönható kvark-gluon plazma (sQGP) kis cseppecskéit a femtométeres skálán. A proton-arany (p+Au), a deuteron-arany (d+Au) és a hélium-arany (3He+Au) ütközések elliptikus illetve háromszög alakú folyási képét elemezve $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV–es ütközési energián azt tapasztalták, hogy a méréseket legpontosabban a kicsi, kör, ellipszis illetve háromszög kezdeti geometriájú sQGP cseppek hidrodinamikai tágulásával lehet értelmezni. Magyar kutatók vezetésével a PHENIX kísérlet Lévy alakú forráseloszlásokat figyelt meg az arany-arany (Au+Au) nehézion ütközésekben ugyanezen az energiákon. Ezek az eredmények nem állnak ellentmondásban az erős kölcsönhatás egyik fontos szimmetriájának, az UA(1) szimmetriának a helyreállásával, mely szerint a vákuumban kiugróan nehéznek talált elemi részecske, az η' mezon a magas hőmérsékletű, folyékony közegben jóval könnyebbé, a hasonló kvarkösszetételű részecskékhez hasonló tömegűvé válik.

Wigner GPU Laboratórium

Sikeresen továbbfejlesztették a rendelkezésre álló számítógépes (GPU) egységet. Kutatták a gravitációs hullámok keresésének GPU-gyorsított, párhuzamosított eljárásait. A CERN-el együttműködve kifejlesztettek egy gráf-vizualizációs eljárást, amellyel kapcsolati összefonódásokat és az emberi agy viselkedését modellezik. Vizsgálták a cisztás fibrózis

betegséget okozó CFTR fehérje mutánsainak kialakulását molekuladinamikai modellek segítségével. GPU-alapú N-test szimulációval vizsgálták az Univerzum kozmológiai nagyskálás szerkezetét. Kifejlesztettek egy GPU-gyorsított képelemző szoftvert a CERN LHC ALICE kísérlet Időprojekciós kamrájának (TPC) fejlesztésére, GEM-fóliák minőség-ellenőrzésére. Gravitációsan kötött szoros csillagászati hármas rendszerek keresésére fejlesztettek párhuzamosított GPU kódot.

Magyar ALICE Csoport

Folytatták a CERN Nagy Hadronütköztető (LHC) ALICE együttműködés programjában való részvételt, így ők koordinálták, illetve sikeresen befejezték az átépítés alatt álló időprojekciós kamra (TPC) GEM-lemezeinek minőségellenőrzését. Befejezték a CRU kártyák firmware programjának fejlesztését és tesztelését az O2 DAQ projektben, megindult a kártyák gyártása. Részt vettek a HMPID, IF, és ITS aldetektorok felügyeletében (shift). Folytatták a mért kísérleti adatok elemzését. Korrelációs vizsgálatokat folytattak kis rendszerekben (proton-proton), valamint meghatározták 13 TeV tömegközépponti energián az azonosított hadronspektrumokat.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport

Megmérték az azonosított hadronok rövidtávú kétrészecske-korrelációs függvényét pp, p-Pb és periférikus Pb-Pb ütközésekben, LHC energián. A részecskéket kibocsátó forrásra kapott sugarak az 1-5 fm tartományba esnek, és a nagyon magas részecskeszámú p-Pb, valamint Pb-Pb ütközésekben érik el a legnagyobb értékeiket. A sugaraknak a részecskeszámtól és a részecskepárok transzverzális impulzustól való függése egy, az ütközésekben elért egységes kritikus hadronsűrűségre utalhat. Megmérték a kétrészecske-korrelációkat $\sqrt{s_{NN}}$= 5.02 TeV energiájú pp és Pb-Pb ütközésekben. Azt találták, hogy alacsony transzverzális impulzusoknál az azonos oldali jetcsúcs a legcentrálisabb eseményekben centralitástól függő módon kiszélesedik. Ez a szélesedés hasonló ahhoz, amelyet korábban a $\sqrt{s_{NN}}$ = 2.76 TeV energiájú Pb-Pb ütközésekben tapasztaltunk. A nagyenergiás ütközésekben keletkező összes elsődleges töltött részecske rekonstrukciójára az adatanalízis-technikák egy újszerű kombinációját alkalmazták. Bemutatták a módszer teljesítményét egyszeres és többszörös pp ütközésekben, valamint nehézion-ütközésekben. Jóslatokat adtak a könnyű és nehéz kvarkok keltette nagyimpulzusú jetek szerkezetére a részecskeszám függvényében. Megmutatták, hogy nagy részecskeszámú eseményekben vákuum-QCD hatások (pl. a sokparton-kölcsönhatások) módosíthatják a jetek szerkezetét, illetve a kétrészecske-korrelációs képeket. Bevezettek továbbá egy részecskeszámtól független definíciót a jet karakterisztikus méretére.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport

A kutatócsoport Lendület-támogatása ebben az évben már beépült az intézeti költségvetésbe. Két jelentősebb H2020 projektet zártak le: ezek a neutron-detektor fejlesztés a BrightnESS keretében, illetve AIDA2020 projektben a „Leopárd" nevű rendszer. Mindkettőhöz elkészítették a kutatási beszámoló dokumentumot (Deliverable). A neutrondetektor fejlesztés kapcsán sikerült demonstrálniuk, hogy a részvételükkel készült Multi-Blade rendszer neutron-szórási háttere az ESS elvárásainak megfelelően alacsony. Lezárult az ALICE TPC újjáépítéséhez kapcsolódó, a Wigner FK-ban zajló minőség-ellenőrzési munka, ami a továbbiakban a CERN-ben történő építéssel folytatódik. A csoport által kidolgozott és szabadalommal védett Müongrafikus Megfigyelő Rendszer magyar-japán együttműködésben 4 négyzetméteresre bővült a Szakuradzsima vulkánnál japán déli szigetén, amely jelenleg a világ legnagyobbja. Ennek legyártása során jelentős bevétel (több mint 26 MFt) származott. A

rendszert az NEC cég licenszelte, ennek erre az évre eső összege 2 MFt volt a Wigner-TokyoUniversity-NEC háromoldalú szerződés keretében.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport

Előkészítették a 2017 előtti adatokkal végzett, „boost"-olt top kvarkok bomlásán alapuló szuper-szimmetria analízist publikációra, valamint elkezdték feldolgozni az új pixel detektorral az elmúlt két évben felvett adatokat a további analízishez. Felállítottak egy tesztberendezést a CMS Phase 2 Inner Tracker detektor adatgyűjtő rendszerének kifejlesztésére, és elkezdték a firmware írását az új szenzorok kiolvasásához. A csoport által tervezett és épített SPS Diffuser beüzemelése megtörtént és az elvárt módon csökkentette a nyalábveszteségeket a kicsatolás során. Kidolgoztak egy nagyterű szupravezető szeptum mágnes koncepció tervét az FCC-hez. A T2_HU_Budapest grid állomás, amelyet a teljes CMS kollaboráció és a csoport is erőteljesen használ az ütközéses adatok feldolgozására, stabilan üzemelt 2018 folyamán is. A diszk-kapacitást 1 PB-ra emelték.

Anyagtudomány kísérleti magfizikai módszerekkel

MTA Lendület Femtoszekundumos spektroszkópia és Röntgenspektroszkópia Kutatócsoport

A fénnyel aktiválható átmenetifém-tartalmú funkcionális molekulák a hatékony molekuláris kapcsolók és fényhasznosító rendszerek kifejlesztésének fontos jelöltjei. CN-ligandumokkal oldószer-kölcsönhatásra érzékenyített heteroleptikus vaskomplexek fénnyel kiváltott dinamikáját tanulmányozták femtoszekundumos időfeloldású optikai és röntgenszondákkal a stanfordi LCLS (*Linac Coherent Light Source*) és az European XFEL szabadelektron-röntgenlézereknél. Az eredményekből kitűnik, hogy az oldószerek különböző Lewis-aciditása kihasználható a dinamika és a relaxációs útvonalak drámai megváltoztatására, ami fontos lépés a funkcionális molekulák fotofizikájának tudatos tervezése felé. Kvantumdinamikai számításokat végeztek Fe-karbén komplexeken, amelyek az új, vasalapú fotoszenzibilizátorok közé tartoznak. Megmutatták, hogy az általánosan használt, elektronszerkezet-számításokból közvetlenül készített spin-vibronikus modell elfajult gerjesztett állapotok esetén hibás dinamikához vezethet a csatolt relaxációs csatornák közötti hamis interferencia révén. A hiba kiküszöbölésére javasolták az átmeneti dipólusmomentumok komplex reprezentációjának alkalmazását a gerjesztés leírásában és megmutatták, hogy ez helyes, a kísérletekkel egyező eredményt ad.

Funkcionális Nanostruktúrák Kutatócsoport

A mag/héj típusú (core/shell) nanorészecskéket intenzíven kutatják szerte a világban, mivel alkalmazásukkal újabb, hatékonyabb gyógyszerek készíthetők, illetve katalitikus folyamatok fejleszthetők. Ezen anyagok szerkezetének kialakulására hatással lévő előállítási feltételeket tanulmányozta a kutatócsoport. A fázistiszta minták előállítása vizsgálata során azt találták, hogy az előállításkor használt atmoszféra mellett a minták azonnali mosása is kulcsfontosságú tényező. Megfigyelték továbbá, hogy az előzőekben talált korreláció a mag/héj aránya és a karbonsavak között, a karbonsavak eltérő savasságával magyarázható. A Vas-germánium ultravékony fémrétegek fontos szerepet játszhatnak a jövő spintronikai és nanoelektronikai alkalmazásaiban. Ahhoz, hogy ezeket az anyagokat az iparban használni lehessen, elengedhetetlen a hőmérsékleti stabilitás, ezért kiemelten fontos a hőmérséklet indukált diffúziós folyamatok megértése. Molekulanyaláb-epitaxia módszerrel növesztett $[^{57}Fe_5Ge_3(36\ Å)/^{n}Fe_5Ge_3(62\ Å)]_{10}$ izotóp-periódikus többréteg szerkezetben a vas öndiffúzióját vizsgálták. Neutron reflektometria alkalmazásával – mely képes atomi méretű diffúziós hosszak mérésére – meghatározták a diffúziós preexponenciális tényezőt és aktivációs energiát, ami rendre $D_0 = (8.22 \pm 3.8) \times 10^{-18}$ m^{2}s^{-1} és $E_a = (0.28 \pm 0.02)$ eV-ra adódott.

Ionnyaláb-fizikai Kutatócsoport

A nagy energiájú részecskékkel bombázott szigetelőanyag-minták a bombázás során gyakran fényt bocsátanak ki és szikráznak. A felhalmozódó pozitív töltések megváltoztatják a detektált ionok energiáját is. Annak ellenére, hogy vékony fedőrétegeket, a minták becsomagolását vagy maszkolását, viszonylag alacsony áramokat vagy elektronforrásokat alkalmazva kiküszöbölhető a töltés felhalmozódása, a minták néha feltöltődhetnek. A feltöltődés hatásának figyelembe vételére egy egyszerű modellt valósítottak meg a DEPTH kódban, amely most helyesen képes értelmezni ezeket a spektrumokat is. Ismeretlen természetű régészeti tárgyakat, nevezetesen feketés szürke gyöngyöket tanulmányoztak. A leletek olyan temetési célú helyről származtak, amelyet elhamvasztott maradványok elhelyezésére használtak úgy 3000 évvel Krisztus előtt a portugáliai Perdigões központjában. A vizsgálatokra a 654028-as számú IPERION CH EU együttműködési projekt keretében roncsolásmentes mérési módszereket - levegőre kihozott proton milli-nyalábbal keltett röntgensugárzás spektroszkópiát (PIXE) és prompt-gamma aktivációs analízist – alkalmaztak. A felület érzékeny PIXE és a tömbi jellegű PGAA módszerrel kapott, egymást kiegészítő elemösszetétel adatok arra utalnak, hogy a gyöngyök készítői alapanyagul kagylókat használtak.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport

A CERN-ben az AWAKE kísérletben 2018-ban sikeresen gyorsítottak elektronokat. Ez egy fontos mérföldkő azokban a kutatásokban, amelyek alternatív módszereket keresnek részecskék nagy energiájú tartományba való gyorsítására. Az AWAKE kísérlet fő célkitűzése, hogy bemutassa, lehetséges elektronok (pozitronok) gyorsítása TeV tartományba egyetlen gyorsító fokozatban, a Nagy Hadron Ütköztetőben (LHC) előállított proton csomagok segítségével. A gyorsítási mechanizmus működéséhez elengedhetetlenül szükséges egy kiterjedt térfogatú, extrém homogén plazma létrehozása. Ezt a plazmát használják arra, hogy az LHC-ben előállított proton csomagokat felhasítsák mikro-csomagokra a plazmában fellépő önmodulációs instabilitás segítségével, ezáltal biztosítva az elektronok koherens gyorsítását a proton csomagok által létrehozott térrel. Az AWAKE csoporttal szoros együttműködésben a csoport új diagnosztikai módszerek kifejlesztésén dolgozik, amelyekkel az ultra erős és ultra rövid lézerimpulzusokkal előállított rubídium plazmát lehet vizsgálni laboratóriumi körülmények között, a CERN-ben működő AWAKE kísérlet plazma forrásának kisebb méretű változatával. Sikeresen továbbfejlesztették azt a kísérleti berendezést, amellyel kiterjedt méretű, homogén plazmaoszlopot állítanak elő az új femtoszekundumos lézerrendszerük segítségével. Egy új, valós idejű interferometrikus diagnosztikai módszert fejlesztettek ki, amellyel a rubídium plazmát vizsgálják. Ezzel a módszerrel meg tudják határozni a rubídium plazma paramétereit, a sűrűségét és rekombinációs idejét. Ezt a technikát használni fogják a CERN-ben az AWAKE kísérlet második ütemében (Run-2) a kutatócsoport tagjainak a részvételével. A rubídium gőzben az ionizáló ultrarövid lézerimpulzus terjedésének a leírására egy szimulációs kódot készítettek, amely a CERN-ben az AWAKE kísérletben fennálló körülményeknek megfelelően írja le a térben kiterjedt méretű homogén plazma keltését megalapozó fizikai folyamatokat, és kvantitatív értelmezést tud adni a CERN-beli közös kísérletek eredményeire.

Lézerplazma Kutatócsoport

Az MPQ (Garching) 2 ciklusú lézerével nemzetközi együttműködésben végzett kísérleteik eredményeinek analízise megmutatta, hogy a lézerimpulzus burkoló-hordozó fázisának meghatározott értékekor izolált attoszekundumos impulzusokat sikerült létrehozniuk felületen keltett magas harmonikusokkal. Megmutatták, hogy a reflektáló réteg az 1 lézerciklusnyi idő (~2.5 fs) alatt hány nanométert mozdul el. A szegedi (SZTE) HILL laboratóriumban kanadai

csoporttal végzett kísérleteik során sikerült a fotokonduktív antenna módszerrel, az ultraibolya lézerrel, 11 μJ energiájú THz impulzust előállítani és azzal nemlineáris abszorpciót demonstráltak InGaAs mintában. Fontos elméleti eredmény a Schrödinger-egyenlet Madelung alakjának megoldása. Ez a kvantummechanika egyik nem szokványos (hidrodinamikai) értelmezésének mélyebb megértését teszi lehetővé.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja

Az ITER diagnosztikai rendszereinek kiszolgálását végző elektromos-elektronikus infrastruktúra kifejlesztéséért felelős projektben a csoport sikeresen hajtotta végre az ásványi szigetelésű kábelek vákum-tömörségére és kigázolgására vonatkozó kvalifikációs méréssorozatát. E mellett folytatták a kábelvezető csatornák és rögzítő alkatrészek tervezését, analízisét és tesztelését. 2018-ban újratervezték, legyártották és üzembe helyezték az Atomic Beam Probe (ABP) diagnosztikát a COMPASS tokamakra, valamint megtervezték és részben legyártották a garchingi Plazmafizikai Intézet számára az általuk megrendelt Atomnyaláb Injektort. Új projektként elindították a WCLL típusú tríciumszaporító kazetták tervezésében való részvételüket, olasz együttműködésben.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport

A fúziós plazmafizikában dolgozó csoport fő eredménye 2018-ban a németországi Wendelstein 7-X sztellarátorhoz kötődik, ami a legnagyobb és legfejlettebb sztellarátor berendezés. 2017-ben egy új nyalábdiagnosztikát installáltak, ami a szélplazma sűrűségét méri nagyon jó tér- és időfelbontással. A magyar fejlesztésű berendezéseket a 2018-as fizikai kampányban a csoport tagjai üzemeltették, ami egy négy hónap hosszú mérési sorozat volt. A saját mérési eredmények feldolgozásával a csoport tagjai hozzájárulnak a szélplazma instabilitások és az általuk létrehozott transzport jelenségek leírásához és megértéséhez. A diagnosztika egyedülálló képessége, hogy egyszerre képes vizsgálni a határréteg plazmában, a plazma szélen található mágneses sziget láncokban és az összetartott tartomány külső régióiban lejátszódó jelenségeket.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport

A kutatócsoport egy tíz kamerából álló megfigyelőrendszert üzemeltet a németországi Wendelstein 7-X (W7-X) fúziós kísérletnél. A 2018-as, OP1.2b mérési kampányban nyolc intelligens EDICAM kamerát és két gyorskamerát használtak. Gyorskamerás vizsgálataikkal meghatározták széntartalmú pelletek (TESPEL) felhőjének periodikus időbeli fejlődését. Az ablálódó pellet felhője a mágneses erővonal mentén 10 mikroszekundumos időskálám terjed szét, miközben ionizálódik. Ezután egy instabilitás leszakítja a felhő jellemzően ionizálódott részét, ami tipikusan néhány km/s sebességgel távolodik el a pellet körüli felhőtől. Felhasználva a plazmában található üzemanyag- és szennyező-részecskék vonalas sugárzását, gyorskamerás mérésekkel, különböző interferenciaszűrők használatával meghatározták a Wendelstein 7-X sztellarátor mágneses térszerkezetét az összetartott plazma szélén és a plazma körüli mágneses szigetekben. Bizonyos kísérletek során az EDICAM kamerák speciális, nemdestruktív képkiolvasási üzemmódját használták, amely lehetővé tette, hogy a szokásos 100 kép/mp sebességű, áttekintő kamerafelvétellel egyidejűleg a plazmakísérlet egy kisebb térrészét ötvenszeres sebességgel figyeljék meg. A megfigyelt térrészbe érkeznek meg a plazma sűrűségét növelő hidrogénpelletek, amelyeknek a plazmába való érkezését és plazmabeli mozgását a speciális felvétel által időben felbontva tudták rögzíteni.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport
Az űridőjárási jellemzők előrejelzése céljából egy új napszél terjedést leíró módszert fejlesztettek, amely egy rekonstruált ideális Parker spirál mentén összekapcsolja a vizsgált helyszínt a Nappal. Mivel a háttér napszelet és a tranzienseket külön kell kezelni, létrehozták a különféle űrbéli műszerek mérései alapján azonosított tranziens események adatbázisát. A napszél dinamikus nyomása az űridőjárás egyik legfontosabb paramétere, alapvető szerepet játszik a napszél és az égitestek plazmakörnyezete közti kölcsönhatásban. Azt találták, hogy a napszél dinamikus nyomása egy üstökös magnetoszféra körül megbecsülhető az üstökös indukált magnetoszférája mélyén végzett mágneses tér mérések segítségével. A módszerrel létrehoztak egy napszélnyomás proxyt a Rosetta űrszondának a 67P üstökösnél végzett mágneses tér méréseiből.

Űrtechnikai Kutatócsoport
A csoport tagjai több ESA-misszióban vesznek részt. Ezek közül az egyik a BepiColombo misszió, amely 2018 októberében indítottak el, és 2025-ben éri el a célját, a Merkúrt. A BepiColombo részére a PICAM műszer repülő tápegységét és tartalék tápegységét fejlesztették és szállították. A BepiColombo Európa első európai missziója a Merkúrhoz. A vizsgálata során 350 ° C-ot meghaladó hőmérséklet lesz a környezetében, ahol adatokat fog gyűjteni az egy évre tervezett üzemelés során. Az üzemelés ideje egy évvel meghosszabbítható. A misszióhoz két űrhajó tartozik: a Mercury Planetary Orbiter (MPO) és a Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO). A BepiColombo az ESA és a Japán Aerospace Exploration Agency (JAXA) közös projektje, amelyet az ESA vezetése alatt fejlesztettek. A BepiColombo célja a Merkúr összetételének, geofizikájának, légkörének, magnetoszférájának és történetének tanulmányozása és a vizsgálatához szükséges mérések biztosítása.

Komputációs Tudományok Osztálya

Komputációs Rendszerszintű Idegtudomány Kutatócsoport
A vizuális rendszerben az ingereket több, hierarchikusan szervezett agyterület végzi. Klasszikusan úgy tekint az idegtudomány erre a folyamatra, hogy az egyes területek egymás utáni lépésekben dolgozzák fel az információt, majd adják tovább a következő feldolgozási szintnek. Rámutattak, hogy a gépi tanulás ehhez az elképzeléshez képest egy másfajta komputációt is jósol: a feldolgozás későbbi területeiről az információ visszaáramlik a korai területekre azért, hogy az érzékelés különböző szintjein fellépő bizonytalanságot csökkentse. Kollaborátoraikkal együttműködve, makákó majom látókérgéből elvezetett neurális adaton megmutatták, hogy ennek a komputációnak az ismérvei megtalálhatóak a neuron populációs aktivitásban. Eredményeik rámutatnak, hogy a mesterséges látásban domináns előrecsatolt hálózatokhoz képest a látórendszer visszacsatolt hálózatai olyan gépi tanulásos eszközöknek feleltethetőek meg melyekben a feldolgozási lépések között oda-vissza kommunikáció zajlik.

Elméleti Idegtudomány és Komplex Rendszerek Kutatócsoport
3D elektronmikroszkópos rekonstrukcióval és kvantitatív morfológiai módszerekkel kimutatták, hogy a hierarchikus szomatoszenzoros kérgi összeköttetéseket kialakító pályák kétféle szinapszist létesítenek: egyik típus morfológiai tulajdonságai az információt hűen továbbító szinapszisokra jellemzőek, míg a másiké modulatorikus hatások közvetítéséért. Ezek az eredmények alapvető fontosságúak a hierarchikus kérgi interakciók dinamikájának megértésében. Új elemzési módszerek segítségével meghatározták egy tó ökoszisztémáját jellemző mennyiségek között az irányított ok-okozati kapcsolatokat. Megmutatták, hogy az

észlelt eutrofizáció, elalgásodás elsődleges oka a környezeti hőmérséklet, a klímaváltozás, amely befolyásolja a tó foszfor mennyiségét, illetve a fito és a zooplankton arányát. A párhuzamos optikai és elektromos méréseket lehetővé tevő fényáteresztő elektródarács adatai alapján új elektromos képalkotó eljárást fejlesztettek ki, amely lehetővé teszi az optikai jelek kiváló térbeli, és az elektromos jelek kiváló időbeli felbontásának egyesítését és az agyi aktivitás minden eddiginél pontosabb feltérképezését.

Neurorehabilitáció és Mozgásszabályozás kutatócsoport
Gráfelméleten alapuló dimenzióredukciós módszert vezettek be emberi karmozgásokról felvett kinematikai adatok elemzésére. Ehhez az MTA Wigner Cloud szolgáltatást vették igénybe. Megtaláltak olyan kinematikai változókat (a test megjelölt pontjainak bizonyos koordinátáit) amelyek időbeli változása csak amplitúdóban különbözik. Ez a módszer segítheti mozgásszabályozási feladatok megoldását. Karral végrehajtott kerékpározás esetén megmutatták a mozgás simaságának, rángásának függését az ízületi szögsebességektől, szöggyorsulásoktól. Ennek összevetése az olyan karmozgásokra kapott eredményekkel, amelyek egy térbeli pont elérését célozzák, a mozgások rángási tulajdonságainak feladat-specifikusságát mutatja. Alsóvégtag-bénult gerincvelősérültek számára funkcionális elektromos izomstimulációval biztosított tricikliző edzések sorozata megmutatta, hogy a triciklizés sebessége a tréningek során nő. Ez demonstrálja a csoport által alkalmazott, elektromos ideg-izom ingerlésen alapuló neurorehabilitációs technika jelentőségét. Autista felhasználók számára tették lehetővé a TalkPad beszédpótló rendszer használatát.

Adat- és Számításintenzív Tudományok kutatócsoport
A kutatócsoport adat- és számításintenzív interdiszciplináris kutatásokat folytat. Kifejlesztettek egy felhő alapú adatanalitikai és adatmegosztó platformot tudományos „big data" elemzések hatékonyabbá tételére. A COMPARE H2020 európai együttműködés olyan bioinformatikai eszközöket fejleszt, amelyek segítik a járványok vizsgálatát. Ennek részeként, a kollaboratív platformuk segítségével, kórokozók genetikai elemzését végzik, többek közt gépi tanulási módszerekkel becslik baktériumok antibiotikum rezisztenciáját. A csoporthoz tartozó GPU-Lab nemzetközi rendezvényekkel (GPU Day, Lectures on Modern Scientific Programming) illetve a Khronos konzorciumhoz való csatlakozással erősítette akadémiai és ipari kapcsolatait, valamint platformot biztosított több sikeres tudományos projekthez.

b) Tudomány és társadalom

Elméleti fizika

Részecskefizikai és Térelméleti Kutatócsoport
Az „Atomoktól a csillagokig" programon belül népszerűsítő előadást tartottak a kvantumszámítógépekről.

Gravitációfizikai Kutatócsoport
A következő mérési időszakra való felkészülés eredményeként a gravitációs obszervatóriumok jelentős fejlesztéseken mentek keresztül 2018-ban. A VIRGO Outreach csoportjának tagjaként részt vettek többek között a korábbi mérési időszakok adatainak nyilvánossá tételében, az első gravitációshullám-katalógus publikus bemutatásában. Több tudományos és népszerűsítő előadást is tartottak a csoport tagjai mind középiskolások, mind kutatók számára. Aktívan részt vettek az Európába tervezett 3-ik generációs gravitációshullám-detektor, az Einstein Teleszkóp népszerűsítésében is.

Nehézion-fizikai Kutatócsoport
Elnyerték az MTA Wigner FK Györgyi Géza Díját és az MTA Bolyai János Kutatási ösztöndíját. Diákjaik részt vettek TDK konferenciákon. Az OTDK-n 2. helyezést és a BME TDK-n 3. helyezést értek el. Diákjuk elnyerte az ELTE TTK „Kar kiváló hallgatója 2018" díját. 4 nemzetközi konferenciát szerveztek itthon. Tudománynépszerűsítő előadást tartottak a Mindentudás Akadémiája című tévéműsorban.

Femtoszkópiai Kutatócsoport
Megszervezték a Berze Nagy János Gimnázium Természettudományos Önképzőkörének a 11. Nyári Táborát (Mátraszentimre, 2018. július 9-13), ahol 36 természettudományos és ismeretterjesztő előadás hangzott el 5 nap alatt, közülük 8 előadást a Wigner kutatói tartottak. Megszervezték (és társelnökei voltak) az Európai Akadémia új fizikus és mérnök tagjainak székfoglaló előadásait (Barcelona, Spanyolország, 2018. november 28, 12 előadás). Megszervezték a Femtoszkópia 4. Napját az Eszterházy Károly Egyetem Károly Róbert Campusán, Gyöngyösön, 2018. október 30-án (21 résztvevő, 21 előadás). Bekapcsolódtak a 18. Zimányi Nehézionfizikai Téli Iskola és Műhely szervezésébe a nemzetközi tanácsadó testület elnökeként illetve a helyi szervező bizottság tagjaiként (Budapest, 2018. December 3-7, 5 nap, 85 előadás, 104 résztvevő, köztük 35 PhD-hallgató). A Nemzetközi Tanácsadó Bizottságok (IAC) tagjaiként hozzájárultak a Diffraction and Low-x 2018 Meeting (Reggio Calabria, Olaszország, 2018. augusztus 26. - szeptember 1, 82 résztvevő), a WPCF 2018 (Krakkó, Lengyelország, 2018. május 22-26, 88 résztvevő), és az ISMD 2018 (Szingapúr, 2018. szeptember 3-7, 117 résztvevő) megszervezéséhez is.

Nagyenergiájú kísérleti részecske- és nehézion-fizika

Hadronfizika Kutatócsoport
A kutatócsoport tagjai részt vettek a következő rendezvények szervezésében vagy lebonyolításában: Nemzetközi Részecskefizikai Diákműhely, Kutatók Éjszakája, CERN25 események a Magyar Tudományos Akadémián és az Eötvös Loránd Tudományegyetemen.

MTA Lendület Innovatív Detektorfejlesztő Kutatócsoport
A kutatócsoport munkája, jellegénél fogva, jól kommunikálható, és ezt a csoport tagjai igyekeznek is kihasználni, elősegíteni. A kozmikus müonokkal való detektálás közvetlen társadalmi hasznot jelent és ez a fent említett ipari kapcsolatokban is tükröződik. A kutatási feladatok mellett jelentős kutatóképzést folytatnak, egy TDK, illetve több diplomamunka készült ez évben is. Az RMI Intézet támogatásával középiskolás hallgatók kutatómunkába való bekapcsolódását is segítik a Kutatótanári Labor keretében, gyakorló tanárok közreműködéssel.

Standard Modell és Új Fizika Keresése Kutatócsoport
Megszervezték a CERN Magyar Tanárok továbbképzési iskoláját 21 magyar fizikatanár részvételével. Részt vettek 44 diákkal az évente megrendezésre kerülő CERN Részecskefizikai Diákműhely lebonyolításában. Kutatási eredményeiket hazai tudományos ismeretterjesztő folyóiratokban (7 ismeretterjesztő cikk, 3 újsághír) és előadásokon (19 alkalommal) ismertették.

Nukleáris Anyagtudományi Osztály

Funkcionális Nanostruktúrák Kutatócsoport
A Funkcionális Nanostruktúrák Kutatocsoport számos tudomány ismeretterjesztő programban vesz részt, úgymint: Wigner diáktábor, Wigner lányok napja, a magyar tudomány ünnepe és a

Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok által szervezett események. A csoport tagjai ezen kívül előadásokat tartanak egyetemeken és kutatási intézetekben.

Plazmafizika és hűtött atomok fizikája

Hideg Plazma és Atomi Fizika Erős Lézer Térben Kutatócsoport
A csoport a lézer plazma keltésének és diagnosztikájának a területén végzett tevékenysége lehetővé teszi egy nagy kísérleti berendezésben (AWAKE a CERN-ben) lejátszódó folyamatok modellezését, analizálását és optimalizálását, egy relatív kisméretű berendezés használatával, az itteni laboratóriumukban. Azokat a diagnosztikai módszereket, amelyeket az itthoni, kisméretű berendezéssel létrehozott plazmán fejlesztettek ki, alkalmazzák majd a CERN-ben, az AWAKE kísérletben.

ITER és Fúziós Diagnosztikai Fejlesztések Kutatócsoportja
A világméretű együttműködésben épülő ITER fúziós reaktor megvalósulásához számos nemzetközi pályázaton keresztül kapcsolódik a csoport. Ezen pályázatok révén közvetlen hozzáférése van a csoportnak ahhoz a high-tech tudásbázishoz, ami a berendezés megépítéséhez nélkülözhetetlen. Munkatársaik és diákjaik segítségével olyan modern mérnöki kultúra honosodik meg Magyarországon, ami alapja későbbi fejlesztéseknek és az ipari hasznosulásnak. Pályázati forrásaik egy 13 főből álló mérnöki csoport foglalkoztatását teszik lehetővé, ilyen módon a kutatócsoport tevékenysége a foglalkoztatottsági mutatók javításához is hozzájárul.

Nyalábemissziós Spektroszkópia Kutatócsoport
A kutatócsoport munkájában a napi kutatási és fejlesztési feladatok mellet az oktatás és a tudományos eredmények kommunikációja is fontos szerepet kap. A Magyar Televízió Magyar Krónika sorozata dokumentumfilmben mutatta be fúziós kutatások hazai vonatkozásait, aminek elkészítésében jelentős szerepet vállaltak a csoport tagjai is. Kutatóik az egyetemi előadások mellett ismeretterjesztő és pályaorientációs előadásokat tartanak középiskolákban is, ahol a diákok betekintést kapnak a plazmafizika kutatásokba és fúziós-technológiai fejlesztésekbe is. Az iskolai előadások mellett az ifjú kollégák részt vettek a nagyobb nyári fesztiválokon a Nukleáris Sátor rendezvény keretei között a Magyar Nukleáris Társasággal együttműködve. A korábbi hagyományoknak megfelelően ott voltak a Wigner FK rendezte nyilvános, ismeretterjesztő rendezvényeken.

Pellet és Videódiagnosztika Kutatócsoport
A csoport sok energiát fektet a fúziós energiatermeléssel kapcsolatos ismeretterjesztésbe. A témával kapcsolatos kérdések nyilvános megvitatására lehetőséget biztosítanak pl. a nagy zenei fesztiválok civil szervezetek számára fenntartott rendezvényein, vagy az általános iskolákban, gimnáziumokban megrendezett ismeretterjesztő előadások keretében. Diákok számára lehetőséget biztosítottak laborjaik megtekintésére is. Ezeknek az is célja, hogy a fiatalok számára bemutassa és vonzóbbá tegye a tudományos karrier-lehetőségeket.

Űrfizika és űrtechnika

Űrfizikai Kutatócsoport
A kutatócsoport kiterjedt ismeretterjesztő tevékenységet folytatott, többek között TV, rádió és internetes fórumokon elhangzott előadások és interjúk formájában, valamint BSc és MSc szintű kurzusokat is tartott. Segítették továbbá az ESA Business Incubation Center működését, mely az űrkutatás eredményeit hivatott az iparban, földi körülmények között hasznosítani.

Űrtechnikai Kutatócsoport
A Cassini, BepiColombo misszió kapcsán széles nyilvánosságot kapott a médiában a csoport tevékenységének bemutatása.

Komputációs Tudományok Osztálya

Komputációs Rendszerszintű Idegtudomány Kutatócsoport
Munkáikat a Csodák Palotája rendezvényein ismertették meg a szélesebb közönséggel, valamint középiskolás diákok éves táborában tartott előadáson népszerűsítették a tudományos pályát. Ezen felül középiskolás diákok számára szerveztek egy Junior Brain Machine Interface Lab-et, melyen egy csapat diák ismerkedhetett meg a mesterséges intelligencia, gépi tanulás és idegtudomány vívmányaival.

Elméleti Idegtudomány és Komplex Rendszerek Kutatócsoport
2018-ban indult el az az új kutatási irány, melyben a Semmelweis Egyetemmel kollaborációban és a Richter Gedeon NyRt. finanszírozásával a skizofrénia molekuláris, rendszer szintű és funkcionális okait tárják fel. Az elmúlt évben egy új kísérleti laboratóriumot alapítottak és előzetes eredményeket hoztak létre az NR2C tartalmú NMDA receptorok alvási zavarok létrehozásában való szerepéről és ezeknek a memória folyamatok romlásához való kapcsolatáról, mely a skizofrénia egyik alapvető szimptómája.

Neurorehabilitáció és Mozgásszabályozás kutatócsoport
Az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézetben előadást és bemutatókat tartottak mozgásszabályozási kutatásaikról. Ezek alkalmazásaként ebben ez évben is heti két alkalommal tették lehetővé gerincvelő-sérült, alsóvégtag-bénult emberek kerékpározó mozgását. Ez az alkalmazás a páciensek fiziológiai állapotát, izmaik állapotát, keringési és légzési rendszerüket is kedvezően befolyásolja.

Adat- és Számításintenzív Tudományok kutatócsoport
A H2020 partnerekkel közösen fejlesztetett rendszer hozzájárul a járványok időben való felismeréséhez és lehetőséget teremthet azok megelőzésére, a veszteségek minimalizálására.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az MTA Wigner FK Részecske- és Magfizikai Intézet (RMI) kutatási és kutató-fejlesztő tevékenységének jelentős részét aktív hazai és nemzetközi együttműködések keretében végzi. Az RMI kutatói rendszeresen vállalnak oktatási feladatokat a legjelentősebb magyar egyetemeken (ELTE, BME, Óbudai Egyetem, SZE, DE, ME, PTE, SzIE, Pannon Egyetem, Eszterházy Egyetem, Kolozsvári Egyetem), részt vesznek a doktori iskolák tevékenységében, a kutatókkal és diákokkal együttműködve közös kutatási projekteket vállalnak föl és hajtanak végre, közös projektekben vesznek részt. A Pécsi Tudományegyetem és a Miskolci Egyetem Fizikai Intézeteivel közös kutatómunkát folytatnak az ott kialakított Telephelyeken.

Az RMI-s kutatók az MTA kutatóhálózat társintézményeivel, azok kutatócsoportjaival szoros együttműködést folytatnak. Nagyon sikeresek az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (MTA CSFK), az MTA Energiatudományi Kutatóközpont (MTA EK) és az MTA Természettudományi Kutatóközpont (MTA TTK), valamint az MTA ATOMKI, az MTA RAMKI, tudományos intézeteivel folytatott tudományos együttműködések.

Az RMI kutatói számára kiemelkedő fontosságú a nemzetközi együttműködésekben való részvétel, nemzetközi szervezetekben való tagság nyújtotta lehetőségek. Ezek mögött hosszútávú állami és intézményi kötelezettségvállalások állnak. Magyarország állami szinten vállalt tagországi státuszt és így kutatási kötelezettséget a CERN (Nukleáris Kutatások Európai Centruma, Genf), az EUROFUSION (Európai Fúziós Energia Kutató együttműködés), az ESA (Európai Űrügynökség), az XFEL (Európai Szabadelektron Lézer Együttműködés, Hamburg), az ESRF (Európai Szinkrotron Forrás, Grenoble), és az ESS (Európai Spallációs Forrás, Lund) szervezetekben. Az RMI kutatócsoportjaira támaszkodva biztosítja a magas szintű részvételt, a kutatók jelentős súlyú kutatási programokat valósítanak meg az együttműködések keretében. Így a CERN-ben az ALICE, CMS, TOTEM, valamint az RD51, az NA61/SHINE, az AWAKE és az FCC együttműködésekben található meg az RMI-s jelenlét és folyik intenzív kutató és fejlesztő tevékenység. A fúziós energia hasznosításának kutatása terén együttműködnek a Franciaországban épülő ITER, a koreai KSTAR, a kínai EAST, a német W7-X és ASDEX, valamint a brit JET körül folyó kísérleti munkában a mágneses bezárású plazmák lézeres illetve szupergyors-kamerás diagnosztikája terén. Az ESA űrmissziói közül részt vesznek a bolygók és holdak mágneses terét tanulmányozó Venus Express, Bepi Colombo és JUICE missziókban, továbbá az űridőjárás megfigyelésében és modellezésében az ISEE szatellitek, a SOHO LION projektje, valamint az orosz OBSTANOVKA és ROY együttműködések tagjaként.

Emellett intézményi szintű tagsággal részt vesznek az EGO (Európai Gravitációs Obszervatórium) VIRGO detektoránál futó gravitációs hullám kutatásban, valamint a GSI FAIR (Nehéziongyorsító Társaság Antiproton és Ion Kutató Üzeme, Darmstadt) együttműködésben az építés alatt álló CBM detektornál. Ez utóbbi két esetben főként in-kind jellegű beszállítással biztosítják a tagságot.

Ezeket az együttműködéseket kiegészítik az MTA, valamint az NKFIH kétoldalú TéT együttműködései, valamint az NKFIH/OTKA által finanszírozott nemzetközi (NN) kutatási pályázatok. 2018-ben folytatódtak a lengyel-magyar, japán-magyar, kínai-magyar és ukrán-magyar együttműködések.

Folyamatosan formálódnak alkalmi és kisebb volumenű nemzetközi kapcsolatok az elméleti és kísérleti kutatások területén is. Rendezvényeik számos külföldi vendéget vonzanak.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az Intézet meghatározó alapkutatási tevékenységét főként az NKFIH kutatási pályázatai támogatják. A 2017-es nagyon sikeres év után (6 db K és 2 db FK tematikus pályázat nyert), 2018-ban szerényebben szerepeltek az RMI-s kutatók: 1 db K és 2 db fiataloknak kiírt FK tematikus pályázat nyert, összesen 75 M Ft-ot biztosítva a kutatóknak a következő 4 évre. Az elnyert támogatások kísérleti részecskefizika, elméleti fizika és űrfizika témakörökben támogatják majd 3 kutatócsoport tevékenységét a következő években.

Az Intézetben folyó kutatási tevékenységet ebben az évben legnagyobb mértékben, 3 évre 90 millió forinttal, az USA-beli Human Frontier Science Program (HFSP) támogatja, amely az RMI komputációs agykutatási programjának fontos eleme lesz a sok-neuron hálózatok aktivitását vizsgálva. 2018-ban folytatódott az a projekt, melynek keretében az elméleti idegtudománnyal foglalkozó kutatók bekapcsolódtak az amerikai National Institute of Health (NIH) „Neural basis of tactile object perception in SI cortex" témájú konzorciális pályázatba, amely 3 évre (2017-2019) 64 800 USD (kb. 16 M Ft) támogatást biztosít. A projekt célja, hogy

főemlősökben feltérképezzék a kéz és az ujjak tapintásban játszott szerepének neurobiológiai alapjait.

Elindult a 2017-ben elnyert VEKOP-2.3.2-16-2017-00015 projekt, amelynek címe „Ultranagy sebességű molekuláris és nanooptikai kapcsolók kutatása". A projekt végrehajtásában az RMI és az SZFI kutatói együtt vesznek részt. Ez a projekt nagyban segíti a kutatók mérési programjának végrehajtását az ELI-ALPS és XFEL kutatási infrastruktúráknál.

Befejezéséhez közelít a 2016-ban elnyert, nagy összegű (57 MFt), magyar-kínai K+F TéT pályázat, (TÉT_16_CN-1-2016-0008), amely a Wigner FK és a Lanzhou-i IMP intézet között fennálló, detektorok továbbfejlesztését megcélzó együttműködést támogatja. Ez a projekt egyúttal biztosítja a Csillebércen tevékenykedő Magyar-Kínai Közös MAP (Modern Application for Physics) Laboratóriumban folyó K+F tevékenységek finanszírozását is. 2018-ban az MTA 3 M Ft-os mobilitási támogatással segítette a magyar és kínai kutatóintézetek közötti kapcsolat megerősítését, kiszélesítését.

Terv szerint haladt az NKFIH Operatív programja keretében 2016-ban elnyert, de csak 2017 közepétől elindult GINOP 2-3-3-15-2016-00016 számú „Mágneses nulltér laboratórium létrehozása" projekt, amely keretében 2019-ben befejeződik Nagycenken, az MTA CSFK Kutatóközponttal közösen létrehozott speciális laboratórium építése, amelyben űrtechnikai, geofizikai, orvosbiológiai és agykutatói projektek valósíthatók majd meg európai színvonalon. Az Innovációs és Technológiai Minisztérium és a Magyar Űrkutatási Iroda anyagi támogatásban részesítette az RMI űrmérnökeit, akik így folytatni tudták az ESA programjaiban való részvételüket. Az RMI űrmérnökei folytatják a Jupiter jeges holdjaihoz küldendő JUICE űrszonda PEP-egységének építését az elnyert 50 M Ft támogatásnak köszönhetően.

Ipari kapcsolat:

A Nagyenergiás Fizika Osztályon a szupravezető eltérítő mágneseket tervező és építő csoport szoros munkakapcsolatba került a székesfehérvári Engious Kft.-vel. Létrejött a CERN-el együtt egy háromoldalú szerződés is, amely keretében magyar ipari beszállításokra került sor az SPS és az LHC gyorsító tovább fejlesztéséhez tartozó Upgrade Programban. Ez a projekt 2018 végére kiszélesedett a Miskolci Egyetem bevonásával, ahol sikerült az első hengerelt szupravezető kábeleket legyártani és ezeket a CERN-ben tesztelni. Jelenleg folyik a pilot-programról való átállás, egy beszállítói megállapodás megkötése a CERN-el.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kormin D, Borot A, Ma G, Dallari W, Bergues B, Aladi M, Földes I B, Veisz L: Spectral interferometry with waveform-dependent relativistic high-order harmonics from plasma surfaces; NATURE COMMUNICATION 9 4992 (2018), https://doi.org/10.1038/s41467-018-07421-5
2. Zátonyi A, Borhegyi Z, Cserpán D , Somogyvári Z , Srivastava M ,Kisvárday Z and Fekete Z : Functional brain mapping using optical imaging of intrinsic signals and simultaneous high-resolution cortical electrophysiology with a flexible, transparent microelectrode array, SENSORS AND ACTUATORS: B. CHEMICAL, 273**,** 519 (2018), https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.06.092
3. Bajnok Z, Balog J, Lájer M, Wu C: Field theoretical derivation of Luscher's formula and calculation of finite volume form factors, JHEP 1807**,** 174 (2018), e-Print: arXiv:1802.04021 https://doi.org/10.1007/jhep07(2018)174

4. Pápai M, Simmermacher M, Penfold TJ, Møller K B, Rozgonyi T: How To Excite Nuclear Wavepackets into Electronically Degenerate States in Spin-Vibronic Quantum Dynamics Simulations. JOURNAL OF CHEMICAL THEORY AND COMPUTATION 14, 3967-3974 (2018) https://doi.org/10.1021/acs.jctc.8b00135
5. Forgács-Dajka E, Sándor Zs, Érdi B: A fast method to identify mean motion resonances. MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, 477**,** 3383–3389 (2018) https://doi.org/10.1093/mnras/sty641
6. Pósfay P, Barnaföldi G G, Jakovác A: The Effect of Quantum Fluctuations in Compact Star Observables. PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF AUSTRALIA 35, e019 (2018) arXiv
7. Zolnai Zs, Zámbó D, Osváth Z, Nagy N, Fried M, Németh A, Pothorszky Sz, Szekrényes DP, Deák A: Gold Nanorod Plasmon Resonance Damping Effects on a Nanopatterned Substrate. J. PHYS. CHEM. C 122, 24941 (2018) DOI
8. Barta D, Vasúth M: Fast prediction and evaluation of eccentric inspirals using reduced-order models. PHYS. REV. D 97 124011 (2018) DOI
9. Berényi D, Lévai P: Chiral magnetic effect in the Dirac–Heisenberg–Wigner formalism. PHYSICS LETTERS B 782, 162-166 (2018) https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.05.012
10. Biró T S, Czinner V G, Iguchi H, Ván P: Black hole horizons can hide positive heat capacity. PHYSICS LETTERS B 782, 228-231 (2018) DOI
11. Wolf G, Balassa G, Kovács P, Zétényi M, Lee S H: Mass shift of charmonium states in $p^{-}A$ collision. PHYSICS LETTERS B 780**,** 25-28 (2018) DOI
12. Kjaer K S, …, Németh Z, Szemes D, Bajnóczi É, Vankó G, … et al (37).: Solvent control of charge transfer excited state relaxation pathways in $[Fe(2,2'\text{-bipyridine})(CN)_4]^{2-}$, PHYSICAL CHEMISTRY CHEMICAL PHYSICS 20, 4238-4249 (2018) https://doi.org/10.1039/C7CP07838B
13. Eisert J, Eisler V and Zimborás Z: Entanglement negativity bounds for fermionic Gaussian states. PHYS. REV. B 97, 165123 (2018) DOI
14. Cole M J, Rácz I, Valiente Kroon J A: Killing spinor data on distorted black hole horizons and the uniqueness of stationary vacuum black holes. CLASS. QUANTUM GRAV. 35**,** 205001 (2018) arXiv:1804.10287, https://doi.org/10.1088/1361-6382/aade6e
15. Siklér F: A combination of analysis techniques for efficient track reconstruction of high multiplicity events in silicon detectors. EUR. PHYS. J A54**,** 113 (2018) https://doi.org/10.1140/epja/i2018-12548-8
16. Abbott B P, …, Barta D, Vasúth M, … et al. (LIGO/VIRGO/KAGRA Coll.): Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA, LIVING REV. RELAT. 21, 3 (2018), https://doi.org/10.1007/s41114-018-0012-9
17. Dinklage A, …, Kocsis G, Szepesi T, …, et al. (W7-X Coll.): En route to the demonstration of stellarator optimisation: First magnetic configuration effects on Wendelstein 7-X plasmas. NATURE PHYSICS 14, 1067 (2018) https://doi.org/10.1038/ncomms13493

18. Aidala C, Akiba Y, … Csanád M, Csörgő T, Novák T, Sziklai J, … et al. (PHENIX Coll.): Creation of quark–gluon plasma droplets with three distinct geometries. NATURE PHYSICS (Dec 10, 2018) https://doi.org/10.1038/s41567-018-0360-0

19. Abbott BP, …, Barta D, Vasúth M, … et al. (LIGO/VIRGO Coll.): GW170817: Implications for the Stochastic Gravitational-Wave Background from Compact Binary Coalescences. PHYS. REV. LETT. 120, 091101 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.091101

20. Abbott BP, …, Barta D, Vasúth M, … et al. (LIGO/VIRGO Coll.): First Search for Nontensorial Gravitational Waves from Known Pulsars. PHYS. REV. LETT. 120, 031104 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.031104

21. Sirunyan AM, …, Hajdu Cs, Horváth D, Vámi T, Veszprémi V, … et al. (CMS Coll.), Observation of Higgs Boson Decay to Bottom Quarks. PHYS. REV. LETT. 121, 121801 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.121801

22. Adam W, … Veszprémi V, … et al. (CMS Coll.): Test beam demonstration of silicon microstrip modules with transverse momentum discrimination for the future CMS tracking detector. JINST 13, P03003 (2018), https://doi.org/10.1088/1748-0221/13/03/P03003

23. Oláh L, Hiroyuki K, Tanaka M, Takao O, Varga D: High-definition and low-noise muography of the Sakurajima volcano with gaseous tracking detectors. SCIENTIFIC REPORTS 8, 3207 (2018) https://doi.org/10.1038/s41598-018-21423-9

24. U Wenzel, C Biedermann, G Kocsis, T Szepesi, …, et al. (W7-X Coll.): Radiative condensation in the edge of the Wendelstein 7-X stellarator with inboard limiters. NUCLEAR FUSION 58, 096025 (2018) https://doi.org/10.1088/1741-4326/aacb86

25. Aidala C, … Csanád M, Csörgő T, Kasza G, Ster A, Sziklai J, …. et al. (PHENIX Coll.): Lévy-stable two-pion Bose-Einstein correlations in $\sqrt{s_{NN}}$ = 200 GeV Au+Au collisions, PHYS. REV. C 97, 064911 (2018) https://doi.org/10.1103/PhysRevC.97.064911

26. Sirunyan AM, …, Hajdu Cs, Horváth D, Vámi T, Veszprémi V, … et al. (CMS Coll.): Study of Bose-Einstein correlations in pp, pPb, and PbPb collisions at √sNN = 0.9–7 TeV. PHYS. REV. C 97, 064912 (2018), https://doi.org/10.1103/PhysRevC.97.064912

MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT
SZILÁRDTESTFIZIKAI ÉS OPTIKAI INTÉZET
1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29–33.; 1525 Budapest, Pf. 49
telefon: (1) 392 2212; fax: (1) 392 2215
e-mail: szfi@wigner.mta.hu; honlap: wigner.mta.hu/

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Felfedező kutatások végzése a kondenzált anyagok fizikája, az elméleti és matematikai fizika, a hűtött atomok fizikája, a komplex rendszerek, valamint a lágy anyagok fizikája, a nanoszerkezetek, a vékonyrétegek és felületek fizikája, a neutronfizika, a fémfizika, az optikai kristályok fizikája, a kvantumoptika és lézerfizika egyes területein.

Alkalmazott kutatások végzése a felfedező kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve új anyagok előállítását, minősítését és vizsgálatát, új anyagvizsgálati módszerek fejlesztését, új optikai kristályok, új vékonyréteg eszközök és új lézerek előállítását és alkalmazását.

Fejlesztési tevékenység végzése a felfedező és alkalmazott kutatásokhoz csatlakozó területeken, kiemelt feladatnak tekintve a nanotechnológia, a lézertechnika, a spektroszkópia, a kristályfizika területét, speciális elektronikus és mechanikus eszközök fejlesztését, a kristálynövesztési technológiák fejlesztését, a szoftverfejlesztést, valamint új optikai méréstechnikai módszerek és eszközök fejlesztését.

Működtetési tevékenység végzése a területén található és felügyeletére bízott nagyberendezéseknél, amelybe beletartoznak ultravákuum-berendezések, neutronnyaláb-kutatási eszközök, lézerek, számítógépek, számítógép hálózatok, valamint a hélium cseppfolyósító.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elméleti szilárdtestfizikai kutatások

Erősen korrelált rendszerek (Lendület kutatócsoport)

Cikk-cakk élkonfigurációjú háromszög alakú grafén nanopelyhek alapállapoti tulajdonságait vizsgálták. Kvantum információelmélet alapú analízis segítségével felderítették, hogy az élek erősen összefontak egymással, és megmutatták, hogy a háromszög alakú nanopelyhek mágneses tulajdonságai az elektromos térrel hangolhatók. Ez segít megérteni a lapos-sáv ferromágnesség tulajdonságait, és ezáltal új utakat nyithat a grafén alapú spintronikában. Új variációs fa-tenzorhálózat-állapot ansatzot dolgoztak ki, a háromlábú fa-tenzorhálózat-állapotét. Algoritmusuk jobb skálázódási tulajdonságokat mutat, mint a sűrűségmátrixos renormalizációs csoport (DMRG) módszer, és alkalmasak bonyolultabb kvantumkémiai Hamilton operátorok szimulációjára. Új módszerüket, a DMRG hullámfüggvényt használó külsőleg korrigált coupled cluster módszert használva FCI minőségű benchmark számítást végeztek el tetrametilénetán molekulára. Az eredmények kitűnő egyezést mutatnak az előzetes nagy léptékű diffúziós Monte Carlo számításokkal, és a rendelkezésre álló kísérleti

eredményekkel. Új módszerük egyesíti a DMRG és a „coupled cluster” közelítés előnyös tulajdonságait.

Komplex rendszerek

Optikai rezonátorban lévő hideg atomoknak a sugárzási mezőhöz való csatolódása az atomok között hosszú hatótávolságú kölcsönhatást indukál. Ennek az optikai rácsból származó rövid távú kölcsönhatással való versengése az anyag újfajta fázisait hozza létre, mint a szuperszilárd (SS) fázis vagy a sűrűséghullám (SH) fázis, valamint érdekes kvantumdinamikát is eredményez. Merevmag-bozonok egydimenziós rendszerében sikerült megmutatni, hogy az alapállapoti fázisdiagram és a hirtelen beavatkozás utáni kvantumrelaxáció egzaktul számítható a termodinamikai határesetben. Az SH alapállapotból a szuperfolyékony (SZF) fázisba történő átvezetés esetén remanens SH rendeződést találtak. Az SZF fázisból az SH fázisba vezető elegendően erős változtatás után pedig a remanens SZF rendeződésen túl SH rendeződés is megjelenik, egy dinamikusan generált szuperszilárd állapotot idézve elő. Az általuk kidolgozott módszer megnyitotta az utat más, ilyen kölcsönhatásokat tartalmazó modellek egzakt megoldása előtt.

Hosszú távú rend kondenzált rendszerekben

Egy spin-polarizált pásztázó alagútmikroszkóp (SP-STM) modellezésére kifejlesztett kombinált töltés és vektor spin transzportot leíró elmélet használatával különböző Néel- és Bloch-skyrmiok nagyfelbontású töltés és spin transzport tulajdonságait vizsgálták. Az STM tű mágneses orientációjának, a skyrmionok helicitásának, és az időtükrözés hatásainak függvényében számos összefüggést találtak a spin transzport vektor komponensek (párhuzamos és merőleges spin nyomaték és longitudinális spin áram) között. Kifejlesztettek egy, a többszörös szórás elméletére alapozott relativisztikus rpin-polarizált módszert és az ahhoz tartozó számítógépes programot is a szupravezető anyagok – elsősorban nano- és heteroszerkezetek – relativisztikus és mágneses jelenségeinek modellezésére. Ennek segítségével kimutatták, hogy a NbAuFe vékonyrétegekben a kritikus hőmérséklet megfigyelt változása a Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov oszcillációk következménye. A multiferroikus anyagok segítségével olyan információtároló memoriaegységek készíthetők, amelyekben a mágneses bitek írása és olvasása az elektromos tér segítségével történik a magnetoelektromos effektus segítségével. Emiatt a magnetoelektromos effektus – amely összekapcsolja a ferromágneses és ferroelektromos rendet –tanulmányozása újra előtérbe került, és az effektust mutató új anyagok után kezdtek kutatni. Azonban a ferro-rendezett fázisok nagyon érzékenyek a külső mágneses és elektromos terekre. Alternatív megközelítésként az antiferromágneses tartományokban tárolható információ, amely az antiferromágneses spintronika területén lévő fémes anyagokra vonatkozik. Megvizsgálták, hogy hasonló jelenségek előfordulnak-e olyan szigetelőkben, amelyek antiferromágnesesen és antiferroelektromosan rendeződnek. A $LiCoPO_4$-ben kísérletileg kimutatták, hogy a magnetoelektromos hatást nemcsak a domének kiválasztásához, hanem a THz frekvenciatartományban detektált erős irányított dikroizmuson keresztül is ki lehet használni az domének azonosításához - ugyanis a $LiCoPO_4$-ban az abszorpciós együtthatók különbözőek voltak attól függően, hogy a fény a kristályban egy adott irányban vagy azzal szemben terjedt.

Félvezető nanoszerkezetek (Lendület kutatócsoport)

Modern optikai módszereket kombinálva sikerült direkt módon kimutatni átmenetet a szilárdtest és molekulaszerű optikai tulajdonságokban nagyon kicsi szilícium-karbid

nanorészecskékben, amelyeket a Wigner ADMIL-ban állítottak elő. A híres gyémántbeli nitrogén-vakancia (NV) szilárdtest kvantumbitet nagy részletességgel jellemezték ab initio módszerekkel, és így a mért optikai spinpolarizáció jelenség mikroszkopikus mechanizmusát sikerült megfejteni. Egy új módszert fejlesztettek és implementáltak az ún. erősen korrelált elektronállapotok leírására ebben és hasonló kvantumbitekben, amelyek kulcsszerepet játszanak az optikai spinpolarizáció folyamatában. Emellett az NV kvantumbit és akceptor hibák közötti kölcsönhatást analizálták első elvű hullámfüggvények használatával, és a kvantumbitek dekoherenciájának egy új mechanizmusát tárták fel, amely fontos szerepet játszhat a gyémántfelülethez közeli NV kvantumszenzorok tulajdonságaiban. Mindezeken túl, a színcentrumokként viselkedő IV. csoportelem – vakancia komplexumok magneto-optikai spektrumát számolták ki ab initio módszerekkel, és egy új spin hamiltoni operátort találtak, amelyben az elektron spin szorosan csatolódik a fononokhoz. Ez az eredmény ezen kvantumbitek kvantumkommunikációs alkalmazásaiban bír jelentőséggel.

Kísérleti szilárdtestfizikai kutatások

Nem-egyensúlyi ötvözetek kutatása

Az úgynevezett nem-folytonos vagy granuláris multirétegek szuperparamágneses (SPM) tulajdonsága számos kutatás tárgyát képezte, amelyek feltárták a mágnese anizotrópia és a ferromágneses szemcsék méreteloszlásának, valamint a szemcsék, illetve a rétegek közötti kicserélődési és dipólus kölcsönhatások erősségének szerepét ezen tulajdonságokban. A ferromágneses szemcsék méreteloszlását általában azonosnak tételezték fel az egymást követő rétegekben és csak néhány munka foglalkozott azzal, hogy a mágneses tulajdonságok hogyan függnek a rétegek számától. A csoport kiterjedt vizsgálatot folytatott annak feltérképezésére, hogy az SPM blokkolási hőmérséklet (T_B) hogyan függ a vas réteg (t_{Fe}) és az ezüst réteg (t_{Ag}) nominális vastagságától, valamint a Fe-Ag kettősrétegek számától a Fe-Ag multirétegekben. Valamely kritikus Fe rétegvastagság alatt, ami függ t_{Ag} és n értékétől, a vas atomok nem alkotnak összefüggő réteget, hanem klasztereket formálnak, amelyek átlagos mérete csökken t_{Fe} csökkenésével és a minta SPM tulajdonságot mutat. A munka a Fe-Ag multirétegek mágneses tulajdonságainak egy 3D térképét hozta létre, amely a gyakorlatban felhasználható a specifikus paraméterekkel (t_{Fe}, t_{Ag}, and n) készített multirétegek mágneses tulajdonságainak az előjelzéséhez és ezen felül megmutatta, hogy T_B a kettősrétegek számának növekedésével kezdetben monoton növekszik, majd egy telítési értékhez közelít. T_B növekedését a granuláris rétegek számának növekedésével néhány más multiréteg rendszerben már megfigyelték és a rétegek közötti dipólus kölcsönhatás elegendő magyarázattal szolgált a jelenségre, de a megfigyelt T_B változás kisebb volt, mint a Fe-Ag rendszerben. A csoport jelenlegi munkája megmutatta, hogy egy ezüst rétegekkel határolt magában álló granuláris vas réteg (t_{Fe} = 4Å) T_B minimummal rendelkezik t_{Ag} függvényében, ami a szubsztrát réteg felületi tulajdonságainak fontosságára mutat a szemcsenövekedési folyamat során. A multiréteg növekedési irány menti szemcseméret-változásának a T_B rétegszám függésében játszott szerepét explicit módon megmutatták a Fe-Nb multirétegekből és Fe-Ag kettősrétegekből alkotott kompozitok, amelyek csak egy Fe-Ag kettősréteget tartalmaztak, de különböző pozíciókban a multiréteg szerkezetben.

Szerkezetkutató laboratórium

A csoport három területen ért el jelentős eredményeket:

(1)Szén alapú anyagok vizsgálata: Az anyagok egy új csoportját vezették be, az amorf egységekből felépülő kristályokat. E különleges anyagforma kialakulása feltételeinek megértése alapvetően fontos a további ilyen szerkezetek kialakításához. Azt találták, hogy C_8H_8/C_{60} kristályok összenyomásakor a nagy energiájú kubán meghatározó szerepet játszik az új szerkezet kialakulásában. A kubán stabilizálja az összeroppanó C_{60} molekulák határán fellépő kölcsönhatásokat, ezáltal megtartva a hosszú távú rendet még 45 GPa nyomáson is. Hosszú időskálán azonban a kubán és a C_{60} molekulák közötti véletlen kötések kialakulása a korábban említett stabilizáló hatás megszűnéséhez vezet. Így az eredetileg kialakult rövid távú rendezettség hosszú távú rendezettségbe, amorfizációba csap át. A kialakuló 3D hálózat repedéseket tud okozni a gyémánt cellán.

(2) Számítógépes Anyagtudomány :A biomineralizáció során, ami pl. a csontok és fogak, vagy akár a kagylóhéjak és korallvázak kialakulásának mechanizmusa, olyan különleges tulajdonságokkal rendelkező, hierachikusan struktúrált szerves-szervetlen kompozit anyagok alakulhatnak ki, amely anyagok különleges tulajdonságai a mikroszerkezetüknek köszönhetőek. Ezeknek a komplex szerkezeteknek a kialakulását a számítógépes anyagtudomány hagyományos eszközeivel modellezték. Német kutatókkal együttműködésben a kagylóhéj kísérletileg (elektronmikroszkópiával, elektron-visszaszórás diffrakcióval (EBSD) és röntgen tomográfiával) meghatározott mikroszerkezete és a fázismező-szimulációi által jósolt mikroszerkezet közötti látványos egyezésről számoltak be. Ilyen komplex mikroszerkezet leírása elsőként sikerült a fázismező modell segítségével, ami megnyithatja az utat további, még összetetteb mikroszerkezetek modellezése irányába.

(3) Röntgen technikák: Nanoskálájú egyedi részecskéken (mint pl. aeroszolok, metastabil részecskék, szuperfolyékony kvantumrendszerek és élő biológiai minták) történő ultragyors röntgen leképzések olyan nagyfelbontású képeket adhatnak, amelyek más módszerekkel nem elérhetők. Az egyik ilyen módszer a koherens diffraktív leképzés esetében azonban elveszítjük a fázisinformációt, ami hátráltatja az egyértelmű szerkezetmegoldást. Egy olyan mérést vezettek be, a repülés alatti holográfiát, amelynél a szórási képbe kódolják a fázisinformációt is. Az így kialakult hologram tartalmazza egy vírus teszt-részecske és két atomfürt 3D térképét. A mérés egyetlen XFEL impulzus alatt (10-13 másodperc) történt. E mérés megnyitja az utat nem periodikus nanoméretű rendszerek szerkezetének ultragyors vizsgálatára. Ezzel lehetővé válik a nanorészecskék komplex elektrondinamkájának vizsgálata.

<u>Rádiófrekvenciás spektroszkópia</u>

Fehérjék oldatbeli hidratációjának jellemzésére új módszert alkalmaztak, mely a kétkomponensű, széles jelű ^{1}H NMR (Nukleáris Mágneses Rezonancia) jelek mérésén és értékelésén alapszik. A hasonló eredmények termodinamikai értelmezésére kitalált eljárás kulcselemeinek a leírását is szolgáltatja ez a módszer. Az összefüggő kísérleti és elméleti értelmezés a fehérjék helyzetienergia-felszínének közvetlen kísérleti képét adja. A megközelítés hasznosságát eltérő szerkezeti osztályokba tartozó, azaz globuláris és rendezetlen fehérjéken demonstrálták. Bevezettek és használtak rendparamétereket, melyeket a fehérjék felületén kötött vízmolekulák mozgását befolyásoló helyzeti-energiagátak eloszlásának jellemzésére sikerült levezetni. Az eredmények lehetővé teszik a fehérjék rendezett és rendezetlen részei arányának, *valamint a vizes oldatbeli fehérje-víz kötések energiaviszonyainak a mennyiségi leírását.*

Komplex folyadékok kutatása

Részben rendezett rendszerek

Egy szemcsés rendszer silóban történő folyásával kapcsolatosan kísérletileg megmutatták, hogy a részecskék elnyújtottságának növelése a folyási sebesség fluktuációinak szisztematikusan növekedéséhez és a folyás lokalizálódásához (lépcsőfüggvénnyel leírható sebességtér) vezet. Lejtőn megfigyelhető, intenzív ütközésekkel jellemezhető folyás esetén a szemcsés rendszer effektív súrlódása szisztematikusan növekedett a részecskék elnyújtottságának növelésével. Megmutatták, hogy hogyan lehet egy topológiai defektekből álló mintázat segítségével elektromosan hangolható optikai örvényeket kelteni egy folyadékkristályban. Kiderítették, hogy miként lehet mágneses mezővel vízcseppek kontaktszögét állítani egy magnetoaktív elasztomer reverzibilis felületi érdességgének változtatásával. Szuper-csavar deformációkat hoztak létre fénnyel, amelyek a fényérzékeny hordozó jellegétől függően, π vagy 2π inverziós hurkok keltésén keresztül relaxáltak. Ferronematikusokban, az izotrop-nematikus fázisátmeneti hőmérséklet pozitív és negatív változását is létrehozták mágneses térrel.

Elektrolitikus nanoszerkezetek

Összefoglaló közleményben tekintették át az elektrokémiai leválasztás során keletkező anyagok mélységi komponens-eloszlásával kapcsolatos jelenségkört. Kiemelten foglalkoztak a vas–kobalt–nikkel ötvözetek mélységi komponens-eloszlásának jellegzetességeivel, a szerkezeti tényezőkkel egységes tárgyalásban. Új kiindulási anyagot, a ruténium-nitrozilszulfátot vezettek be a szuperkapacitást mutató RuO_2 rétegek elektrokémiai előállításába. Nagy termikus stabilitást mutató nikkel–molibdén ötvözeteket állítottak elő elektrokémiai eljárással. Megmutatták, hogy a nyomokban beépülő kén megváltoztatja a magas hőmérsékleten zajló átkristályosodási folyamatokat. Kimutatták, hogy a kén szennyezést nem tartalmazó elektrolitikus Ni-Mo ötvözetek átkristályosodása magas hőmérsékleten analóg a metallurgiai úton létrehozott hasonló összetételű ötvözetekével. Összefoglaló közleményben tekintették át az impulzusos leválasztással készült elektrolitikus rétegek és védőbevonatok fejlődését és a mai ipari szerepét.

Folyadékszerkezet

Kiterjedt molekuláris dinamikai (MD) szimulációkat végeztek vízben gazdag etanol-víz elegyekre szobahőmérséklet és a kísérletileg meghatározott fagyáspont között. Meghatározták a hidrogénkötések formálta hálózat különféle jellemzőit. Megállapították, hogy a hőmérséklet csökkenésével a metanol-víz elegyekhez hasonlóan nő a hidrogénkötések formálta gyűrűk száma. Az etanol-víz elegyekben azonban nem a hattagú, hanem az öttagú gyűrűk dominanciáját lehetett megfigyelni.

Lítium-klorid tömény vizes oldatait vizsgálták klasszikus molekuláris dinamikai és fordított Monte Carlo szimulációkkal. Első lépésben MD számításokat végeztek négy összetételen, a víz és az ionok kölcsönhatási potenciáljainak mintegy huszonkilenc kombinációjával. Az eredményül kapott szerkezeti modelleket összevetve azt találták, hogy a vizsgált összetételekben a lítiumionoknak általában négy szomszédjuk van (oxigén atom vagy kloridion), míg a koncentráció növekedésével a kloridionok körül két hidrogén atomot helyettesít egy lítiumion. Tiszta vízben négy vízmolekula található egy központi vízmolekula körül, ezzel szemben tömény oldatokban a vízmolekulák nagy többségéhez két kloridion és egy lítiumion kapcsolódik (a hidrogénatomon, illetve az oxigénatomon keresztül).

Gázkisülések fizikája

A Boltzmann-egyenlet momentumaira alapozva új alapokra helyezték a rádiófrekvenciás plazmaforrások elektronfűtési mechanizmusainak megértését. Szisztematikus vizsgálatokat végeztek az elektronok által indukált másodlagos (elektródák felületéből kilépő) elektronok hatására alacsony nyomású kapacitív csatolású rádiófrekvenciás plazmaforrásokban. Elsőként integrálták a vákuum-ultraibolya fotonok részecskeszintű transzportjának leírását (beleértve a releváns spektrumvonal-kiszélesedési mechanizmusokat) atmoszférikus nyomású gyors tranziens gázkisülések szimulációjába. Megvalósítottak egy hengerszimmetrikus gázkisülés szimulációs programot, amellyel magyarázatot adtak a Plasmakristal-4 mikro-gravitációs poros plazma kísérletben váratlanul megfigyelt sorba rendeződés jelenségre. Megmutatták, hogy a vízben, felülethullám mikrohullámú kisüléssel való kölcsönhatás során keltett aktív részecskék sűrűségének az aránya három nagyságrenden keresztül hangolható, változtatva a kisülésben a gázáramot és a kezdeti $Ar/N_2/O_2$ gázkeveréket.

Neutronspektroszkópia

Nanoszerkezet kutatás neutronszórással.

Kisszögű neutronszórásos méréseik rávilágítottak a szelén tilakoid makroorganizációra gyakorolt hatására és segítettek megérteni e – mind élelmezési, mind környezetvédelmi szempontból releváns – nyomelem hatását a fotoszintetikus apparátusra. A svájci Paul Scherrer Intézet kutatóival közösen demonstrálták, hogy üzemanyagcella membránok graftolási szintjének változtatása nélkül, megfelelő besugárzási stratégiák alkalmazásával a graftsűrűség és grafthossz változtatható. A Temesvári Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetemmel való együttműködés keretében kapszaicin tartalmú poliuretán kapszulák előállítását és jellemzését végezték el. A kapszulák lassú lebomlását és egyidejűleg kapszaicin kioldódását követték fiziológiai körülmények között. SANS (kisszögű neutronszórás) illetve a SEM (pásztázó elektronmikroszkópiai) mérések igazolták, hogy a porózus poliuretán mátrix nanoszerkezete nem változott a kapszaicin-bevitel hatására. Mindkét esetben 50-100 μm méretű klaszterek kialakulása látható a SEM felvételeken. A chilipaprika kivonat poliuretánba való rögzítése egy nem irritáló, és hosszú, 1-2 hetes felszabadulási idejű terméket eredményezett.

Neutronoptika

A csoport kutatói és műszaki személyzete tevékenyen részt vettek az EU-H2020 BrightnESS projekt teljesítésében. Ennek fő összetevői a szilárd bór konverteres kétdimenziós helyérzékeny detektor fejlesztése, valamint az ESS moderátor-fényességvizsgáló teszt nyaláb (Test Beam Line) komponenseinek (optikai pad, nyalábszaggató, forrás-rés maszk) tervezése, irányítástechnikai kivitelezése és tesztelése. Várhatóan ez a berendezés "lát" elsőként neutront az Európai Spallációs Neutronforrás (ESS) kutatóközpontban és energiafüggő képalkotással minősíti a világon először az ESS-ben megvalósított alacsony-dimenziós moderátort. A berendezés prototípusát a Budapesti Kutatóreaktor Műszerközpont valamint a norvég IFE Kjeller Intézet JEEP II kutatóreaktor hidegneutron-moderátorának vizsgálatánál alkalmazták, az eredményeket az argentinai San Carlos de Bariloche városban rendezett 7. UCANS konferencián mutatták be.

Az ESS-nél épülő berendezések közül háromnál neutronoptikai fejlesztési munkákban vállalt szerepet a csoport. Az NMX berendezés neutronvezető rendszerének optimalizálását, a BIFROST berendezés analizátorának és nyalábszaggató rendszerének optimalizálását, valamint a MIRACLES berendezés kollimátorának tervezését végezték el.

Alkalmazott és nemlineáris optika

Lézeralkalmazások és optikai méréstechnika

In vitro kísérleti módszerek és *in silico* numerikus szimulációk segítségével meghatározták a légúti megbetegedések kezelésére használt aeroszol gyógyszerek légúti kiülepedésének eloszlását és hatékonyságát különböző légzésfunkciós paraméterek függvényében. Ez hatékonyan segíti a kezelőorvost a személyre szabott gyógyszerválasztásban.

Femtoszekundumos lézerek a nemlineáris mikroszkópiában

A tavalyi évben a kutatócsoport egy új képalkotási technikát fejlesztett ki, amit DVRF-CARS-nak neveztek el. Ez a módszer alkalmas arra, hogy festékjelölés-mentesen patológiai szempontból releváns képet adjon pl. a bazaliómáról, egyéb daganatos bőrelváltozásokról vagy bőrbetegségekről. Fontos kiemelni, hogy a bazalióma az egyik legelterjedtebb bőrdaganat a fehérbőrű népesség körében, mivel az ő bőrük rendkívül érzékenyen reagál az UV sugárzásra. A módszer lényege, hogy a CARS méréseket két egymáshoz közeli, de képalkotási szempontból jelentősen eltérő hullámhosszon végzik, így két képet kapnak: egyik a fehérjékben jelentős mennyiségben lévő CH_3, a másik a zsírokban jelen levő CH_2 molekuláris kötések koncentráció eloszlását adja 3D-ben. Két különbségi kép megfelelő színezése majd összevonása után kapják meg a nagy kontraszttal rendelkező, kvázi H&E "festett" képeket a bazaliómáról. Ebben az évben sikeresen továbbfejlesztették ezt a módszert úgy, hogy a daganatokra jellemző patológiás, kvázi H&E "festett" képeket akár már valós időben is fel tudják venni, megjeleníteni. Ezt az általuk kifejlesztett, új, ún. IF-CARS technika alkalmazásával érték el, amiben a pumpa lézer spektrumát egy Michelson interferométer segítségével időben, a mikroszkóp képszinkron jeleivel összhangban modulálták. A mérés spektrális felbontását, érzékenységét az alkalmazott Ti-zafír lézer spektrumának megfelelő csökkentésével tovább javították.

Ultragyors nanooptika (Lendület kutatócsoport)

Új nanooptikai mérési módszerüket ún. plazmoncsatolási jelenségek kísérleti vizsgálatára használták fel, amelyek meghatározóak az információtechnológiai alkalmazásokban, pl. ultranagy sebességű optikai kapcsolók fejlesztésénél. Az új mérési módszernek a napelemek továbbfejlesztésétől kezdve a biológiai/kémiai szenzorok fejlesztésén át egészen egyes rákterápiás módszerekig nagy jelentősége lehet, hiszen tetszőleges nanostrukturált fémfelület optimalizálható és az alkalmazásokhoz illeszthető a térnövekmény közvetlen mérése által. Kutatásokat folytattak továbbá nagy intenzitású lézerrendszereknél használható optikai elemek továbbfejlesztésével kapcsolatban, együttműködésben a területen vezető német Layertec GmbH céggel. Javaslatot tettek továbbá egy új lézerindukált magfúziós sémára, melynek segítségével a jelenleginél kisebb fényintenzitás mellett is be lehet indítani a fúziós folyamatot nanorészecskéket tartalmazó céltárgy segítségével.

Kristályfizika

Kidolgozták a fotorefraktív sérülésnek ellenálló, optikai minőségű Mg-mal adalékolt sztöchiometrikus $LiNbO_3$ kristályok utántöltéses, magas hőmérsékletű, maggal vezérelt, oldatos növesztési technikáját. Tranziens abszorpciós spektroszkópiával az infravörös tartományban megmutatták, hogy Mg-mal adalékolt $LiNbO_3$ kristályokban a lézerimpulzusokkal létrehozott elektron-polaronok rácsrelaxációja a 200 fs-os időskálán

játszódik le. EXAFS módszerrel meghatározták az Er, In, és Hf adalékok beépülési helyét kongruens és sztöchiometrikus $LiNbO_3$ kristályokban. Nanokristályokat állítottak elő $LiNbO_3$ egykristályokból rázó- és bolygómalmos őrléssel. Az előbbi esetben a száraz őrlés néhány száz nm-es részecskéket, polaronok okozta szürke elszíneződést, részleges redukciót eredményezett. Bolygómalmos nedves őrléssel sikerült a kívánt, igen kisméretű, 10-20 nm-es részecskéket előállítani. Meghatározták, és intrinszik hibák okozta UV abszorpciós sávok mérésével ellenőrizték a homogén $Li_6Y(BO_3)_3$ (LYB) kristályok optimális növesztési összetételét. A LYB:Yb kristályokon kimutatott kooperatív lumineszcencia hullámhosszán LYB kristályban megfigyelték a kooperatív abszorpció jelenségét is. Kimutatták, hogy a LYB:^{166}Er kristályokban létrehozott spektrális lyukak koaxiális mágneses térben két, míg általános irányú mágneses térben további lyukpárokra hasadnak. A környezetvédelmi és mezőgazdasági jelentőségű alginit ásvány fő- és mellék komponenseinek meghatározására analitikai kémiai eljárásokat dolgoztak ki. On-line elvű, folyami toxikus/elemi hordalékösszetétel monitorhoz gyors, ELCAD-plazma alapú optikai emissziós spektrometriás mérési elrendezést fejlesztettek ki.

Nanoszerkezetek és alkalmazott spektroszkópia

A csoport által kifejlesztett indukált Raman-szóráson alapuló optikai mikroszkópiás mérőrendszert sikeresen alkalmazták élő zebrahalak idegsejtjeinek vizsgálatára. A módszer lehetővé teszi az idegsejtek osztódása során a sejtmagban zajló folyamatok részleteinek megismerését, és ígéretes az agysejtek aktivitásának jelölésmentes követésére és az idegrendszeri betegségek és rendellenességek diagnosztizálására.

Nagy érzékenységet biztosító plazmonikus szerkezeteket állítottak elő nanométeres aranygömbök mikronos méretű inverz piramisok mátrixába való elhelyezésével. Az így kapott felületek a korábban használt inverz piramisokhoz képest jelentősen megnövelték a felületerősített Raman-szórás hatáskeresztmetszetét, és alkalmasnak mutatkoznak különböző vegyületek nagyon kis koncentrációinak detektálására is.

Kvantumoptika és kvantuminformatika

Kvantumoptika (Lendület kutatócsoport)

Meghatározták a kvantummérés visszahatásaként megjelenő kvantumos zaj dinamikai hatását, amelyet optikai rezonátorban csapdázott ultrahideg atomok rácsgázára fejt ki. Megmutatták, hogy a fotondisszipációhoz társuló fluktuáció gyökeresen más hatást okoz a rendszer fázisdiagramjában megjelenő különböző típusú alapállapotokban, úgymint a szuperfolyékony, a szuperszilárd, a Mott-szigetelő és a töltéssűrűséghullám fázisokban. Az első kettőben, a szuperfolyékony hullámfüggvény jelenlétében, a mérés visszahatása gerjesztésként jelenik meg, és a kondenzátum kiürüléséhez vezet. Egyszerű analitikus kifejezést közöltek a kiürülés időskálájára, ami nagyon lényeges a Hamilton-operátoron alapuló zárt rendszerre vonatkozó leírások érvényességi korlátainak meghatározásához. Az utóbbi két, összenyomhatatlan fázisban a mérési zaj a kémiai potenciál fluktuációját okozza, ami a gerjesztési spektrumban a gerjesztések analitikusan kiszámolt vonalkiszélesedéseként figyelhető meg.

Kvantuminformatika és a kvantummechanika alapjai

Egy kvantumos részecskén végzett mérések elkerülhetetlenül befolyásolják annak viselkedését, mivel az addigi unitér fejlődést egy nem-unitér projekció szakítja meg. A mérések által indukált effektusok kísérleti vizsgálatához kvantum-szimulátort használva, kihívást jelent a rendszer egy kis alterére korlátozott mérés implementálása, amely után a komplementer altéren folytatódhat az eredeti dinamika. A fotonikus kvantumos bolyongás sokoldalú platformot biztosít változatos kvantumos dinamika megvalósítására, mivel az összes releváns paraméter fölött nagyfokú ellenőrzést gyakorol a kísérletező. Mindeddig a mérések által indukált kvantum-dinamika nem volt ezen megvalósítható. Most sikerült implementálniuk egy idő-multiplexelésen alapuló diszkrét idejű kvantumos bolyongásban a kontrollált méréseket.

b) Tudomány és társadalom

A Szilárdtestfizikai Intézet kutatócsoportjai szerteágazó témákban folytatnak kutatásokat, így nagyon különböző területeken végeznek a társadalom számára közvetlenül vagy közvetve hasznos, a társadalom életét rövid, illetve hosszabb távon befolyásoló tevékenységet. Egyik ilyen sokak számára elérhető példa volt a *kulturális örökség* témakörében a Szépművészeti Múzeum 2018. októberi újranyitásának legfőbb attrakciója a Leonardo szobor és szoborvázlat-gyűjtemény bemutatója, melyen a szobron végzett technikai vizsgálatokat egy látványos video-montázs mutatta be. A kiállítást tízezrek tekintették meg. Ehhez a kulturális eseményhez az Intézet két tudományos osztálya is hozzájárult.

A *Neturonspektroszkópia Osztály* kiemelkedő társadalmi vonatkozású projektjeként valósultak meg a Leonardo da Vincinek tulajdonított „Budapesti Lovas" néven ismert bronzszobron 2017-18-ban végzett átfogó technikai vizsgálatok, melyeket a Szépművészeti Múzeum és az MTA Wigner Budapesti Neutron Központjának (BNC) együttműködésében hajtottak végre az MTA csillebérci kutatóreaktornál. A háromdimenziós neutrontomográfiai mérések kiváló minőségű képeket adtak mind a ló, mind a lovas belső szerkezetéről. A kiértékeléskor a kisbronz belsejében jól láthatóvá vált a viaszveszejtéses eljárás során használt öntőmag maradványa valamint az öntőforma egyes bennmaradt rögzítő elemei is. Az öntési mag összetételét neutron prompt-gamma spektroszkópia segítségével állapították meg. A Wigner FK munkatársai által végzett nagyfelbontású neutron diffrakciós mérések egyértelműen bizonyítják, hogy a lovat és a lovast ugyanabból a bronz anyagból öntötték, de a készítésükkor használt öntési folyamatok különböztek.

Emellett a Lovas bronz felületének mesterséges patináját RAMAN spektroszkópiával is vizsgálták a tudósok - az *Alkalmazott és Nemlineáris Optikai Osztály Nanoszerkezetek és alkalmazott Spektroszkópia Csoport* laboratóriumában. Mára már kideríthetetlen, hogy a Budapesti Lovas öntésében maga a mester is közreműködött-e, vagy valamelyik tanítványának munkája. Így a MTA Wigner és az MTA EK munkatársai által végzett budapesti neutronos és RAMAN méréseknek nagy jelentősége van, hiszen újabb adalékokkal szolgálnak a szobor készítésének módjáról. A szobor látványos példája annak, hogy napjainkban a legsikeresebb tudományos vállalkozások azok a kutatócsoportok, amelyekben különböző területek kutatói működnek együtt.

Másik, az egész társadalom számára kiemelt fontosságú az *egészségügyi kutatások* területe. A kutatócsoport célkitűzése, hogy egy, a csoport által korábban kifejlesztett, optikai szállézeres, kézben tartható nemlineáris mikroszkóp rendszert alkalmassá tegyenek valós idejű DVRF CARS mérésekhez, ami klinikai körülmények között is lehetővé tenné a bazaliómák valós idejű, helyben történő diagnosztikáját. A bőrgyógyászok és a patológusok általában a hagyományosan

H&E technikával festett patológiás képeket ismerik, ezért az új, kombinált IF-CARS / DVRF CARS technikával készített kvázi H&E képeket is nagy valószínűséggel használni tudják majd diagnosztikai célokra pl. a bőrdaganatok esetében. A valós idejű (IF-CARS) változat hosszabb távon akár a műtéti beavatkozások közben is jelentős segítséget jelenthet a tumor határok pontos meghatározásánál. Az év folyamán bemutatott új orvosi diagnosztikai módszer hosszabb távon jelentősen növelheti az egészségügyi ellátó rendszer minőségét azáltal, hogy jelentősen csökkenti a vizsgálatok, kezelések időtartamát, így az ellátási költségeket, valamint a téves diagnózisok és hibás vagy nem kielégítő sebészeti beavatkozások esélyét.

Az Intézet *Alkalmazott spektroszkópia kutatócsoportja* és a Femtonics Kft. közötti együttműködés, amely az agysejtek működésének vizsgálatára, továbbá *idegrendszeri betegségek és rendellenességek diagnosztizálására* alkalmas új spektroszkópia eljárások kifejlesztését célozza, szintén új orvosdiagnosztikai eljárások bevezetését teszi lehetővé.

Lézeralkalmazások és optikai méréstechnika kutatócsoportja két területen is hasznosította a korábban aeroszol gyógyszerkészítmények vizsgálatára felépített új kísérleti berendezéseit. Ipari partnerekkel K+F szerződés keretében részt vesznek egy kutatásfejlesztési projektben, melynek célja egy újfajta 3D fémnyomtatáson alapuló technológia kifejlesztése és prototípus berendezések fejlesztése.

Oktatási tevékenység az Intézetben nemcsak a hazai keretek között, hanem nemzetközi téren is folyik. A *Neutronoptika csoport* '12. Közép-európai Neutronkutató Gyakorlóiskola' (CETS2018) programja betekintést nyújtott a neutron-szórásvizsgálati- és képalkotási módszerek alkalmazási lehetőségeibe, kondenzált anyagok szerkezeti és dinamikai vizsgálatába. Az iskola központi célkitűzése a neutronkutatás változatos előnyeinek szemléltetése a felsőoktatás, akadémiai kutatás valamint ipar számára.

Ipari együttműködések és a technológia transzfer területén kutatócsoportjaink a következő hozzájárulást tették: Az *Erősen korrelált rendszerek 'Lendület' kutatócsoport* által bevezetett DMRG módszerek migrálása Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA, USA által kifejlesztett (NWChem) ipari/kereskedelmi programcsomagba és a Budapest QC-DMRG implementáció interfészelése az ORCA kereskedelmi programcsomaggal, melyet a J. Heyrovsky Institute for Physical Chemistry fejlesztett ki Prágában. Mindezek jól reprezentálják a tudástransztfert a kutató közösségtől az ipar és ezáltal a társadalom felé.

A *Neutron optikai kutatócsoport* neutronkutatási *instrumentáció-fejlesztés* terén elért eredményeivel magyar természetbeni (In-Kind) hozzájárulással támogatja az Európai Spallációs Neutronforrás építését.

A *Kristályfizikai csoport* által előállított kristálymintáknak jelentős kereslete van mind itthoni, mind külföldi egyetemeken és kutatóintézetekben.

A *Szerkezetkutató labor* munkatársai két cikket is publikáltak az Advanced Materials folyóiratban, mely kutatásaik további innovációt alapozhatnak meg. Először sikerült magyar kutatóknak szimulálni a kagylóhéjak keletkezését. Ezzel tudósok először modelleztek ilyen bonyolult biológiai szerkezetet, amellyel megnyílhat az út bonyolultabb biomineralizációs folyamatok megértéséhez. Bár a vizsgálatok még alapkutatási fázisban vannak, a megszerzett ismeretek környezetbarát technológiák kidolgozását teszik lehetővé, hozzájárulva ezzel az életminőség javításához.

A *Hosszú távú rend kutatócsoport* keretében az Intézetben kifejlesztett technológiák átadására példa a H-ION kutató, fejlesztő és innovációs Kft. tevékenysége, amely induktív elemeket állít elő amorf és nanokristályos szalagokból normál és indukált anizotrópiát létrehozó hőkezelések segítségével.

Az Intézetben *elért tudományos eredmények népszerűsítése* egyre inkább előtérbe kerül mind hazai, mind nemzetközi téren a majdani utánpótlás és az adófizetők informálása szempontjából. Az *Ultragyors nanooptika csoport* tagjai kiterjedt ismeretterjesztő munkát végeznek és a legkülönbözőbb közép- és felsőoktatási, politikai és civil képviselőkkel folytatnak aktív párbeszédet a fizikai és fotonikai tudományok társadalmi szerepéről. Tudománynépszerűsítő előadásaikkal egyúttal a kutatói életpályát is próbálták vonzóvá tenni. A lézerlaboratóriumokban rendszeresen helyt adnak iskolai és egyetemi csoportok látogatásainak, és több diákcsoportnak mutatták be mindhárom optikai méréstechnikai laboratóriumukat.

A *Félvezető nanoszerkezetek csoport* az autóiparban, egészségügyben, és a biztonságos kommunikációban hasznosítható szilárdtest kvantumbitekkel egyfoton fénykibocsátókkal kapcsolatos eredményeit publikálta az Innotéka tudomány népszerűsítő magazinban is. Beszélgetés a kvantuminternetről címmel ismertették a kvantumos tudományt gimnazista diákoknak a „Fizikus simogató" rendezvényen. Munkatársaink részt vettek az Eötvös Lóránd Fizikai Társulat vezetésében, kiemelten a "Fizika Mindenkié" országos esemény szervezésében. A *Komplex rendszerek csoport* Amerikában dolgozó tagja külföldön is, a Bostoni Tudósklubban 10 tudományt népszerűsítő előadást szervezett a 2018-as esztendő folyamán.

Kvantuminformatika és a kvantummechanika alapjai kutatócsoport a kvantumtechnológia megalapozásának szempontjából fontos eredményeiről, mint pl. a mérésekkel befolyásolt fotonikus kvantumos bolyongás megvalósításáról beszámolt a magyar sajtó. A kutatócsoport tagjai interjút adtak a Mindennapi tudomány című ismeretterjesztő TV műsorban, az M5 csatornán. Részt vettek a Wigner Café népszerűsítő eseményen a Csodák Palotája szervezésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hazai kapcsolatok

Akadémiai kapcsolatok*:* Történelmi előzmények, tematikai hasonlóságok és a közös infrastruktúra használata folytán korábban is léteztek formális és informális kapcsolatok a KFKI campus akadémiai intézetei között. A campuson működő két kutatóközpont közül továbbra is az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Atomenergia-kutató Intézete (AEKI) és az MFA fontos együttműködő partnerei az Intézetnek. A Budapesti Neutron Központ keretében folynak közös kutatások a kísérleti atomreaktor hasznosítása érdekében. Az interdiszciplináris kutatás felértékelődésével a kulturális örökség védelme és az ehhez kapcsolódó kutatások kibontakozása vezetett az MTA BTK Régészeti Intézettel és a Szépművészeti Múzeum gyűjteményével kialakult kapcsolatok bővüléséhez, mely intézmények számára műtárgyak roncsolásmentes vizsgálatát végzik neutronspekroszkópiai és RAMAN módszerekkel. Ezzel a különböző intézetekhez tartozó kutatócsoportok eredményes interdiszciplináris együttműködése valósul meg. Az MTA intézményhálózatán belül közös kutatások folynak még az MTA TTK Enzimológiai Intézettel és az MTA Atomkival. Kiemelést érdemel még a szegedi ELI-ALPS nemzetközi kutatóintézettel való együttműködés.

Felsőoktatás

Az Intézet munkatársai több egyetemen vesznek részt a graduális és posztgraduális képzésben a szilárdtest-fizika, az anyagtudomány és az optika tárgykörében. Különösen eredményes együttműködés alakult ki az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi karán (ELTE TTK) és a BME TTK Fizikai Intézetében folyó fizikus képzés területén. A vidéki egyetemek közül a Szegedi és a Pécsi Egyetem fizikai intézeteivel valamint a Semmelweis Egyetemmel kialakított kapcsolat érdemel kiemelést. 2018-ban az Intézet 37 kutatója vett részt az egyetemi oktatásban rendes és speciális előadások tartása, illetve laboratóriumi gyakorlatok vezetése formájában. Az Intézet munkatársai 51 elméleti és 28 gyakorlati kurzust tartottak alapképzésben, mesterképzésben résztvevő diákok valamint doktorandusok részére. 25 kutató tagja az egyes egyetemek Doktori Iskolájának, közülük 12-en törzstagok.

Az Intézetben 6 hallgató dolgozott alapképzésben 13 mesterképzésben beadandó diplomamunkáján, 32 pedig PhD-dolgozata összeállításán. 2018-ban 2 TDK-dolgozat került benyújtásra témavezetésükkel. Ezen hallgatók nagy része olyan kísérleti berendezéseken végezhette kísérleti munkáját, melyek másutt nem állnak rendelkezésre az országban.
Az Intézet munkatársai közül három nyert el PhD-fokozatot.

Nemzetközi kapcsolatok

A nemzetközi kapcsolatok alapját főleg a három EU H2020 keretprogramjához tartozó és egyéb nemzetközi projektek, COST, TéT és kétoldalú akadémiai mobilitás egyezmények, továbbá az intézetek közötti közvetlen kutatócsoporti együttműködések képezik.
Különösen intenzív sokoldalú együttműködés jellemzi a Budapesti Neutron Központ keretében végzett kutatásokat. 2018-ban megszervezték a 12. Közép-európai iskolát a neutronszórás területén.

A kormányközi tudományos és technológiai megállapodások (TéT) keretében 6 témában folytak közös kutatások, közülük 2 egy japán és egy francia kezdődött 2018-ban. A 2016-ban és 17-ben indult 4 együttműködésből 3 zárult 2018-ban. A fenti együttműködéseket egészíti ki több, összesen 11 új bilaterális akadémiai egyezmény, bolgár, cseh, egyiptomi, két észt, lett, két román, szerb, szlovén és ukrán akadémiai intézetekkel.

A nemzetközi kapcsolatok építése szempontjából nagyon fontosak kutatóink külföldi munkavállalásai és az ösztöndíjak. Az év folyamán 37 kutató dolgozott külföldön. Egyik kutatónk - nemzetközi kutatócsoport tagjaként - társszerző egy Science cikkben. Az Intézetben egy hónapnál hosszabb ideig dolgozó külföldi vendégkutatók száma a korábbi évekhez hasonlóan alakult: 65vendég töltött félévnél rövidebb időt, összesen 18,8 hónapot az Intézetben.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2018-as év igen sikeresnek mondható különösen a hazai finanszírozású pályázatok tekintetében.

Az év folyamán művelt összes OTKA témák száma: 30, melyből az év folyamán elnyert új OTKA-témák száma: 12, mely 828 366 E Ft bevételt jelentett az Intézetnek az elkövetkezendő néhány évre. Ennek megoszlása a következő:

Kettő *Élvonal – Kutatói kiválósági program* (KKP) összesen 496,1 M Ft összegben egy a kvantumtechnológiához kapcsolódó elméleti (*Koherens kvantumállapotú anyagok*), és egy

interdiszciplináris (*Kristályos morfológia modellezése eltérő méretsklálákon: Atomi skálától biológiai rendszerekig*) című pályázatok

A három *nemzetközi együttműködésen alapuló* (NN) kutatási téma (129,457 EFt) közül 2 QUANT-ERANet szintén a kvantumtechnológia témakörébe tartozik, míg a harmadik egy V4-Kóreai együttműködési projektet jelent, (*Ólommentes, hosszú távon stabil napelemek*), melynek lehetnek további alkalmazásai.

Az egy *nemzetközileg kiemelkedő eredményeket elérő kutató csoport (KH)* (19 594 EFt) támogatás melynek része egy japán együttműködés (*A nyomás és a hőmérséklet hatása alkohol-víz elegyek szerkezetére*).

A három *kutatói kezdeményezésű* (K) pályázat keretében elnyert 125 566 EFt két elméleti és egy kísérleti témából származik. Végül a sort az Az öt *fiatal kutató által kezdeményezett* (FK) témapályázat 57 620 EFt kísérleti kutatásokra fordíthatják a sikeres kutatók.

Az év folyamán az Innovációs Alapból (NKFIA) támogatott témák száma 11. Ezek közül 4 új 2018-ban megkezdett NKFIH által finanszírozott projekt van, egy-egy NKP és VKE. Mindkét jelentős nagy összegű pályázatot a Lézeralkalmazási és Nemlineáris Optika Osztály kutatócsoportjai nyújtották be összesen 431,8 MFt öszegben. Ide tartozik még a 2 TéT pályázat.

A Nemzeti Kiválósági Program (NKP_2018) keretében elnyert *Ultragyors nanooptika (Lendület kutatócsoport) pályázata* 282 MFt-tal részesült a *'Ultragyors kísérletek jobb funkcionális molekulákért, nanoáramkörökért és atomnyalábokért'* témával. A *Lézeralkalmazások és optikai méréstechnika kutatócsoport* nyerte el a Versenyképességi és kiválósági együttműködések (VKE_17) keretében kiírt konzorciális pályázatot *'Egyedi gyártástechnológia digitalizáció'* témában, amely a hosszútávon fenntartható, stratégiai jelentőségű együttműködést szolgálja. (a 789 M Ft-os teljes költségvetés Wignerre eső összege 150 MFt).

2 új TéT: **'***Szerkezeti rendezetlenség vizsgálata diffrakcióval és számítógépes szimulációval'* (japán), valamint '*Heterogén folyadékelegyek szerkezetének vizsgálata kisszögű szóráskísérletek és számítógépes szimulációk segítségével'* (francia) téma.

Az év folyamán művelt egyéb hazai témák száma: 3 VEKOP pályázat, de új pályázat nem nyert 2018-ban ebben a kategóriában.

Az év folyamán egyéb <u>külföldi forrásból</u> támogatott témák száma: 2.

2018 év végén egy H2020-as konzorciális EU-pályázatot nyert el az Intézet ugyancsak kvantumtechnológiával foglalkozó kutatója, melynek címe '*Advancing Science and TEchnology thRough dIamond Quantum Sensing'* (ASTERIQS), melyből az Intézet részesedése 324000 €, kb. 100 M Ft. A másik az új: kétéves TKA-DAAD 274464 Német mobilitás pályázat, 591 E Ft/év összegben.

<u>Egyéb - az MTA</u> által kiírt pályázatok:

A Félvezető nanoszerkezetek (Lendület) kutatócsoport egy fiatal kutatója nyerte el az *MTA Prémium Posztdoktori pályázatát* (PPD) 'Spindinamikai szimulációk fejlesztése és alkalmazása ponthibaalapú kvantumbitek tanulmányozására'. A *nemzetközi kapcsolatok és nemzetközi konferencia pályázatok* (INKP) kategóriában két fiatal posztdok kutató nyert el egy-egy

támogatást. A kutatócsoportok közel fele érdekelt az *MTA bilaterális* (NKM) mobilitási egyezményekben, melyből 11 új, két elméleti és 9 kísérleti együttműködés kötetett a következő országok szerinti megoszlásban: A két elméleti közül, egy *cseh* 'Statikus és dinamikus korrelációk hatékony kezelése a sűrűségmátrixos renormálási csoport módszer alapján, alkalmazásokkal', és egy *észt* 'Magnetoelektromos és mágneses anyagok kölcsönhatása elektromágneses sugárzással' témában.

A *kísérleti kutatási témák* országok szerinti megoszlásban a következők:
Egy *bolgár:*'Mágneses ötvözetek és multirétegek előállítása oszcilláló elektrokémiai reakciókkal'; egy *egyiptomi*: 'Új provszkit-nanoszén hibrid anyagok szintézise és foto-fizikai jellemzése fényelektromos alkalmazások számára'; egy *észt***:** 'Kvantumoptikai és dozimetriai célú adalékolt borát kristályok spektroszkópiája'; egy *lett:* 'Röntgenabszorciós kísérletek rendezetlen és nanokristályos rendszerekre: az adatok értelmezése Reverse Monte Carlo módszer(ek) segítségével'; egy *szerb*: Nem-egyensúlyi atmosztférikus nyomású kisülési plazmák kölcsönhatása modell-felületekkel; egy *szlovén:* Anizotrop lágy anyag alapú mikrofluidikai rendszerek; egy *ukrán:* A fénnyel gerjesztett felületi oxidáció és polimorf átalakulások emissziós spektroszkópiai vizsgálata a modern fotonikai eszközökben alkalmazható kalkogenid üveg optikai közegekben; két *román:* Mezopórusos szilikagélek előállítása és vizsgálata; ,és Vizes oldatok szerkezeti és termodinamikai vizsgálata témákban.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Gorkhover T et al. incl. G.Faigel [37 authors]: Femtosecond X-ray Fourier holography imaging of free-flying nanoparticles. NATURE PHOTONICS 12: 150–153 (2018) DOI
2. Schoeppler V, Gránásy L, Reich E, Poulsen N, de Kloe R, Cook P, Rack A, Pusztai T, Zlotnikov I: Biomineralization as a paradigm of directional solidification: A physical model for molluscan shell ultrastructural morphogenesis. ADV. MATER. 45: 1803855 (2018) DOI
3. Du M, Yao M, Dong J, Ge P, Dong Q, Kováts É, Pekker S, Chen S, Liu R, Liu B, Cui T, Sundqvist B, Liu B: New ordered structure of amorphous carbon clusters induced by fullerene-cubane reactions. ADV. MATER. 30: 22, 1706916 (2018) DOI
4. Thiering G, Gali A: Ab initio magneto-optical spectrum of group-IV vacancy color centers in diamond. PHYS. REV. X 8 021063 (2018) DOI
5. Nitsche T, Barkhofen S, Kruse R, Sansoni L, Štefaňák M, Gábris A, Potoček V, Kiss T, Jex I, Silberhorn C: Probing measurement-induced effects in quantum walks via recurrence. SCI. ADV. 4: eaar6444 (2018) DOI
6. Kocsis V, Penc K, Rõõm T, Nagel U, Vít J, Romhányi J, Tokunaga Y, Taguchi Y, Tokura Y, Kézsmárki I, Bordács S: Identification of antiferromagnetic domains via the optical magnetoelectric effect. PHYS. REV. LETT. 121: 057601/1-5 (2018) DOI
7. Blaß B, Rieger H, Roósz G, Iglói F: Quantum relaxation and metastability of lattice bosons with cavity-induced long-range interactions. PHYS. REV. LETT. 121: 095301/1-5 (2018) DOI
8. Chou J-P, Bodrog Z, Gali A, First-principles study of charge diffusion between proximate solid-state qubits and its implications on sensor applications. PHYS. REV. LETT. **120** 136401 (2018) DOI
9. Budai J, Pápa Z, Márton I, Wróbel P, Stefaniuk T, Márton Z, Rácz P, Dombi P: Plasmon-plasmon coupling probed by ultrafast, strong-field photoemission with <7 Angström sensitivity. NANOSCALE 10: 16261-16267 (2018) DOI

10. Bonyár A, Csarnovics I, Veres M, Himics L, Csik A, Kámán J, Balázs L, Kökényesi S; Investigation of the performance of thermally generated gold nanoislands for LSPR and SERS applications; SENSOR. ACTUAT. B-CHEM. 255: pp. 433-439. (2018) DOI
11. Salamon P, Éber N, Sasaki Y, Orihara H, Buka Á, Araoka F: Tunable optical vortices generated by self-assembled defect structures in nematics. PHYS. REV. APPL. 10, 044008, 2018 DOI
12. Pethes I: The structure of aqueous lithium chloride solutions at high concentrations as revealed by a comparison of classical interatomic potential models. J. MOL. LIQ. 26: 179-197, 2018 DOI
13. Pothoczki Sz, Pusztai L, Bakó I: Temperature dependent dynamics in water-ethanol liquid mixtures. J. MOL. LIQ. 271, 571-579, 2018 DOI
14. Jánossy I, Tóth-Katona T, Kósa T, Sukhomlinova L: Super-twist generation and instabilities in photosensitive liquid crystal cells, J. MOL. LIQ. 267: 177-181 (2018) DOI
15. Borcan LC, Dudás Z, Len A, Füzi J, Borcan F, Tomescu MC: Synthesis and characterization of a polyurethane carrier used for a prolonged transmembrane transfer of a chili pepper extract, INT. J. NANOMED. 13: 7155–7166 (2018) DOI
16. Donkó Z, Hamaguchi S, Gans T: The effect of photoemission on nanosecond helium microdischarges at atmospheric pressure. PLASMA SOURCES SCI. T. 27: 054001 (2018) DOI
17. Dravecz G, Jánosi TZ, Beke D, Major DA, Károlyházy Gy, Erostyak J, Kamarás K, Gali A: Identification of the binding site between Bovine Serum Albumin and ultrasmall SiC fluorescent biomarkers. PHYS. CHEM. CHEM. PHYS. 20: 13419-13429 (2018) DOI
18. Farkas Á, Horváth A, Kerekes A, Nagy A, Kugler S, Tamási L, Tomisa G: Effect of delayed pMDI actuation on the lung deposition of a fixed-dose combination aerosol drug. INT. J. PHARM. 547: 1-2 480-488 (2018) DOI
19. Kiss L F, Balogh J, Bujdosó L, Kaptás D: Magnetic properties of Fe-Ag multilayers with varying layer thickness and bilayer number. PHYS. REV. B 98: 14 144423/1-10 (2018) DOI
20. Hagymási I, Legeza Ö: Entanglement and magnetism in high-spin graphene nanodisks. PHYS. REV. B 97: 035142 (2018) DOI
21. Nagy D, Kónya G, Domokos P, Szirmai G: Quantum noise in a transversely-pumped-cavity Bose-Hubbard model, PHYS. REV. A 7: 063602 (2018) WoS
22. Szabó B, Kovács Zs, Wegner S, Ashour A, Fischer D, Stannarius R, Börzsönyi T: Flow of anisometric particles in a quasi-two-dimensional hopper. PHYS. REV. E 97, 062904 (2018) DOI
23. Reichenbach P, Kämpfe T, Haussmann A, Thiessen A, Woike T, Steudtner R, Kocsor L, Szaller Z, Kovács L, Eng LM: Polaron-mediated luminescence in lithium niobate and lithium tantalate and its domain contrast. CRYSTALS 8: 214 (2018) DOI
24. Kiss N, Krolopp Á, Lőrincz K, Bánvölgyi A, Szipőcs R, Wikonkál N: Stain-free histopathology of basal cell carcinoma by dual vibration resonance frequency CARS microscopy. PATHOL. ONCOL. RES. 24: 927-930 (2018) DOI

AZ MTA WIGNER FIZIKAI KUTATÓKÖZPONT FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	371			Ebből kutató[2]:	208
PhD, kandidátus:	115	MTA doktora:	40	Rendes tag és levelező tag:	4
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					4
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					69

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				870
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				865
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				4
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				843
Ebből impaktfaktoros publikáció				776
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	3196,03	Összes független hivatkozás száma (2017):	17 434
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			26 476

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	8	MTA doktora:	2

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			285
		poszterek száma:	109
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	109	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	28
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			29

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			95
Témavezetések száma: TDK munka:	17	Diplomamunka (BSc):	24
Diplomamunka (MSc):	42	PhD:	77

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	2 268 982,57	E Ft
Fiatal kutatói álláshelyen fogl. sz.[16]: 27 Teljes saját bevétel:	3 154 940,83	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	1 842,4	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		59
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	423 346,0	E Ft
Az év folyamán az egyéb NKFIH forrásból támogatott témák száma:		19
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	168 140,29	E Ft
Az év folyamán az összes uniós forrásból támogatott témák száma:		18
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	604 408,32	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1 095 061,16	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	862 142,65	E Ft

VI/A. A kutatóhely részletezett pénzügyi adatai 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege:	2 268 982,57	E Ft
Az időszak folyamán a teljes saját bevétel összege:	3 154 940,83	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	1 842,4	E Ft
OTKA - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	423 346,0	E Ft
Egyéb NKFIH forrásból - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	168 140,29	E Ft
ÚMFT - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
Egyéb hazai pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	0,0	E Ft
EU-s pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	604 408,32	E Ft
Egyéb külföldi pályázatok - a tárgyévre vonatkozó bevétel:	1 095 061,16	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - kutatásra:	203 998,24	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozásoktól származó bevétel - egyéb:	507 544,54	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb kutatási bevétel:	10 240,28	E Ft
A tárgyévre vonatkozó egyéb nem kutatási bevétel:	140 359,58	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Részecske- és Magfizikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	156			Ebből kutató[2]:	105
PhD, kandidátus:	57	MTA doktora:	19	Rendes tag és levelező tag:	0
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					1
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					36

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			651
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			648
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			636
Ebből impaktfaktoros publikáció			594
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	2424,19	Összes független hivatkozás száma (2017):	11 582
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			18 996

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:		PhD:	5	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			163
		poszterek száma:	73
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	56	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	16
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			25

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			56
Témavezetések száma: TDK munka:	15	Diplomamunka (BSc):	18
Diplomamunka (MSc):	28	PhD:	43

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatóhely neve: MTA Wigner FK Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	133			Ebből kutató[2]:	100
PhD, kandidátus:	57	MTA doktora:	20	Rendes tag és levelező tag:	3
A kutatóhelyhez kötődő akadémikusok száma[3]:					3
35 év alatti, kutatóhelyi állományban levő kutatók száma[4]:					33

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			217
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			215
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			204
Ebből impaktfaktoros publikáció			180
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	749,97	Összes független hivatkozás száma (2017):	5874
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			7513

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 3	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			122
		poszterek száma:	36
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	53	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			4

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			39
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	14	PhD:	34

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT KUTATÓCSOPORTOK

MTA–BME GÉPEK ÉS JÁRMŰVEK DINAMIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Stépán Gábor, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5.
telefon: (1) 463 1369; fax: (1) 463 3471
e-mail: stepan@mm.bme.hu; http://www.mm.bme.hu/~gjd
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoportban végzett munka az öt éves tervben vázolt feladatokkal folytatódott a beszámolási évben. Az *alulaktuált mechanikai rendszerek* témakörben a digitális hatásokkal kapcsolatos szabályozási hiba becslése volt a vizsgálatok fókuszában. A terveknek megfelelően sikerült általánosítani a korábban kidolgozott módszert tetszőleges szabadsági fokú rendszerekre, valamint bemeneti kerekítés esetére. Fontos feladat volt a korábban alulaktuált rendszerek szabályozására kidolgozott prediktív módszer stabilitásvizsgálata és más problémákra való kiterjesztése is. A módszer alkalmas az alulaktuált rendszereknél jelentkező belső dinamika vizsgálatára és jól használható biomechanikai jellegű problémák esetében, például exoskeletonok, robotok és élőlények mozgásának analízisére. Az emberi futás és járás elemzéséhez egy szökdelő mozgást végző lábmodellt is létrehoztak és vizsgáltak a kutatók, melynek fejlesztése a kutatási tervvel összhangban történt meg. A *dinamikai érintkezési feladatok* témakörben folytatódott a mechanikai érintkezés és a modális tulajdonságok kapcsolatának vizsgálata. Több kísérlet is történt, melyek igazolták a csillapítás és a nyomóerő között korábban felállított összefüggés helyességét. A kutatási tervben egy speciális rezgésmérési rendszer tervezése és építése is szerepelt. A fejlesztés alatt álló rezgésmérési rendszer – mely a kutatócsoport tagok szabadalmaztatás alatt álló találmányán alapul – alkalmas gyorsan forgó alkatrészek megbízható modális analízisére, akár több tízezer fordulat/perces fordulatszámok mellett is. A gumiabroncs dinamikával foglalkozó kutatók a periódusra előirányzott méréseket végezték el a kísérleti berendezésen és az eredményeket összevetették analitikus és numerikus számításokkal. A munkatervben nem említett területen, a merev testek kinematikájával kapcsolatban is születtek új eredmények: síkbeli mozgásokra jól ismert összefüggéseket sikerült általánosítani tetszőleges térbeli mozgások esetére.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az *alulaktuált mechanikai rendszerek* számítógépes szabályozása során jelentős lehet a digitális hatások szerepe. A kutatócsoport korábbi vizsgálatai a szabályozó erő (kimenet) kerekítésre fókuszáltak, elhanyagolva a mért kitérés és sebesség értékek (bemenet) kerekítését. A beszámolási évben sor került a csak bemeneti kerekítést tartalmazó modellek elemzésére. Bebizonyosodott, hogy számos korábban kidolgozott vizsgálati módszer alkalmazható erre az esetre is. A kétféle kerekítés együttes figyelembevétele azt mutatta, hogy a kerekítések felbontásának aránya nagymértékben befolyásolja a fázistér struktúráját. Ha a szabályozó rendszer erőforrásai szűkösek, akkor több párhuzamosan működtetett alrendszer szabályozását az erőforrások időbeli megosztásával, azok közti kapcsolásokkal érhetjük el. Ilyen feladatokkal nemcsak a számítógépes szabályozások kapcsán találkozhatunk: az emberi figyelmet is gyakran meg kell osztani, például járművezetés közben. Ezzel összefüggésben, a kutatók több különféle kapcsolási stratégia alkalmazását is megvizsgálták, analitikus módszerek és numerikus szimulációk segítségével. Befejeződött a korábban kidolgozott prediktív szabályozási módszer variációs alapú algoritmizálása is. A módszer stabilitásának vizsgálatához elengedhetetlen a belső, nem szabályozott dinamika stabilitási tulajdonságainak ismerete. Az ennek érdekében kifejlesztett eljárással hatékonyan meg lehet határozni a belső dinamika dimenzióját és

stabilitását, bonyolult kinematikájú rendszerek esetén is. A stabilitásvizsgálati módszert egy szökdelő mozgást végző, 3 szegmensből álló lábmodellre alkalmazták a kutatók. A 2017-ben felállított modell periodikus mozgás generálására volt alkalmas, vízszintes talajon haladva. A továbbfejlesztett modell képes lejtős talajon történő mozgás leírására is, figyelembe veszi a talaj és talp közötti súrlódást és az ütközés-szerű érintkezéseket, valamint az emberi futás egyik legfontosabb jellemzőjét, a talajfogási mintázatot – azaz hogy a láb első, középső vagy hátsó része ér-e először a talajhoz. Az új modellben előírható a haladási sebesség, az nem az egyéb paraméterek függvényeként alakul ki. Egy olyan két szabadsági fokú mechanikai modellt is létrehoztak a kutatók, amely magában foglalja a legfontosabb jelenségeket amelyek futás és szökdelés esetén megjelennek: a talaj és a végtagok inelasztikus ütközési jelenségét és az ebből származó energiaveszteséget, valamint az izmok működését imitáló szabályozást.

A *dinamikai érintkezési feladatok* témakörben folytatódott a mechanikai érintkezés és a modális tulajdonságok kapcsolatának elemzése. Két darabból összeszerelt testek és egy azokkal azonos geometriájú, de egy darabból álló test kísérleti modális analízise azt mutatta, hogy az alkatrészeket összenyomó erő csökkentése a csillapítás növekedésével jár. A korábbi kísérletektől eltérően, az új kísérleti eszközben részleges elválás is bekövetkezhetett, ezért sajátfrekvenciák kis mértékű eltolódása volt tapasztalható. Az eredmények alapján olyan végeselemes algoritmus kidolgozásába kezdtek a kutatók, melyben a normálerő eloszlástól függő csillapító elemek helyezhetők el az érintkező felület mentén. Az előzetes numerikus eredmények a kísérleti tapasztalatokkal egyező csillapítási karakterisztikát eredményeztek. Az év fontos célkitűzése volt egy olyan rezgésmérési rendszer kifejlesztése, ami abban az esetben is használható, amikor a vizsgált alkatrészek nagy fordulatszámmal forognak. Ilyenkor a hagyományos mérési módszerek nem alkalmazhatók: a forgó alkatrész ütése modális kalapáccsal veszélyes lehet, és a gerjesztés iránya is bizonytalan. A hagyományos elektromágneses gerjesztők rögzítése a forgó testhez körülményes, ráadásul ezek az eszközök megváltoztatják a mért rendszer dinamikáját. Hasonló problémák merülnek fel a rezgések mérése során is, hiszen a hagyományos szenzorok felszerelése és kiolvasása forgás közben nem oldható meg. Elkészült egy érintésmentes, elektromágneses elven működő gerjesztő berendezés és egy érintésmentes, szélessávú lézeres rezgésmérő, amellyel nagy fordulatszám esetén is lehetséges egy forgó gép kísérleti modális analízise. A gerjesztő berendezés kb. 10 N erőt képes kifejteni 100 kHz sávszélességgel, ami alkalmassá teszi előre definiált gerjesztő jelek kiadására és ezek valós idejű szabályozására. Ebben a tekintetben az eszköz egyedülálló, hiszen szakirodalmi adatok szerint az eddig épített hasonló gerjesztők sávszélessége csupán néhány 10 kHz-es tartományig terjed. A tapintásmentes rezgésmérő is jelentős előrelépés az eddig elérhető eszközökhöz képest, mert nagy sávszélessége mellett akár néhány nm-es rezgések mérésére is alkalmas. A kutatók új kísérleti eredményeket értek el a vontatott kerék nemlineáris dinamikájával kapcsolatban is. Modális kalapács segítségével gerjesztve a vontató rudat visszaszámolhatóvá vált a kísérletben alkalmazott kezdeti feltétel, ami alapján sikerült detektálni az instabil határciklus amplitúdójának változását a sebesség függvényében. Az eredmények összhangban vannak az analitikus és numerikus vizsgálatok eredményeivel, így alátámasztják a felállított gumikerék modell helytállóságát. A kutatócsoport vizsgálatai kiterjedtek az önvezető járművek sávtartásának stabilitásvizsgálatára is. A felállított mechanikai modell figyelembe veszi a szabályozó algoritmusok időkésését. A kutatók meghatározták a szabályozás erősítési tényezőinek terében a lineárisan stabil paramétertartományokat, majd az elméleti eredményeket a University of Michigan kutatóival közösen végzett kísérletekkel is alátámasztották. A sávtartó algoritmusok laboratóriumi tesztelésére elkezdődött egy kísérleti berendezés építése. A munkatervben nem említett területen, a merev testek kinematikájával kapcsolatban is születtek új eredmények: gördülés során a keréknek mindig más és más pontjai érintkeznek a talajjal, ezért az érintkezési pontok látszólagos elmozdulása figyelhető meg. Síkmozgások során jól ismert kapcsolat áll fenn az

érintkezési pont látszólagos mozgását jellemző pólusvándorlási sebesség és az érintkezési pont gyorsulása között. A felírható összefüggéseket tetszőleges térbeli mozgások esetére általánosították a kutatók. Az eredmények megkönnyíthetik egyes bonyolult mozgást végző alkatrészek sebesség- és gyorsulásállapotának szemléletes elképzelését.

b) Tudomány és társadalom

A kutatók aktívan részt vettek a BME-n szervezett nyílt napokon és a TDK konferencia szervezésében, a kutatócsoport vezetője pedig előadást tartott a Kármán Tódor Kollégiumban tartott Kulturális és Szakmai Héten. A kutatási témák közül a járás és futás tanulmányozása széles körű érdeklődésre tarthat számot, mert a társadalmi szinten elterjedt sportkultúra fontos tényező az egészségügyi költségek lefaragásában. A kerék-talaj kapcsolat és a szabályozási módszerek vizsgálata az önvezető járművek fejlesztése során nyerhet alkalmazást.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Új felsőoktatási kapcsolat: Technion - Israel Institute of Technology, Politecnico di Bari, University of California at Santa Barbara
Nemzetközi konferenciák szervezése: Sikeresen zárultak a kutatócsoport közreműködésével szervezett 14th IFAC Workshop on Time Delay Systems és a 8th CIRP Conference on High Performance Cutting konferenciák.
Új tudományos tagságok: IFTOMM Technical Committee for Vibrations
Új ipari kapcsolatok: Appaloosa Communication Group, Mikroszervíz SP Mikro-processzoros Fejlesztő és Szerviz Kft.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai két NKFI pályázatot nyertek el: „Egy nyomon haladó járművek dinamikai modellezése és stabilizálása” (támogatási összeg 44 949 E Ft) és „Az emberi és mesterséges futás dinamikája - lépések a modell alapú predikciók felé” (38 276 E Ft).

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Antali M, Takacs D, Stepan G: Experimental fitting of rotor models by using a special three-node beam element. JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND NONLINEAR DYNAMICS, 13:2 Paper: 021009, 9 p. (2018) http://real.mtak.hu/90236/
2. Varszegi B, Takacs D, Insperger T: Acceleration helps in skateboarding at high speeds. INTERNATIONAL JOURNAL OF DYNAMICS AND CONTROL, 6:3 pp. 982-989., (2018) http://real.mtak.hu/70744/
3. Stepan G, Hajdu D, Iglesias A, Takacs D, Dombovari Z: Ultimate capability of variable pitch milling cutters. CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY 67:1 pp. 373-376., (2018) http://real.mtak.hu/90505/
4. Gyebrószki G, Bachrathy D, Csernák G, Stépán G: Stability of turning processes for periodic chip formation. ADVANCES IN MANUFACTURING 6:3 pp. 345-353., (2018) http://real.mtak.hu/90628/
5. Bencsik L, Kovács, LL: Reduction of the effect of actuator saturation with periodic servo-constraints. Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers Part C-Journal Of Mechanical Engineering Science 232:1 pp. 96-105. (2018) http://real.mtak.hu/90516/

MTA–BME INFORMATIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Telek Miklós, az MTA doktora
Budapest 1117, Magyar Tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 2084; fax: (1) 463 3263
e-mail: telek@hit.bme.hu; honlap: http://webspn.hit.bme.hu/~telek/kutcsop/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az 5 éves kutatási terv rövid összefoglalása
Hálózati forgalmak sztochasztikus modellezése és sorbanállási rendszerek viselkedésének vizsgálata. Megfelelő technikák kidolgozása hálózatoknak és elemeinek tervezésére, analízisére, optimalizálására, és méretezésére különböző típusú forgalmak együttes jelenléte esetén. A forgalom sztochasztikus jellemzőinek kutatása. Hatékony közelítő eljárások kidolgozása.

Kommunikációs stratégiák elméleti és gyakorlati vizsgálata. Az internet topológiájának vizsgálata, hatékony útvonalválasztási metódusok kidolgozása. Az útvonalválasztáshoz kapcsolódó adatstruktúrák tervezése, vizsgálata és alkalmazása. Nagy-hatótávolságú kvantum kommunikáció vizsgálata. A jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban rejlő lehetőségek feltérképezése a zajos kvantumcsatornák kapacitás visszaállíthatóságán keresztül.

Korábbi eredmények tömören
Elvégezték szintfüggő másodfokú folyadék modellek analízisét. Markov döntési folyamatok méretcsökkentésével várakozási sorok optimalizálási feladataira biztosítottunk hatékony megoldást. Szoftverizált hálózatok alapján terveztek egy rendszert, amely a jövőbeni 5G szolgáltatásokat automatikusan létrehozza, akár több szolgáltató együttműködésével kialakított infrastruktúrán is. Komplex valós hálózatokban modelleztük a „gazdagok klubja'' jelenséget, mely az útvonalak természetére is nagy hatással van. MRI képalkotás alapján kidolgozott agyszerkezet jellemzőket kutattuk és mutattunk ki érdekes strukturális jelenségeket. Elemeztünk kvantumszámítógép architektúrákat, vizsgáltak kvantumtitkosító protokollokat, zajos kvantumcsatornákon keresztüli összefonódottság átvitelt valamint a kvantumjelenségek alkalmazási lehetőségeit a jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban.

2018. évi feladatok
Különböző nagyméretű összefüggő, kölcsönható műszaki rendszerek vizsgálata. Különböző sormodellek teljesítményanalízise, analitikus vagy hatékony közelítő számítások révén.
Ipari együttműködés hálózati anomáliák detektálása és predikciója területén. Szóhálók, az internet, az emberi agy és a légiközlekedés hálózatainak mérése, strukturális elemzése, összehasonlítása, kialakult útvonalak vizsgálata, a felállított elsőrendű modell finomítása. Megbízható routing és hibalokalizáció vizsgálata. GDP és SPINE koncepciók integrációjának vizsgálata. Cél elosztott hálózatokban ösztönző mechanizmusok megfelelő kialakítása, a mechanizmusoknak a résztvevőkre gyakorolt hatásának elemzése, figyelembe véve a résztvevők preferenciáit. Kvantumjelenségek alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban. Kvantum-gépi tanulási módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata a kvantumszámítógép architektúrákban.

Zajos kvantumcsatornákon keresztüli összefonódottság átvitel kutatása kvantum-internet hálózatokban. Újszerű megoldások és módszerek definiálása az információátvitel és feldolgozás optimalizálására. A kutatásokra a forrást elsősorban a kutatócsoport költségvetése jelenti.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Jelentős eredmény koncentrált mátrix-exponenciális függvények számítása, amely sztochasztikus modellek rengeteg numerikus analízis kérdésének megoldásában jelentős előrelépés [3329947]. Elemeztünk egy rövid és hosszú távú véletlen ingadozást is figyelembe vevő számítási modellt. Egy újfajta vevő eljárást javasoltunk a zajból eredő hiba csökkentésére [3418934].

A különféle hálózatokban (internet, közösségi háló, emberi agy, biológiai hálózatok) használt útvonalak vizsgálatához megfelelően részletes adathalmaz biztosítására a kutatócsoport tagjainak közreműködésével kifejlesztettek egy okostelefonokra írt játékot, amivel az emberek által használt útvonalak vizsgálhatók egy ismert szóhálón belül. Mára az adatbázis már elemezhető mennyiségű útvonalat tartalmaz és segítségével sikerült alapvető hasonlóságokat találni az emberi agyban, az interneten, a légiközlekedésben és szóhálókban használt útvonalak tekintetében. A kutatócsoport magát az adatbázist nyilvánosan elérhetővé tette a kutatóközösség és bárki számára [3350776]. Több éves munkát lezárva megjelent a programozható hálózati eszközök széleskörű teljesítményelemzését összefoglaló publikációjuk [30385098].

Hálózati szoftverizáláshoz kapcsolódóan hálózati és virtuális számítási erőforrások vezénylését tervezték és hatékony algoritmusokat javasoltak. Különböző adminisztratív hatáskörbe tartozó erőforrásokból álló heterogén rendszer vezénylésére készítettek modellt, algoritmust és implementációt [3369889].

Kutatták a kvantumszámításokra épülő újszerű kvantumtechnológiai megoldásokat. Kutatták a kvantumszámítógép architektúrákat, a kvantumjelenségek alkalmazási lehetőségeit a jövő kvantum-kommunikációs hálózataiban [3402763], a kvantumtitkosító protokollokat, valamint a kvantum-gépi tanulási módszerek alkalmazhatóságát a kvantumszámítógép architektúrákban. Vizsgálták a zajos kvantumcsatornákon keresztüli összefonódottság átvitelt valamint annak előállítását távoli pontok között kvantum-internet hálózatokban.

b) Tudomány és társadalom

Hálózati útvonalas eredményeiket a 2018-es kutatók éjszakája rendezvények minden kutatás iránt érdeklődőnek bemutatták. Ehhez androidos játékokat készítettek gyerekek és felnőttek számára. Eredményeik iránt az MTA Fiatal Kutatók Klubja is érdeklődött; Slíz Mariannal közösen előadást tartottak „A természet útjai kifürkészhetők” címmel. A kutatások eredménye több médiaügynökség felületén is helyet kapott. A cikkeket több ezer olvasó tekintette meg.
https://phys.org/wire-news/266309356/towards-the-science-of-paths-in-networks.html
https://phys.org/news/2018-03-dataset-human-strategies-foreign-networked.html
http://www.bme.hu/node/4910
https://researchdata.springernature.com/users/82878-andras-gulyas/posts/29920-dataset-about-human-navigation

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

– EPFL Zurich, közös kutatás az útvonalakkal kapcsolatosan.
– Indiana University Bloomington, közös kutatás az útvonalakkal kapcsolatosan.

– Az ITC31 2019-es konferencia megrendezésére Telek Miklóst a kutatócsoport vezetőjét kérték fel.
– Nemzetközi együttműködés az U.S. Army Research Laboratory (ARL) kutatólaboratóriummal valamint a Southampton-i egyetemmel (University of Southampton, UK).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

– NKFI KH_129589: Forgalomirányítás nagyméretű hálózatokban
– NKFIH – FK 128233: Adattól az elméletig: csapatsportok dinamikájának elemzése

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Heszberger, Zalán; Majdán, András; Gulyás, András; Gyimóthy, Tibor; Bilicki, Vilmos; Bíró, József: Robust Navigable Cores in the Human Brain Networks In: Proc. of the 7th International Conference on Complex Networks and Their Applications 2018) p. 341. Közlemény:30385098
2. Attila, Kőrösi; Attila, Csoma; Gábor, Rétvári; Zalán, Heszberger; József, Bíró; János, Tapolcai; István, Pelle; Dávid, Klajbár; Márton, Novák; Valentina, Halasi et al: A dataset on human navigation strategies in foreign networked systems NATURE SCIENTIFIC DATA 5:5 Paper: 180037, 6 p. (2018) Közlemény:3350776
3. L, Gyongyosi; S, Imre: Decentralized Base-Graph Routing for the Quantum Internet PHYSICAL REVIEW A 10 pp. 10-22. Paper: 10, 13 p. (2018) Közlemény:3402763
4. Illés, Horváth; Zsófia, Talyigás; Miklós, Telek: An optimal Inverse Laplace Transform method without positive and negative overshoot – an integral based interpretation ELECTRONIC NOTES IN THEORETICAL COMPUTER SCIENCE 337 pp. 87-104., 18 p. (2018). Közlemény:3329947
5. Andra, Abrardo; Gábor, Fodor; Marco, Moretti; Miklós, Telek: MMSE Receiver Design and SINR Calculation in MU-MIMO Systems with Imperfect CSI IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS - Paper: 10.1109/LWC.2018.2869763 (2018). Közlemény:3418934.
6. Balázs, Sonkoly; Márton, Szabó; Balázs, Németh; András, Majdán; Gergely, Pongrácz; László, Toka: FERO: Fast and Efficient Resource Orchestrator for a Data Plane Built on Docker and DPDK. INFOCOM: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Computer Communications, IEEE Communications Society, (2018) 9 p. Közlemény:3369889.

MTA–BME KOMPOZITTECHNOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Czigány Tibor, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 2003; fax: (1) 463 1527
e-mail: czigany@eik.bme.hu; honlap: http://www.pt.bme.hu/kutato/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A Kompozittechnológiai Kutatócsoport 2018. évi fő feladatának tekintette, hogy a *hibrid kompozitok, nanokompozitok/funkcionális anyagok* és *biokompozitok* kutatási témáiban az ötéves kutatási tervének megfelelően kutatómunkát ütemezetten tovább folytassa, és ennek eredményeit rangos publikációk formájában tegye közzé és az alkalmazhatóságát az ipari partnerekkel minősítse. A *hibrid kompozitok* területén fő feladatként határozták meg a pentaeritrit alapú epoxigyanta (PER) égésgátlását foszfor tartalmú égésgátlókkal; a PER mátrixú unidirekcionális szénszál erősítésű égésgátolt kompozitok előállítását és minősítését; a részecskekiszűrődés modellezését; több irányban erősített szívós hibrid kompozitok teljesítményének növelését, rétegközi szívósság növelését; túlterhelés jelző szenzorok multifunkcionális teherviselő/érzékelő rétegként történő alkalmazásának vizsgálatát; valamint a fémhabokban megjelenő repedések terjedési módozatainak és jellemzőinek meghatározását. A *nanokompozitok/funkcionális anyagok* kutatási témára vonatkozóan célul tűzték ki új típusú nanorészecske (halloysit) alkalmazását, hidroxiapatittal; nanocsövekkel erősített fotopolimerek létrehozását; ömledékfúvó berendezés fejlesztését; nano- és mikroszálak ömledékből történő előállítását; nanoszálak felhasználásával előállított önerősített kompozit lemezek létrehozását. A *biokompozitok* esetén feladatként határozták meg a politejsav kristályszerkezete és szívósságnövelő adalékanyagok jelenléte között kimutatott, ütőszilárdságra gyakorolt jelentős pozitív kereszthatás anyagszerkezeti okainak mélyebb feltárását; a politejsav kémiai és fizikai úton történő habosíthatóságának vizsgálatát; valamint a bioanyagok plazmanitridálási eljárásainak vizsgálatát. Az ötéves kutatási tervükben a fő hangsúlyt a megkezdett kutatások továbbfolytatására, azok lezárására, valamint eredményeik publikálására és ipari területekre történő adaptálásra helyezték. Feladataikkal az ütemtervben közölteknek megfelelően, a *hibrid kompozitok* témában a tönkremeneteli folyamatok elemzésén, előrejelzésén és a fémhabok fejlesztésén; a *nanokompozitok/funkcionális* anyagok területén a nanokompozitok előállításán és vizsgálatán; a funkcionális érzékelők fejlesztésén, míg a *biokompozitok* területén az implantátumanyagok, és biológiai úton lebontható polimer anyagok és kompozitok fejlesztésén ütemezetten haladnak.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport a *hibrid kompozitok* területén kimutatta, hogy a háromfunkciós glicerol alapú epoxi gyanta (GER) esetében megközelítőleg 1,5-szer nagyobb hőkibocsátás tapasztalható az égés során. Megállapították, hogy legalább 4% foszfortartalom szükséges a megfelelő égésgátláshoz, valamint ugyanolyan mennyiségű égésgátló esetén a PER égésgátlás szempontjából kedvezőbben viselkedik. A foszfortartalmú égésgátlóval adalékolt, szénszálas epoxigyanta kompozit injektálása során fellépő részecskekiszűrődést SEM-EDS eljárással hajtották végre, amely a szakirodalom szerint első esetben volt sikeres a részecskeeloszlás meghatározására a vizsgált anyagtípus esetén. Szakító, hajlító és ütve-hajlító vizsgálatokkal elemezték a szívós viselkedés változását különböző 3D nyomtatási mintázatok alkalmazása mellett. Kimutatták, hogy a módosított minták több energiát nyeltek el, mint a felületmódosítás nélküliek és további javulást tapasztaltak a különböző mintázatkialakításokban. A szívósság

növelésére száraz, nagy modulusú szénszál szalagokból készült kiegyensúlyozott szövetet kombináltak UD üvegszál/epoxi prepreggel, amit 0 és 90 fokban fektettek. Az új anyagok egyirányban erősített elődeikhez hasonlóan szívós viselkedést mutattak, viszont az előnyös tulajdonságok két, egymásra merőleges irányban érhetők el. Kifejlesztettek egy szívós viselkedésű szénszál/epoxi anyagú, habmaggal ellátott szendvicslemezt, amely amellett, hogy szívós módon, biztonságosan megy tönkre, szemrevételezéssel ellenőrizhető jelet is szolgáltat a túlterheléséről. Ez utóbbi károsodásjelző funkció egyszerű hibakeresést és biztonságosabb üzemelést tesz lehetővé. Meghatározták a különböző mátrixanyagú szintaktikus fémhabokban megjelenő repedések terjedési módozatait és jellemzőit. Vizsgálták a különböző paraméterek (mátrixanyag kémiai összetétele, átmeneti réteg milyensége és bemetszés geometriája) hatását a törést leíró anyagjellemzők és a törés megjelenési formájára. Kifejlesztették a fémolvadék nagy nyomású gázzal végzett besajtolásán alapuló eljárásnak azt a változatát, amelynek alkalmazásával 1 és 50 mm között tetszőleges vastagságú, alumíniummátrixú, kerámiaszemcse-erősítésű kompozit lemezek állíthatók elő, 50 %-nál nagyobb kerámia részaránnyal. Az eljárást alkalmazva olyan kompozit lemezeket állítottak elő, amelyek a lövésteszteken, illetve a sugárzáselnyelési teszteken is teljesítették az elvárásokat.

A *nanokompozitok és funkcionális anyagok* területén a kutatók sikeresen alkalmazták a kompozit szerkezetet erősítő üvegszálköteget, deformációmérő szenzorként. Megállapították, hogy a húzó, illetve a nyomó terhelés okozta deformáció, általános célú epoxi mátrixú kompozit folytonos erősítőszövetének, tetszőlegesen kiválasztott és megvilágított szálkötegének végén kilépő fényteljesítmény változásának mérésével azonosítható, osztályozható. Ez a jelenség felhasználható a kompozit szerkezet állapotának elemzésére, így feleslegessé válik a szerkezet integritását befolyásoló külső állapotelemző szenzor beépítése. Kimutatták, hogy polimer kompozitokban az erősítő szénszál ellenállásának mérésével következtetni lehet a kompozit deformációjára, túlterhelésére, illetve tönkremenetelére. Meghatározták a felhasznált szénszál lineáris hőmérsékleti tényezőjét, amely segítségével kompenzálni lehet a mért ellenállásértékeket szenzoros alkalmazás esetén. Rámutattak arra, hogy bazaltszálat és halloysitet egyaránt tartalmazó poliamid 6 mátrixú hibridkompozitok sikeresen előállíthatóak. A vizsgálatok során kiderült, hogy a két erősítőanyag együttes hatása pozitív szinergiát mutat a húzószilárdság, illetve a húzási rugalmassági modulus tekintetében. A fotopolimerek nano-adalékanyagokkal történő társítása során megállapították, hogy a társított gyantarendszerek alkalmasak arra, hogy 3D nyomtatási eljárásokkal lehessen előállítani nanokompozitokat. A társítás során szén nanocsöveket, illetve nano-hidroxiapatitot használtak, amelyek az anyag egyes mechanikai tulajdonságaira is kedvező hatással voltak. A kutatók egy egyedi ömledékfúvó berendezést is kifejlesztettek, amely segítségével nemszőtt textíliákat lehet előállítani hőre lágyuló polimerekből. A találmányra vonatkozóan szabadalmi bejelentést is tettek. Polipropilén alapanyagot használva sikerült átlagosan 800 nanométeres szálátmérőt elérniük. Polietilén esetében a szálak utólagos nagyenergiájú besugárzással történő térhálósításával sikerült a szálak alkalmazhatósági hőmérséklettartományát megnövelni, ami különleges, önerősített, illetve alakemlékező kompozitok előállítása előtt nyit meg új lehetőségeket. Az oldatos elektro-szálképzési eljárás esetében vizsgálták az előállítási paraméterek szálak morfológiájára gyakorolt hatását és azt tapasztalták, hogy a szálképző fej forgási sebessége és a nanoszálak átlagos átmérője között összefüggés figyelhető meg.

A *biokompozitok* területén feltárták a megújuló erőforrásból előállított politejsavból (PLA), mint biopolimerből készített termékek hőalaktartása és a PLA kristályossága közötti kapcsolatot. Igazolást nyert az összefüggés nemlineáris jellege, és hogy létezik egy határ-kristályosság, ami alatt a PLA termékek hőalaktartását döntő mértékben a PLA üvegesedési átmeneti hőmérséklete határozza meg, felette pedig a hőalaktartást nem csak a kristályosság, hanem a kialakult kristálymódosulatok is jelentős mértékben befolyásolják. Bizonyították, hogy

a PLA D-Laktid tartalma hatással van az azonos hőmérsékleten hőkezelt PLA termékekben kialakuló kristálymódosulatokra. A biopolimerek habosíthatóságának vizsgálata során rámutattak arra, hogy kémiai habképzőszer alkalmazásával a PLA javasolt feldolgozási hőmérséklettartományában sikerrel állítható elő biológiai úton lebontható habszerkezet. Kimutatták, hogy a cellaeloszlás és sűrűség szempontjából az exoterm típusú és 2 m%-ban adagolt kémiai habképzőszer bizonyult a legjobbnak. Sikerrel állítottak elő politejsav alapú expandálható mikroméretű gyönggyel habosított porózus szerkezetet, amely esetén elemezték a molekulatömeg és az alkalmazott habképzőszer mennyiségének hatását. Rámutattak arra, hogy a habképzőszer adagolásának függvényében exponenciális módon csökken a gyártott habszerkezetek sűrűsége, amellett, hogy fajlagos habszilárdság 2 m%-os adagolásig közel változatlan. A bioanyagok plazmanitridálási eljárásainak kutatási területén kísérletekkel igazolták azt, hogy az aktívernyős alkalmazásokban keletkező a kezelt alkatrész felületén képződő kopásálló rétegnek csak a felületi érdességét befolyásolja az ernyő felületi mintázata és kitöltöttsége, valamint azt, hogy a felületen képződő réteg fémes összetevője főleg az ernyő anyagából származik.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport 2018 novemberében az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Szál- és Kompozittechnológiai Tudományos Bizottsága és az Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottsága együttes ülésén előadás és laboratóriumi bemutató formájában mutatta be tevékenységét és elért eredményeit. 2018 decemberében aktívan részt vettek „Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga” című, több mint 300 fős, a MTA-n megrendezett konferencia szervezésében és lebonyolításában. A rendezvény célja közérthetően bemutatni a polimerek és kompozitok alkalmazásának előnyeit. A kutatócsoport részt vett az MTA Szál és Kompozittechnológiai Tudományos Bizottság üléseinek szervezésében, valamint Magyarország egyik legnagyobb impakt faktorú folyóiratának, az Express Polymer Letters kiadásában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport együttműködést alakított ki az eu-Weld kompozit gyártási technológiák témakörében az University Politechnica of Bucharest-tel (Bucharest, Románia). Együttműködést alakítottak ki a Montanuniversität Leoben-nel (Ausztria, Leoben) az optikai elven működő kompozitok állapotát jelző szenzor fejlesztésével kapcsolatban.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai 2018-ban is számos pályázatot nyújtottak be, amelyek közül kiemelendő, hogy Dr. Orbulov Imre: Kompozit fémhabok című Lendület kutatócsoporti pályázata támogatást nyert, így a fémhabos témát (amely az egyik kutatási irány szűk részterülete) a saját kutatócsoportból kinövő Lendület kutatócsoport viszi tovább.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hegedűs G., Czigány T.: Analysis of the applicability of optical fibers as sensors for the structural health monitoring of polymer composites: the relationship between attenuation and the deformation of the fiber. SENSORS AND ACTUATORS A: PHYSICAL, 272: 206-211. (2018) http://real.mtak.hu/79181/

2. Hai-Jun H., Cheng-Kun L., Molnar K.: A Novel Needleless Electrospinning System Using a Moving Conventional Yarn as the Spinneret, FIBERS AND POLYMERS, 19: 1472-1478. (2018) http://real.mtak.hu/85582/
3. Kmetty Á., Litauszki K., Réti D.: Characterization of Different Chemical Blowing Agents and Their Applicability to Produce Poly(Lactic Acid) Foams by Extrusion, APPLIED SCIENCES 8: 1-17. (2018) http://real.mtak.hu/88540/

MTA–BME KONDENZÁLT ANYAGOK FIZIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mihály György, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1-3.
telefon: (1) 463 2312; fax: (1) 463 4180
e-mail: mihaly.gyorgy@mail.bme.hu
honlap: http://condensedmatter.physics.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I.A kutatóhely fő feladatai 2018 során

Az 5 éves kutatási célkitűzésekben a nanométer mérettartományú szerkezetekben megvalósuló elektromos és mágneses jelenségek kísérleti és elméleti vizsgálata játszotta a központi szerepet. A kutatócsoport 2018. évi munkaterve a *memrisztorok* kutatása területén a rezisztív kapcsoló memóriaelemek zajjelenségeinek és kapcsolási folyamatainak vizsgálatát helyezte előtérbe. A *molekuláris elektronika* téma célkitűzése az egymolekulás nanovezetékeket kriogén körülmények közötti tanulmányozása, és stabil molekuláris nanoszerkezetek kialakítása volt. Az önszerveződő rendszerek témakörében a molekuláris struktúrák dinamikájának tanulmányozása, kisméretű liposzómák kontrollált osztódásának kutatása szerepelt. A *komplex mágneses rendszerek* elméleti kutatásainak középpontjában a Dzsalosinszkij-Moriya kölcsönhatáson alapuló spin-spirál és mágneses skyrmion állapotok számítása állt, míg kísérleti téren poláris ferrimágnesek gerjesztési spektrumának vizsgálata szerepelt.

II.A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Memrisztorok kutatása terén a kutatócsoport a korábbiakban vizsgált Ag_2S és SiO_2 alapú rezisztív kapcsoló memóriák tanulmányozása mellett fémoxid alapú, elsősorban Nb_2O_5 memrisztorok vizsgálata terén is fontos eredményeket ért el. Egy újonnan fejlesztett, nagysebességű mérőrendszer lehetővé tette reprodukálható, ns-os időskálájú kapcsolások demonstrálását Nb_2O_5 memrisztorokban. Ezek a rezisztív kapcsoló memóriák erősen nemlineáris tulajdonsággal rendelkeznek, emiatt elérhető, hogy az alacsony feszültségnél erősen eltérő, nagy ellenállású ON és OFF állapotok megfelelően nagy pulzusoknál azonos, 50Ω-hoz közeli értéket vegyenek fel, így ideális karakterisztikát mutatnak a nagyfrekvenciás, impedancia-illesztett alkalmazásokhoz. Az eredmények a magas impaktú (IF: 7,23) Nanoscale folyóiratban jelentek meg [1]. Ezen kívül sikeresen zárultak az Nb_2O_5 memrisztorok vezetési csatornáinak vizsgálatát célzó Andreev-spektroszkópiai mérések: a kísérletek megmutatták, hogy akár egyetlen atom átmérőjű tartományban is tárolható információ. Ezen eredmények *Gábor Dénes TDK Ösztöndíjjal* lettek elismerve, publikálásuk 2019-ben várható.

Molekuláris elektronika terén a kutatócsoport nemzetközi együttműködésben egy újfajta, gépi tanuláson alapuló adatelemzési eljárás kifejlesztésén dolgozott [K.P. Lauritzen et al., *Classification of conductance traces with recurrent neural networks,* Journal of Chemical Phyisics 148, 084111 (1988)]. Ezt továbbfejlesztve, egy BME TDK konferencián első helyezést elért dolgozat megmutatta, hogy a legegyszerűbb neurális hálózatok segítségével is pontosabb adatszétválasztást lehet elérni, mint pl. az irodalomból ismert főkomponens analízis használatával. Végül egy külföldi professzorral együttműködve egy újabb Nanoscale publikációban a monomer és a dimer kontaktusokban tapasztalható eltérő 1/f zaj karakterisztikákról számolt be a kutatócsoport [2].

A kutatócsoport munkatársainak sikerült kisméretű liposzómák (~ 10 mikrométer) osztódását vezérelni a liposzómák belsejében működő enzimatikus reakcióval. Meghatározták az optimális

kísérleti körülményeket és matematikai modellt dolgoztak ki a folyamatok leírására. A jelenség megértésével számos hasonló kémiai rendszer tervezhető a későbbiekben. Ezenfelül sikerült kísérletekkel bizonyítani, hogy nanorendszerekben az ellentétes töltésű nanorészecskék csak akkor fognak csapadékot képezni, amennyiben a koncentrációjuk egy küszöbértéket meghalad. Ez nagyban hasonlít a kisebb és ellentétes ionokat tartalmazó rendszerek viselkedéséhez. A kutatások eredményeit az igen rangos, Angewandte Chemie-International Edition folyóirat közölte (IF=12,1). A folyóirat szerkesztőinek ajánlására a cikk "Hot Article"-ként lett publikálva [3].

A felületi mágneses skyrmionok (topológiailag védett mágneses örvények) a nagysűrűségű mágneses adattárolás és a mágneses logikai eszközök következő generációjának ígéretes alkotóelemei. A Hamburgi Egyetem kutatóival együttműködve a kutatócsoport munkatársai a mágneses skyrmionok stabilizálásának új módszerét javasolták. A vizsgált Fe_2/Ir(111) atomi vékonyréteg alapállapota egy 1,2 nm hullámhosszú spin spirál és laboratóriumi körülmények között mágneses térbe helyezve nem tapasztalható mágneses skyrmionok képződése. Hidrogén-adszorpció hatására a vas vékonyrétegben egy 3,5 nm hullámhosszú spin spirál állapotot figyeltek meg, melyből 3 T külső mágneses tér alkalmazásával stabil mágneses skyrmionok alakulnak ki. Ab initio számításokkal és spindinamikai szimulációkkal igazolták, hogy a vas vékonyréteg mágneses állapotának modulációját a rendszer strukturális és elektronszerkezeti változásai okozzák [Nature Communications 9, 1571 (2018), IF: 12,3].

A Majorana kötött állapotok létrehozása és alkalmazása a topológikus kvantumszámítás egyik perspektivikus lehetősége. Elméleti jóslatok szerint konvencionális szupravezető felületére helyezett egydimenziós mágneses lánc végein Majorana kötött állapotok alakulhatnak ki. A hamburgi kísérleti csoport munkatársai atomi manipulációval Fe láncokat hoztak létre szupravezető Re felületén. A lánc végein erősen lokalizált állapotokat észleltek a Fermi energián, melyek stabilitása a lánc hosszának növelésével erősödik. Szoros kötésű közelítésben elvégzett elektronszerkezet számításokkal, melyek paramétereit ab initio szimulációkból nyerték, a kutatócsoport munkatársainak sikerült megmutatni, hogy a vas-lánc a topológikus fázisban van [Science Advances 4, eaar5251 (2018), IF: 11,5].

Piroelektromos mágnesekben a mágnességért felelős átmenetifém ionok környezetének torzulása erős magnetoelektromos csatolást tesz lehetővé. A kutatócsoport munkatársai nagy mágneses terű kísérletekben $M_2Mo_3O_8$ (M=Mn, Co) piroelektromos vegyületek olyan spin-gerjesztéseit vizsgálták THz-es spektroszkópiával, ahol a spin-flop átalakulás nagy polarizáció-változást eredményezett. Annak ellenére, hogy a $Co_2Mo_3O_8$ sztatikus mágneses tulajdonságai egy egyszerű anizotróp két-alrács antiferromágnes modellel írhatók le, legalább hét optikai spin gerjesztés jelenik meg a THz tartományban. A gerjesztési energiák V-alakban felhasadnak, ha a külső tér a poláris tengellyel párhuzamos. Az anyag további érdekessége, hogy a poláris tengelyre merőleges mágneses tér alkalmazásával nagy irányfüggő dikroizmus indukálható.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport részt vett a neutron sugárzást felhasználó magyar kutatók és a világ legnagyobb fluxusú kutatóreaktorát üzemeltető Laue-Langevin Intézet (ILL, Grenoble, Franciaország) *Synegies with Hungary* című közös workshopjának megszervezésében és lebonyolításában. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretén belül a francia intézet vezető kutatói az ILL nyújtotta kutatási lehetőségeket, a magyar kutatók pedig a neutronszórás kísérletekkel a fizika, a kémia és a biológia különböző területein elért eredményeket mutatták be: workshops.

III.A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

A beszámolási időszakban a kutatócsoport aktív együttműködést folytatott a svájci EMPA – Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology intézet, a holland University of Copenhagen, és a Columbia University (USA) egyik csoportjával.

A Hamburgi Egyetemen végzett kísérletekre alapozva a kutatócsoport elméleti munkatársai új eljárást javasoltak mágneses skyrmionok stabilizálására. Az eredményeket közlő közös publikáció a magas presztízsű Nature Communications-ban jelent meg.

IV.A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok

NKFIH K 128534: Nanométeres skálájú rezisztív kapcsoló memóriaeszközök fejlesztése. Futamidő: 2018–2022; 48 M Ft (évi 12 M Ft)

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Molnár D, Török T N, Sánta B, Gubicza A, Magyarkuti A, Hauert R, Kiss G, Halbritter A, Csontos M: In situ impedance matching in Nb/ Nb_2O_5/PtIr memristive nanojunctions for ultra-fast neuromorphic operation. NANOSCALE, **10**:19290 (2018), https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/nr/c8nr06226a#!divAbstract
2. Magyarkuti A, Adak O, Halbritter A, Venkataraman L: Electronic and mechanical characteristics of stacked dimer molecular junctions. NANOSCALE, **10**: 362 (2018), https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/nr/c7nr08354h#!divAbstract
3. Nakanishi H, Deák A, Holló G, Lagzi I: Existence of a Precipitation Threshold in the Electrostatic Precipitation of Oppositely Charged Nanoparticles. ANGEWANDTE CHEMIE INTERNATIONAL EDITION **57**: 16062 (2018) https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201809779

MTA–BME SZÁMÍTÁSOK VEZÉRELTE KÉMIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Nyulászi László, az MTA doktora
1111 Budapest, Szt. Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 3281; e-mail: nyulaszi@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport fő feladata elméleti kémiai számítások felhasználásával irányított kísérleti munka elvégzése részben saját erőből, részben együttműködések (lásd lent) keretében. A vizsgált vegyületek egyik fontos köre a π-konjugált Si- illetve P-heterociklusos rendszerek rendszerek közé tartozik, ahol a cél új szerkezetű és jó optoelektronikai tulajdonságokkal rendelkező rendszerek megtervezése és előállítása. Ebben a témakörben sikerült a legtöbb eredményt elérni. További terület a molekuláris lenyomatú polimerek (MIP) vizsgálata, ahol a MIP-ekben specifikus kötődést kialakító gyenge sav – gyenge bázis kölcsönhatások alapjait tanulmányozva a savdimerek és trimerek stabilizáló hatását vizsgálták elméleti módszerekkel. Ezen eredményeket fehérjékre specifikus MIP-ek előállítása során kívánják felhasználni.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A legfontosabb eredmény a triciklusos π-konjugált 1,4-difoszfabenzolok kémiájával kapcsolatos. Ezen sík szerkezetű rendszerre aromás elektronszerkezet és az alacsony energiájú betöltetlen pálya jellemző. Ez utóbbi következménye, hogy az analóg szénvegyületekhez képest alacsony energiájú a LUMO-ja, és ez nukleofilek könnyű támadását, és így stabil anion képződését teszi lehetővé. A tiazoltionnal annellált 1,4-difoszfabenzol esetén a LUMO energiája még nagyobb stabilizációt mutatott, mint a korábban vizsgált imidazol-tionnal annellált származék esetén. Egy partner csoportban szintetizált vegyület elektrokémiai viselkedése a számításaikat igazolta, továbbá sikerült a stabil aniont és egy további nukleofil szubsztitúciós terméket is előállítani, igazolva az 1,4-difoszfininek vegyületcsaládjában rejlő új kémiai lehetőségeket.[1] Az 1,4-difoszfabenzol származékainak további vizsgálatával megállapították, hogy nem csak a monoanion, hanem dianion szerkezet is előállítható, s ennek megfelelően a Bonni egyetemen elő is állítottak egy ilyen vegyületet, az eredmények közlése folyamatban van, a cikloaddíciós reakciók vizsgálatával együtt. Még fontosabb számításos eredmény, hogy megfelelően helyettesített 1,4-difoszfabenzol a számítások szerint reverzibilis hidrogén-aktiválásra képes. Ezen eredmények kísérletekkel való ellenőrzése Bonnban fog megtörténni.

Az öttagú heterociklusos szilolid anionok vizsgálatában áttörés volt a sík szerkezetű szilil-helyettesített szilolid előállítása a kutatócsoportban A vegyületcsalád - beleértve a szilolid dianiont – vizsgálatával több kutatócsoport is foglalkozik a világban, élénk a verseny a résztvevők között. Megállapították, hogy az előállítási reakció (SiCl kötés alkálifémes redukciója) körülményeinek változtatásával többféle reakciótermékhez lehet jutni. A lítium ellenion esetén a koordináló oldószer mennyiségétől függően sikerrel járt több kristályszerkezet meghatározása is. Jelenleg közlés alatt áll egy munka, mely szisztematikus elemzését adja a reakciók lehetséges kimenetének, megoldva az irodalomban a 2018-as évben felmerült ellentmondásokat. Stuttgarti együttműködésben a redukció közben keletkező stabil gyök(ök) jelenlétét mutatták ki ESR spektroszkópiával, de ezen az izgalmas területen további mérések vannak folyamatban. A szilil-csoporttal helyettesített szilolok vizsgálata mellett foszfinnal helyettesített szilolokat is előállítottak. A foszfino csoport is stabilizálja némiképpen a sík

szilolid szerkezetet, ugyanakkor a szilol fluoreszcenciáját ez a helyettesítő csoport drasztikusan lecsökkenti. Az ezen munkából származó eredmények közlése folyamatban van.

A kiterjedt π-rendszerbe integrált foszfort, illetve szilíciumot tartalmazó molekulák tanulmányozását két irányba is folytatták. Egyrészt a korábban már vizsgált öttagú heterociklusok egyre kiterjedtebb π-rendszerekbe való beágyazásának lehetőségét vizsgálták. Az általában különlegesen jó fluoreszcencia tulajdonságokat mutató pirén-egység különböző pozíciójában annellált gyűrűkkel kialakított PAH-ok számítások szerint a látható tartományban jelentős intenzitású fényelnyelést, illetve emissziót mutatnak.[2] Az előállított vegyületek közül azok, amelyekben a heteroatom a pirén 2-helyzetében található, valóban nagyon jó fluoreszcencia kvantumhatásfokkal rendelkeztek oldatban, azonban szilárd fázisban kevésbé kedvező viselkedést mutattak.

Az öttagú gyűrűket tartalmazó rendszereken túl megkezdték a héttagú foszfort tartalmazó gyűrűrendszernek a foszfepinek tanulmányozását is. Számításaik a szénatomokra kiterjedő, de a foszfor által hiperkojugációs kölcsönhatással módosított π-rendszer kialakulását jelezték. A szintézis során több helyettesítővel sikerült kiterjedt konjugációs rendszer kialakítása. Noha donor helyettesítőkkel ellátott rendszer esetén sikerült egy OFET előállítása, azonban a rendszer teljesítőképessége sajnos mérsékelt maradt, a munkából a közlemény elektronikusan elérhető (Organic Letters). A héttagú gyűrű más konjugált rendszerekbe való beépítése folyamatban van.

Ferrocén alapú foszfor és szilíciumtartalmú rendszereket vizsgálva új NHC stabilizált szililéneket sikerült egy együttműködő partnernek előállítani, és ezen rendszerek nagy nukleofilicitása további reaktivitásuk vizsgálatát, s felhasználásukat alapozhatja meg (Chem. Eur. J.).

A fehérjékre kidolgozandó MIP-ek témakörében sok nehézségbe ütköztek, mostanra sikerült odáig eljutni, hogy a nanoszerkezetű mágnesezhető magokra polimereket építenek rá, azonban egyelőre reprodukálhatósági problémák vannak. Ezen vizsgálatok továbbvitele szükséges a körülmények pontos standardizálásával.

b) Tudomány és társadalom

Noha a kutatásaikról sajnos nem mondható el, hogy közvetlen gyakorlati hasznot hoznának, azonban tevékenységük nem öncélú. A felhsznált munkamódszereik, vagyis az, hogy modellezéssel, számítások elvégzésével teszik célzottá a laboratóriumi munkát, és ezzel idő, anyag és vegyszerigényes munkafázisokat váltanak ki, a kutatásokat "környezetbarátabbá" teszik, és így közvetett társadalmi haszonnal járnak. A konkrét témák közül kiemelendő a heteroatomot (P, Si) tartalmazó konjugált π-rendszerek vizsgálata, melyek korszerű optoelektronikai alkalmazásokban használhatók fel. Együttműködő partnereikkel több alkalommal sikerült a vizsgált vegyületek felhasználásával működő OLED-et előállítani. A szén-dioxid katalitikus redukciójának lehetőségét vizsgáló kutatás kiemelt társadalmi jelentőségét az üvegházhatású gáz konverziója adja. Ebben a témában egy esetleges siker jelentősége nehezen becsülhető túl.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A legfontosabb együttműködések a foszfor, illetve szilícium heteroatomokat tartalmazó konjugált π-rendszerek vizsgálatával kapcsolatosak, melynek során a szintetikus munkát a partnereik végzik. Itt a Rennes University, továbbá a Bonn University, Kassel University és

Stuttgart University csoportjaival való folyamatos együttműködésből születtek eredmények 2018-ban. Humboldt ösztöndíj visszahívással (reinvitation) a csoport vezetője 2018 júliusban egy hónapot töltött a Stuttgart Egyetemen, és a csoport egyik tagja egy hétig szilol gyökök ESR spektroszkópiai méréseit végzett ugyanitt. Új kutatási irányként a KU Leuven és a FETI-vel (Furukawa Electric Institute of Technology - Budapest) dolgoznak együtt szén-dioxid redukcióban alkalmazható katalizátor fejlesztésen.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2018-as évben francia partnerük vezetésével a CNRS PICS pályázatát, SmartPAH (08062) nyerték el (5000 EUR). A pályázathoz kapcsolódó MTA mobilitási támogatást 2018 szeptemberében pályázták meg, ezen pályázat eredményéről még nem kaptak értesítést.

Szintén 2018-ban pályázták meg a CELSA (Central Europe Leuven Strategic Alliance) a KU Leuven és a BME által kiírt közös pályázatot, melyben két évre 30 000 EUR támogatást nyertek el. A projekten (http://celsalliance.eu/selected%20projects.html) a KU Leuven egyetemmel együttműködésben és a FETI részvételével dolgoznak. A pályázat címe "Szén-dioxid hidrogénezése cinkkel dópolt réz klaszterekkel." A szén-dioxid metanollá való konvertálásának jelentőségét az alapanyagként való felhasználás, és az üvegházhatású gázok kibocsájtásának csökkentése szempontjából nem szükséges ecsetelni. A munka során a katalizátornak használt réz-klaszter kiválasztása a csoport számításainak alapján történik, a klaszterek célzott előállítására, és a reakcióban való hatásosságának vizsgálatára Leuvenben kerül sor. A pályázat során megkezdett együttműködést folytatva és további egyetemi és ipari partnerekkel kibővítve Marie Curie ITN pályázatot adtak be 2019. januárban.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Begum I, Schnakenburg G, Kelemen Z,. Nyulászi L, Boeré R T,. Streubel R: Expanding the chemistry of ring-fused 1,4-diphosphinines by stable mono anion formation. CHEM. COMMUN., 2018, *54*, 13555-13558. http://real.mtak.hu/91193/
2. Mocanu A, Szűcs R, Caytan E, Roisnel T, Dorcet V, Bouit P-A, Nyulászi L, Hissler M: Synthesis, Optical, and Redox Properties of Regioisomeric Benzoheterocycles-Fused Pyrene. J. ORG. CHEM. 2019, *84*, 957−962. DOI

MTA–BME SZILÁRD TESTEK MORFODINAMIKÁJA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Domokos Gábor, az MTA rendes tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 1–3.
telefon: (1) 463 1493
e-mail: domokos@iit.bme.hu; honlap: www.morph.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 5 éves célkitűzése az élettelen természetben zajló alakfejlődési folyamatok matematikai, fizikai modellezése és ezen modellek verifikálása.

2017-ben sikerült numerikus szimulációval megmutatniuk, hogy egy ilyen modell, az úgynevezett Eikonal egyenlet, magyarázatot adhat az első megfigyelt intergalaktikus aszteroida, az 'Oumuamua különleges formájára.

2018-ban a legfontosabb feladatokat az ezen évre szóló, korábban benyújtott kutatási terv részletesen rögzítette, itt most csak címszó jelleggel röviden felsoroljuk ezeket:

A kopás statisztikus elméletének kidolgozása:

Célja a geometriai és a tömegfejlődési modell egyesítése egy olyan általános egyenletrendszerben, amely mind a tömegfejlődést, mind a geometriai alakfejlődést fizikailag megfelelően írja le. Ezen kívül az előző pontban jellemzett, kiterjesztett modell segítségével felépítsék a kopás statisztikus fizikai modelljeit. Első lépésben az tűnik célszerűnek, ha a legegyszerűbb geometriai esetekben (pl. gömb alakú részecskék kölcsönös kopása) vizsgálják a problémát.

- Geológiai kopási folyamatok geometriai leírása, különös tekintettel az univerzális alakfejlődési sajátosságokra
- Távolság-vezérelt kopásmodellek matematikai vizsgálata
- Dinamikus egyensúly vizsgálata alakfejlődési folyamatokban

Egyéb morfodinamikai feladatok:

A kutatási tervben szereplő egyéb morfodinamikai feladatok (5.1-5.4) alpontok átkerültek a 2019-es kutatási tervbe, ugyanakkor 2018-ban megjelentek újabb témák:

- Kőzetek-fázisdeformációk morfológiájának meghatározása
- Körlefedések matematikája és fizikája
- Poliéderek morfológiája
- Mérnöki alkalmazások

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az I. fejezetben felsorolt 4 fő feladat mindegyikéhez kapcsolódik 2018-ban megjelent publikáció, ezek közül a 2. és 4. kutatási célhoz kapcsolódó eredményt emeljük ki.

A kutatócsoportnak (együttműködve az University of Pennsylvania, az Universitá di Pisa, az Universitá di Ferrara és az Universitá di Siena kutatóival) elsőként sikerült igazolnia, hogy a hordalék szemcsék közepes energia-szinten történő kopása (függetlenül a szemcsék anyagától és a geológiai helyszíntől) univerzális geometriai egyenletekkel leírható. A Science Advances

folyóiratban publikált munka megnyitja az utat a hordalékszemcsék formájából azok múltjára következtető kutatások előtt, melyek akár Földi, akár más bolygón végzett megfigyelések alapján tehetnek megalapozott megállapításokat a vizsgált helyszín geofizikai, illetve planetológiai történetéről.

A kutatócsoport (együttműködve az University of Pennsylvania kutatójával) geometriai modellt adott az ooid-ok alakjának leírására. A Nature Scientific Reports-ban megjelent munka fordulatot hozhat a földtörténet szempontjából is kiemelten vizsgált, különleges szemcsék alakfejlődésének megértésében. Az ooidok a sekély trópusi tengerfenéken található, mészkő anyagú üledékes szemcsék melyek jellegzetes, elnyúlt ooid formáját egy mag körüli kristályos növekedés, illetve az ezzel egyidőben zajló kopás alakítja. Bár az ooidok formája és mérete értékes földtörténeti információkat hordoz, mindeddig nem állt rendelkezésre olyan matematikai modell, ami magyarázta volna a megfigyelt geometriai sajátosságokat. A kutatócsoport által bemutatott modell nem csak ezt teszi, hanem segít az ooidok metszetein látható évgyűrű-jellegű koncentrikus növekedési vonalak által hordozott földtörténeti információ megfejtésében is.

b) Tudomány és társadalom

A tudomány népszerűsítése

A kutatócsoport meghívására Budapestre látogatott a ma élő egyik legismertebb elméleti fizikus, Sir Michael V. Berry. Látogatása során szakmai előadást tartott a BME Fizikai Intézetében, ugyanakkor nyilvános, a széles nagyközönség számára nyitott népszerű-tudományos előadást is tartott a fény természetéről a BME Alkalmazott Matematikai Nap keretében. A regisztrációhoz kötött előadás telt ház előtt zajlott a BME egyik nagy előadótermében.
A kutatócsoport egyik tagja népszerű tudományos cikket közölt a Fizikai Szemlében.

Tehetséggondozás

A kutatócsoport gondozásában 3 eredményes TDK született, melyek a karon szekciókban I., II. és III. díjat, illetve Pro Progressio különdíjat kaptak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport által szervezett, heti rendszerességű szemínárium vendégelőadói a beszámolási időszakban az alábbi kutatóhelyekről:

- Duccio Bertoni (University of Pisa, Department of Earth Sciences),
- Snorre H. Christiansen (University of Oslo, Department of Mathematics)
- Daniel Barreto (Edinburgh Napier University, School of Engineering),
- Bernd Krauskopf (University of Auckland, Department of Mathematics),
- Michael V. Berry (University of Bristol, H.H. Wills Physics Laboratory),

A beszámolási időszakban megjelent publikációk társszerzői között az alábbi intézmények szerepelnek:

- Douglas J. Jerolmack, University of Pennsylvania
- Duccio Bertoni, University of Pisa
- Edoardo Grottoli, University of Ferrara

– Alessandro Pozzebon, University of Siena
– Bezdek Károly, University of Calgary
– Timothy J. Healey, Cornell University
– Markus Aussenhofer, University of Vienna
– Ralf Stannarius, Otto van Guericke University, Magdeburg
– Tóth Géza, MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet
– Susanna Dann, Departamento de Matematicas, Universidad de los Andes
– Fodor László, MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Űrtudományi Kutatócsoport
– Börzsönyi Tamás, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont
– ELTE TTK

2018-ban sikeresen védte meg PhD-értekezését Fehér Eszter, a kutatócsoport egyik tagja, témavezetője Sipos András szintén a kutatócsoport tagja. Az értekezés hivatalos bírálói:
– Alain Goriely, University of Oxford, Mathematical Institute
– Michel Potier-Ferry, University of Lorraine, LEM3, Microstructure Laboratory.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az EMMI Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programja keretében, a Víz tématerületen évi 8 M Ft támogatást nyert a kutatócsoport.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tímea Novák-Szabó, András A Sipos, Sam Shaw, Duccio Bertoni, Alessandro Pozzebon, Edoardo Grottoli, Giovanni Sarti, Paolo Ciavola, Gábor Domokos, Douglas J Jerolmack: Universal characteristics of particle shape evolution by bed-load chipping. SCIENCE ADVANCES vol. 4 no. 3, Paper: eaao4946 , 11 p. (2018)
2. András A Sipos, Gábor Domokos, Douglas J Jerolmack: Shape evolution of ooids: a geometric model. NATURE SCIENTIFIC REPORTS, Volume 8, Article number: 1758 (2018)

MTA–BME SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Simon Károly, az MTA doktora
1111 Budapest, Egry József u. 1.
telefon: (1) 463 1101; fax: (1) 463 1677
e-mail: simonk@math.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A beszámolási időszak a kutatócsoport tevékenységének huszadik éve. 2017 júniusától új pályázati ciklus kezdődött, ami lényeges változásokkal járt. A csoport vezetését Tóth Bálinttól Simon Károly vette át. A kutatási területek közül kikerült az információelmélet, cserébe nagyobb hangsúlyt kap a fraktálok dimenzióelmélete. Az elmúlt években a csoport három tagja nyert el posztdoktori OTKA (NKFI) pályázatot, így ők kikerültek a csoport alkalmazottai közül, de a csoport munkájában aktívan részt vesznek.

A 2017. évi beszámoló kapcsán 2018-ra két területen fogalmaztak meg konkrét célokat: Először, dinamikai rendszerekben megjelenő attraktorok fraktál-tulajdonságaival, különösen önaffin iterált függvényrendszerek attraktorainak dimenziójával kapcsolatban. Másodszor, hiperbolikus dinamikai rendszerek korrelációlecsengését illetve stabilitását illetően. Ezek közül mindkét témában több eredmény is született, és publikáció formájában megjelent, lefedve a konkrét tervek döntő részét, és több ponton túllépve azokon. Ezen kívül számos eredmény született a pályázatbeli kutatási terv többi részéhez kapcsolódóan.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Dinamikai rendszerek statisztikus viselkedése

Exponenciális korrelációlecsengést bizonyítottak véges horizontú, sarokpont nélküli síkbeli szóró biliárd folyamokra olyan esetben, amikor a kezdeti eloszlás egy 1-dimenziós görbére koncentrált (ú.n. standard pár). A bizonyítás Baladi, Demers és Liverani eredményét használja, akik Hölder-folytonos függvényekre bizonyítottak ugyancsak exponenciális korrelációlecsengést. Az általánosítás jelentősége, hogy megnyitja az utat hővezetés-modellekre való alkalmazások irányába. [3]

A centrális határeloszlás-tétel (CHT) egyszerűsített bizonyítását adták meg geometriai Lorenz attraktorokra (köztük a klasszikus Lorenz attraktorra is). Az eredmény két-kodimenziós szinguláris hiperbolikus attraktorok egy általánosabb osztályára is érvényes, valamint funkcionális CHT-t, momentum-becsléseket és ezek iterált változatait is adja. Az eredmény következménye sztochasztikus differenciálegyenlethez való konvergencia olyan lassú-gyors rendszerekben, ahol a gyors dinamika két-kodimenziós szinguláris hiperbolikus. [2]

Globálisan csatolt egydimenziós tágító leképezéseket vizsgáltak kontinuum részecskeszám határesetben, átlagtér csatolás mellett. Az egyes részecske-dinamikák maguk folytonosak és keverők, de a kölcsönhatási függvény szakadásos. Megmutatták, hogy gyenge kölcsönhatás esetén a rendszernek egyetlen stabil abszolút folytonos invariáns mértéke van, míg erős csatolás esetén egyes sima kezdeti mértékek hosszú távon egy kaotikusan mozgó pontmértékhez közelítenek. [1]

A Hölder-folytonosság fogalmának egy általánosítását vizsgálták euklideszi téren. Megmutatták, hogy tetszőleges korlátos tartójú korlátos függvény esetén az ú.n. oszcilláció-

függvény automatikusan általánosított Hölder-folytonos lesz, és becslést adtak a megfelelő (szemi)normára. A vizsgálatot dinamikai rendszerekben való alkalmazások motiválták. [9]

Attraktorok és fraktálok dinamikai rendszerekben

Bebizonyították, hogy ha egy önaffin iterált függvényrendszerben az eltolásvektorokat rögzítjük, akkor Lebesgue majdnem minden affinitás-mátrixra az attraktor Hausdorff dimenziója megegyezik az affinitás-dimenzióval, illetve ugyanez igaz az önaffin mértékekre is. Ezzel Falconer illetve Jordan, Simon és Pollicott hasonló eredményeit egészítették ki, akiknél a mátrix volt rögzített. A bizonyítás a Ledrappier-Young elmélet legújabb eredményeire épül, amiket szintén a csoport részvételével dolgoztak ki. [4]

Affin leképezések által generált fraktál görbék pontonkénti regularitását vizsgálták. Alkalmas dominált hasítási feltétel mellett kiszámolták a pontbeli Hölder-kitevő nívóhalmazainak Hausdorff dimenzióját a spektrum egy intervallumán. Megadtak egy karakterizációt arra, hogy létezik reguláris pontbeli Hölder kitevő Lebesgue majdnem minden pontban. Az eredményeket alkalmazták a de Rahm görbére. [5]

Dimenzió-maximalizáló Gibbs mértékek (ú.n. Käenmäki mértékek) létezését igazolták olyan síkbeli önaffin halmazokra, ahol teljesül az erős szeparáció feltétel, valamint a dominált hasítás a generáló iterált függvényrendszer lineáris részére. [6]

Jellemezték a zsugorodó cél-halmazt a Bedford-McMullen szőnyegek esetén, amikor a célhalmazok hengerhalmazok vagy geometriai gömbök. [7]

Kölcsönható sztochasztikus rendszerek

Levezettek egy egyszerű képletet, ami az Erdős-Rényi véletlen gráfban jellemzi egy rögzített csúcsot tartalmazó komponens méretének eloszlását. Ez lehetővé teszi a szubkritikus gráfban a szuszceptibilitásra vonatkozó egyes korábbi eredmények, valamint a szuperkritikus gráfban az óriáskomponens méretére vonatkozó centrális határeloszlás tétel elemi bizonyítását. [8]

b) Tudomány és társadalom

A 2017-ben megkezdett kutatások folytatásaként tovább vizsgálták az egyetemre bekerülő hallgatók előrehaladását adattudományi módszerekkel, hallgatók közreműködésével. A kutatás célja, hogy a felsőoktatási döntéshozatalt közvetlenül hasznosítható eredményekkel segítsék.

A csoport két tagja is tartott ismeretterjesztő előadást a Mindenki Akadémiája című TV-sorozat keretében, népszerűsítve a valószínűségszámítást és a dinamikai rendszereket.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A 2018-as év során a korábbi aktív hazai és nemzetközi kapcsolatok mellett gyümölcsöző együttműködés alakult ki az Erlangeni Egyetemmel. A régi kapcsolatok közül legélénkebb az együttműködés a bécsi (Universität Wien) és jyväskylä-i egyetemmel, valamint a Lengyel Tudományos Akadémia Matematika Intézetével (IMPAN).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2018-es év során a csoport három tagja nyert el Bolyai Plusz pályázatot, ami az oktatásban való aktív részvételt, azon belül is különösen a tehetséges hallgatók témavezetését támogatja. Ez nagyon nagy szám egy ilyen kis létszámú csoport esetében, és remélhető, hogy közvetlenül a csoport, illetve az azt befogadó BME Sztochasztika Tanszék utánpótlásának kineveléséhez járul hozzá. A kutatáshoz szükséges utazások és vendégek meghívásának anyagi hátterét korábbi OTKA (NKFI) pályázatok biztosítják, a csoport minden tagja számára.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bálint P, Keller G, Sélley MF, Tóth I P: Synchronization versus stability of the invariant distribution for a class of globally coupled maps. NONLINEARITY, 31, 3770-3793. (2018) arXiv:1711.05461
2. Bálint P, Melbourne I: Statistical properties for flows with unbounded roof function, including the Lorenz attractor. JOURNAL OF STATISTICAL PHYSICS, 172, 1101–1126. (2018) arXiv:1803.02125
3. Bálint P, Nándori P, Szász D, Tóth I P: Equidistribution for standard pairs in planar dispersing billiard flows. ANNALES HENRI POINCARÉ, 19, 979-1042. (2018) arXiv:1707.03068
4. Bárány B, Käenmäki A, Koivusalo H: Dimension of self-affine sets for fixed translation vectors. J. LONDON MATH. SOC. 98 no. 1, 223-252. (2018) arXiv:1611.09196
5. Bárány B, Kiss G, Kolossváry I: Pointwise regularity of parametrized affine zipper fractal curves. NONLINEARITY 31 no. 5, 1705-1733. (2018) arXiv:1608.04558
6. Bárány B, Rams M: Dimension maximizing measures for self-affine systems. TRANS. AMER. MATH. SOC. 370, 553-576. (2018) arXiv:1507.02829
7. Bárány B, Rams M: Shrinking targets on Bedford-McMullen carpets. PROC. LONDON MATH. SOC. 117, no. 5, 951-995. (2018) arXiv:1703.08564
8. Ráth B: A moment-generating formula for Erdős-Rényi component sizes. ELECTRONIC COMMUNICATIONS IN PROBABILITY, 23, Paper no. 24, 1-14. (2018) arXiv:1707.05169
9. Tóth I P: Generalized Hölder Continuity and Oscillation Functions. MATHEMATICAL PHYSICS, ANALYSIS AND GEOMETRY 21: 34 (2018) arXiv:1707.00357

MTA–BME VÍZGAZDÁLKODÁSI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Józsa János, az MTA levelező tagja
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1164; fax: (1) 463 1879
e-mail: jozsa.janos@epito.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport tevékenysége, röviden vázolva (1) az 5 éves kutatási tervet; (2) az eddig teljesítetteket és, hogy (3) mi volt a beszámoló év fő feladata:

Vízfolyásokban

(a) Folyami hidromorfológia: (1) Átfogó, áramlást, lebegtetett és görgetett hordalékvándorlást egyidejűleg mérő rendszer kifejlesztése, tesztelése és alkalmazása a Dunára. (2) A Dunán kialakítandó áramlást, lebegtetett és görgetett hordalékvándorlást egyidejűleg mérő rendszer előkészületei, megalapozó tesztmérései. (3) Vegyes szemösszetételű folyómedrek mederanyagának képalapú meghatározásának módszertani kidolgozása.

(b) Folyók nagyléptékű geomorfológiai vizsgálata: (1) A létező eredmények nagyságrendi becslés-szintű összekapcsolása annak igazolására, hogy a hidrometriai és geomorfológiai irány közel azonos eredményt szolgáltat-e a hordalékképződésre. A negyedidőszaki eolikus és folyami hordalékképződés vizsgálata a jégkorszakokra és az interglaciálisokra. (2) Irodalmi feldolgozás és adatgyűjtés. (3) Nagyságrendi becslés kidolgozása a Pannon-medence üledékmennyiségére.

(c) Folyami áramlások kaotikus jellege és örvénydinamikája: (1) A laboratóriumi körülményekre kidolgozott, kaotikus elkeveredést leíró módszertan adaptálása valódi folyószakaszokra, drónos mérések segítségével. Szisztematikus mérések végrehajtása a Duna tipikus szakaszain, ill. kisebb vízfolyásokon. (2) Drónos tesztmérés a korábbi években előkészített mérési módszertan tökéletesítése érdekében. (3) Új terepi mérések végzése a módszertan egyszerűsítésével.

(d) Mikroszennyezők terjedése folyóhálózatokban: (1) Nagy európai folyórendszerekben tapasztalható tényleges biotranszformációs felezési idő vizsgálata modellezéssel. Az eredmények összehasonlítása az OECD kísérletekből becsült általános rátákkal. (2) A korábbi periódusban született eredmények dokumentálásának megkezdése. (3) A korábbi eredmények publikálása, új mérési eredmények modellezése.

(e) Árvízi lefolyás tagolt folyóvölgyekben: (1) A felszíni lefolyás, az oldalirányú talajvíz-emelkedés és a függőleges elszivárgás kapcsolatának feltárása az árhullámok időskáláján. A növényzeti ellenállás változásainak árhullám alatti és évszakos rekonstrukciója inverz modellezéssel. Az operatív előrejelzés igényeit kiszolgálni képes numerikus és adatasszimilációs módszerek tesztelése és kombinálása. (2) 2017-ben nem folyt ilyen irányú kutatás (3) Adatgyűjtés és a vizsgálat helyszínének kiválasztása.

Sekély tavakban

(f) Térbeli változékonyság sekély tavakban: (1) A Balaton Keszthelyi-medencéjében működtetett mérőállomás kibővítése. Csatolt hidrodinamikai-vízminőségi modell kifejlesztése a Keszthelyi-medencére. (2) A mérőállomás kibővítése a vízszintesen érkező eltérő vízminőségű foltok detektálására és a hőmérsékleti profilok részletesebb mérésére. (3) Terepi vízminőségi és áramlási adatok gyűjtése és a feldolgozási módszertan kifejlesztése.

(g) A Balaton hosszútávú modellezése: (1) A vízgyűjtő hidrológiájának és tápanyagforgalmának modellezése felfrissített éghajlatváltozási és területhasználati forgatókönyvek alapján. Optimális vízszintszabályozási stratégia megalkotása. A vízállás és az anyagforgalom kapcsolatának elemzése. (2) A vízszintszabályozás megalkotását segítő többszempontú döntéstámogató rendszer alapjainak lefektetése. (3) Hidrológiai előrejelzések készítése az éghajlatváltozás figyelembevételével.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Folyami hidromorfológia témakörben a kutatócsoport aktuális kutatási témájához kapcsolódóan két új doktorandusz kezdte meg kutatómunkáját a tanszéken. Egyikük a lebegtetett hordalékmérési eljárások dunai környezetben való alkalmazásával, másikuk vegyes szemcseösszetételű folyómedrek mederanyagának képalapú meghatározásával foglalkozik. A vizsgálatokkal folytatódtak a dunai mérőállomás kidolgozásához szükséges megalapozó mérések és adatelemzések. Az eszközpark fejlesztése a vizsgálatok tapasztalatai alapján folytatódott. Sor került a mederanyag újszerű, drónfelvétel alapján a *deep learning* eljárás alkalmazásával történő meghatározásának tesztelésére. A témában született kutatási eredmények kapcsán egy tag Pro Progressio ösztöndíjat nyert. Egy tag sikeresen védte meg PhD-értekezését. A téma kapcsán az Illinois Egyetem Építő és Környezetmérnöki Tanszékével a kutatócsoport kapcsolatba lépett és közös kutatás kidolgozása kezdődött meg.

A folyók nagyléptékű geomorfológiai vizsgálata során a cél egy nagyságrendi becslés a Pannon-medence üledékmennyiségére, feltöltődési rátájának ismeretében. Az elmúlt időszakban a felhasználandó adatok összegyűjtése kezdődött meg, valamint a területen eddig elvégzett vizsgálatok megismerése. A különböző ide vonatkozó mérések és térképek (Neogén-kvarter üledékvastagsági térkép, Alföld digitális domborzat-modellje, a feltöltés végző folyók – Duna, Tisza és mellékfolyóik, valamint ezek víz- és hordalékhozama, recens vertikális mozgások, Pannon-medence neotektonikai térképe) georeferálása, digitalizálása, rendszerezése, és ezek GIS rendszerbe való integrálása történt meg.

Folyami áramlások kaotikus jellege és örvénydinamikája témakörben a korábbi tesztmérések tapasztalatai alapján a mérési technika egyszerűsítését tűzték ki célul, ugyanis a teniszlabdák összegyűjtése egy-egy mérést követően jelentős időt vett igénybe. Teniszlabdák helyett gyorsan lebomló, természetes anyagok követésével foglalkoztunk, végül a méhviasz, illetve különböző puffasztott búza korongok és nagyobb méretű gyümölcsök alkalmas jelzőanyagnak bizonyultak. A Mosoni-Duna – Duna összefolyását vizsgálva már ezeket a lebomló jelzőanyagokat használtuk az elkeveredési folyamatok feltárására. A BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszékének egyik doktori kutatását is támogattuk a drónos mérési módszerünkkel. Ezen munka keretén belül a sekély Fertő-tóban található nádas szigetek szélkeltette áramlási képre gyakorolt áramlás módosító hatását vizsgáltuk. Az eredményeket egy konferenciacikkben és egy előadásban foglalták össze.

Mikroszennyezők terjedése folyóhálózatokban témakörben megkezdődött a folyóhálózatokban és laboratóriumi kísérletekben tanúsított perzisztencia összehasonlítását célzó kutatási projekt (*Perzisztens anyagok a felszíni vizekben – a perzisztenciavizsgálat bizonytalanságainak kiküszöbölése,* finanszírozó: Német Szövetségi Környezetvédelmi Hivatal). 2018-ban az IKSR (Nemzetközi Rajna-védelmi Bizottság) által 2017-ben végrehajtott intézményközi kémiai mérési program (SMPC, Sondermessprogram Chemie) eredményeit modelleztük, igazolva, hogy a korábban kifejlesztett terjedési modell más hatóanyagokra és más kampányok

eredményeire is jól működik. A projekt keretében elvégzendő laboratóriumi tesztekhez új modellrendszert fejlesztettek, mely segíti az összehasonlítást a terepi perzisztencia-adatokkal. *Árvízi lefolyás tagolt folyóvölgyekben témakörben* megkezdték az inverz modellezéssel vizsgálandó helyszín és folyószakasz kiválasztását és a vonatkozó irodalom áttekintését.

Térbeli változékonyság sekély tavakban témakör keretében a Keszthelyi-medencében meglévő automatikus mérőállomást 2018-ban is üzemeltették. A 2018-as szezon volt az első, amiben nagy részletességű hőmérsékleti profilok végig rendelkezésre álltak. Az eredmények rámutattak, hogy a tó a mérőállomás közelében ugyan nagyon sekély, de mégis erőteljes hőmérsékleti rétegződésre képes egyes nyári napokon. A vízszintes áramlások hatása a vízminőségre jelentős, a szélviszonyok hirtelen megváltozása jelentős áramlásokat kelt és „idegen" víztömegeket szállít a mérőállomáshoz, amelyeket az érzékeny műszereknek köszönhetően üzembiztosan detektálni lehet. A vízminőség és vízhőmérséklet térbeli változékonysága olyan jelentős, hogy a műszercsoport kiterjedésének léptékén (kb. 40 m) is tisztán kimutatható.

A Balaton hosszútávú modellezése témakörben folytatódott a vízszint szabályozását segítő döntéstámogató rendszer fejlesztése. A hipotetikus adatokkal feltöltött teszt-rendszer bemutatásra került a Nemzeti Közszolgálati Egyetem megbízásából készített *Introduction to Environmental Decision Support Systems* című környezetpolitika és menedzsment témakörökhöz készített oktatási jegyzetben. A valós döntéstámogató rendszerhez először éves, majd havi felbontású hidrológiai előrejelzések készültek több éghajlati modellánc eredményeinek felhasználásával a 2040 körüli időszakra. Az eredmények alapján a Balaton jelenlegi vízszintszabályozási üzemrendje 10-15 éven belül fenntarthatatlannak bizonyulhat.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport több tagja tartott előadást tudományos, ismeretterjesztő és vitaelőadást különféle szakmai rendezvényeken. 2018-ban az előző év csapadékmaximum függvényes diplomamunka eredményei alapján egy tudományos-ismeretterjesztő előadást tartottak a Magyar Tudomány Ünnepe keretén belül. A kutatócsoport tagjai folyami morfológiai eredményeiket prezentálták többek között a bécsi European Geosciences Union (EGU) 2018-as gyűlésén, illetve az USA-ban megrendezett 8th International Symposium on Environmental Hydraulics (ISEH) konferenciákon.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A folyami hidromorfológiai kutatásokban a kutatócsoport továbbra is együttműködik a Norvég Műszaki és Tudományegyetem (NTNU) Vízépítési és Környezetmérnöki Tanszékével, folyók lebegtetett hordalékszállításának akusztikus mérési eljárásfejlesztésében. Az Iowai Egyetemmel indirekt görgetett hordalékmérési eljárások fejlesztése folyik. A Svájci Szövetségi Víztudományi és Technológiai Intézettel (EAWAG) szerves mikroszennyezők környezeti viselkedését leíró modellek fejlesztése zajlik. A csoportvezető tagja az Országos Környezetvédelmi Tanácsnak, elnöke a Bolyai Ösztöndíj Műszaki Tudományi Szakkollégiumának, tagja az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottságának, és irányítótestületi elnöke az Akadémia Nemzeti Víztudományi programjának. Egy csoporttag az Inland Waters és a Hidrológiai Közlöny szerkesztője. A kutatócsoport egy tagja részt vesz az UNESCO International Hydrological Programme 9. fordulójának (2022-2029) tematikáját meghatározó Task Force munkájában, mint a kelet-európai térség (region II) képviselője.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport tagjai részvételével támogatást kapott: NKFIH Nemzeti Kiválósági Program „Tiszta ivóvíz: a biztonságos ellátás multidiszciplináris értékelése a forrástól a fogyasztókig”; Felsőoktatási Intézmények Kiválósági Programja, Víztudományi és Katasztrófa-megelőzési (FIKP-VÍZ) tématerület; NKFIH-TÜBITAK kétoldalú együttműködési pályázat: Assessing susceptibility of rivers to eutrophication using remote sensing and catchment modeling.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Török GT, Józsa J, Baranya S (2018): A Shear Reynolds Number-Based Classification Method of the Nonuniform Bed Load Transport, WATER, 11(1): 1-16, doi:.
2. Honti M, Bischoff F, Moser A, Stamm C, Baranya S, & Fenner K (2018): Relating degradation of pharmaceutical active ingredients in a stream network to degradation in water-sediment simulation tests. WATER RESOURCES RESEARCH, 54, 9207–9223. doi: 10.1029/2018WR023592
3. Honti M, Istvánovics V: (2018) Error propagation during inverse modeling leads to spurious correlations and misinterpretation of lake metabolism. LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY Methods, 17: 17-24. doi:10.1002/lom3.10293

MTA–DE EGYENLETEK, FÜGGVÉNYEK, GÖRBÉK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pintér Ákos, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
telefon: (30) 525 9685; fax: (52) 512 728
e-mail: apinter@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai különböző matematikai diszciplinákkal foglalkoznak. Fő feladatuk, hogy kutatásokat végezzenek számelméleti, differenciálgeometriai és függvényegyenletekhez kapcsolódó témákban, azokat lehetőség szerint ismertessék magas színvonalú hazai rendezésű illetve nemzetközi konferenciákon, készüljenek fel tudományos fokozatuk megszerzésére és vegyenek részt aktívan a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetének illetve a DE Informatikai Karának oktatómunkájában. A csoport kiemelt feladata, hogy biztosítsa az Intézetnek illetve a Karnak a kutatói utánpótlást. A csoport az 5 éves kutatási tervben is ezeket a célokat tűzte ki, amelyek megvalósulását a publikációk és a konferencia részvételek is mutatják.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A 2018-as évben a kutatócsoport tagjai folytatták kutatásaikat az exponenciális Hasse-elvhez kapcsolódó diofantikus egyenletek tárgykörében. Több elméleti eredmény mellett egy olyan, általuk fejlesztett algoritmust mutattak be, amelynek segítségével képesek voltak meghatározni exponenciális diofantikus egyenletek egy családjának összes megoldását, tetszőleges algebrai számtestek egészeinek gyűrűjében. Többek között meghatározták az összes olyan Fibonacci, Lucas, Pell és asszociált Pell számot, melyek előállnak a 2, 3, illetve 5 számok hatványainak összegeként. Emellett képesek voltak meghatározni azon 2, 3, 5, illetve 7 hatványokat, melyek előállnak három balansz szám összegeként. Eredményeiket 2018 júniusában meghívott előadóként mutatták be a Leidenben megrendezett Effective Methods for Diophantine Problems workshopon.

Sikerült felső korlátot adniuk a bizonyos speciális tulajdonságokkal bíró számtestekben előforduló kivételes egységek számára, másrészt több konkrét esetben meghatározták az összes kivételes egységet.

Olyan függvényegyenleteket tekintettek a szerzők, amelyek Banach-háló értékűek és így ezen egyenletekben a Cauchy-féle függvényegyenletben szereplő összeadás helyett, a hálókon értelmezett műveletek (supremum, infimum) jelentek meg. Vizsgáltak úgynevezett szimmetrikus, T-Schur-konvex függvényeket is, ahol T egy vektor által indukált, ciklikus, duplán sztochasztikus mátrix.

A megőrzési problémák területén új eredményeket értek el az általánosított súlyozott kvázi-aritmetikai közepekkel kapcsolatban. Egyrészt vizsgálták ezen közepek és a jól ismert Kubo-Ando közepek kapcsolatát. Emellett leírták azon transzformációk szerkezetét, amelyek invariánsan hagyják az invertálható pozitív operátorokon értelmezett általánosított súlyozott kvázi-aritmetikai közepeket. Ez a tétel általánosítása egy korábbi eredménynek, a súlyozott kvázi-aritmetikai közepekkel kapcsolatban.

Tanulmányozták a kovariogram függvény egy módosított változatát, amelyben a hagyományos kovariogram függvényt az általánosított kúpszelet függvénnyel kombinálták. Kiderült, hogy ez

a módosított függvény ugyanúgy egyértelműen meghatározza a konvex síkidomot. Mivel korábban az általánosított kúpszelet függvények alkalmasnak bizonyultak nem konvex alakzatok rekonstruálására, ezért remélhető, hogy a módosított kovariogram függvény is nem csak a konvex alakzatokat határozza meg egyértelműen.

Foglalkoztak a kétváltozós kváziaritmetikai és Cauchy-közepek egyenlőségi problémájával. A probléma átfogalmazható egy három ismeretlen függvényt tartalmazó függvényegyenlet megoldásainak meghatározására. A szóban forgó egyenletet már korábban is vizsgálták, különböző regularitási feltételek mellett. A kutatócsoport munkatársa, társszerzővel, egy olyan regularitási javítást bizonyított, amely lehetővé tette, hogy a kétváltozós kváziaritmetikai közepek és Cauchy-közepek egyenlőségi problémája kezelhető legyen csupán a probléma értelmezéséhez szükséges feltételek mellett.

Effektív és ineffektív végességi tételeket nyertek különböző diofantikus egyenletek általános családjaira. Vizsgálták az alternáló hatványösszegek diofantikus tulajdonságait. Foglalkoztak relatíve nagy Mordell-Weil rangú elliptikus görbék Mestre-féle algebrai konstrukcióival. Bebizonyították a következőt: Legyen adva egy nem triviális hányadosú mértani sorozat. Ekkor létezik végtelen sok olyan páronként nem izomorf racionális számtest feletti elliptikus görbe, hogy azok negyedfokú modellben, palindrom polinom által definiáltak és tartalmaznak legalább 8 pontot, melyek első affin koordinátája rendre a mértani sorozat egymást követő tagjai. Teljesül továbbá, hogy ezek a pontok végtelen rendűek és függetlenek, így a mértani sorozat hányadosával paraméterezett parametrikus görbecsalád Mordell-Weil rangja legalább 8. Bebizonyították továbbá a konstrukciók végességét abban az értelemben, hogy a mértani sorozat további tagját illeszteni nem lehetséges. Ezen túlmenően extenzív számítógépes keresés révén sporadikus példákat adtak olyan paraméterválasztásokra, melyek esetén a Mordell-Weil rang legalább 9.

Tetszőleges nem degenerált és negatív diszkriminánsú első- és másodfajú Lucas-sorozatok esetén effektív felső korlátot adtak a legnagyobb indexre, hogy az a sorozat tagjaiból képzett háromtagú számtani sorozat eleme legyen. Vizsgálták a kombinatorikus háttérrel rendelkező polinomok gyökszerkezetét. Részletesen foglalkoztak a centrális figurális számokkal (aritmetikai tulajdonságok, egyenlő értékek), továbbá a diszkrét matematikában is jelentős szerepet játszó Stirling számok általánosításainak tekinthető Legendre-Stirling számokkal. A fenti végességi állítások bizonyításában kulcsszerepet játszik a Bilu-Tichy tétel, amely leírja, hogy egy f(x)=g(y) típusú, úgynevezett szeparábilis diofantikus egyenletnek mikor van végtelen sok egész megoldása. Ehhez kapcsolódóan az egyenletben szereplő f és g polinomok összetételét (decomposition) kell vizsgálni. Sikerült egy új általánosítását adniuk Baker és Davenport egy klasszikus diofantikus approximációs tételének.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai rendszeresen részt vesznek a tudománynépszerűsítő előadások szervezésében és tartásában. Ilyen események voltak a Debreceni Egyetem Nyílt Napja, a Kutatók Éjszakája, az Erdélyi Magyar Tudomány Napja, a debreceni Fazekas és Kossuth gimnáziumok pályaorientációs napja, illetve a középiskolás matematikatanároknak tartott ankétok. Közreműködtek a középiskolásoknak tartott emelt szintű érettségi előkészítő foglalkozások és a Regionális Matematika Szakkör szervezésében és lebonyolításában. Témavezetőként aktívan dolgoztak a Természettudományi és Technológiai Kar középiskolásoknak szervezett Nyári Táborában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport illetve a Győry- és a függvényegyenletekkel foglalkozó iskola elismertségét mutatja, hogy egyre többen jelentkeznek hozzájuk külföldről kutatómunkát végezni. A 2018 júliusában, Leidenben megrendezett Effective Methods for Diophantine Problems workshopon a kutatócsoport több tagja is meghívott előadó volt. A csoport helyzetéből adódóan rendkívül szoros kapcsolatban áll a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetével illetve az Informatikai Karral: a PhD-hallgatók szemeszterenként 2-4 órát, a többiek 8-9 órát tartanak az alap illetve mesterképzésben. Több hallgatónak szakdolgozat illetve diplomamunka témavezetői. A kutatócsoport vezetője a Matematikai és Számítástudományi Doktori Iskola törzstagja, egyik alprogramjának vezetője és egy PhD-hallgatónak a témavezetője.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport több tagja részt vesz egy OTKA/NKFIH pályázatban. A kutatócsoport egyik tagja a 2018-as év második felében elnyerte az EFOP-3.6.3 „Integrált kutatói utánpótlásképzési program az informatika és számítástudomány diszciplináris területein” ösztöndíjat.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bertók Cs, Hajdu L: A Hasse-type principle for exponential Diophantine equations over number fields and its applications. MONATSHEFTE FUR MATHEMATIK 187 : 3 pp. 425-436. (2018) DOI
2. Bertók Cs, Győry K, Hajdu L, Schinzel A: On the smallest number of terms of vanishing sums of units in number fields. JOURNAL OF NUMBER THEORY 192 pp. 328-347. (2018) DOI
3. He B, Pintér Á, Togbé A, Yang S: Another generalization of a theorem of Baker and Davenport. JOURNAL OF NUMBER THEORY 182 pp. 325-343. (2018) DOI
4. Agbeko N K, Szokol P: A Generalization of the Hyers -Ulam-Aoki Type Stability of Some Banach Lattice -Valued Functional Equation: stability of a functional equation on Banach lattices. EXTRACTA MATHEMATICAE 33 : 1 pp. 1-10. (2018) DOI
5. Bazsó A, Bérczes A, Hajdu L, Luca F: Polynomial values of sums of products of consecutive integers. MONATSHEFTE FUR MATHEMATIK 187 : 1 pp. 21-34. (2018) DOI

MTA–DE REDOXI ÉS HOMOGÉN KATALITIKUS REAKCIÓK MECHANIZMUSA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Fábián István, az MTA doktora
4032 Debrecen, Egyetem tér
telefon: (52) 512 900/22378, fax: (52) 518 660
e-mail: ifabian@science.unideb.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A pályázat alapkoncepciója az összetett redoxifolyamatok és a homogén katalitikus reakciók részletes mechanizmusainak feltárása annak érdekében, hogy az eredmények hozzájáruljanak a környezeti kémiai, a biológiai és a katalitikus folyamatok mélyebb értelmezéséhez, valamint lehetőséget teremtsenek hatékony, környezetbarát gyakorlati alkalmazások kidolgozására. Ezen általános célokkal összhangban az egyszerű szervetlen oxidálószerek biológiai és környezetkémiai szempontból jelentős reakcióinak, a funkcionalizált és kompozit aerogélekkel katalizált redoxi- és hidrogénezési reakcióknak, a fotoindukált redoxifolyamatoknak, a peptidek és fémkomplexeik kölcsönhatásainak és redoxireakcióinak, a szén-dioxid aktiválására és a hidrogén reverzibilis tárolására alkalmas reakciórendszereknek, valamint az újonnan szintetizált komplexek CO_2 hidrogénezési reakcióiban katalizátorokként történő alkalmazásának a vizsgálatára kerül sor.

A kutatási tervvel összhangban 2017-ben kijelölésre kerültek a tanulmányozandó reakciórendszerek és a főbb területeken elkezdődtek az előkísérletek. 2018-ban a kutatások valamennyi témakörben egyidejűleg folytatódtak. A kutatási célok egyértelműen kijelölték a megoldandó feladatok sorrendiségét, azok időarányos megoldására került sor. A kutatásokban a pályázatban nevesített közreműködő kutatók is részt vettek.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az eredeti célkitűzésekkel összhangban részletesen tanulmányozták a fehérjealkotó aminosavak és a hipoklórossav közötti reakció kinetikáját. A reakciósebesség maximumgörbével leírható pH-függését a reaktánsok protonálódási egyensúlyaival értelmezték. Gyenge korrelációt találtak az *N*-klór aminosavak képződésére jellemző másodrendű sebességi együttható és az aminosavak pK-ja között. Eredményeik lényegesen bővítik az irodalomban fellelhető ismereteket.

Tanulmányozták számos *N*-klór aminosav bomlásának mechanizmusát, megállapítva, hogy korábbi feltételezésekkel ellentétben ezek a folyamatok nem egy lépésben játszódnak le. Több esetben igazolták egymással versengő reakcióutak jelenlétét, melyek relatív sebessége a pH változtatásával szabályozható. Különböző spektroszkópiai módszerekkel azonosították a bomlás során képződő termékeket. Eredményeik hozzájárulnak a hipoklórossav biológiai szerepének jobb megértéséhez.

A homogén oldatfázisú reakciók vizsgálata során szerzett tapasztalataikat felhasználva értelmezték vizes szuszpenzióban a titán-dioxid nanorészecskék képződésének dinamikáját. Többlépéses kinetikai modellt dolgoztak ki, ami a korábban javasolt modellekhez képest jóval pontosabban írja le a kísérleti tapasztalatokat. Várhatóan ehhez hasonló megközelítéssel további kolloidális rendszerekben lejátszódó folyamatok kinetikai sajátságai is értelmezhetők lesznek.

A gyors sav-bázis reakciók általános elméletére alapozva igazolták egy új reakcióút jelentőségét a gadolínium tartalmú MRI kontrasztanyagok relaxivitásának pH-függésében. Megállapították, hogy a fémionhoz koordinálódó ligandum oldalláncán található alkoholos OH csoporton keresztül lejátszódó protoncserének jelentős relaxivitásnövelő hatása van.

Modellezték a NiSOD enzim fémkötő sajátságait és leírták az egyes rendszerek speciációs egyensúlyait. A kapott eredményeket felhasználva várhatóan a NiSOD enzimaktivitás részletes mechanizmusának kidolgozására nyílik majd lehetőség.

Kimutatták, hogy a mer-transz-$[RuCl_2(OH_2)(PTA)_3]$ vizes sósavoldatban történő feloldáskor mer-$[RuCl_3(HPTA)_3]Cl_2$-t ad, amely sötétben stabilis, viszont látható fénnyel történő besugárzáskor a $[\{Ru(PTA)_3\}_2(mu\text{-}Cl)_3]Cl$ kétmagvú Ru(II)-komplexet adja. Tanulmányozták a fény hatását mind aldehidek hidrogénezésében, mind a benzonitril hidratálásában az említett komplexek mint katalizátorok alkalmazásával.

Elsőként alkalmazták a könnyen előállítható és hidrolitikusan stabilis $Na_2[Pd(HSS)]$ komplexet (HSS = szulfonált tetrahidroszalén, más néven szulfoszalán) különféle aldehidek vizes közegű hidrogénezésére és javaslatot tettek a pH-befolyásolt reakció mechanizmusára.

Elméleti kémiai számításokkal vizsgálták H_2 fejlődését formiát sókból vizes közegben $Na_2[Ir(emim)(\eta^4\text{-}COD)(mtppts)]$ katalizátorral és valószínűsítették, továbbá ^{13}C NMR mérésekkel kísérletesen is igazolták, hogy a folyamat során az emim ligandum C-H aktiválása is lejátszódik.

Számos új $[RuCl_2(NHC)(eta^6\text{-arén})]$ és $[RuCl(NHC)(eta^6\text{-arén})(PR_3)]Cl$ (NHC = N-heterociklusos karbén; arén = benzol, p-cimol; PR_3 = PPh_3 vagy pta) komplexet szintetizáltak melyek aktív katalizátoroknak bizonyultak optikailag aktív szekunder alkoholok racemizációjában.

Vízoldható Pd(II)-szulfoszalán katalizátorokkal hatékony módszert dolgoztak ki biaril vegyületek előállítására Suzuki-Miyaura kapcsolással. A termékeket a vizes közegből egyszerű szűréssel különítették el és híg sósavas mosást követően analitikailag tiszta biarilokhoz jutottak. Ezek Pd-tartalma a legtöbb esetben 5 ppm alatt volt, amit elfogadhatónak tekintenek gyógyászatilag hatékony anyagfajták szintézisében.

b) Tudomány és társadalom

Részben a vízkémiai kutatásokra támaszkodva számos ismeretterjesztő előadás megtartására került sor. A kutatócsoport vezetője több, az áltudományokkal kapcsolatos interjút adott, illetve vitaműsorokban vett részt. A kutatási témák szorosan kapcsolódnak a környezet minőségét meghatározó kémiai problémákhoz, és az eredmények hosszabb távon a környezettudatos laikusok érdeklődésére is számot tartanak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Amint az a vonatkozó közlemények szerzőlistáiban látható, számos eredmény olasz, spanyol, német, görög és cseh kutatókkal megvalósult nemzetközi együttműködések keretén belül született. Emellett a hipoklóros sav kémiájával kapcsolatban célzott kutatásokat folytattak a Nouryon cég (Göteborg, Svédország; korábban Akzo Nobel Pulp and Performance Chemicals AB) számára.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018-ban a kutatócsoport tagjai két OTKA pályázatot nyertek el. Mindkét pályázat szorosan kapcsolódik a kutatócsoport tudományos tevékenységéhez.

OTKA FK-128333: *Hatékony reverzibilis kémiai hidrogéntárolás - egy gyakorlatban is alkalmazható lehetőség;* Elnyert összeg: 26 426 E Ft/3 év. A pályázat célja olyan katalitikus reakciórendszerek kifejlesztése, amelyek lehetővé teszik a molekuláris hidrogén reverzibilis megkötését. Ehhez elsősorban hidrogén jelenlétében a formiát-ion – hidrogénkarbonát-ion közötti egyensúly részletes tanulmányozására van szükség. A várható eredmények alapjául szolgálhatnak új típusú hidrogén üzemanyagcellák kifejlesztéséhez.

OTKA PD-128326: *Bioinspirált fémion-ligandum rendszerek egyensúlyi -, redoxi- és fotoiniciált reakcióinak vizsgálata*; Elnyert összeg: 15 807 E Ft/3 év. A pályázat célja különböző biológiailag releváns ligandumok és fémionok közötti kölcsönhatások részletes vizsgálata. A várható eredmények alapján a biológiai rendszerekben lejátszódó folyamatok kémiai hátterének mélyebb megértésre nyílik lehetőség. Emellett a tanulmányozott komplexek sajátságait megismerve a szerves szubsztrátumok katalitikus oxidatív, illetve fotoiniciált célzott átalakítására alkalmas reakciórendszerek szisztematikus tervezésére kerül sor. Ennek a pályázatnak az elnyerését követően A témavezető ugyan kikerült a kutatócsoportból, de munkáját továbbra is a csoporttal szorosan együttműködve, annak részeként végzi.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. A. Forgács; K. Moldován; P. Herman, E. Baranyai; I. Fábián; G. Lente; J. Kalmár*: Kinetic Model for Hydrolytic Nucleation and Growth of TiO_2 Nanoparticles. JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 122:33, 19161-19170., 10. (2018) Repozitórium azonosító: http://real.mtak.hu/89132/
2. Sz. Bunda; A. Udvardy; K. Voronova; F. Joó*: Organic Solvent-Free, Pd(II)-Salan Complex-Catalyzed Synthesis of Biaryls via Suzuki–Miyaura Cross-Coupling in Water and Air. JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY 83:24, 15486-15492., 7 (2018) Repozitóriumi azonosító: http://real.mtak.hu/90248/

*: közreműködő kutató

MTA–DE RÉSZECSKEFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Trócsányi Zoltán, az MTA rendes tagja
4026 Debrecen, Bem tér 18/A
telefon: (52) 509 201; fax: (52) 509 258
e-mail: Zoltan.Trocsanyi@mta.atomki.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport elméleti részecskefizika fenomenológia és kvantumtérelméleti kutatási feladatok megoldása céljából alakult. A pályázat fő célkitűzései a következők voltak: (i) a csoport által a második (NNLO) kvantumsugárzási korrekciók számítására kidolgozott általános módszer kiteljesítése olyan folyamatokra, amelyekben protonok vannak a kezdeti állapotban; (ii) a módszer alkalmazása a legfontosabb LHC folyamatok hatáskeresztmetszeteinek NNLO pontosságú meghatározására; (iii) részecskefizikai fenomenológia új részecske létezésére utaló jelek keresése céljából; (iv) a kísérleti részecskefizika területén részvétel a részecskepályák azonosítására leginkább alkalmas pixel detektor működtetésében és felújításában, valamint a CMS adatainak kiértékelése; (v) térelméleti modellek tanulmányozása a renormálási-csoport módszerrel, különös tekintettel a két-dimenziós sine-Gordon modellre. A (iv) témát a szerződéskötéskor forráshiány miatt törölni kellett. A többi területen 2018-ra a következő konkrét terveik voltak: (i) *az NNLO számítások általános módszerének kiteljesítése olyan folyamatokra, amelyekben protonok vannak a kezdeti állapotban*; (ii) *a módszer alkalmazása a legfontosabb LHC folyamatok hatáskeresztmetszeteinek NNLO pontosságú meghatározására*; (iii) *a standard modell egyetlen skalárrészecskével kiegészített modelljének vizsgálata, a paramétertér feltérképezésével*; (v) a funkcionális renormálási-csoport módszer keretében a *nem-differenciálható potenciálok, a réteges XY modell fázisszerkezetének tanulmányozása, valamint a renormálási csoport által indukált kozmológiai infláció vizsgálata, valamint a shine, sinh-Gordon és sn-Gordon modellek kritikus viselkedésének tanulmányozása*. Tervezték továbbá, hogy közleményt írnak a *fénynél gyorsabb neutrínók Cserenkov-sugárzásáról.*

I. A kutatóközpont egészét érintő kutatási és tudományszervezési eredmények 2018-ban

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Mindegyik kutatási területen értek el nemzetközileg számon tartott eredményeket, amelyek zöme elismert szakfolyóiratokban meg is jelent. Az (i) témában sikerült a valós sugárzási korrekciók regularizációjának felírása, és elkezdték azok integrálását a feloldatlan részecskék fázisterén. A (ii) téma keretében alkalmazták a regularizációt a Drell-Yan folyamatra és Higgs részecske keletkezésére. Az elért részeredményekről nemzetközi műhelytanácskozásokon számoltak be. A (iii) témában több szakcikk is megjelent, illetve hozzájárultak a CERN LHC sötét anyag munkacsoportjának, és a CLIC munkacsoportjának tanulmányaihoz. Az (v) témában a funkcionális renormálási-csoport módszert használva befejezték az XY modell fázisszerkezetének tanulmányozását, valamint a renormálás által indukált infláció vizsgálatát. Az eredmények publikálása folyamatban van, csakúgy, mint a shine, sinh-Gordon és sn-Gordon modellek kritikus viselkedéséről írt tanulmányuk. Sikerült továbbá újfajta skalárelméletet javasolniuk, amely egyaránt használható a kozmikus infláció leírására és a standard modell Higgs potenciáljának nagyenergiás kiterjesztésére. Ezek az eredmények is beküldésre kerültek szakfolyóiratokhoz. Szintén sikerült befejezniük a fénynél gyorsabb neutrínók Cserenkov-sugárzásáról készült dolgozatukat, amelynek közlésére 2019-ben kerül sor.

Előzetes terveiken felül jónéhány más kutatási eredményt értek el, amelyek mindegyike színvonalas nemzetközi folyóiratban került közlésre: (1) az elektron-pozitron szétsugárzásban keletkező hadronos végállapot részecskéi közötti energia-energia korreláció eloszlására vonatkozó korábbi nagy pontosságú számításából származó elméleti becslést a megfelelő kísérleti adatokkal összevetve meghatározták az erős csatolás értékét; (2) minden korábbinál pontosabb számítást végeztek az elektron-pozitron szétsugárzásban keletkező hadronos végállapotokat jellemző újfajta (ún. fésült) alakváltozókra; (3) módszert javasoltak a t-kvark tömegének meghatározására t-kvarkpárt és egy hadronzáport tartalmazó végállapotokban az LHC-n; (4) minden korábbinál pontosabb leírását adták a t-kvarkpárt és egy nagyenergiájú fotont tartalmazó végállapotoknak az LHC-n; (5) atomfizikai szempontból vizsgálták az MTA-Atomkiban megfigyelt X bozon egyértelmű kimutathatóságát.

Tíz kutatási szakcikket jelentettek meg rangos nemzetközi folyóiratokban, és nyolc egyéb közleményük készült el. A szakcikkek között kiemelkedik a néhány hónap alatt már 14 független hivatkozást szerző DOI: 10.1142/S0217732318300070 közlemény [1], amelyben skalár részecskével kibővített standard modell változatok lehetséges paramétertereinek feltérképezését adták meg. Szintén nagy visszhangot kapott a DOI: 10.1016/j.physletb.2018.03.021 közlemény [2], amelyben minden korábbinál pontosabb leírását adták az LHC ütközéseiben egyszerre keletkező, majd elbomló Higgs és tömeges vektorbozon (W vagy Z) részecskék végállapotainak. Ugyancsak kiemelkedő eredményük volt az erős csatolás pontos meghatározása elektron-pozitron ütközések adatainak és saját számításaikból nyert pontos elméleti becslések összehasonlítása révén, amelyet a DOI: 10.1140/epjc/s10052-018-5963-1 cikkben publikáltak. A megjelenése óta 12-szer hivatkozott DOI: 10.1007/JHEP03(2018)169 cikk új módszert javasolt t-kvark tömegének meghatározására az LHC proton-proton ütközései felhasználásával.

Az eredmények elsősorban alapkutatási jellegűek, amelyek az általános emberi műveltség gyarapítását szolgálják, illetve a felsőfokú oktatásban hasznosíthatók.

b) Tudomány és társadalom

Előadásokat tartottak a *CERN Nemzetközi Diákműhely* Debrecenben megrendezett eseményén. Népszerű tudományos előadásokat tartottak a neutrínókról a budapesti József Attila Szabadegyetemen, az *ELTE CERN 25* c. rendezvényén a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozatban (mintegy 250 fős hallgatóság előtt), a *Magyar Fizikatanárok a CERN-ben* esemény utótalálkozóján az MTA Wigner Kutatóközpontban. Kutatásaikról közleményt jelentettek meg a *Fizikai Szemlében*.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A csoport kiemelkedő eredménye, hogy 2018 folyamán nagy sikerrel megrendezték a *BALATON2018 - Feynman Memorial Meeting* nemzetközi műhelytanácskozást Balatonfüreden, résztvevőkkel a világ minden tájáról. A csoport tagjai két COST programban (CA15108: Fundamentalconnections és CA16201: Particleface) is az irányító bizottság tagjai, valamint munkacsoportok vezetői. Rendszeresen oktatnak az ELTE, illetve Debreceni Egyetem Fizikai Intézeteiben minden szinten (BSc, MSc, PhD), közreműködtek diákköri munka, és négy doktori munka vezetésében, amelyek közül egy sikeres védéssel zárult 2018-ban. Együttműködésben vettek részt a Budapest Műszaki Egyetem, a Nápolyi Egyetem, a CERN (Genf), SISSA (Trieszt) kutatóival kölcsönös kutatói látogatásokon keresztül.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport vezetője elnyerte a Hajdú-Bihar megyei Príma díjat. 13000 Euro összegű nemzetközi konferencia támogatást nyertek az Európai Uniótól konferencia szervezéséhez (COST támogatás).

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Ilnicka A, Robens T, Stefaniak T: Constraining extended scalar sectors at the LHC and beyond. MOD. PHYS. LETT. A Vol. 33 (2018) 1830007 https://doi.org/10.1142/S0217732318300070
2. Ferrara G, Somogyi G, Tramontano F: Associated production of a Higgs boson decaying into bottom quarks at the LHC in full NNLO QCD. PHYSICS LETTERS B 780 (2018) 346–351 https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.03.021

MTA–ELTE EGERVÁRY JENŐ KOMBINATORIKUS OPTIMALIZÁLÁSI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Jordán Tibor, az MTA doktora
ELTE TTK Operációkutatási Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500/8579; fax: (1) 381 2158
e-mail: tibor.jordan@ttk.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport strukturális és algoritmikus kérdéseket vizsgál a kombinatorikus optimalizálás területén. A kutatási tervben felsorolt kiemelt területek a Gráfok és szerkezetek merevsége, Nem TDI optimalizálás, Hálózatok összefüggőségi problémái, Matroidok és szubmoduláris függvények, Utazóügynök feladat. Vizsgálandó témakörök voltak még az ú.n. chip-firing kérdéskör, közelítő algoritmusok, valamint az időfüggő optimalizálás. Az előző időszakban mindegyik területen, valamint további témákban is sikerült előre lépni.

A csoport további fontos célja a valós alkalmazások által felvetett optimalizálási feladatok vizsgálata, együttműködés ipari-vállalati partnerekkel, továbbá a korábbi években létrehozott LEMON szabad felhasználású optimalizálási szoftver csomag folyamatos fejlesztése. Mindezen témákban 2018-ban is folytatták a munkát. Két nagyszabású, logisztikai optimalizálási feladatok megoldására létrehozott egyetemi-vállalati konzorciumi projektben a csoport egyik tagja vezető kutató, más tagok és diákjaik hasznos résztvevők.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A szerkezetek merevsége témában nyolc publikáció született. A csoport több tagja német, angol és japán társszerzőkkel közösen dolgozott ezeken a kérdéseken. Korábbi eredményeket új irányba továbbfejlesztve megmutatták, hogy bizonyos összefüggőségi feltételeket teljesítő szimmetrikus rúdszerkezetek szükségszerűen merevek lesznek. Megkezdték az egységgömb gráfok és szerkezetek globális merevségének vizsgálatát. Ez a szerkezet osztály természetesen vetődik fel szenzorhálózatok lokalizációs problémáinál. Új tételeikből következik például, hogy tetszőleges dimenzióban vannak olyan ritka gráfok, melyek a szokásos értelemben nem globálisan merevek, de van olyan egységgömb szerkezet realizációjuk, amely ezen osztályon belül globálisan merev. Egy további cikkben hatékony közelítő algoritmust adtak a minimális költségű globálisan merev feszítőgráf problémára abban az esetben, amikor a költségfüggvény metrikus.

A matroidok és szubmoduláris optimalizálás témakörben a csoport egy tagja, egy japán társzerzővel közösen, két cikkben foglalta össze legújabb eredményeit bázispoliéderek csökkenően minimális csúcsairól, illetve azokat megkereső algoritmusokról. Csökkenően minimálisnak egy olyan csúcsot nevezünk, amely legnagyobb komponense a lehető legkisebb, ezen belül a második legnagyobb komponense a lehető legkisebb, és így tovább. A csökkenően minimális pontokról többek között azt is sikerült kimutatni, hogy azonosak azokkal az elemekkel, melyek komponenseinek négyzetösszege minimális. Ezek a publikációk átfogó, új képet adnak erről a kérdéskörről a korábbi eredmények közti kapcsolatok felderítése révén, továbbá új kutatási irányokat határoznak meg. Itt említendő, hogy a Nem TDI optimalizálás témában megjelent a csoport két tagjának három cikkből álló sorozata a terület egyik vezető folyóiratában.

Szubmoduláris függvények minimalizálása sokat vizsgált feladat: az a változat, amelyben moduláris hálókon való minimalizálást tekintünk – és amely szoros összefüggésben van a Brascamp-Lieb politópokkal – kevéssé ismert. A csoportban megkezdődött a kérdés vizsgálata. Több részeredményt sikerült elérni.

A csoport új eredményeket ért még el és publikált a tropikus geometriákban ismert metrikus gráfokról, továbbá a Tutte polinomra alkalmazott Bernardi folyamattal kapcsolatban. Folytatták a játékelméleti kutatásokat, valamint a gráf izomorfizmus probléma speciális eseteire adott hatékony algoritmusok kidolgozását. Az időfüggő optimalizálás és az utazóügynök feladat keresztezésében a szinkronizáltan mozgó ügynökökkel kapcsolatban is születtek új megfigyelések és tételek.

A csoport kutatási eredményeinek első publikálására létrehozott EGRES Technical Report sorozatban és a kapcsolódó Quick Proof oldalon 2018-ban összesen 21 új kézirat jelent meg. Az eredményeket több nemzetközi konferencián is bemutatták, meghívott előadásokat tartottak többek között Nyborgban, Bonnban, valamint a kiemelt fontosságú Building Bridges konferencián Budapesten. További előadásokat tartottak Marseille-ben, Lancasterben, Oberwolfachban, valamint a diszkrét matematika rangos konferenciáján, a SODA szimpóziumon New Orleansban.

b) Tudomány és társadalom

A csoport kiemelt feladatának tekinti a felsőoktatásban való részvételt. Tagjai 2018-ban az ELTE matematikus BSc, MSc és doktori képzésében oktattak. Az év közepén Mátraházán szerveztek kutató workshopot hallgatók és fiatal kutatók bevonásával, valamint részt vettek az ELTE Matematikai Intézet nemzetközi Nyári Iskolájának szervezésében. A csoport tagjai közül többen - kari első és második díjas – TDK-dolgozatok, valamint szakdolgozatok témavezetői voltak. A csoport egyik tagja előadást tartott az Arany Dániel diák matematika verseny díjátadó ünnepségén „Kombinatorikus optimalizálás a gyakorlatban – telefonos operátorok időbeosztásának tervezése” címmel.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai aktív kapcsolatot ápolnak többek között brit, japán, német, francia, kanadai, indiai és amerikai kutató társakkal. 2018-ban a csoport egy-egy tagja többhetes szakmai látogatáson volt londoni, illetve tokiói egyetemeken. Egy további kutató a Cornell Egyetemen töltött egyéves kutatói ösztöndíj után tért vissza a csoportba az Egyesült Államokból. Vendégkutatóként egy fiatal angol posztdoktort fogadott a csoport.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport több tagja is vezetője, illetve résztvevője egy újonnan induló négyéves OTKA kutatási projektnek, melynek témája matroid optimalizálás.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. K. Bérczi and A. Frank, Supermodularity in unweighted graph optimization, Part I: Branchings and matchings, MATHEMATICS OF OPERATIONS RESEARCH, 43, (2018) 726--753.

2. K. Bérczi and A. Frank, Supermodularity in unweighted graph optimization, Part II: Matroidal term rank augmentation, MATHEMATICS OF OPERATIONS RESEARCH, 43, (2018) 754--762.
3. K. Bérczi and A. Frank, Supermodularity in unweighted graph optimization, Part III: Highly-connected digraphs, MATHEMATICS OF OPERATIONS RESEARCH, 43, (2018) 763--780.
4. K. Bérczi, K. Chandrasekaran, T. Király, E. Lee, C. Xu, Beating the 2-approximation factor for global bicut, MATHEMATICAL PROGRAMMING, March 2018, pp. 1-30.
5. K. Bérczi, K. Chandrasekaran, T. Király, V. Madan, A tight 2-approximation for Linear 3-Cut, Proc. Symposium on Discrete Algorithms (SODA) 2018, 1393-1406.
6. Q. Fortier, Cs. Király, M. Léonard, Z. Szigeti, A. Talon: Old and new results on packing arborescences in directed hypergraphs. DISCRETE APPLIED MATHEMATICS 242, 2018, pp. 26-33.
7. A. Frank and K. Murota, Discrete decreasing minimization, Part I, Base-polyhedra with APPLICATIONS IN NETWORK OPTIMIZATION, arXiv:1808.07600v1, August 2018.
8. A. Frank and K. Murota, Discrete decreasing minimization, Part II, Views from discrete convex analysis, arXiv:1808.08477v1, August 2018.
9. D. Garamvölgyi and T. Jordán, Global rigidity of unit ball graphs, Egerváry Research Group TR 2018-17.
10. A.Gross, F. Shokrieh, and L. Tóthmérész, Effective divisor classes on metric graphs, Egerváry Research Group TR-2018-10.
11. T. Jordán and S. Tanigawa, Global rigidity of triangulations with braces, J. COMBINATORIAL THEORY (B), in press, 2018.
12. T. Jordán and A. Mihálykó, Minimum cost globally rigid subgraphs, in: Building Bridges II, Springer, to appear.
13. V. Kaszanitzky and B. Schulze, Sufficient connectivity conditions for rigidity of symmetric frameworks, arXiv: 1804.10458, 2018.
14. T. Kálmán and L. Tóthmérész, Hypergraph polynomials and the Bernardi process, Egerváry Research Group TR-2018-16.
15. A. Jüttner and P. Madarasi, VF2++ - An improved subgraph isomorphism algorithm, DISCRETE APPLIED MATHEMATICS, Volume 242, 19 June 2018, Pages 69-81.
16. G. Pap and J. Varnyú, Synchronized Traveling Salesman Problem, Egerváry Research Group TR 2018-15.
17. L. Tóthmérész, Algorithmic aspects of rotor-routing and the notion of linear equivalence, DISCRETE APPLIED MATHEMATICS 236: pp. 428-437 (2018).

MTA–ELTE ELMÉLETI FIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tél Tamás, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2524; fax: (1) 372 2509
e-mail: tel@general.elte.hu; honlap: http://elmfiz.elte.hu/Kutcsop/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport a Novobátzky-iskola hagyományaival összhangban a térelmélet-részecskefizika, valamint a statisztikus fizika területére összpontosít. Az öt évre tervezett fő kutatási irányok az alábbiak:

Az elemi részecskék fizikája alacsony energiáktól a Planck-skáláig. Bár a részecskefizika Standard Modellje (SM) rendkívül sikeresen írja le a nagyenergiás kísérleteteket, több probléma vár még megoldásra, mint pl. a SM kísérletek által motivált kiterjesztéseinek vizsgálata vagy a nagy barionsűrűségű anyag tulajdonságainak feltárása. Foglalkoznak továbbá topologikus húrelméletekkel, és a topologikus M-elmélet matematikai struktúrájával.

*Rendezetlen rendszerek és nemegyensúlyi jelenségek***.** A statisztikus fizika eszközeit alkalmazzák szabálytalan klasszikus és kvantumos soktestrendszerek viselkedésének megértésére. A spinüvegek elméletén belül a nulla hőmérsékletű spinüveg-állapot leírására alkalmas térelmélet megalkotására törekednek. További cél az egyensúlyi statisztikus fizika sokaságfogalmának kiterjesztése időben trendet mutató nemegyensúlyi dinamikákra is.

Környezeti áramlások és a klíma dinamikája. A környezeti jelenségek fizikája számos olyan jelenséget ölel fel, amelyekben a statisztikus fizika eszköztára különösen hatékonynak bizonyul. Egyik kutatási téma a rekordstatisztikák elméletének kiterjesztése korrelált és időben nem stacionárius folyamatokra. Vizsgálják a szennyezések terjedését és az éghajlati távkapcsolatok mögött meghúzódó korrelációk időbeli változását. A hidrodinamikai hasonlóság elvét felhasználva asztali méretű laboratóriumi kísérletekben tanulmányozzák a globális klimatikus folyamatok dinamikáját.

Kutatásuk a 2018-ra kitűzött célok irányában haladt, új eredmények minden területen születtek (l. II. fejezet), s ezek közül több már publikációban is megjelent.

A csoport alapkutatással foglalkozik, melynek társadalmi hasznossága a világ, ezen belül a fizikai rendszerek viselkedésének jobb megértése révén jelenik meg, gazdasági hasznossága részben csak közvetetten, részben pedig csak viszonylag hosszú idő múlva nyilvánul meg.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport tagjai 2018-ban 9 publikációban (melyek elismert, referált nemzetközi folyóiratokban jelentek meg) tették közre eredményeiket a következő témákban*:*

Az elemi részecskék fizikája alacsony energiáktól a Planck-skáláig

Perturbatív térelmélet

A részecskefizika Standard Modelljének sötét anyag által motivált skalár és mértékbozonos kiterjesztései az effektív potenciálos leírásban képesek negatív Higgs- tömegtagot indukálni és ezáltal triggerelni az elektrogyenge szimmetriasértést. A nagy tömegű top kvark járuléka miatt ehhez sok új térre vagy nagy új csatolási állandókra van szükség. A nagy csatolási állandókat a

két-részecske szórásokban perturbatív unitaritási korlátok meghatározásával sikerült megszorítani.

Erősen kölcsönható anyag alacsony energián

Csebisev-polinomok szerinti kifejtésen alapuló módszerrel oldották meg a két ízes lineáris szigma modell paritás dublettes változatának Wetterich-flow-egyenletét és meghatározták a μ-T fázisdiagramot. Többpontos Padé-sorokon alapuló eljárással valós μ barionkémiai potenciálra folytatták el az imaginárius μ-nél rácson meghatározott pszeudokritikus hőmérsékletértékeket és behatárolták a μ-T sík azon részét, amelyben a valódi Tpc(μ) várható.

Húrelmélet: A kvantumgravitációt leíró elméletre természetes jelölt a húrelmélet. A Projekt a húrelméleten belül a topologikus húrelmélet területére fókuszál. Ez a húrelmélet olyan matematikai modellje, amely a téridő geometriájának alaptulajdonságait vizsgálja. A kutatások során a topologikus húr- és membránmodellek ún. AKSZ konstrukcióját dolgozták ki, geometriai és nem-geometriai fluxusok jelenlétében, valamint vizsgálták az őket összekapcsoló dualitási szimmetriákat is.

Rendezetlen rendszerek és nemegyensúlyi jelenségek

Spinüveg

Az erősen frusztrált spinüveg-állapot megértéséhez szükség lenne egy konzisztens, a nulla hőmérséklet közelében érvényes effektív replika-térelmélet megalkotására. A kitűzött céloknak megfelelően, első lépésként az alacsonyhőmérsékleti replikaszimmetrikus elmélet rendparaméterét és tömegoperátorát vizsgálták nulladrendben (átlagtér-elmélet). Meglepő eredményt kaptak: a spinüveg-fázist határoló Almeida-Thouless instabilitási görbe erősen szinguláris a replikaszám eltűnésekor.

Összefonódás, nemegyensúlyi jelenségek

Részletesen vizsgálták kvantumrendszerek aktív zajvédelmének konvergenciáját és aszimptotikus viselkedését. Az irodalomban elszórtan található eredményeket egységesítették és kiterjesztették nem-autonóm rendszerekre. Belátták, hogy a korrigált dinamika hibája az addig feltételezett exponenciális korlát helyett, legfeljebb négyzetesen változik. Tanulmányozták a kvantumos véletlen bolyongás rövid idejű aszimptotikáját és ezzel rámutattak a Hamilton-rekonstrukció bonyolultságának lokalitással való kapcsolatára.

Kaotikus rendszerek

Az időben változó paraméterű általános rendszerek dinamikájának részletes megértése még távolról sem teljes. Az ún. pillanatkép attraktorok használata jól illeszkedik ehhez a témakörhöz. Kimutatták, hogy ha bizonyos típusú mozgások relevánsak csak egy adott problémában, akkor időtől függő nem-vonzó kaotikus objektumok, pillanatkép nyereghalmazok válnak fontossá. Megkezdték az átbillenési (tipping) jelenségek vizsgálatát általános időfüggésű rendszerekben.

Környezeti áramlások és a klíma dinamikája

Szennyezések terjedése

(1) Két korszerű klímamodell sokasági szimulációiban kimutatták, hogy jelentős CO_2-koncentráció-emelkedés mellett csökken a szétterjedő szennyeződésfelhők exponenciális nyúlásának üteme, és ez a relatív örvényesség segítségével tetszőleges éghajlati szimulációban

becsülhető. (2) Vékony rétegből indulva a közegből kiülepedő részecskék eloszlásában még térfogattartó sodródással is inhomogenitások alakulnak ki, melyeket analitikusan megnyúlással és vetítéssel kvantifikáltak.

Laboratóriumi kísérletek

A mérsékelt égövi légkör modelljének tekinthető differenciálisan fűtött és forgatott tartályban vizsgálták az energiatranszportban fontos szerepet játszó ún. tehetetlenségi-nehézségi hullámok kialakulását. Az elrendezés egy módosított változatában a 34 millió évvel ezelőtti „zárt Drake-átjáró" kontinenskonfiguráció (paleo-)klimatológiai hatásait modellezték. Folytatták a rezonáns óceánfelszíni Ekman-réteg modellvizsgálatát és a kétrétegű folyadékdinamikában ismert „holtvíz effektus" kutatását is. Kísérletekben bizonyították az időfüggő örvények anyagtartó tulajdonságát, mely egy friss elmélet szerint az örvények definiálására is alkalmas, s számos természeti jelenségben megfigyelhető.

Klímadinamika

Két korszerű klímamodell sokasági szimulációiban vizsgálták az El Niño és az indiai monszun távkapcsolatát, ill. az Arktikus Oszcilláció (AO) távkapcsolatait. Az előbbiben a XX. sz. végén erősödést mutattak ki, szemben a hagyományos módszereket követő eredményekkel, míg a XXI. sz.-ra nem találtak trendszerű változást. Az AO esetén elsőként alkalmaztak pillanatkép-alapú empirikus ortogonális függvény analízist. Kimutatták, hogy távkapcsolatai több térségben az évszázad végéig jelentősen változhatnak.

Extrém események

Laboratóriumi kísérletekből és valós többévszázados meteorológiai mérésekből származó idősorokon (pl. a prágai Clementinum 1752 óta naplózott napi hőmérséklet-adatain) vizsgálták a rekordértékek közötti időkülönbségek statisztikáinak és az időtükrözési invariancia-tulajdonságoknak az összefüggéseit, megállapítva, hogy az idősorok aszimmetrikus jellege trendnélküli adatokban is eredményezhet olyan jellegű rekordstatisztikákat, melyeket (esetleg tévesen) egy melegedő trend jeleként lehet interpretálni.

b) Tudomány és társadalom

Népszerűsítési céllal a csoport egy közreműködő tagja egy vulkáni hamu terjedést szimuláló szabadon letölthető programot (RePLaT-Chaos, http://theorphys.elte.hu/fiztan/volcano/) készített, melynek segítségével akár középiskolás diákok is követhetnek különböző elképzelt vulkánkitöréseket a Földön, valós, mért széladatokra alapozva. A program emellett lehetőséget ad a terjedési események kaotikusságát leíró két mérőszámnak, a nyúlási ütemnek (topologikus entrópiának) és a szökési rátának numerikus mérésére is. A csoport tagjai előadásokat és bemutatókat tartottak az ELTE Fizikai Intézetének népszerűsítő rendezvényein, mint pl. a Fizika Tanösvényen, a CERN25 rendezvényen, és többször szerepeltek televízió- és rádióműsorokban. A csoport emeritusz tagja az MTA Fizikai Osztály elnöke, ő az MTA Jelölőbizottságában is dolgozik, másik tagja az MTA Részecskefizikai Bizottság titkára, további tag pedig az ELFT Részecskefizikai Szakcsoport Elnöke. Évek óta megszervezik a karácsonyi Statisztikus Fizikai Szemináriumot nemzetközi résztvevőkkel. A Kutatócsoport http://elmfiz.elte.hu/Kutcsop/ honlapján megtalálhatók a legfontosabb hírek a nagyközönség számára is érthető formában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A csoport egy tagja szervezője volt az Astroparticle Physics című nemzetközi iskolának, 2018. 09. 3-7. Az ELTE-n folyó oktatásban minden taguk részt vett különböző elméleti fizikai tantárgyak oktatásával (összesen 10 előadás, 14 gyakorlat tartásával). 4 esetben voltak MSc-témavezetők, 6 esetben PhD-témavezetők. A csoport vezetője az ELTE Fizika Doktori Iskola vezetője, aki a Fizika tanítása doktori programot is vezeti. A csoport tagjai széleskörű nemzetközi kapcsolatokkal rendelkeznek (pl. Ben-Gurion University, Izrael, Coriolis-platform, Grenoble, University College, London, University of Reading, Cornell Egyetem, CERN és Freie Universität Berlin, Oldenburgi, Cottbusi, Hamburgi, Grazi és Baleár-szigeteki egyetemek, Hamburgi Meteorológiai Max Planck Intézet, École Polytechnique - Univ. Paris-Saclay, Keio Univ., Japán, Heriot-Watt University, Edinburgh).

IV. A 2018-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A Baleár-szigetek kormánya 2 éves „Margalida Comas" posztdoktori pályázatát nyerte el a csoport egyik tagja a baleár-szigeteki Egyetemen működő Interdiszciplináris Fizika és Komplex Rendszerek Intézetében (IFISC) (PD/020/2018). A csoportból ketten „Bolyai+" ösztöndíjat nyertek.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kökényesi, Z, Sinkovics A, Szabo R J: AKSZ Constructions for Topological Membranes on G_2-Manifolds, FORTSCH. PHYS. 66, no. 3, 1800018 (2018)
2. Von Larcher T, Viazzo S, Harlander U, Vincze M, Randriamampianina A: Instabilities and small-scale waves within the Stewartson layers of a thermally driven rotating annulus. JOURNAL OF FLUID MECHANICS 841, 380-407 (2018)

MTA–ELTE EXTRAGALAKTIKUS ASZTROFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Frei Zsolt, az MTA doktora
ELTE Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2767; fax: (1) 372 2753
e-mail: frei@ttk.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Eredeti munkatervükben erre, az első évre a következő feladatok szerepeltek: LIGO: Az excentrikus kettősök fizikájának leírása és LIGO-keresési algoritmusának kidolgozása. Galaxiskatalógus építése az EM megfigyelésekhez. PTA: Belépés az EPTA konzorciumba. A távoli mérésvezérléshez és adatgyűjtéshez szükséges központ kiépítése az ELTE-n. LISA: Belépés a konzorciumba és részvétel az ESA L3 beadvány elkészítésében. A Jansky Very Large Array (JVLA) archív adatainak feldolgozása a 100 Mpc-nél közelebbi óriás-elliptikus galaxisokra. A megfelelő AGN-ekel rendelkező galaxisok kiválasztása. Kettős és/vagy offset AGN jelöltek vizsgálata rádiótartományban, archív adatok összegyűjtése, feldolgozása. Távcsőidő-kérelem beadása VLBI hálózatra. Azon rádiósugárzó AGN-ek vizsgálata VLBI technikával, amelyek esetében jelentős eltérés van a Gaia űrszondával optikai tartományban és VLBI technikával rádiótartományban korábban meghatározott pozíciók között.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A gravitációshullám-asztrofizika tématerületen a kutatócsoportnak három kevésszerzős és tizenhárom (a LIGO-Virgo Kollaboráció tagságából adódó) sokszerzős publikációja jelent meg. A csoport a gravitációshullám-észleléseket követő *többcsatornás csillagászati* megfigyelések számára fejlesztett galaxiskatalógust. A katalógus jelentős szerepet játszott a GW170817 esemény forráspozíciójának meghatározásában és az elektromágneses megfelelőjének megtalálásában. A csoport a katalógus további alkalmazásaként részt vett a világegyetem tágulási ütemének gravitációs hullámokra alapozott meghatározásában. A csoport a galaxismagokban keletkező excentrikus feketelyuk-kettősök lehetséges paramétereloszlásait is megbecsülte. Az eredmények jelkereső- és paraméterbecslő algoritmusok fejlesztésében hasznosulnak a LIGO-Virgo Kollaborációban.

A Pulsar Timing Array projektben kifejlesztésre került egy olyan szoftver, amely a NANOGrav 12.5y szélessávú adatainak adatbázisba rendezését és kiértékelését végezte el. Az adatbázis 15-szörös tömörítéssel is legalább olyan érzékeny adatfeldolgozást tesz lehetővé, mint a hagyományosan használt NANOGrav adatbázis. A munka részeként új módszer került kidolgozásra az impulzusprofilok evolúciójának modellezésére. A módszer, amely szakcikkben közlésre már elfogadásra került, továbbfejlesztette a pulzárjelek csillagközi anyagon való szóródásának mérését. A csoport a százméteres Green Bank teleszkóppal több frekvenciasávban is rádiómméréseket végzett a galaxisunk magjában található PSR J1745-2900 pulzáron. Ennek a megfigyelési projektnek a csoport egyik tagja a vezető kutatója.

A keskeny vonalas Seyfert-1 típusú (NLS1) galaxisok magjai az aktív galaxismagok (AGN) egy olyan osztálya, amelyről feltételezik, hogy belsejükben más AGN-ekhez képest viszonylag kis tömegű központi fekete lyuk található, ami viszont intenzíven nyel el anyagot a környezetéből. Az NLS1-ek erősen rádiósugárzó altípusának képviselői gyakran rendelkeznek relativisztikusan nyalábolt plazmakifúvásokkal (jetekkel). Ezeket általában a fényes blazárok fiatalabb változataiként tartják számon. A blazárokban a jet megközelítőleg a látóirányunkba

mutat, így fénye jelentősen felerősödik. A kutatócsoport a rádiótartományban milliívmásodperces felbontást lehetővé tevő nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (VLBI) technikát használva tanulmányozott különböző típusú rádió-hangos AGN-eket. Egy NLS1-jelölt forrásról megmutatta, hogy parszekes-skálán kompakt rádiómaggal rendelkezik.

Kiloparszekes skálán viszont (az NLS1 források között ritka) kiterjedt rádiószerkezete van. A rádiótartományon kívül számos esetben a jetek szinkrotron sugárzása optikai és infravörös (IR) tartományban, inverz Compton-sugárzása, röntgen- és gammatartományban is megfigyelhető. A kutatócsoport rádiótartományban végzett mérések felhasználásával finomította egy gammaforrás pozícióját és megmutatta, hogy három lehetséges objektum közül melyik a gamma-fotonok legvalószínűbb forrása. Rádiósugárzó NLS1 források mintáját tanulmányozva a Wide-field Infrared Survey Explorer műhold nyilvános archívumát felhasználva a kutatócsoport megmutatta, hogy a blazárokra hasonlító NLS1 források nagy hányada mutat pár napos időskálán fényváltozásokat az IR tartományban. Ennek magyarázata, hogy ezekben az IR sugárzás eredete a jet, nem pedig az AGN anyagalaxisából származó csillagkeletkezés.

A csoport kutatói tanulmányozták az óriás elliptikus galaxisokat kitöltő forró gáz tulajdonságait, valamint a galaxis közepén elhelyezkedő szupermasszív fekete lyuk és a forró gáz közti visszacsatolást, amely megakadályozza a gáz lehűlését és a csillagok kialakulását.

Megszületett a megvalósíthatósági tanulmány a CAMELOT (Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients) misszióról, és a projekt be lett mutatva a tekintélyes SPIE konferencián (Austin, Texas-ban) tartott előadáson, IAC 2018 konferencián, és három SPIE hardver cikkben is.

A kutatócsoport eredményére hivatkozva a NASA sajtóhírt közölt, ami alapján az MTA is publikált egy sajtóhírt, amelyről széleskörűen beszámolt a magyar és a nemzetközi sajtó.

b) Tudomány és társadalom

A gravitációshullám-asztrofizika és többcsatornás csillagászat tématerületeken a kutatócsoport mintegy húsz alkalommal tartott ismeretterjesztő előadásokat nagyközönség - főként középiskolás diákok - előtt. A csoport egyik tagja a témában egy ismeretterjesztő cikket is közölt. A kutatócsoport önálló standdal képviseltette magát az ELTE Természettudományi Karának nyílt napján. A kutatócsoport az ELTE TTK fizikus és csillagász hallgatók mesterszakos és doktori képzésében vett részt.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport meghívására 2018. november 8-9-én az ELTE-n tartózkodott és az MTA székházában ismeretterjesztő előadást is tartott a gravitációs hullámok észlelésére Nobel-díjat kapott, az MIT emeritusz professzora.

A csoport részt vett az International Pulsar Timing Array munkájában a második IPTA adatbázis kiértékelésével és az amerikai Albuquerque-ben tartott éves IPTA találkozón való megjelenéssel. Megkezdődött a részvétel az European Pulsar Timing Array programban is, előadások tartásával az EPTA Norwichban (Egyesült Királyság, 2018 tavaszán) és a Bielefeldben (Németország, 2018 őszén) tartott találkozókon. A csoport meghívást kapott a készülő dél-afrikai MeerTime projektben való részvételre. Az együttműködés 2018 őszén kezdődött meg az ELTE tagintézményként való formális elismerésével.

IV. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Dálya G, Galgóczi G, Dobos L, Frei Zs, Heng IS, Macas R, Messenger C, Raffai P, de Souza RS: GLADE: A Galaxy Catalogue for Multi-Messenger Searches in the Advanced Gravitational-Wave Detector Era. MNRAS, 479, 2, p. 2374-2381 (2018)
2. Gondán L, Kocsis B, Raffai P, Frei Zs: Eccentric Black Hole Gravitational-wave Capture Sources in Galactic Nuclei: Distribution of Binary Parameters. ApJ, 860, 1, aid. 5 (2018)
3. Gabányi KÉ, Frey S, Paragi Z, Järvelä E, Morokuma T, An T, Tanaka M, Tar I: The radio structure of the peculiar narrow-line Seyfert 1 galaxy candidate J1100+4421. MNRAS, 473, pp. 1554-1561 (2018)
4. Kun E, Karouzos M, Gabányi KÉ, Britzen S, Kurtanidze OM, Gergely LÁ: Flaring radio lanterns along the ridge line: long-term oscillatory motion in the jet of S5 1803+784. MNRAS, 478, pp. 359-370 (2018)
5. Arzoumanian et al.: The NANOGrav 11 Year Data Set: Pulsar-timing Constraints on the Stochastic Gravitational-wave Background. ApJ, 859, 47 (2018)
6. Arzoumanian et al.: The NANOGrav 11-year Data Set: High-precision Timing of 45 Millisecond Pulsars. ApJSS, 235, 37 (2018)
7. Lakhchaura K, Werner N, Sun M, Canning REA, Gaspari M, Allen SW, Connor T, Donahue M, Sarazin C: Thermodynamic properties, multiphase gas and AGN feedback in a large sample of giant ellipticas. MNRAS, 481, 4472 (2018)
8. Lakhchaura N, Mernier F, Werner N: Possible depletion of metals into dust grains in the core of the Centaurus cluster of galaxies. A&A, (2018)
9. Werner N, Řípa J, Pál A, Ohno M, Tarcai N, Torigoe K, Tanaka K, Uchida N, Mészáros L, Galgóczi G, Fukazawa Y, Mizuno T, Takahashi H, Nakazawa K, Várhegyi Z, Enoto T, Odaka H, Ichinohe Y, Frei Zs, Kiss L: CAMELOT: Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients - Mission Overview. SPIE, 10699, 2 (2018

MTA–ELTE FEHÉRJEMODELLEZŐ KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Perczel András, az MTA rendes tagja
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon:(1) 372 2500; fax:(1) 372 2592
e-mail: perczel@chem.elte.hu; honlap:prot.chem.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport fehérjék, peptidek és fehérje modellek szerkezeti-dinamikai tulajdonságainak és kölcsönhatásainak atomi szintű jellemzését végzi korszerű nagyműszeres (NMR, ECD spektroszkópia, röntgendiffrakció) és *in silico* (ab initio, MD, bioinformatika) módszerekkel. Célok 2018-ban: β-aminosav építőblokkok beépítése peptid kimérákba, szerkezet-jellemzése; kettős funkciójú bioaktív peptidek (pl. GNRH III, opioid receptor kötő peptidek) szerkezet-funkció összefüggéseinek felderítése; amiloidképződés tanulmányozása modellfehérjéken; patológiás fehérjemutációk hatásának megértése (pl. onkogén fehérjék, Parkinson kór); fehérjék kölcsönhatásai fiziológiai szempontból fontos és szelektív, mesterségesen létrehozott partnerekkel (pl. mioglobin, komplement).

II. A 2018-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Fehérje és peptid építőkövek, foldamerek: A kutatócsoport -GXXG- α /β kiméra peptidek szilárdfázisú szintézisét vizsgálta, amely a legegyszerűbb akirális α-aminosavat, a glicint és két, különböző gyűrűméretű β-cukoraminosavat (X) tartalmaz, mint építőelemet. A furanóz gyűrűs Fmoc-RibAFU(ip)-OH és a piranóz gyűrűs Fmoc-GlcAPU(Me)-OH kapcsolását szisztematikusan vizsgálták meg különböző kapcsolószerek alkalmazásával (az általánosan használt PyBOP, HATU és HOBt reagensekkel). A legjobb módszer kiválasztására ^{1}H NMR spektroszkópiát használtak, hogy a kapcsoláshoz szükséges Fmoc-védett aktívészterek képződését és stabilitását vizsgálják. A Z-oxim köztitermék esetén krisztallográfiai vizsgálattal is alátámasztották a következő redukciós lépés sztereoszelektivitásának szerkezeti magyarázatát [1]. A hexopiranózok konformációs viszonyainak in silico elemzése során megállapították, hogy egyes cukrok esetében igen sokféle rotamer adja a teljes sokaságot és a kis százalékban jelen lévő rotamerek jelentős részét (<40%) képezik a teljes sokaságnak. A számítások eredményeiből meghatározták a cukorkémiában ismert kölcsönhatások energiajárulékait.

Bioaktív peptidek konformációjának hatása a funkcióra: Az emberi GnRH natív izoformája, a GnRH-III peptid szelektíven kötődik rákos sejtek GnRH receptoraihoz, ezért potenciálisan hatóanyag irányításra használható. ECD spektroszkópiával vizsgálták az együttműködésben előállított négy (D-aminosavakat tartalmazó, ill. daunorubicin hatóanyag konjugátuma) GnRH-III variánst. A peptidek rendezetlen szerkezetűnek mutatkoztak. Egyedül a D-Asp származék esetén volt β-redőzött réteg jelenléte észlelhető (REAL:83168). Együttműködésben végzett kutatásokban olyan kettős funkciójú hibrid peptideket jellemeztek, amelyek tartalmazták a μ-, δ- és κ-opioid receptorok által felismert tetrapeptidet és a nociceptin opioid receptor agonista/antagonista szekvenciát is. A kutatócsoport munkatársai a peptidek hőmérsékletfüggő ECD vizsgálatát végezték el, és megállapították, hogy a peptidekben a különböző másodlagos szerkezeti elemek aránya összefügg az aktivitásukkal (REAL:90717). A Trp-kalitka minifehérjék a konformációs átalakulások szerkezeti dinamikai vizsgálatának modelljeiként alkalmazhatók. A kutatócsoportban azonosított és jellemzett, kontrollált körülmények között rendezetlen/amiloid állapotváltozásra képes változat vizsgálatát folytatták: az

amiloidképződésért felelős peptidszakaszt in silico módszerekkel azonosították, majd a peptidszakasz különböző hosszúságú változatainak ECD spektroszkópiával vizsgálták a konformáció-változásait.

Fiziológiás és patológiás kölcsönhatások: A pszeudouridilációt katalizáló fehérje-RNS komplexumot és betegségokozó mutációit együttműködésben vizsgálták, a kutatások eredményei: a homológia modellek alapján szimulációkkal származtatott enzim-szerkezet QM/MM módszerrel feltárt reakciómechanizmusa (REAL:84212); az enzim biofizikai sajátságainak (fluoreszcenciás mérések) értelmezése zebrahal-modelleken illetve a klinikai tapasztalatban megfigyelt kóros elváltozások összefüggésében (publikáció előkészületben). A szteroid rezisztens nephrózisért felelős podocin fehérje esetén együttműködésben vizsgálják, hogy a fehérje C-terminális régióját érintő mutációk bizonyos kombinációi miként vezetnek betegséghez. A fehérje átfogó tanulmányozása lehetővé tette egy klinikai útmutató összeállítását, mely az egyes mutációk patogenicitásának előrejelzését segíti (REAL:90718). ECD spektroszkópiai vizsgálatokkal, FRET mérésekkel és méretkizárásos kromatográfia segítségével vizsgálták a podocin C-terminális fragmense számos változatának oligomerizációját. Bizonyították a 272-313 szekvenciaszakasz coiled-coil kölcsönhatását, valamint hogy a podocin dimerizációjában e kölcsönhatás mellett a 332-348 szakasznak is szerepe van. FRET mérésekkel a patogén oligomerek megváltozott konformációjának hatását is igazolták [2]. A K-RAS onkogén fehérje esetében is pontmutációk okozta funkció-átalakulás molekuláris hátterét vizsgálták NMR mérések és elméleti módszerek alkalmazásával. A rákos megbetegedések hátterében álló aminosav-cserék esetében megmutatták, hogy a fehérje szerkezetében bekövetkező lokális változások az effektor molekulákkal kialakított kölcsönhatási felszínt és a megkötött aktivátor (GTP) hidrolízisét is befolyásolják. A mioglobin és NO ill. CO kölcsönhatása QM/MM módszerrel történt vizsgálatainak eredményeit 2018-ban publikálták [3]. Vizsgálták a veleszületett immunválasz kialakításában fontos szerepet játszó komplement enzimek a MASP-1 és MASP-2 enzimek kölcsönhatását 14 aminosavas rendezetlen szerkezetű peptidekkel, ahol a komplexképződés a peptidek β-hajtű szerkezetűvé rendeződését indukálja. A kölcsönhatás molekuláris hátterét krisztallográfiai szerkezet-meghatározással, CD mérésekkel és MD szimulációkkal térképezték fel. Az acilpeptid hidroláz enzim (ApAAP) egy antibiotikummal (meropenem) képzett komplexének röntgendiffrakcióval határozták meg a szerkezetét és ezzel megvilágították egy gyógyszer-kölcsönhatási probléma szerkezeti hátterét. A DJ-1 bizonyos mutációi a Parkinson kór korai kialakulásához vezetnek. A szerkezet/funkció összefüggések felderítését célzó együttműködésben a DJ-1 komplexeinek röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálatát végzik. A fehérje redoxi-chaperon funkciójáért felelős reaktív ciszteinjének oxidáltsági foka a ligandumkötésben is az egyik meghatározó tényező. 2018-ban kidolgoztak egy, a fehérje redukált formáját megőrző kristályosítási módszert, ami a komplexek vizsgálatához elengedhetetlen.

A kutatásokhoz kapcsolódó módszerfejlesztés: A kutatócsoportban bevezették az áramlásos rendszerű peptidszintetizátor alkalmazását. A rendszer áteresztőképességét különböző teszt-szintézisek során vizsgálják, és továbbfejlesztésén dolgoznak, hogy gyorsabb és költséghatékonyabb, valamint környezetre kevésbé megterhelő szintézistechnikává alakítsák a gyorsaság és költséghatékonyság növelése mellett.

b) Tudomány és társadalom

Megrendezték a Chemistry towards Biology 9 konferenciát, melynek célja a közép-európai régió biológia és kémia határterületén dolgozó kutatói közötti kapcsolatok kiépítése és elmélyítése – első napján doktori iskolások mutatták be eredményeiket. Az iNEXT-2018

programjai között megrendezték a „Structural biology approaches for drug development” nemzetközi konferenciát. A MedInProt program (a kutatócsoport vezetője a kuratórium elnöke) a fehérjetudomány területén dolgozó kutatók közötti szinergiák elősegítése – a 10. jubileumi konferenciáján visszatekintettek az elmúlt évek legsikeresebb projektjeire. A kutatócsoport tagjai 3 tudománynépszerűsítő előadást tartottak, és egy kétnapos kurzust a Torontói Egyetemről érkezett diákoknak (Summer School 2018). Megjelent az „1000 arcú fehérjék” című kézikönyv (Semmelweis kiadó), ami biológiai érdeklődésű kutatók, egyetemisták, vagy akár középiskolások számára nyújt áttekintést a fehérjetudomány kurrens módszereiről (a kutatócsoport vezetője szerkesztőként, tagjai szerzőként vettek részt).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Együttműködések: MTA–ELTE Peptidkémiai (hibrid peptidek, peptid konjugátum) és MTA-SE Lendület Nephrogenetikai (podocin) Kutatócsoportjai; az ELTE Biológiai (komplement, uridin izomerizáció) és Kémiai Intézetei (foldamer, hibrid peptidek); MTA TTK (Parkinson kór, komplement, peptid konjugátum, uridin izomerizáció); MTA–SzBK (hibrid peptidek); BME (mioglobin); Semmelweis Egyetem (podocin, uridin izomerizáció); Debreceni és Szegedi Egyetemek (hibrid peptidek, peptid konjugátum); Párizsi Descartes Egyetem, Necker-Enfants Malades Kórház (Párizs) és INSERM (Párizs) (podocin); Leuven-i Egyetem (mioglobin). Gyógyszerfejlesztési együttműködéseik: RASopátia konzorcium; ipari partner: Sanofi. Szilárd NMR méréseket végeztek az Osaka Egyetemmel együttműködésben. A BME Biostruct Laboratóriumával együttműködésben méréseket végeztek az ESRF szinkrotronnál. Részt vettek a MedInProt mentor-növendék programjának keretében a SzE munkatársainak együttműködésével. Részt vesznek az ELTE biológia és kémia BSc-, MSc-, és PhD-képzésben. Vezetésükkel 10 diákkörös és 15 PhD-hallgató dolgozik, és 2018-ban 6 BSc- 2 MSc-szakdolgozatot és 1 PhD-disszertációt védtek meg.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018-ban elnyert pályázat: Fehérjetudomány és alkalmazásai Nemzeti Program (NKP). *További források:* Biokompatibilis nano- és mezorendszerek VEKOP kiválósági pályázat; RASopátiák (NVKP), OTKA K119386 (komplement), K116305 (uridin izomerizáció); MTA MedInProt programjának gépidő és szinergia pályázatai; Sanofi/Frankfurt kutatási támogatás (aggregáció); EU Horizon 2020 program, iNEXT pályázat. 2018-ban VEKOP pályázatok keretében a műszerpark nagymértékű fejlesztését hajtották végre.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Goldschmidt Gőz V, Pintér I, Harmat V, Perczel A: Approaches to pyranuronic β-Sugar amino acid building blocks of peptidosaccharide foldamers. EUR. J. ORG. CHEM. 2018:355-361.(2018) REAL:90727
2. Stráner P, Balogh E, et al. (Perczel A, Menyhárd DK): C-terminal oligomerization of podocin mediates interallelic interactions. BIOCHIM. BIOPHYS. ACTA (BBA) 1864:2448-2457. (2018) REAL:90714
3. Lábas A, Menyhárd DK, Harvey JN, Oláh J: First principles calculation of the reaction rates for ligand binding to myoglobin: The cases of NO and CO. CHEM. EUR. J. 24:5350-5358. (2018) REAL:83546

MTA–ELTE GEOLÓGIAI, GEOFIZIKAI ÉS ŰRTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kázmér Miklós, a MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c
telefon: (1) 381 2104 / 8627
e-mail: mkazmer@gmail.com; honlap: http://geoscience.elte.hu
a kutatócsoport jelen felállás szerinti megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoportnak az 5 éves kutatási tervben megjelölt alapvető feladata a Pannon-medence és az azt körülvevő hegységvonulatok szerkezetfejlődésének és egyes geológiai egységeinek rétegtani és szedimentológiai vizsgálata, a dolomitosodás és más diagenetikus jelenségek tanulmányozása, aktív tektonikai vizsgálatok, valamint a kozmikus sugárzás és az ionoszféra jelenségeinek felhasználása a Föld fejlődéstörténetének és jelenkori aktivitásának megértésében.

II. A 2018-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Szerkezet

A kutatók folytatták a Szilicei-takaró talpi breccsáinak petrográfiai elemzését, és kiértékelték az előző évben vett AMS mintákat: a konzisztens eredményekről posztereket készítettek (EGU, ESSEWECA). Ugyanitt szakdolgozat keretében vizsgálták a terület sótektonikus deformációit, melyről egy TDK-dolgozat készült. A Bükk szerkezeti elemzéséhez kapcsolódva több területen terepi mérések történtek és 2 MSc-szakdolgozat készült el: az eredmények posztereken és előadásokon jelentek meg (TSK, CETEG). A Bükk és Uppony határán levő Nekézsenyi-rátolódást UNKP hallgatói pályázat keretében vizsgálták. A jura törmelékes sorozat eredetét cirkonkristályokon végzett U/Pb kormeghatározással keresték. A metamorf fok vizsgálatára Raman-spektroszkópiás vizsgálatokat kezdtek. A Szarvaskői-magmatitok petrológiai és geokémiai elemzésének eredményeit előadáson mutatták be (CBGA). Publikációt jelentettek meg a Gerecse kréta üledékeinek koráról és szerkezeti jelentőségéről. A hegység szerkezetéről elkészült és megjelent a földtani térkép és magyarázó. Elkészült egy doktori dolgozat és egy publikáció a Dunántúli-középhegység mezozoos deformációiról. Publikáció jelent meg a dinári Drina-Ivanjica zóna szerkezeti kapcsolatairól és a metamorfózis koráról. Poszteren mutatták be e terület forgásos deformációit, amit paleomágneses módszerrel kaptak. Szlovéniában kiterjedt terepmunkát folytattak CEEPUS pályázat támogatásával és egy ősszel induló PhD-kutatás keretében, a szerkezeti viszonyok és ősföldrajzi korreláció tisztázásának céljából: az előzetes eredmények egy poszteren jelentek meg (ESSEWECA).

A Pannon-medence kainozoos szerkezetvizsgálata keretében elkészítették a deformációs szalagok típusainak mélységbecsléséről szóló kéziratot, és elemezték a szalagok és befogadó kőzetek izotópviszonyait. ÉK-magyarországi fedett miocén magmatitokról, kialakulási korukról és geodinamikai kapcsolatukról 2 publikáció jelent meg. Terepi méréseket készítettek a Darnó-vető és környezetének miocén szerkezeti mozgásairól. A kőzetek paleomágneses (AMS) és feszültségviszonyainak összevetéséről készült cikk megjelent.

Karbonát

A csoport az évet a K 124313 OTKA-projekthez kapcsolódó mintagyűjtésnek szentelte. A Keszthelyi-hegység és a Bakony különböző kőfejtőiben mintázták a Tagyoni és Rezi Formációk dolomittestjeit. Észak-Magyarországon pedig a Bükkben a Hámori Dolomitot két

feltárásban (felsőtárkányi kőfejtő és lillafüredi szelvény), illetve az Aggteleki Karszton a Steinalmi és Wettersteini Formációkat felszíni feltárásban Szögliget környékén. A mintákból vékonycsiszolatok készültek, melyek ellenpárjaiból az előzetes stabil oxigén- és szénizotópos vizsgálatok is megkezdődtek. A nemrég felfedezett villányi gerinces lelőhelyek szedimentológiai jellemzőit és paleokörnyezeti viszonyait vizsgálták (kézirat benyújtva). A miocén homokkő rezervoár szempontú diagenezis vizsgálata, ahol a főhangsúly a karbonát cementek jellemzésén és területi eloszlásán volt.

Aktív tektonika és archeoszeizmológia

Publikáció jelent meg a gerecsei teraszok koráról, amely adatok a terület negyedidőszaki felszínfejlődésével, neotektonikus deformációjával vannak kapcsolatban és segítik a mai földtani kockázatok becslését is. A deformáció okairól elemzést készítettek. Intenzív terepmunka során vizsgálták azon Budapest környéki felszíndeformációkat és épületkárokat, melyek az elmúlt kétezer év eddig ismeretlen földrengései okozhattak. Hasonló terepmunka zajlott a Bécsi- és a Gráci-medencében (kézirat), a Felső-Rajna-árokban, Erdélyben és Albániában (kézirat). Az archeoszeizmológiában először alkalmazott digitális 3D felvételezési technika alapján készült tanulmányt jelentettek meg Ciprusról.

Geofizika

Urán-soros kormeghatározások történtek hazai barlangi mintákon. Tovább folytatódott a Baradla- és a Béke-barlang, mintáinak vizsgálata. A minták egy részét párhuzamosan egy neves külföldi laboratóriumban is mérték; ez igazolta a saját labor megbízhatóságát (kézirat bírálat alatt). Gamma-spektrometriás méréseket végeztek 18 mintán az ELTÉ-n működő termolumineszcens kormeghatározási laboratóriummal együttműködésben. Az eredményekről négy konferencián mutattak be posztert, és bírálat alatt van egy összefoglaló angol nyelvű cikk.

A Wigner Központtal közös müon-tomográfiai kutatás keretében új helyszínen végeztek üregkutatási céllal. Ezek közül fontos új helyszín a budai vár, ahol egy valószínűsíthetően létező, török kori alagutat keresnek. Kalibrációs célból sikerült nagy pontossággal kimutatni olyan méretű, már ismert járatokat, amilyen a keresett középkori objektum lehet. Így várható, hogy a keresett objektum léte bizonyítható avagy kizárható lesz. Megvalósították a müondetektor kalibrációját. Kimutatták, hogy az egyes rétegek megszólalási valószínűsége nem független egymástól; a jelenséget figyelembe vevő korrekciós eljárást fejlesztettek ki. Az újraszámolt részecskefluxusok alkalmas bemenetei a detektor feletti tér sűrűségviszonyait meghatározó, az előző években általuk fejlesztett inverziós eljárásnak.

Űrtudomány

A neogén felszínfejlődéshez, recens kéregmozgáshoz köthető villamos jelenségkör (ú.n. szeizmo-elektomágnesség) vizsgálata, ennek részeként folytatólagos részvétel az orosz irányítás alatt megvalósuló, magyar fedélzeti hullámkísérletet hordozó műholdas programok előkészítésében. A földkéreg elektromos jellemzőinek vizsgálata földi rögzítésű, alacsony frekvenciás természetes jelekkel. Az MTA CSFK soproni GGI intézetével együttműködésben földi rögzítésű ELF adatsorokon detektált, távoli villámok keltette impulzusok elemzésével felszín közeli rétegek lokális vezetőképesség anizotrópiáját mutatták ki. Vizsgálták felszín mentén terjedő villamos jelek kéreg okozta veszteségét hazai obszervatóriumi regisztrátumokon. Folytatólagosan részt vettek az orosz (RAS, IKI) irányítás alatt megvalósuló Chibis AI, és Trabant mikroműholdak tudományos és technológiai előkészítésében. E programokban a teljesen hazai (ELTE, BL-Electronics) fejlesztésű SAS3 önálló elektromágneses hullámkísérlet szerepel.

b) Tudomány és társadalom

Megjelent Magyarország Nemzeti Atlasza, ennek szöveges magyar és angol nyelvű változata. A kutatócsoport 1 főfejezet, 3 térkép és szelvények elkészítésében vett részt. A természettudományok, szűkebben a földi környezet kutatásának népszerűsítését végezték (kiemelten középiskolásoknak) a Kutatók éjszakáján, előadóként részt vettek sajtónyilvános szakmai fórumokon (pl. Űrnap az MTA-n, pódiumdiszkusszió a BME-n).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K + F kapcsolatai 2018-ban

A Ljubljanai Egyetemmel közös projekt keretében a Periadriai vetőzónát határoló tektonikai egységek kiegyenlített tektonika szelvényei készültek el. Németország múltbéli földrengéseit az RWTH Aachen Egyetemmel és a Jénai Egyetemmel közösen vizsgálják. Megkezdték Jordánia archeoszeizmológiai feldolgozását a Yarmouk Egyetemmel együttműködésben. Szoros együttműködés folyik a hazai VLF mérőrendszer üzemeltetése és tudományos értelmezése területén az MTA CSFK GGI-vel. A futó és előkészítés alatt álló orosz tudományos űrprogramok kapcsán (pl Chibis AI, ISS Trabant): ezekben a magyar (ELTE és BL-Electronics) fejlesztésű SAS3 hullámkísérletet az orosz partner kérte).

IV. A 2018-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Elnyert mobilitási pályázatok: UNKP hallgatói és doktorjelölt kategóriában, CEEPUS: Ausztria, Románia, Szlovénia, Albánia szerkezetföldtani és archeoszeizmológiai témában.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Héja G, Kövér Sz, Németh A, Csillag G, Fodor L (2018): Evidences for pre-orogenic passive-margin extension in a Cretaceous fold-and-thrust belt on the basis of combined seismic and field data, (western Transdanubian Range, Hungary). – INTERNATIONAL JOURNAL OF EARTH SCIENCES, 107,8, 2955–2973. https://doi.org/10.1007/s00531-018-1637-3 http://real.mtak.hu/85158/
2. Koronczay D, Lichtenberger J, Juhász L, Steinbach P, Hospodarsky G (2018): VLF transmitters as tools for monitoring the plasmasphere. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: PLASMA PHYSICS 123, 9312-9324. https://doi.org/10.1029/2018JA025802
3. Kövér Sz, Fodor L, Kovács Z, Klötzli U, Haas J, Zajzon N, Szabó Cs (2018): Late Triassic acidic volcanic clasts in different Neotethyan sedimentary mélanges: paleogeographic and geodynamic implications. INTERNATIONAL JOURNAL OF EARTH SCIENCES, 107, 8, 2975–2998. https://doi.org/10.1007/s00531-018-1638-2 http://real.mtak.hu/85156/
4. Porkoláb K, Kövér Sz, Benkó Zs, Héja GH, Fialowski M, Soós B, Gerzina- Spajić N, Đerić N, Fodor L (2018): Structural and geochronological constraints from Western Serbia: implications for the Alpine evolution of the Internal Dinarides. SWISS JOURNAL OF GEOSCIENCES.https://doi.org/10.1007/s00015-018-0327-2; http://real.mtak.hu/89948/
5. Szőcs E, Hips K (2018): Multiphase carbonate cementation in the Miocene Pétervására Sandstone (North Hungary): implications for basinal fluid flow and burial history. GEOLOGICA CARPATHICA 69, 6, 515–527. doi: 10.1515/geoca-2018-0030 http://www.geologicacarpathica.com/browse-journal/volumes/69-6/article-890/#

MTA–ELTE GEOMETRIAI ÉS ALGEBRAI KOMBINATORIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szőnyi Tamás, az MTA Doktora
ELTE TTK Számítógéptudományi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2202; fax: (1) 381 2174
e-mail: szonyi@cs.elte.hu; honlap: http://www.cs.elte.hu/gac
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport elsődleges feladata a geometriai és algebrai kombinatorika – különösen a véges geometriából származó, annak eszköztárával, ill. más algebrai módszerekkel támadható problémák – területén végzett alapkutatás, kiemelve az extremális kombinatorikai/ gráfelméleti és stabilitási kérdéseket, q-analógokat, színezéseket, az irányproblémát, véges síkok kombinatorikusan definiált struktúráit (pl. lefogó ponthalmazok), a polinommódszert és a nem feltétlenül desarguesi síkokat. Az eddigiekben a kizártrészposzet-probléma, keresési problémák, lefogó ponthalmazok, affin síkok egész automorfizmusai, síkba ágyazott, csoporttal koordinátázható 3-hálózatok, extremális kombinatorikai struktúrák, PG(2,q) kombinatorikusan definiált struktúrái, lineáris halmazok, a determináns Sidorenko-sejtés, valamint pszeudovéletlen sorozatok és bizonyos gráfszínezési kérdések területén értek el eredményeket. 2018-ban a Thomassen-sejtés, a Sidorenko-sejtés, PG(n,q) sűrű és megoldó halmazai, PG(n,q) fölső kromatikus száma, azonosító kódok, C_4 versus $K_{1,n}$ Ramsey számok, túltelített gráfok biz. részstruktúráinak száma, PG(2,p) kétszeres lefogó ponthalmazai, lineáris halmazok és q-polinomok, MRD kódok, KM-ívek, biz. kódelméleti kérdések, nem desarguesi síkok speciális részstruktúrái, pszeudovéletlen sorozatok és a Fuglede-sejtés témákban terveztek kutatni.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Erdős és Lovász 1975-ben adott alsó korlátot a következő problémára: hány éle lehet egy metsző r-reguláris hipergráfnak, ha a lefogási száma is r? Mivel azóta nem történt javítás, egy munkatárs a kis r értékekre keresett példákat. A keresett minimum $q(r)$ értékére a $q(3) = 6$, $q(4) = 9$, és $q(5) = 13$ eredményeket kapta, melyhez elméleti és számítógépes keresésre szükség volt. Egy Király és Tóthmérész által felvetett probléma kapcsán vizsgálták a fenti kérdést azon a szűkebb osztályon, melyben bármely két él metszete legalább kételemű. Ilyen hipergráfcsaládra egyetlen ismert végtelen példa van, ezért geometriai oldalról megközelítve a kérdést azt kapták, hogy néhány bisík megfelel a feltételeknek. Ez azt a furcsaságot eredményezi, hogy nagyon különböző élszámú példák léteznek, köztesek viszont nem ismertek, sőt, bizonyos kis r értékekre a számítógépes keresés kizárta több példa létezését.

Sokat vizsgált, szintén Erdőstől eredő kombinatorikus geometriai probléma, hogy egy, a d-dimenziós euklideszi térben megadott n pontú ponthalmaz által generált, rögzített dimenziós szimplexek mértékei milyen eloszlásúak lehetnek. Ennek legismertebb verziója, amikor síkbeli ponthalmaz által definiált távolságok gyakoriságát szeretnénk megbecsülni. A kutatócsoport munkatársa a társszerzőivel azt a variánst tekintette, melyben a síknak n egyenese van megadva, és az általuk meghatározott háromszögek területeinek eloszlása a kutatási kérdés. Megmutatták, hogy az azonos területű háromszögek számának nagyságrendje n^2 és $n^{2.25}$ közé esik, valamint nagyságrendileg éles eredményt igazoltak a minimális háromszögterület előfordulási számának maximumára. A bizonyítások vegyesen alkalmaznak rekurzív konstrukciót, mély, algebrai görbékre vonatkozó eredményeket és gráfelméleti technikákat.

A csoport munkatársai lineáris hármasrendszereket is vizsgáltak. Megmutatták, hogy léteznek közel 1-expander Steiner hármasrendszerek, és meghatározták a hármasrendszereknek azt a

kritikus sűrűségét, amely mellett igaz a következő: az alaphalmaz tetszőleges valódi részhalmaza tartalmaz olyan elempárt, amelyre illeszkedik a részhalmazon kívüli elemet tartalmazó hármas, amennyiben a részhalmaz nem triviális (vagyis egyelemű, vagy maga egy hármas hiperél a hármasrendszerből). Az eredménynek a hármasrendszer véges geometriába való beágyazhatóságára vonatkozó következménye is adódott. A kutatócsoport munkatársai meghatározták, hogy a testre épített projektív sík egy kúpszelete mikor lesz kúpszelet a deriválással kapható, nem-desarguesi Hall-síkon, továbbá a kapott ponthalmaz kombinatorikus struktúráját is leírták. Az eredmény érdekességét az adja, hogy olyan tulajdonságú ponthalmazokat kapunk a Hall-síkon, melyek a testre épített síkon nem léteznek. Belátták továbbá, hogy t darab diszjunkt Baer-részsík uniójában (q^2-rendű síkon) a részsíkok valamelyikének részegyeneseit lefogó ponthalmaz mérete legalább $t(q+1)$, ha t kicsi q-hoz képest, és megmutatták, hogy egyenlőség csak t darab részegyenes uniójaként áll elő. Abban az esetben, ha t közel van q^2-hez, a legkisebb lefogó ponthalmaz egy Baer-részsík. A GF(q^n) test GF(q)-lineáris transzformációi q-polinomokkal adhatók meg, lineáris halmazok ekvivalenciája pedig arra a kérdésre vezethető vissza, hogy adott f és g q-polinomok mikor határozhatják meg ugyanazt az irányhalmazt. Ez a kérdés természetes általánosítása Carlitz egy permutációs polinomokra vonatkozó tételének. A kutatócsoport egy munkatársa társszerzőivel meghatározta az összes ilyen f és g függvénypárt az $n < 6$ esetben. Eredményeiket felhasználva PG(1,q^5) lineáris halmazainak ekvivalenciáját vizsgálták és korábbi, ún. maximum scattered lineáris halmazok konstrukcióiról mutatták meg, hogy azok nem ekvivalensek egymással.

A maximum scattered lineáris halmazokból olyan MRD kódokat gyárthatunk, melyek egyik oldali idealizátora maximális. Természetes kérdés, hogy léteznek-e az általánosított Gabidulin kódtól különböző MRD-kódok, melyeknek mindkét oldali idealizátora maximális. Az egyik munkatárs és társszerzői új példákat találtak, illetve az $n < 10$ esetben leírták az összes ilyen $n \times n$ -es kódot. Megmutatták, hogy ilyen kódok létezése és nemlétezése hogyan kapcsolódik Moore-típusú mátrixokhoz, illetve néhány speciális esetben a Dickson-Guralnick-Zieve görbéhez. Ezeknek a problémáknak a vizsgálatánál elengedhetetlen, hogy adott q-polinom együtthatóiból következtetéseket vonhassunk le a megfelelő lineáris transzformáció magterének dimenziójára. Egy másik dolgozatban karakterizálták azokat a q-polinomokat, melyeknek maximális a magtere, vagyis amikor a magtér elemszáma megegyezik a fokszámmal. Mutattak egy eljárást arra is, hogy q-polinom együtthatóiból hogyan lehet meghatározni a polinom felbontási testét. Ismert, hogy az f q-polinom által definiált GF(q)-lineáris transzformáció rangja megegyezik a polinomhoz rendelt D(f) Dickson mátrix rangjával. A szubrezultáns-elmélet q-analógjának segítségével a kutatócsoport egy munkatársa megmutatta, hogyan lehet tetszőleges két q-polinom közös gyökeinek a számát meghatározni, illetve hogy D(f)-nek pontosan melyik minorjait kell ahhoz vizsgálni, hogy a rangját megkaphassák.

Az n csúcsú teljes gráfok 1-faktorizációinak vizsgálata olyan önmagában is érdekes kombinatorikai probléma, amit gyakorlati alkalmazásai motiválnak. Egy 2018-ban megjelent cikkben a szerzők olyan, a véges síkok oválisainak geometriai tulajdonságain alapuló konstrukciót adtak, ami alapvetően különbözik az eddig ismertektől. Módszerük azonban csak meghatározott, a véges síkok rendjéhez kapcsolódó n értékekre működött. A kutatócsoport egy munkatársának társszerzőkkel közösen sikerült az eljárást kiterjesztenie a valós euklideszi sík kúpszeleteinek felhasználásával, így az n-re vonatkozó korábbi kikötések elhagyhatók lettek: a módszer most már minden 4-nél nagyobb páros számra alkalmazható. Egy G gráf csúcsainak egy C részhalmaza azonosító kód, ha a gráf minden csúcsát egyértelműen meghatározzák a C-ben lévő szomszédjai. A munkatársak az általánosított négyszögekből származó gráfok azonosító kódjait vizsgálták. Sikerült a korábban bizonyított, a méretre vonatkozó alsó korlátokat némileg megjavítaniuk, valamint több új azonosító kódot konstruálniuk. Az új kódok

nagyságrendje néhány esetben optimális. A kutatócsoport két munkatársa konstruált a PG(2,q) síkokon $3q$-1 méretű, két darab (q-1)-szelővel rendelkező kétszeres lefogó ponthalmazokat minden $13 \leq q \leq 47$, nem 2 (mod 3) q prímhatványra, melyek bizonyos esetekben az első $3q$-nál kisebb méretű kétszeres lefogók, és újabb cáfolatokat adnak R. Hill egy 1984-es sejtésére. A szubrezultánsos módszert alkalmazva meghatározták bizonyos paramétertartományban a C_4 versus $K_{1,n}$ páros (kétosztályú) Ramsey-számokra véges projektív síkokból adható optimális konstrukciók méretspektrumát. Véges testre épített projektív síkok kiegyensúlyozott felső kromatikus számára sikerült az eddig ismert legjobb becsléseken javítani bizonyos oszthatósági feltételek teljesülése mellett. Egy munkatárs társszerzőivel minden d-re megadott a komplex síkon egy olyan tartományt, melybe nem esik egyetlen olyan gráf függetlenségi polinomjának sem gyöke, mely legnagyobb foka legfeljebb d.

A kutatócsoport másik munkatársa a kriptográfiai algoritmusokban gyakran használatos pszeudovéletlen bináris sorozatok függetlenségének mérésére alkalmazott krossz-korreláció mértéket terjesztette ki bináris sorozatokról bináris rácsokra. Az új mérték (krossz-kombináció) azt vizsgálja, hogy bináris rácsoknak egy adott nagy családjában mennyire függetlenek egymástól az adott rácsok. A korábbi eredményeket átvitte több dimenzióra, sőt a többdimenziós konstrukciókból bináris sorozatoknak olyan családját konstruálta, amely a krossz-korreláció szempontjából majdnem optimális. E családban a sorozatok generálása gyors és egyszerű, így potenciálisan implementálhatók gyakorlati alkalmazásokban.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai tartottak előadásokat a Berzsenyi Dániel Gimnázium Matematika Táborában (Ceglédfürdő), a Rátz László Vándorgyűlésen (Győr), részt vettek az EGMO és IMO matematikai diákolimpiai csapatok felkészítésében (pl. téli tábor szervezése (Tata)), ismeretterjesztő előadásokat tartottak a Kutatók Éjszakáján és a Nagy Lajos Gimnáziumban, és több középiskolás verseny szervezésében (pl. Dürer, Náboj) részt vettek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A csoport tagjai az ELTE, PTE, Pannon és a koperi egyetemeken a 2018-as évben is folytatták oktatási tevékenységüket, többen oktatnak doktori iskolában. A kutatócsoport rövidebb időre fogadott külföldi vendégkutatókat (7 fő), akik a heti szemináriumon előadást is tartottak Részben a kutatócsoport munkatársai szervezték a „Finite Geometry Workshop Szeged, 2019” című nemzetközi konferenciát. Egy munkatárs hosszabb (2 hónap), három rövidebb ideig (2-2 hét) tartózkodott vendégkutatóként külföldön (Olaszország, Belgium).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport egy tagja ÚNKP Felsőoktatási Doktorjelölti Kutatói Ösztöndíj, három tagja ÚNKP Bolyai+ pályázatot nyert.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szőnyi T, Weiner Zs: Stability of k mod p multisets and small weight codewords of the code generated by the lines of PG(2,q). JOURNAL OF COMBINATORIAL THEORY SERIES A 157 pp. 321-333. , 13 p. (2018) https://arxiv.org/abs/1901.09649
2. Csajbók B, Marino G, Polverino O: Classes and equivalence of linear sets in PG(1, q^n). JOURNAL OF COMBINATORIAL THEORY SERIES A 157 pp. 402-426. 25p. (2018) https://arxiv.org/abs/1607.06962

MTA–ELTE KOMPLEX KÉMIAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Császár Attila, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2929; fax: (1) 372 2592
e-mail: csaszar@chem.elte.hu; honlap: http://kkrk.chem.elte.hu/kkrk/
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport (KKRK) hatévesre bővített kutatási terve meghatározza, hogy a Kutatócsoport az elméleti és számítógépes kémia (kiemelten a kvantumkémia), a (nagyfelbontású) molekulaspektroszkópia, az (*ab initio*) termokémia, valamint a (nem formális) reakciókinetika területén, egyes határterületekre (matematikai statisztika, informatika és információtechnológia) történő átnyúlással, illetve az ismeretek új szinten történő összekapcsolásával új, a szélesebb természeti környezet megismerését (pl. csillagképződés, exobolygó-kutatás, égések), valamint az életminőség védelmét (pl. földi üvegházhatás tudományos megértése, környezet- és klímavédelmi kutatás és fejlesztés) és javítását szolgáló, a gyakorlatban általánosan felhasználható módszereket, a hozzájuk kapcsolódó számítógépes programokat, valamint modern, aktív adatbázisokat fejleszt és tesz elérhetővé a szélesebb tudományos közösség (kutatók és mérnökök) számára.

2018-ban a KKRK folytatta az értékteremtést az alap- és alkalmazott kutatási területeken. A legfontosabb eredményeket 10 angol nyelvű tudományos közlemény tartalmazza. A kutatásokban aktívan vettek részt hazai hallgatók, az ő képzésük továbbra is a Kutatócsoport egyik kiemelt feladata. Amint a KKRK honlapján is megtalálható, a Kutató-csoport már több mint 130 tudományos közleményt és konferencia részvételt jegyez, a cikkekre jelentős számban érkeztek független hivatkozások. Folytatódott a kinetika és a nagyfelbontású molekulaspektroszkópia területén elismert ReSpecTh információs rendszer (Re = *reaction kinetics*, Spec = *spectroscopy*, valamint Th = *thermochemistry*) és a csatlakozó dedikált weboldal (www.respecth.hu) kiépítése. Itt hozzáférhetők legegyszerűbben a KKRK tevékenységéből származó adatok, adatbázisok és kiegészítő programok.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Nagyon fontos eredmény a Kutatócsoport életében a rezgő-forgó molekulák és erős lézerterek csatolásának variációs alapú vizsgálatát biztosító programrendszer elkészülte. Így válik lehetővé molekulák viselkedésének kvantum kontrollja. Ez a programrendszer tette lehetővé a Na_2 rendszer dinamikai vizsgálatát, ahol fény által indukált kónikus átmetszéseket sikerült meghatározni. Kisméretű üregekben csapdázott molekulák spektroszkópiai viselkedését is sikerült a fény kvantum elektrodinamikai viselkedését alkalmazó modell keretein belül vizsgálni. Eredményeiket a már 8.7-es impakt faktorral rendelkező *J. Phys. Chem. Lett.* folyóirat közölte.

A CH_5^+ molekulaion kapcsán 2017-ben közölt variációs alapú rezgési-forgási eredmények értelmezése érdekében kidolgoztak egy új modellt: elsőként alkalmazták a kvantum gráfok elméletét a rezgési spektroszkópiában. A csoport által vizsgált kváziszerkezetű molekulák rendkívül szokatlan rezgési-forgási átmeneteinek megértéséhez a kvantumgráf modell felettébb biztatónak tűnik, dolgoztak az elmélet kiterjesztésén és a további alkalmazásokon.
Jelentős, hosszú időt igénybe vevő és a 2018-as évhez kapcsolódó módszertani fejlesztés, hogy az általános célú, variációs alapú GENIUSH programrendszerüket kiegészítették a rezgési-

forgási mozgások időfüggő dinamikájának leírását hatékonyan lehetővé tevő modulokkal. Az új számítási lehetőségeket az NH_3 molekula izotopomerei alagúthatás vizsgálata kapcsán kamatoztatták. A közlemény 2019 legelején jelent meg (*J. Chem. Phys.* 2019, 150, 014102).

A csoportban hosszabb ideig fejlesztett, majd 2017-ben közzétett GENIUSH-CAP programot használták a H_2He^+ molekula jelentős számú rezgési-forgási rezonancia állapotainak számítására és az állapotok kvalitatív jellemzésére. A szokatlan számítási eredmények értelmezése különösen érdekes és más rendszerek esetében is alkalmazható tanulságokkal szolgált.

A Kutatócsoport 2018-ban folytatta a spektroszkópiai hálózatok és spektroszkópiai adatbázisok jellemzőinek tanulmányozását. Új módszert dolgoztak ki a MARVEL analízisre, melynek neve extMARVEL. Az új eljárás lehetővé teszi a legpontosabban mért kísérleti adatok pontosságának megőrzését a rezgési-forgási energiaszintek finomítása során. A vonatkozó közlemény megjelenés alatt áll a *Phys. Chem. Chem. Phys.* folyóirat egyik különszámában.

Fontos eredmény a legnagyobb üvegházhatással bíró molekula, a $H_2{}^{16}O$ spektroszkópiája kapcsán, hogy sikerrel befejezték az eddigi legpontosabb, emisszióban mért színkép analízisét a 6600-7050 cm^{-1} tartományban. Az analízis kapcsán kifejlesztett programot használni kívánják további kísérleti eredmények értelmezése során.

Elvégezték több, kémiai és különösen asztronómiai érdekességű molekula nagyfelbontású spektrumának MARVEL analízisét, ezek közé tartoznak a $^{12}C_2H_2$, a $^{90}Zr^{16}O$, valamint a $H_2{}^{32}S$ molekulák. Nemzetközi együttműködés keretében került sor négy, geokémiai érdekességgel is bíró SO_2 izotopológ MARVEL analízisére. Az eredményenk iránti nemzetközi érdeklődést bizonyítja, hogy már 10 hivatkozás érkezett a $^{12}C_2H_2$ rezgési-forgási energiaszintjeit megadó közleményünkre. Az eredmények elérhetők a ReSpecTh információs rendszerben.

2018-ban folytatódott együttműködésük az IAPWS (*International Association for the Properties of Water and Stream)* nemzetközi szervezettel, felkérésük alapján elvégezték a $^{16}O_2$ molekula nagyfelbontású színképeinek analízisét és a termokémiai függvények számítását, a közlemény megjelenés alatt áll a *J. Phys. Chem. Ref. Data* folyóiratban. A közlemény érdekessége, hogy a munka elvégzésében két gimnázium (Tata és Budapest) 5 tanulója is részt vett.

A Kutatócsoport két tagjának közreműködésével 2017-ben közölt HITRAN spektroszkópiai adatbázis legújabb változatára 2018-ban több mint 200 hivatkozás érkezett.

b) Tudomány és társadalom

A ReSpecTh információs rendszer 2018-ban megvalósuló továbbfejlesztése jelentős segítség a légkör és az égés modellezésével foglalkozó szakemberek, valamint az asztronómusok számára.
Az utóbbi 2-3 évben a Kutatócsoport által kifejlesztett MARVELonline programrendszert használták fel Londonban középiskolás diákok oktatására az ORBYTS *(Original Research By Young Twinkle Students)* program keretében. A Kutatócsoport 2018-ban elvégezte a program magyarországi bevezetését a londoni kedvező tapasztalatok alapján budapesti és vidéki hallgatók részvételével. Az öt középiskolás diák részvételével készült első vonatkozó közlemény megjelenése 2019 elején várható.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2018-ban

2015-ben indult meg a tevékenység egy COST pályázat (MOLIM: Molecules in Motion, http://cost-molim.eu) keretein belül, melyet a kutatócsoport vezetője chair-ként vezet és több mint 30 európai és észak-afrikai ország kutatóit fogja az össze komplex kémiai rendszerek molekulamozgásainak vizsgálata kapcsán. Több kapcsolódó kutatócsoporttal (elsősorban francia, német, spanyol és svájci) is élénk és gyümölcsöző kutatási kapcsolat alakult ki.

Az elmúlt évben fokozott együttműködés alakult ki a KKRK és egy kölni kísérleti fizikai kutatócsoport között, főképpen kváziszerkezetű kémiai rendszerek és a mikroszkópikus szuperfluiditás kísérleti és elméleti vizsgálata kapcsán. A közös kutatási projekt beadására 2019-ben fog sor kerülni.

Szorosabbra fűzték a kapcsolatot a tokiói egyetemen dolgozó Kaoru Yamanouchi professzorral, egy közös, a kvantumkontroll kísérleti és elméleti lehetőségeit vizsgáló kutatási projekt beadására 2019. tavaszán fog sor kerülni.

A csoport munkájába 2017-ben bekapcsolódó Bill Poirier professzor NSF (National Science Foundation, USA) pályázatához kapcsolódóan jelentős támogatást nyertek el a közös munka folytatására.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport vezetője az egyik irányítója egy konzorciális VEKOP pályázatnak az ELTE-n, mely 2017. szept. 1-én indult.
A kutatócsoport vezetője az egyik irányítója az ELTE Anyagtudományi Kiválósági Programjának.
2018 tavaszán a kutatócsoport vezetője két nagyszabású nemzetközi konferenciát is rendezett Budapesten: az MTA támogatásával került sor az AMOC 2018 konferenciára, illetve megrendezésre került a 3rd MOLIM General Meeting. A konferenciák több mint 300 neves kutatót vonzottak Budapestre a világ minden tájáról.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. K. L. Chubb, M. Joseph, J. Franklin, N. Choudhury, T. Furtenbacher, A. G. Császár, G. Gaspard, P. Aguoko, A. Kelly, S. N. Yurchenko, J. Tennyson, and C. Sousa-Silva, MARVEL Analysis of the Measured High-Resolution Rovibronic Spectra of C2H2, J. QUANT. SPECTROSC. RAD. TRANSFER 2018, 204, 42-55. http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.08.018
2. R. Tóbiás, A. G. Császár, L. Gyevi-Nagy, and G. Tasi, Definitive Thermochemistry and Kinetics of the Interconversions Among Conformers of n-Butane and n-Pentane, J. COMP. CHEM. 2018, 39, 424-437. http://dx.doi.org/10.1002/jcc.25130
3. E. Czinki, T. Furtenbacher, A. G. Császár, A. K. Eckhardt, and G. Ch. Mellau, The 1943 K Emission Spectrum of H216O Between 6600 and 7050 cm-1, J. QUANT. SPECTROSC. RAD. TRANSFER 2018, 206, 46-54. [https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2017.10.028]
4. R. Tóbiás, T. Furtenbacher, A. G. Császár, O. Naumenko, J. Tennyson, J.-M. Flaud, P. Kumar, and B. Poirier, Critical Evaluation of Measured Rotational-Vibrational Transitions

of Four Sulphur Isotopologues of S16O2, J. QUANT. SPECTROSC. RAD. TRANSFER 2018, 208, 152-163. https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.01.006

5. D. Papp, A. G. Császár, K. Yamanouchi, and T. Szidarovszky, Rovibrational Resonances in H2He+, J. CHEM. THEORY COMPUT. 2018, 14, 1523-1533. https://doi.org/10.1021/acs.jctc.7b01136

6. T. Szidarovszky, G. Halász, A. G. Császár, L. Cederbaum, and Á. Vibók, Direct Signatures of Light-Induced Conical Intersections on the Field-Dressed Spectrum of Na2, J. PHYS. CHEM. LETT. 2018, 9, 2739-2745. https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.8b01102

7. C. Fábri and A. G. Császár, Vibrational Quantum Graphs and Their Application to the Quantum Dynamics of CH5+, PHYS. CHEM. CHEM. PHYS. 2018, 20, 16913-16917. http://dx.doi.org/10.1039/C8CP03019G

8. K. L. Chubb, O. Naumenko, S. Keely, S. Bartolotto, S. Macdonald, M. Mukhtar, A. Grachov, J. White, E. Coleman, A. Liu, A. Z. Fazliev, E. R. Polovtseva, V.-M. Horneman, A. Campargue, T. Furtenbacher, A. G. Császár, S. N. Yurchenko, and J. Tennyson, MARVEL Analysis of the Measured High-Resolution Rovibrational Spectra of H232S, J. QUANT. SPECTROSC. RAD. TRANSFER 2018, 218, 178-186. https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2018.07.012

9. T. Szidarovszky, A. G. Császár, G. J. Halász, L. S. Cederbaum, and Á. Vibók, Conical Intersections Induced by Quantum Light: Field-Dressed Spectra from the Weak to the Ultrastrong Coupling Regimes, J. PHYS. CHEM. LETT. 2018, 9, 6215-6223. https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.8b02609

10. L. K. McKemmish, J. Borsovszky, K. L. Goodhew, S. Sheppard, A. F. V. Bennett, A. D. J. Martin, A. Singh, C. A. J. Sturgeon, T. Furtenbacher, A. G. Császár, J. Tennyson, MARVEL Analysis of the Measured High-Resolution Rovibronic Spectra of 90Zr16O, ASTROPHYS. J. 2018, 867, 33. https://doi.org/10.3847/1538-4357/aadd19

MTA–ELTE NUMERIKUS ANALÍZIS ÉS NAGY HÁLÓZATOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Faragó István, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500; fax: (1) 381 2158
e-mail: faragois@cs.elte.hu; honlap: http://numnet.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport *5 éves kutatási terve* tömören. Elliptikus és parabolikus nemlineáris parciális differenciálegyenlet-rendszerek numerikus vizsgálata, prekondicionált iterációs módszerek lineáris és nemlineáris feladatokra, alkalmazás sekélyfolyadék- és meteorológiai PDE-rendszerekre. Parciális differenciálegyenletek numerikus megoldásának kvalitatív tulajdonságai, stabilitásvizsgálat, operátorszeletelés és extrapoláció, diszkrét maximum-elv és nemnegativitás. Járványterjedési modellek és vizsgálatuk, a hálózat struktúrája és a differenciálegyenlet megoldásainak viselkedése közötti kapcsolat, térbeli modellek. Nagy hálózatokon zajló folyamatok vizsgálata, folytonos modellekkel való közelíthetősége, viselkedés a hálózat méretével végtelenhez tartva.

Az eddigi eredmények tömören: Runge-Kutta típusú módszerek és Richardson-extrapoláció kombinációja. Operátorszeletelési eljárások kidolgozása sekélyfolyadék-feladatra. Szuperlineáris prekondicionált iterációs módszerek komplex Helmholtz-egyenletekre. Maximum-elvek vizsgálata nemlineáris parabolikus egyenletekre. Térbeli járványterjedés kvalitatív vizsgálata magasabb térdimenziós modellekre. Adaptív hálózaton zajló fertőzésterjedés leírása.

A beszámolási időszak feladatai a következők voltak: A Richardson-extrapoláció új alkalmazásai operátorszeleteléssel és hullámterjedési feladatokban. Változó lépésközű lineáris többlépéses módszerek (LTM-ek) zéró-stabilitásának vizsgálata. Diszkrét maximum-elvek vizsgálata nemlineáris parabolikus feladatokra. SD-FEM konstrukciója nemlineáris feladatokra. Szuperlineáris konvergencia irányítási feladatokra. Mátrixhatványok kiszámítása. Járványterjedési folyamatok analízise az egyes csúcsok fertőzöttségének szintjén felírt közelítő egyenletekkel. (Az alábbi tömör összefoglaláson túli részleteket ld. a csoport honlapján: http://numnet.elte.hu/).

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Richardson-extrapolációról és annak abszolút stabilitásáról való munkát az előző évben megjelent monográfia alapján folytatták. Áttekintették az operátorszeletelés szerepét a számítógépes realizálásban, és hogy hogyan változik a stabilitási tartomány az alkalmazott Runge-Kutta módszerek függvényében. Az eredményeket alkalmazták a DEM-féle légszennyezési modellre. Megvizsgálták a Lotka-Volterra-modell operátorszeletelés alkalmazásával nyert numerikus megoldását és geometriai tulajdonságainak megőrzését. Előállították egydimenziós nemlineáris hővezetési egyenlet kétpontos peremérték-feladatának diszkrét modelljét véges differenciákkal, amikor a hővezetési együttható a hőmérséklettől függ. Az [1] cikkben a szerzők a Richardson-extrapoláció alkalmazhatóságát vizsgálták hullámterjedési jelenségek modellezésében. Olyan harmad- és negyedrendű numerikus megoldó módszereket fejlesztettek ki, amelyek a Richardson-extrapolációval kombinálva igen pontosan képesek leírni a tovaterjedő hullámok amplitúdóját és fázisát. A sekélyfolyadék-

egyenletekkel foglalkozó alcsoport optimális szabályozást konstruált és implementált belső- és peremkontroll segítségével.

A stabilitásvizsgálatok témakörében G. Söderlind svéd kutatótársukkal egy gyakorlatban is rendkívül fontos kérdés első lépését bizonyították: a változó lépésközű lineáris többlépéses módszerek (LTM-ek) zéró-stabilak minden kellően sima nem ekvidisztáns rácshálón. Az elméleti eredmények a gyakorlatra is reflektálnak, ugyanis sima lépésköz-sorozatok digitálisfilter-elmélettel generálhatóak. Az optimális erős stabilitásmegőrző (ún. SSP) LTM-ek analízisét kiterjesztették perturbált jobboldalakat tartalmazó feladatcsaládokra. Mindkét eredményt a szakterület egy-egy vezető lapjában publikálták [2, 7].

Elliptikus (stacionárius) feladatok osztályán belül nemlineáris SD-FEM konstrukciót adtak konvekció-diffúziós rendszerekre. Nyeregpont-típusú lineáris rendszerek prekondicionált iterációs megoldásáról folytattak további kutatásokat optimális irányítási feladatok esetén. Megmutatták, hogy alkalmas faktorizációk segítségével hatékony prekondicionáló mátrixok kaphatóak, és igazolták az iterációk rácsfüggetlen szuperlineáris konvergenciáját [3]. E módszertípusokat egy (elfogadás alatt álló) könyvfejezetben foglalták össze és illusztrálták különféle, pl. elektromágnességi alkalmazásokkal. Nemlineáris elliptikus feladatok esetében a változó prekondicionálás típusú kvázi-Newton-módszert további, nem egyenletes nemlinearitásokra terjesztették ki (pl. szubszonikus áramlás, minimálfelület-probléma). Történdű diffúziós feladatok numerikus megoldásának hatékony implementációjához alkalmas lineáris algebrai módszert dolgoztak ki, amely mátrixhatvány-vektor szorzatokat számít [4].

A kvalitatív megbízhatóságot jellemző maximum-elvek témakörében publikálták e tulajdonságok áttekintését nemlineáris parabolikus rendszerekre [5], majd általános és ezen belül végeselemes diszkretizált feladatokra. A [6] dolgozatban a malária Ross-féle terjedési modelljét, véges differenciás diszkrét modelljét és ezek kvalitatív tulajdonságait elemezték.
Komplex hálózatok és differenciálegyenletek témájában a beszámolási évben hálózaton zajló járványterjedési folyamat irányíthatóságát vizsgálták. A hagyományos módszerek (pl. oltások, karantén) mellett a hálózat megváltoztatásával is meg lehet állítani a járvány terjedését. Megmutatták, hogy a folyamat közelítő differenciálegyenletéből kapott irányítást a sztochasztikus folyamat egy realizációjára alkalmazva megállítható a fertőzés terjedése. Ehhez szükséges a közelítő egyenlet pontosságának ismerete: az [8] cikkben igazolták, hogy a csúcsok szintjén felírt közelítő egyenlet mindig felső becslést ad a realizáció várható értékére.

A diszkrét matematikai kutatások körében fontos részeredményeket értek el nagyméretű rácsgráfok optimális kövezési számára nézve, amely még nem ismert, régóta nyitott kérdés. Meghatározták a legfeljebb 7 szélességű lépcsős gráfok optimális kövezési számát. Új eredményeket értek el minimálisan *t*-szívós gráfok fokszámáról és beágyazásairól [9], ezek relevánsak lehetnek nagy hálózatok megbízhatóságának vizsgálatakor.

b) Tudomány és társadalom

A környezeti modellekben felmerülő differenciálegyenletek numerikus megoldó módszereinek vizsgálata továbbra is a csoport egyik kiemelt kutatási területe. A járványok dinamikájának megértése segít a közegészségügyi stratégiák felállításában. A beszámolási évben hálózaton zajló járványterjedési folyamat irányíthatóságát elemezték. A hagyományos módszerek (pl. oltások, karantén) mellett a hálózat megváltoztatásával is meg lehet állítani a járvány terjedését. Az éghajlatváltozás okozta árvizek elleni védelemhez kapcsolódik a sekélyfolyadék-egyenletek szabályozásának vizsgálata.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) 2018-ban tiszteletbeli tagjává választotta a kutatócsoport vezetőjét. Emellett a csoport több tagja fontos szerepet vállalt az ECMI 2018. júniusi budapesti konferenciájának szervezésében: a szervező bizottság elnökeként, a tudományos bizottságban való tagság, miniszimpóziumok és előadások révén.
További intenzív kapcsolatokat folytattak rangos nemzetközi kutatóhelyekkel, pl. I. Filipov (UCTM) és Székelyhidi László (Lipcse) látogatása, ill. kiutazás az Univ. Paris-Saclay-be F. Magouleshez; közös kutatás a Bolgár Tud. Akad. IICT Intézetével (I. Dimov, S. Margenov). Közös munkát kezdtek meg Martin Stynes-szal (CRCS) nemlineáris törtrendű egyenletekről.

Tagjaik számos nemzetközi konferencián vettek részt, többnyire meghívott előadóként, pl. Cambridge, Yakutsk, Prága, Lozenetz. Különszámot szerkesztettek a JCAM-nál Z. Zlatevvel (Aarhus). Közös workshopot rendeztek a Szegedi Tudományegyetemmel késleltetett DE témakörében: http://www.math.u-szeged.hu/szegeddynamics/ddeschool18.html.
Folytatták Farkas Miklós Szemináriumukat. Doktori órákat tartottak a BME-n és az ELTÉ-n.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Elnyerték a III. pontban említett ECMI-konferenciához az MTA pályázatát nemzetközi konferencia szervezésére (580/2018/NKF).
Gustaf Söderlind az MTA Vendégkutatói programjában 6 hónapos időtartamú meghívást nyert (2674/4/2018/KP).
Takács Bálint PhD-hallgató ismét ösztöndíjat nyert az ÚNKP keretében.
Az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00002 pályázat támogatta Nagy Noémi és Bodó Ágnes fiatal kutatói tevékenységét (publikáció írása és MSc-témavezetés).
A GINOP-2.3.2-15-2016-00055 pályázat keretében Csomós Petra és Havasi Ágnes légköri jelenségek numerikus modellezését folytatja.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Havasi Á.; Kazemi, E., On Richardson extrapolation for low-dissipation low-dispersion diagonally implicit Runge–Kutta schemes, JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS 358, 21-35, (2018) http://real.mtak.hu/72343
2. G. Söderlind, I. Fekete, I. Faragó: On the zero-stability of multistep methods on smooth nonuniform grids. BIT NUMERICAL MATHEMATICS 58:4, 1125-1143, 2018, http://real.mtak.hu/85237
3. Axelsson, O., Karátson J., Superlinear convergence of the GMRES for PDE-constrained optimization problems, NUMER. FUNCT. ANAL. OPTIM. 39:9, 921-936, 16 p. (2018) http://real.mtak.hu/85166
4. Izsák, F ; Szekeres, BJ, Efficient computation of matrix power-vector products: Application for space-fractional diffusion problems, APPLIED MATHEMATICAL LETTERS 86, 70-76. (2018) http://real.mtak.hu/85481
5. Csóka J., Faragó I, Horváth R, Karátson, J., Korotov, S., Qualitative properties of nonlinear parabolic operators II: the case of PDE systems, JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS 448 (2018) 473-497 http://real.mtak.hu/84100

6. I. Faragó, M. Mincsovics, R. Mosleh, Reliable numerical modelling of malaria propagation, APPLICATIONS OF MATHEMATICS 63 (2018) 259-271. http://real.mtak.hu/85234

7. Hadjimichael, Y. and Ketcheson, D.,. Strong-stability-preserving additive linear multistep methods. MATH. COMPUTATION, 87 (313), 2295-2320, 2018 http://real.mtak.hu/29429

8. Simon, P.L., Kiss, I.Z., On bounding exact models of epidemic spread on networks, DISC. CONT. DYN. SYS., 23(5), 2005–2020 (2018). http://real.mtak.hu/90184

9. Katona, G. Y ; Soltész, D.; Varga, K., Properties of minimally t-tough graphs, DISCRETE MATHEMATICS 341 :1 pp 221-231, 11 p. (2018) http://real.mtak.hu/72182/

MTA–ELTE PEPTIDKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mező Gábor, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A; 1518 Budapest Pf. 32
telefon: (1) 372 2500/1433; fax: (1) 372 2592
e-mail: gmezo@elte.hu; honlap: http://peptid.chem.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 2017-ben új vezetővel kezdte meg az öt éves periódust. Erre az időszakra a kutatócsoport fő feladata biológiailag aktív peptidek és konjugátumaik szintézise és azok szerkezet-hatás összefüggéseinek vizsgálata, elsősorban hatóanyagok célzott sejtbejuttatására és szelektív diagnosztikai eljárások kidolgozására. A kutatások sokakat érintő betegségek (pl. rák, tuberkulózis, autoimmun betegségek) korai diagnózisára és/vagy terápiájuk hatékonyabbá tételére fókuszál.

Az eltelt másfél évben közel 200 modell vegyület segítségével jelentős szerkezet-hatás összefüggéseket határoztak meg. Nagyszámú és széleskörű kémiai és biológiai vizsgálatok segítségével bizonyították, hogy a konjugátumokkal történő gyógyszer célbajuttatás hatékonysága több tényezőtől (receptorkötődés, sejtbejutás, stabilitás, metabolizmus, sejtbeni lokalizáció, stb.) függ. Megállapításaik jelentősen hozzájárulnak a személyre szabott, célzott terápiára alkalmas vegyületek tervezéséhez. Igazolták, hogy a fehérjék poszttranszlációs módosulásai fontos szerepet játszanak az autoimmun betegségekben és ezek figyelembevételével diagnosztikai és terápiás módszerek kifejlesztésére nyílik mód.

A csoport tagjai részt vettek BSc-, MSc-, PhD-képzésekben előadóként, gyakorlatvezetőként és témavezetőként, a tehetséggondozásban (TDK), a természettudományos ismeretterjesztésben.

A 2018-ra kitűzött főbb célok:
Kemoterápiai kutatások: Klinikumban alkalmazott, illetve részben általuk azonosított új tumorgátló és antimikrobiális hatású vegyületek szelektivitását, sejtbejutását és biohasznosíthatóságát elősegítő peptid konjugátumainak előállítása, a konjugátumok kémiai és *in vitro, in vivo* funkcionális jellemzése. A célsejteken előforduló struktúrák és ligandumaik elemzése. A konjugátumok *in vitro* és *in vivo* hatásmechanizmusának felderítése.

Immunkémiai kutatások: Betegségek kimutatására alkalmas korai diagnosztikai módszerek fejlesztése érdekében fehérjék poszttranszlációs módosulásának tanulmányozása és ezen módosulások szerepének vizsgálata az ellenanyag felismerésben.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Elsősorban magas mortalitású tumorok (tüdő, hasnyálmirigy, vastagbél, melanoma, agytumorok) célzott terápiájára alkalmas új, potenciális hatóanyagokat (egy szabadalom benyújtása folyamatban) és konjugátumokat fejlesztettek. Az irányító peptidek (hormonok, vírus eredetű, fágbemutatással szelektált, illetve sejtpenetráló peptidek) szerkezetének optimálásával a hatékonyságot és/vagy szelektivitást tudták fokozni, így számos konjugátum *in vivo* körülmények között is kimagaslóan hatékonynak bizonyult. Ebben az évben a szerkezet-hatás összefüggések tanulmányozására több mint 100 konjugátumot terveztek, szintetizáltak és jellemeztek. Megállapították, hogy a receptorkötődés, a sejtbejutási profil, a stabilitás és a metabolizmus együttesen befolyásolják a konjugátumok hatását. Ezek a megállapítások a jövőben segíthetik a célzott terápiára alkalmas vegyületek tervezését.

A tuberkulózis terápiájában alkalmazható hatóanyagok célzott sejtbejutásának fokozására olyan nanorészecske típusú hordozó rendszert dolgoztak ki, ahol a részecskék felszínét makrofág-specifikus peptiddel borították/módosították. Kísérleteik bizonyították, hogy a konstrukció növelte a hatóanyag szelektív sejtbejutásának mértékét, így az antituberkulotikum *in vivo* biohasznosulását és hatását is.

Sejtpenetráló, illetve antimikrobiális peptidekből álló reprezentatív panel segítségével vizsgálták a konjugátumok membrán affinitását, sejtbejutását, citotoxicitását, hemolitikus aktivitását, illetve az intracelluláris dormans baktérium elleni hatékonyságot. Eredményeik bizonyítják, hogy a hatóanyagok sejtbejutása jelentősen növelhető a peptid-konjugáció hatására és a konjugátumokból a hatóanyagok aktív formában szabadulnak fel.

Több sikeres kísérletet végeztek annak igazolására, hogy a fehérjék poszttranszlációs módosulása miként használható ki a betegségek korai diagnosztizálására.

b) Tudomány és társadalom

A NVKP és VEKOP pályázatokkal kapcsolatban számos televízió (pl. Novum) és rádió interjúban, valamint több, a nyomtatott és az elektronikus sajtóban megjelent híradásban mutatták be a sokakat érdeklő személyre szabott tumorterápia lehetőségeit. Egyetemistáknak, középiskolás diákoknak és tanáraiknak tartottak a tudományt és a kutatást népszerűsítő előadásokat (Eötvös Collegium, Alkímia Ma sorozat, pályaorientációs előadások).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport 19 hazai intézmény (5 egyetem, 3 MTA kutatóközpont, egészségügyi központok, kis- és középvállalkozások, valamint a Richter Gedeon NyRt) 40 csoportjával folytat közös kutató-fejlesztő munkát. A kiemelt kutatási témákhoz kapcsolódóan érdemes megemlíteni az *in vivo* állatkísérletekben résztvevő Országos Onkológiai Intézetet és a Nemzeti Népegészségügyi Központot, valamint az egyéb, *in vitro* kísérletek terén az Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézetet, a Semmelweis Egyetemhez kötődő kutatóhelyeket, továbbá a diagnosztikumok fejlesztése terén a Diagnostikum Zrt-t, a debreceni PET Centrumot. Ezek az együttműködések fontos szerepet játszanak az előállított vegyületek hasznosíthatósága szempontjából nélkülözhetetlen kísérletek elvégzésében.

A kutatócsoport az utóbbi évben szélesítette nemzetközi kapcsolatait. Jelenleg 25 külföldi egyetemmel és ipari partnerrel végeznek kutatásokat, részben nemzetközi pályázatok keretében. A Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks MAGICBULLET pályázat keretében célzott tumorterápiával kapcsolatos kutatásokat végeznek öt európai egyetemmel, továbbá a Bayer, Heidelberg Pharma, Italfarmaco, Exiris gyógyszerkutató és gyártó cégekkel, amelyek potenciális hasznosítói lehetnek a kutatás eredményeként létrejövő termékeknek. A program keretében két külföldi PhD-hallgató dolgozik a kutatócsoportnál, egy magyar kutató pedig a Bielefeld Egyetemen. A sikeres együttműködés folytatása érdekében újabb pályázatot nyújtottak be, most már egy svájci partnerrel (ETH Zürich) kiegészülve. A tuberkulózissal is kapcsolatos kutatási témában együttműködést hoztak létre ír, észak-ír, angol, német, olasz, spanyol, cseh, lengyel, szerb egyetemekkel és kutatóintézetekkel. Ez az együttműködés növelheti a kutatói mobilitás lehetőségét. A partnerek egy részével konzorciális Horizon 2020 ITN pályázatot nyújtottak be. Az elnyert Francia-Magyar TÉT-pályázat keretében egy francia kutatócsoporttal kezdődik új kutatási együttműködés. A sikeres nemzetközi kapcsolatoknak köszönhetően az említett 2 PhD-hallgató mellett 3 kutató és egy ERASMUS hallgató végzett kutatásokat a csoportnál.

Oktatás: 2018-ban 4 PhD-disszertáció, 13 BSc/MSc diploma és 2 TDK-dolgozat (az egyik első díjat nyert az ELTE TDK-konferenciáján) készült a csoportban. További 7 PhD- és 8 BSc/MSc-témavezetés van folyamatban. Fő- és speciális kollégiumok, gyakorlatvezetés, szakmai gyakorlat (biológia BSc, kémia BSc, környezettudomány BSc, vegyész MSc), PhD-előadások, TDK/szakdolgozat/PhD-dolgozat bírálata (15), szigorlat, vizsgáztatás.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Két 2018-ban elnyert OTKA pályázatban résztvevőként szerepelnek a kutatócsoport tagjai (OTKA 128546; 47716 E Ft, témavezető: Prof. Sármay Gabriella (ELTE Immunológiai Tanszék) és OTKA 129037; 47920 E Ft, témavezető: Prof. Csámpai Antal (ELTE Szervetlen Kémiai Tanszék)). Az első az autoimmun betegségekkel kapcsolatos kutatásokkal foglalkozik. A második pedig szorosan kapcsolódik a kutatócsoporti témavezetésű NVKP_16-1-2016-0036 pályázatához (Új tumorellenes hatóanyagok szintézise), amelyen ebben az évben is eredményesen dolgoztak. Az NVKP pályázat eredményességéhez jelentősen hozzájárult a 2017-ben elnyert VEKOP-2.3.3-15-2017-00020 pályázat, amely segítségével 2018-ban jelentős infrastrukturális fejlesztést hajtottak végre. Az ELTE Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783- 3/2018/FEKUTSRAT, témavezető: Dr. Bősze Szilvia) keretében évi 5700 E Ft-ot nyertek el diagnosztikai és terápiás szerek fejlesztésére, vizsgálatára. A MedInProt pályázat keretében 5860 E Ft támogatást nyertek el műszer beszerzésre (asztali sejtszámláló), mentor programra és kutatásra. A HunProtEx Fehérjetudományi kiválósági pályázat keretében 3 konzorciális projektjük is nyert összesen évi 23000 E Ft értékben. Ezek témája tumor- és antimikrobiális terápiában alkalmazható hatóanyagok, illetve hordozók, valamint ezek nanorészecskékbe történő csomagolása. Az NKFIH Élvonal–Kutatói kiválósági program elnyert pályázatában (Egyedi sejtek jelölésmentes érzékelése és manipulációja: új irányok a biomérnöki kutatásokban) a csoport 3 tagja szintén résztvevő (KKP_19-129936; 249543 E Ft, témavezető Dr. Horváth Róbert MTA Energiatudományi Kutatóközpont). Francia-Magyar TÉT pályázat keretében két évre 1895 E Ft-ot nyertek el új típusú sejtbejutást növelő sejtpenetráló peptid-alapú konjugátumok kifejlesztésére.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Horváti K., Gyulai G., Csámpai A., Rohonczy J., Kiss É., Bősze S. Surface layer modification of poly(d,l-lactic- co-glycolic acid) nanoparticles with targeting peptide: A convenient synthetic route for pluronic F127-Tuftsin conjugate. BIOCONJUG CHEM. 29: 1495-1499 (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/83583
2. Kiss É, Gyulai G, Pári E, Horváti K, Bősze S. Membrane affinity and fluorescent labelling: comparative study of monolayer interaction, cellular uptake and cytotoxicity profile of carboxyfluorescein-conjugated cationic peptides. AMINO ACIDS 50: 1557-1571 (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/83632
3. Schuster S., Biri-Kovács B., Szeder B., Buday L., Gardi J., Szabó Z., Halmos G., Mező G. Enhanced In Vitro Antitumor Activity of GnRH-III-Daunorubicin Bioconjugates Influenced by Sequence Modification. PHARMACEUTICS 10: Article number 223 (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/88226, Open Access
4. Tripodi A.A.P., Tóth Sz., Enyedi K.N., Schlosser G., Szakács G., Mező G. Development of novel cyclic NGR peptide–daunomycin conjugates with dual targeting property. BEILSTEIN J. ORG. CHEM. 14: 911-918 (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/90187 Open Access

MTA–ELTE STATISZTIKUS ÉS BIOLÓGIAI FIZIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Dr. Derényi Imre, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.
telefon: (1) 372 2766; fax: (1) 372 2757
e-mail: derenyi@elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Röviden az 5 éves kutatási terv: A komplex struktúrákat felépítő, egymáshoz hasonló, de autonóm elemi egységek (emberek, állatok, robotok, sejtek, publikációk, kulcsszavak stb.) kapcsolatrendszere általában a rendszer valamilyen szempontból optimális működése céljából jön létre. A kutatás célja, hogy a statisztikus fizika (ezen belül is különösen a hálózatkutatás) eszköztárának felhasználásával, numerikus módszerek és szimulációk segítségével, valamint kísérletek végzésével mélyebben megértsük a komplex önszerveződő rendszerek szerkezetének kialakulását, az optimalizáció célját és folyamatát, valamint a struktúrák időfejlődését és perturbációkra adott válaszát.

A beszámolóév feladata:
- Madárcsapatok repülésének kísérletes vizsgálata.
- Dróncsapatok szimulációs keretrendszerének új alapokra helyezése, evolúciós optimalizáció továbbfejlesztése. Drónok csoportos repülésének kísérleti megvalósítása.
- Heterogén csoportok optimális döntéshozatalának vizsgálata a hierarchia és a tagok közötti kommunikáció figyelembevételével. A modellek játékelméleti keretek közé illesztése. A hierarchia kialakulásának és időbeli változásainak nyomon követése szociális hálózatokban.
- Egészségügyi adatok gyűjtése és statisztikus elemzése (elsősorban a metasztázisos betegek túlélési esélyeit illetően). Egészséges szövet (pl. a vastagbél kriptái) homeosztázisának modellezése. A daganatképződés modellezése mutációk hatására.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Szabadon vándorló gólyák 27 fős csapata esetén vizsgálták, hogy a csoport tagjai hogyan használják az egymástól származó információt. Mérési eredményeik betekintést engednek a csoportos vándorlás során alkalmazott stratégiákba. Míg a vezetők egymással szoros együttműködésben végzik a felszálló légáramlatok (termikek) feltérképezését, addig a követők ezt az információt hasznosítva képesek hatékonyabb pályán repülni. Ám ezért azt az árat fizetik, hogy a termikek között haladva szárnycsapásokkal kell ráerősíteniük a siklásra, hogy a vezetőkkel együtt tudjanak maradni. Ez meghatározza azt is, hogy az akár több ezer kilométeres vándorlás során hol döntenek úgy, hogy megállnak áttelelni [1]. Ugyancsak a gólyák részletes pályaelemzéséből derítették ki a kutatók, hogy a gólyacsapat olyannyira dinamikusan térképezi fel a termikek szerkezetét, hogy abból a levegő áramlásának összetett mozgása is jó közelítéssel meghatározható. A termikek használatával képesek a gólyák energiahatékonyan megtenni a több ezer kilométeres vándorútjukat. Ennek a mechanizmusnak a mélyebb megismerése nemcsak a madarak vándorlásának megértését segíti, hanem egyrészt bioinspirációul szolgál önvezérlő siklórepülőgépek programozásához, másrészt a valódi termikekből mért adatok a modellek szimulációs vizsgálatát is lehetővé teszik [2].

Harminc drónos terepi kísérletekben és nagy egyedszámú szimulációkban bemutatták drónok hatékony önszerveződő forgalmát, valamint (virtuális) zárt térben végzett, (virtuális)

objektumokkal nehezített környezetben történő optimális csoportos mozgását [3]. A vizsgálatokhoz új csoportos repülési algoritmust fejlesztettek és evolúciós optimalizációt használtak, ami minden korábbi próbálkozásnál hatékonyabban segítette a sokparaméteres algoritmusok valós sztochasztikus környezetben történő behangolását. A drónos kutatások üzleti hasznosítására 2015-ben hozták létre a CollMot Robotikai Kutató-fejlesztő Kft-t, ami egyre nagyobb nemzetközi sikereket ér el, elsősorban sok drónos látványrepülésekkel. 2018-ban többek között Taiwan szigetén, a világ legnagyobb művészeti centrumának megnyitóján, a budapesti augusztus 20-i tűzijáték kerettörténeteként, illetve a Buckingham Palota felett láthatta a közönség bemutatóikat.

Az állatok vagy az emberek társadalmaiban kialakuló kapcsolatok rendszere legjobban komplex hierarchikus hálózatokkal jellemezhető. Az optimálishoz közeli működés fenntartásához a stabilitás és az adaptáció feltételének szimultán teljesülése szükséges. Vizsgálták azon hierarchikus hálózatok stabilitási tulajdonságait, amely hálózatok egy, a szervezetek tipikus tulajdonságait tükröző, a spin-üvegek leírásában használatos Hamilton függvényből voltak származtathatók [4]. Számos, a hétköznapok tapasztalatával megegyező, de további, nem-triviális eredményeket kaptak a lokálisan optimális hálózatokra vonatkozóan. Felállítottak olyan modelleket, amelyekkel csoportok optimális belső szerkezete tanulmányozható, feltéve a csoporttagok információhoz való limitált hozzáférését, és különböző kommunikációs stratégiák választásának lehetőségét. Foglalkoztak a világhálón terjedő szélsőséges ideológiák és mozgalmak beazonosításának és felderítésének hálózatkutatási eszközökkel való elősegítésén. Egy nyolc ország 16 szervezetét tömörítő konzorciumi együttműködés (RedAlert) révén a kutatócsoport feladata volt, hogy hálózatkutatási eszközökkel támogassa olyan algoritmusok fejlesztését, amelyek egyrészt segítik a konzorciumban résztvevő országok rendőrségeinek és titkosrendőrségeinek a mindennapi munkáját, másrészt a hálózatkutatásban szokásos módszerek segítségével vizsgálja terrorista tartalmak (vagy akár személyek) online viselkedését. Ennek keretében az év során elkészült számos, a rendőrségek munkáját elősegítő tanulmány és beszámoló, illetve egy tudományos kézirat arról, hogy milyen statisztikus különbségek vannak az ún. „dark" és a publikus weben működő fórumok között. Tanulmányozták egy (kifejezetten vizsgálati célból kifejlesztett) on-line játék során tapasztalt interakciók alapján a játékosok közötti hálózat hierarchiájának kialakulását. A vizsgálat legfontosabb eredménye, hogy a mintakövetés és a limitált információhoz való hozzáférés elegendő ahhoz, hogy egymással kapcsolatban lévő ágensek hierarchikus struktúrát hozzanak létre.

Megvalósították egy mélytanulási módszer egészségügyi alkalmazását. Szabadalmi eljárást kezdeményeztek mammográfiai felvételek kiértékelését segítő, a mammográfiai felvételeken látható struktúrákat rugalmasan felismerő és klasszifikáló rendszer hasznosítására [5]. Statisztikai módszereken alapuló vizsgálatokat végeztek annak kiderítésére, hogy egy gerinc metasztázissal megműtött beteg túlélési esélyeit milyen faktorok befolyásolják. A retrospektív vizsgálat eredményei egy nagyobb merítésű prospektív vizsgálat előkészítéséhez kerülnek a jövőben felhasználásra [6]. Vizsgálták, hogy a sejtosztódások során bekövetkező mutációk szelekciós előnyének milyen hatása van az optimális szövetmegújulási dinamikára. Megmutatták, hogy a sejtek kis kompartmentumokba (pl. a vastagbél kriptáiba) történő szegregációja egy, a kompartmentum méretétől függő küszöbérték alatt képes semlegesíteni a mutációk szelekciós előnyét.

b) Tudomány és társadalom

Drónokkal kapcsolatos tudományos bemutatókat tartottak a Fizika Mindenkié és a Kutatók Éjszakája programon, valamint egész délelőttös játékos, bemutatós és előadásos programot szerveztek az AISB (American International School of Budapest) iskola tanulóinak Nagykovácsiban.
A Hungaro Medica kiállításon ismeretterjesztő előadást tartottak a gépi tanulás alapjairól.
Tudománynépszerűsítő és pályaorientációs előadásokat tartottak középiskolákban.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

- K+F együttműködés: CollMot Kft.-vel.
- Tudományos megállapodások: SE Radiológiai Klinika.
- Konferenciaszervezés: Statistical and Biological Physics Workshop (2018. május 22-23., ELTE), Complex Networks 2018 (2018. december 11-13., Cambridge)
- Statisztikus Fizikai Nap (2018. április 6., MTA Székház).
- Iráni vendégkutató posztdoktor fogadása.
- Oktatás: számos BSc-, MSc- és PhD-kurzus oktatása, valamint hallgatók és doktoranduszok témavezetése az ELTÉ-n.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- ÚNKP Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíj.
- NKFI K128780 pályázat: Kollektív viselkedés mélyebb megértése; a hierarchiához vezető önszerveződő folyamatok leírása; és annak vizsgálata, hogy miért eredményeznek ezek a folyamatok optimálisabb teljesítményt.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Flack A, Nagy M, Fiedler W, Couzin I D, Wikelski M: From local collective behavior to global migratory patterns in white storks. SCIENCE 360 (6391), 911-914. (2018) https://arxiv.org/abs/1807.05778
2. Nagy M, Couzin I D, Fiedler W, Wikelski M, Flack A: Synchronization, coordination and collective sensing during thermalling flight of freely migrating white storks. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY B 373 (1746), 20170011 (2018). https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2017.0011
3. Vásárhelyi G, Virágh C, Somorjai G, Nepusz T, Eiben A E, Vicsek T: Optimized flocking of autonomous drones in confined environments. SCIENCE ROBOTICS *3* (20), eaat3536 (2018). http://real.mtak.hu/83675/
4. Zamani M, Camargo-Forero L, Vicsek T: Stability of glassy hierarchical networks. *New* JOURNAL OF PHYSICS 20, 023025, (2018). https://doi.org/10.1088/1367-2630/aaa8ca
5. Ribli D, Horváth A; Unger Z, Pollner P, Csabai I: Detecting and classifying lesions in mammograms with Deep Learning. SCIENTIFIC REPORTS 8, 4165 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-22437-z
6. Pollner P, Horváth A, Mezei T, Banczerowski P, Czigléczki G: Analysis of Four Scoring Systems for the Prognosis of Patients with Metastasis of the Vertebral Column, WORLD NEUROSURGERY 112, e675-e682 (2018). http://real.mtak.hu/id/eprint/90547

MTA–ELTE VULKANOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Harangi Szabolcs, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2500/8355; fax: (1) 381 2108
e-mail: szabolcs.harangi@geology.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport elsődleges célja hogy nemzetközi szinten is számon tartott vulkanológiai kutatásokat végezzen, tudományos eredményeivel hozzájáruljon a vulkáni működés jobb megismeréséhez a magmaképződéstől a vulkáni kitörés folyamatáig, és elősegítse a Kárpát-Pannon térség nemzetközileg is elismert vulkanológiai kulcsterületté válását. Továbbá, elemezze és közvetítse a vulkáni kitörések társadalomra gyakorolt hatását, magyarázatot, háttérinformációkat adjon a vulkáni működések szakmailag hiteles, jobb megismeréséhez, feltárja és jellemezze a vulkáni természeti örökséget.

Az elmúlt öt és fél év alatt 55 publikációban foglalták össze új tudományos eredményeiket, ezen belül 40 referált, peer-reviewed szakfolyóirat tanulmányt és 7 könyvfejezetet jelentettek meg, 3 cikküket közölte a Magyar Tudomány folyóirat. A kutatási eredmények jelentőségét mutatja, hogy közülük számos felkerült az mta.hu honlapjára és széles médiaérdeklődést kapott.

A beszámolóév feladata: A kutatócsoport kiemelten foglalkozik a térség legfiatalabb vulkánjának, a székelyföldi Csomád komplex vizsgálatával. Az új kutatási eredményekkel hozzá kívánnak járulni általában is a hosszan szunnyadó tűzhányók működésének jobb megértéséhez. A cirkon geokronológiai elemzésekkel a vulkáni kitörések korát és a magmatározók fennállási időtartamát határozzák meg. A Csomád kitörési és szunnyadási időszakainak feltárása mellett fontos feladat a térségben zajlott miocén korú szilíciumgazdag vulkáni működés idejének pontosítása. A bazaltos vulkáni rendszerek elemzése továbbra is az újszerű, integrált ásványszöveti és geokémiai elemzésen alapul. Az eredmények a kiterjedt vulkáni mezők működésének jobb megértését, a kitörések előtti mélybeli magmás folyamatok megismerését szolgálják, amelyek hasznos ismeretet adnak a kitörés előrejelzéshez is. További területeken végzik a különböző típusú magmatározók folyamatainak rekonstruálását. A kutatócsoport továbbra is kiemelt küldetésének tekinti a tudománynépszerűsítést.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A beszámoló év a kutatócsoport eddigi legsikeresebb esztendeje volt. Számos figyelemre méltó új kutatási eredményt tettek közzé (16 szakfolyóirat cikk, 1 könyvfejezet), ami mellett további kéziratok kerültek benyújtásra.

A legnagyobb figyelmet kapó tudományos eredmény a szakterület vezető folyóiratában (Earth Science Reviews) meghívott összefoglaló tanulmányként közzétett munka volt. A kutatócsoport munkatársai vezetésével, neves külföldi szakemberekkel együttműködve végzett kutatás feltárta, hogy Európában az elmúlt 20 millió év legnagyobb vulkánkitörési eseménye a Pannon (Kárpát)-medencében történt 14,4 – 18,2 millió év között. Meghatározták a Pannon-medence kialakulásának egyik legfontosabb időszakában zajlott nagy vulkánkitörések idejét és rámutattak arra, hogy ekkor több mint 4000 köbkilométer vulkáni anyag került szét a térségben, és még több mint 1000 km távolságban is hullott a vulkáni hamu! A figyelemre méltó eredmények hozzásegítenek jobban megérteni a Pannon-medence kialakulásának korai időszakát, amikor hatalmas mennyiségű magma nyomult a földkéregbe és a hosszú időn

keresztül történő felfűtésnek számos következménye volt, többek között elősegíthette a földkéreg elvékonyodását. Ezek az eredmények máris új kutatási együttműködéseket indítottak el, ami alapja lehet egy széles nemzetközi összefogásban végzett jövőbeli tudományos munkának, továbbá új megvilágításba helyezheti a miocén kor rétegtani, időbeli beosztását. A Kutatócsoport egyik tagja e munkáért az MTA X. Osztály által adományozott Szádeczky-Kardoss Elemér díjat nyert el.

A kutatócsoport másik jelentős tudományos eredményt felvonultató friss tanulmányát a Journal of Volcanology and Geothermal Research közölte. A cirkon kristályok újszerű kormeghatározási eredményei a hosszan szunnyadó vulkánok természetébe adnak új bepillantást. A székelyföldi Csomád vulkáni terület működésének korai szakaszát különösen nagy részletességgel vizsgálták és az eredmények alapján rámutattak arra, hogy egyes vulkánkitörések között hosszú időszak, akár több mint 100 ezer év is eltelhet és még ezután is felújulhat a vulkáni működés! Mindezt figyelembe kell venni a vulkáni veszély felmérési munkákban és felhívja a figyelmet a látszólag inaktív, hosszan szunnyadó vulkánok kutatásának fontosságára. A hosszú nyugalmi idő után is felújuló vulkánkitörések új megvilágításba helyezik többek között a Csomád kb. 30 ezer éve tartó nyugalmi időszakának értékelését is. Figyelembe véve a kutatócsoport korábbi kutatási eredményeit, bár a felszínen minden nyugodt, a vulkán alatti magmatározó rendszer továbbra is aktív lehet és ezért kiemelten fontos ennek további vizsgálata, a reaktiválódás folyamatának jobb megértése.

Újabb fontos tudományos eredmény született, ami a Ditrói Masszívum kialakulásának feltárását célozza meg. A hazai és nemzetközi szakemberekből álló csapat a mélybeli magmás folyamatokban főszerepet játszó egyik ásványfázist, a monoklin piroxén kristályokat elemezte. A tudományos detektívmunka eredményeképpen kimutatták, hogy a magmatározót különböző összetételű magmák építették fel. Ezek olykor keveredtek egymással és a kialakult kőzetek végül vegyesen tartalmazzák a különböző időben, különböző magmákból származó kristályokat. Ez az eredmény összhangban van azokkal a további kutatócsoporti eredményekkel, miszerint a földkéregbeli magmatározók sok esetben egy bonyolult, hosszú időn keresztül tartó folyamatsor következtében alakulnak ki. Ennek pedig felszínen is fogható jelei lehetnek, amit megfelelő műszerekkel észlelni lehet és segíthetnek a vulkáni veszély előrejelzésben.

A hazai és külföldi kutatótársakkal végzett tudományos munkák fontos eredményei jelentek meg, továbbá, a Kisalföld alatt, több mint 2000 méter mélyen eltemetett egykori vulkán és az alatta lévő egykori magmatározó kimutatására, valamint a Föld nagyléptékű lemeztektonikai folyamatainak bemutatási módjára. Folytatódott a földtani, kiemelten vulkáni természeti értékek minősítési vizsgálata. A geoturisztikai potenciál felmérésében és hasznosításában fontos, újszerű kutatás módszertani alapjait a kutatócsoport tagjai a Földtani Közlöny szakfolyóiratban jelentették meg. Áttekintették a nemzetközi szinten használt, különböző értékminősítési eljárásokat és több mint 60 hazai földtani objektum esetében meghatározták a tudományos, oktatási, tájképi–esztétikai, turisztikai potenciál és védelem–veszélyeztetettségi kockázatok értékeit. Ez az eredmény erősíti többek között az előző évben felvetett, az országon keresztülhaladó Pannon Vulkánút megvalósításának szakmai hátterét és kapcsolatot nyújthat a hazai földtani örökség turisztikai kínálatba való bevonására.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport új kutatási eredményei a tárgyévben is bekerültek számos hazai média híradásába. A kiemelt feladatként szereplő tudománynépszerűsítés jegyében a kutatócsoport tagjai számos ismeretterjesztő előadást tartottak, részt vettek jelentős, több száz látogatót vonzó rendezvényeken (pl. Felfedezők Napja, Kutatók éjszakája/European Volcanoes' Night,

Geopark hét, Tudományok fővárosa stb.), amelyek hatékonyan keltették fel az érdeklődést a tudományos munka iránt. A kutatócsoport vezetője rendszeres vendége volt hazai televízió- és rádióműsoroknak, keresték meg nyomtatott és internetes sajtó munkatársai, hogy a jelentős figyelmet kapó vulkáni működések hátterét megvilágítsa. A tudományos ismeretterjesztésben fontos szerepet játszik a kutatócsoport vezetője által alapított és vezetett, napi híreket és háttérinformációkat nyújtó Tűzhányó blog több mint 1300 tagot számláló Facebook csoportja.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport továbbra is nagy hangsúlyt fektet hazai és nemzetközi partnerségi kapcsolatok kialakítására. Részt vesz a debreceni ATOMKI ICER projektjében, folyamatos együttműködés van a pécsi Mecsekérc Zrt-vel és több Nemzeti Parkkal. A tárgyévben fejeződött be az MTA-CNR kétoldalú együttműködésben zajló projekt, ennek eredményeit tudományos közleménybe foglalták, a kézirat bírálat alatt van. A projekt folytatására új pályázatot adtak be. A kutatócsoport munkatársainak továbbra is aktív és széleskörűek a nemzetközi kapcsolataik. Ennek egyik eredménye, a kutatócsoport egyik munkatársának vezető szerepével egy hordozható, vulkáni gázok mérésére kialakított high-tech berendezést vásároltak több partner közreműködésével. A műszerrel már elkezdődtek a mérések. A kutatócsoport munkatársai jelentős szerepet játszanak az ELTE geológus oktatásában és a doktori képzésben. A tárgyévben 2 PhD-dolgozat készült el kutatócsoporti munkatárs témavezetésével. Ezek védésére 2019 első felében kerülhet sor.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámoló évben sikerült egy újabb OTKA-NKFIH kutatási projektet elnyerni. A kutatócsoport fiatal munkatársa által vezetett, és több kutatócsoporti munkatárs részvételével folyó 4 éves kutatás a térségünk északkeleti részén előforduló vulkáni képződmények kialakulása és a tektonikai fejlődéstörténet kapcsolatát vizsgálja. E munkában kiemelt célként szerepel a fiatal üledékekkel elfedett és ezért nem, vagy kevéssé ismert vulkáni szerkezetek, így a nagy robbanásos kitörésekhez köthető kalderák felismerése. A kutatócsoport ezen kívül kisebb megbízási munkákat végzett állami cégek felkérésére.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Batki A, Pál-Molnár E, Jankovics MÉ, Kerr AC, Kiss B, Markl G, Heincz A, Harangi Sz: Insights into the evolution of an alkaline magmatic system: An in situ trace element study of clinopyroxenes from the Ditrău Alkaline Massif, Romania. LITHOS, 300-301: pp. 51-71. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/71302
2. Lukács R, Harangi Sz, Guillong M, Bachmann O, Fodor L, Buret Y, Dunkl I, Sliwinski J, von Quadt A, Peytcheva I, Zimmerer M: Early to Mid-Miocene syn-extensional massive silicic volcanism in the Pannonian Basin (East-Central Europe): Eruption chronology, correlation potential and geodynamic implications. EARTH-SCIENCE REVIEWS, 179: pp. 1-19. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/81406
3. Molnár K, Harangi Sz, Lukács R, Dunkl I, Schmitt AK, Kiss B, Garamhegyi T, Seghedi I: The onset of the volcanism in the Ciomadul Volcanic Dome Complex (Eastern Carpathians): Eruption chronology and magma type variation. JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH, 354: pp. 39-56. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/81404

MTA–ME ANYAGTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT
kutatócsoport-vezető: Kaptay György, az MTA levelező tagja
3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet
telefon: (46) 565 111/1547; fax: (46) 565 201
e-mail: femkaptay@uni-miskolc.hu; honlap: www.matsci.uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

5 éves kutatási terv: Gyorshűtéssel olvadék állapotból amorf-nanoszerkezetű ötvözetek előállítása, melyek a hagyományos kristályos ötvözetekhez képest lényegesen nagyobb szilárdsággal rendelkeznek. Amorf-nanoszerkezetű porok előállítása nagy energiájú őrléssel, majd ezek felhasználásával kompozitok gyártása. TRIP/TWIP acélok termikus, ill. deformáció által kiváltott fázisátalakulásainak kinetikai megértése, olyan roncsolásmentes vizsgálati technika kidolgozása, amely alkalmas az α' fázis mennyiségi változásának in situ meghatározására. Nanoszerkezetek egyensúlyának és stabilitásának termodinamikai modellezése.

Eredmények: Új Zr, Cu-Zr, Ti valamint Ti-Ni alapú ötvözeteket alapú ötvözetekben in-situ módon és olvadékszétválás útján sikerült kompozitokat előállítani. Cu-Zr és Ti alapú ötvözetekből amorf-nanoszerkezetű porokat, majd kompozitokat gyártottak nagy energiájú őrléssel. A deformáció közben végzett zajmérések terén számos előkísérletből meghatározták az ideális mintaalakot és deformáció-sebességet. Új modellt adtak meg fémek és fémötvözetek szilárd/folyékony határfelületi energiájának számítására és általános egyenletet adtak meg a nano-szemcsék tulajdonságainak méretfüggésére.

A pályázatban szereplő kutatások

Amorf mátrixú, nanoszemcséket tartalmazó anyagok

Irodalmi ismeretek és az elvégzett előkísérletek alapján új Zr, Cu-Zr, Ti valamint Ti-Ni alapú ötvözeteket gyártottak ívfényes olvasztással. Az ötvözetek egy részéből gyors hűtéssel kör és négyszög szelvényű rúd formákat öntöttek vákuum alkalmazásával, míg két ötvözetből vékony szalagot öntöttek. Az első félév legígéretesebb ötvözeteiből készült próbatestekben kialakult amorf-kristályos szerkezetet pásztázó elektronmikroszkóppal, röntgendiffrakcióval meghatározták, majd a mechanikai vizsgálatokat is elvégezték.

A kutatócsoport másik kutatási területe az amorf-kristályos szerkezet előállítása pormetallurgiai úton. A kutatócsoport kristályos ötvözetek nagy energiájú golyósmalomban történő őrlésével amorf-nanokristályos szerkezeteket hozott létre. Az őrlés során végbemenő fázisátalakulásokat, a porszemcsék méretváltozását (lézeres szemcsenagyság méréssel és pásztázó elektronmikroszkóppal), keménységének alakulását nyomon követték. Az őrlésnél alkalmazott adalékanyagok hatását is vizsgálták. Az előállított porokból kompozitokat hoztak létre melegsajtolással. A beszámolóév feladatait teljesítették. 2018-ben három Q2-es folyóiratcikk született az adott tématerületen.

Nanoszerkezetű acélok

A termikus átalakulás közbeni akusztikus emissziós aktivitás növelése érdekében különböző termikus és termomechanikus hőkezeléseket végeztek. A kezelések hatására kis mértékben növekedett a szemcseméret, ami nem jelentett nagyságrendi javulást az aktivitások tekintetében. A deformáció közben végzett zajmérések terén számos előkísérletből meghatározták az ideális mintaalakot és deformáció-sebességet.

Nanoszerkezetek egyensúlyának és stabilitásának termodinamikai modellezése

2018-ban egy D1-es, három Q1-es és egy Q2-es folyóiratcikk született az adott tématerületen. A D1-es cikk egy összefoglaló cikk, amiben a határfelületi jelenségek új kémiai termodinamikai paradigmáját fogalmazták meg és fejtették ki részletesen, ami remélhetőleg egyszer majd lecseréli a jelenlegi mechanikai paradigmát. A többi cikkben megadták a felületi olvadás és a nanoszemcsék olvadása közötti kapcsolatot (Q1), módosították a nano-szemcsék oldódási entalpiájára vonatkozó modellt arra az esetre, amikor a szemcse részben oxidált (Q1), új modellt adtak meg fémek és fémötvözetek szilárd/folyékony határfelületi energiájának számítására (Q1) és általános egyenletet adtak meg a nano-szemcsék tulajdonságainak méretfüggésére (Q2).

A pályázaton kívüli kutatások

Mágneses keverés hatása a kristályosodó szerkezetre (finanszírozó: ESA*)*

Forgó mágneses térben Al-7Si-1Fe ötvözeteken végeztek egyirányú kristályosításokat többféle indukciójú (30÷150 mT) és kétféle próbamozgatási sebesség (0,2 és 0,5 mm/s) alkalmazásával. A kísérletek közben rögzített hőmérséklet-idő adatokból kiszámították a hőmérséklet gradiens és a frontsebesség értékeket a próbák teljes hossza mentén. A kristályosított próbákban megmérték a szekunder dendritág távolságot, valamint a Si és a Fe ötvözőelemek koncentrációját. Összefüggéseket állapítottak meg az ötvözőelemek erős olvadékáramlás hatására kialakuló koncentráció változás és a szekunder dendritág távolságok között. Folytatták a haladó mágneses mező hatását az Sn-Cd peritektikus ötvözet kristályosodására. Összefüggéseket állapítottak meg a haladó mágneses tér hatásáról a peritektikus Sn-Cd ötvözet kristályosodására. 2018-ben három cikk született az adott tématerületen.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A Nemzetközi Űrállomáson a MICAST és a CETSOL programokban a német partnerek vezetésével végzett egyirányú kristályosítások hőmérséklet-idő adataiból egy saját fejlesztésű szoftverrel kiszámították a kristályosodási paramétereket (fronthelyzet, frontsebesség, hőmérséklet gradiens).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport továbbra is részt vesz valamennyi Kari, egyetemi rendezvényen, ahol bemutatja tevékenységét és közelebb hozza a hétköznapi embereket az elméleti kutatás szférájához: a) „Kutatók éjszakája” rendezvény sorozat, b) a Miskolci Egyetem Nyílt Napja, c) Lányok napja, d) a különböző szakmai napok (Bányász-kohász Fazola Napok, Fémkohász Szakmai Nap), ahol a szakma jeles képviselőivel találkozhatnak az érdeklődők. A kutatócsoport tagjai a Miskolci Egyetemet segítve részt vesznek a középiskolásoknak meghirdetett Anyagtudományi verseny szervezésében. Aktívan részt vesznek a Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Területi Bizottság munkájában, ahol külön megalakították az Amorf- és nano-anyagok Munkabizottságot.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport megszervezte és megrendezte a „7th International Conference on Solidification and Gravity, Sept. 3-6, 2018 Miskolc - Lillafüred, Hungary" nemzetközi konferenciát 85 fő külföldi részvevővel.

A kutatócsoport tagjai változatlanul együttműködnek a Miskolci Egyetemen az oktatási és szakmai tevékenységekben.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport MICAST pályázatot nyert (ESA pályázat) 170.000 Euró összeggel 2015 és 2018 között különféle ötvözetek forgó, illetve haladó mágneses térben történő kristályosításakor kialakult mikroszerkezetek vizsgálatára az áramlás hatásainak megállapítása céljából.

OTKA 119566 Kristályorientált szilárdfázisú folyamatok modellezése és komplex kísérleti jellemzése fémes rendszerekben A támogatott időszak 2016-10-01 - 2020-09-30. A támogatási összeg 44 299 000 Ft.

GINOP-2.2.1-15-2016-00018 Új, piacképes termékek technológiájának fejlesztése, az anyagtudomány legújabb eredményei alapján a piacvezető hazai iparvállalat, az ALCOA-Köfém Kft. és kiemelkedő hazai felsőoktatási – K+F intézmények együttműködésében, A támogatott időszak: 2016-10-01 – 2019-11-30. A támogatási összeg: 265 150 000 Ft.

GINOP-2.2.1-15-2016-00018 Kristályos és amorf nanoszerkezetű anyagok kutatásával és fejlesztésével foglalkozó kiválósági műhely fenntartható működtetése A támogatott időszak: 2017-03-01 – 2020-02-29. A támogatási összeg: 883 813 260 Ft.

713514- Innovative Coarsening-resistant Alloys with enhanced Radiation tolerance and Ultra-fine grained Structure for aerospace application –ICARUS- A támogatott időszak 2016-09-01 - 2019-08-31. A támogatási összeg 233 750 Euro.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Janovszky D, Kristaly F, Miko T, Racz A, Sveda M, Sycheva A, Koziel T: Phase Transformation and Morphology Evolution of Ti50Cu25Ni20Sn5 during Mechanical Milling. MATERIALS 11: 9 p. 1769 Paper: 1769 , 13 p. (2018) REAL
2. Janovszky D, Kristaly F, Miko T, Sveda M, Sycheva A: Development of novel ultrafine grain cu metal matrix composites reinforced with Ti-Cu-Co-M (M: Ni, Zr) amorphous-nanocrystalline powder. JOURNAL OF MINING AND METALLURGY SECTION B-METALLURGY 54 : 3 pp. 349-360. , 12 p. (2018) REAL
3. Mikó T, Kristaly F, Bohacs K, Sveda M, Sycheva A, Janovszky D: The effect of process control agents and milling atmosphere on the structural changes of Ti 50 Cu 27,5 Ni 10 Zr 10 Co 2,5 master alloy during short time milling. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 426 : 1 p. 012035 (2018) REAL
4. Kaptay G: The chemical (not mechanical) paradigm of thermodynamics of colloid and interface science. ADVANCES IN COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 256 pp. 163-192. (2018) REAL
5. Vegh A, Kaptay G: Modelling surface melting of macro-crystals and melting of nano-crystals for the case of perfectly wetting liquids in one-component systems using lead as an example. CALPHAD 63 (2018) 37-50. REAL

MTA–ME MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szűcs Péter, az MTA doktora
Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, 3515 Miskolc-Egyetemváros
telefon: (46) 565 111/1061; fax: (46) 365 072
e-mail: hgszucs@uni-miskolc.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A *Felszín alatti vízkészletek komplex védelme és fenntartható hasznosítása* c. pályázat keretében az MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport elsődleges feladata az 5 éves támogatási időszak (2017. július 1. – 2022. június 30.) alatt olyan kutatási, feltárási, modellezési és értékelési módszerek fejlesztése, amelyek lehetővé teszik a felszín alatti vízkészletekkel, mint természeti erőforrással történő fenntartható gazdálkodást, és biztosítják a hatékony mennyiségi és minőségi védelmet. A négy témakört (Felszín alatti vízkészlet gazdálkodás, Karszthidrogeológia, Hidrogeofizikai modell és módszerfejlesztés, Környezet konform gátképzési technológiák elméleti megalapozása és kidolgozása a szelektív földalatti fluidumáramlás szabályzására) átfogó kutatás-fejlesztési program szervesen kapcsolódik azokhoz a megfogalmazott, új kutatási eredményeket igénylő területekhez is, amelyeket országos szinten a Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv felülvizsgálata (VGT2), a Kvassay Jenő Terv (Nemzeti Vízstratégia) és az MTA Nemzeti Víztudományi Kutatási Program ad meg.

A kutatási tervnek megfelelően 2018-ban sor került 96 talajvizes kút hosszú idejű vízszint idősorának spektrális elemzésére. Így sor kerülhetett a korábbi hidrometeorológiai adatsorok feldolgozásának eredményeit figyelembe véve, a felszíni és felszín alatti vízháztartási komponensek időbeli változásának elemzésére. Mérnökgeofizikai szondázási adatok felhasználásával új inverziós eljárás került kidolgozásra, amelynek segítségével több fontos hidrogeológiai paraméter újszerű módon és megbízhatóan meghatározható. 2018-ban a korábban kidolgozott karszthidrogeológiai kutatási módszereket több eltérő litológiájú és hidraulikai működésű mintaterületen alkalmaztuk azért, hogy a különböző típusú karbonátos rendszerek hidraulikai működése közötti különbségeket megvizsgáljuk. Számos új sikeres labortóriumi vizsgálat elvégzésére került sor a horizontális gátképzés megvalósítása területén.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Mérnökgeofizikai szondázási adatok feldolgozására új inverziós módszert (genetikus meta-algoritmus) fejlesztettek, amely a kőzetfizikai mennyiségek mellett (víz- és levegőtartalom, agyagtartalom, mátrixrészarány) a felszínközeli telítetlen zóna mátrix és fluidumjellemzőinek (zónaparaméterek) automatikus meghatározását is lehetővé teszi. Ez a laboratóriumi vizsgálatok számának jelentős csökkentését is eredményezheti a területi hidrogeológiai vizsgálatoknál. A korábban fejlesztett intervalluminverziós módszert genetikus algoritmussal kombinálták, mellyel az inverziós eljárás startmodellfüggetlenségét biztosították. A fúrólyuk-geofizikai adatok értelmezésének hatékony módszerét a faktoranalízist globális optimalizációs módszerrel oldották meg, mely új megközelítést jelent a faktoranalízis problémájának matematikai megoldásában, gyakorlati értéke pedig a faktorértékek (és a származtatott kőzetfizikai mennyiségek) számítási pontosságának (ill. adattávolság) javulása. A faktoranalízist a Steiner-féle leggyakoribb érték módszerével robusztifikálták, ezzel a felszínközeli üledékek víztelítettségét megbízhatóbban számították.

2018-ban a korábbi kutatási eredmények publikálásán túl új vizsgálatok is készültek a hosszú idejű hidrometeorológiai és hidrogeológiai idősorok tekintetében. A vizsgálat tárgya az adatbázisukból elérhető különböző, de hosszú időintervallumon regisztrált 96 talajvizes kút adatainak vizsgálata volt. Korábbi kutatásaik során a talajvizes kutak csoportosítását valamilyen állandó jellemző alapján (főleg vízkémia) tették meg. Az új vizsgálatuk során matematikai módszerekkel próbálták sikeresen csoportokba rendezni az elemzett idősorokat. Mivel többféle kezdési és végponttal rendelkeztek a regisztrátumok és különböző időintervallumot öleltek fel, sokszor hiányos mérésekkel, így végül a szezonalitásuk alapján csoportosították őket. Faktoranalízissel meghatározták a havi mintavételezésű idősorok szezonális (havi) dummy változóit, ami alapján két faktort azonosítottak. A kutak idősorának nagy része követi a talajvíz éves járásának törvényszerűségeit, azonban e tulajdonság is változatosságot mutatott, ami alapján sikeresen 6 klaszterbe tudták a 96 talajvizes idősort csoportosítani. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a csoportosítás során a matematikai modell eredményei szerint 2-3 nagyszámú csoport, valamint két kiugró idősor, és egy „nem besorolt" klaszter jött létre. A módszer segíthet abban is, hogy meghatározzák a szélsőséges időjárási viszonyok hatását a felszín alatti vízforgalomra.

A kutatócsoport karszthidrogeológiai kutatásainak a célja a karsztos vízadók hidraulikai működésének megértése, azok kvantitatív osztályozása, és olyan paraméter becslési módszerek kidolgozása és alkalmazása, amelyek alapvető információkat szolgáltatnak a rendszer szerkezetéről és működéséről. Tevékenységük során a korábbi években kidolgoztak olyan analitikus megoldásokat, amelyek segítségével a kőzetmátrix hidraulikai paraméterei, és a karsztjáratok geometriája megbecsülhető. Ezeket az új módszereket alkalmazták több eltérő litológiájú és hidraulikai működésű mintaterületen azért, hogy a különböző típusú karbonátos rendszerek hidraulikai működése közötti különbségeket megvizsgálják. A kutatások relevanciája elsősorban az ivóvízbázisok mennyiségi és minőségi biztonságának biztosítása szempontjából lényeges, hiszen mind az árvizek, mind pedig az aszályos időszakok komoly társadalmi következményekkel járnak (pl. villámárvizek kialakulása). Az elvégzett kutatások hozzájárulnak mind a karsztrendszerek általános működésének jobb megértéséhez, mind a döntően bükki mintaterületek hidrogeológiai viszonyainak feltárásához.

A horizontális gátképzés területén javaslat történt egyrészt a szilikát gél in-situ képződéséhez szükséges térhálósító sav (sósav) egyéb, gyengébben savas jellegű anyagokkal történő helyettesítésének vizsgálatára, továbbá a gélképződést jelentősen befolyásoló nanoanyagok (elsősorban nano SiO_2) diffúzióra gyakorolt hatásának vizsgálatára.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai 2018-ban is számos átfogó jellegű előadást tartottak, illetve összefoglaló anyagokat készítettek az ország víz és energiastratégiájával foglalkozó szakmai és ismeretterjesztő fórumai részére (MTA Földtani Tudományos Bizottság, MTA Energia Stratégiai Bizottság, MTA Hidrogeológiai Albizottság, MTA-DAB Hidrológiai Munkabizottság, MHT Hidrogeológiai Szakosztály, MTA Hidrológiai Osztályközi Bizottság. Energia Klub, MTA-MAB, stb.). A kutatás-fejlesztés akkumulált új eredményei szervesen beépülnek az ME Műszaki Földtudományi Karán folyó graduális és posztgraduális képzésekbe, és hatékonyan támogatják a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola keretében folyó PhD-képzést. A kutatócsoport tagjai tevékenyen részt vesznek a hazai Vízgyűjtő Gazdálkodási Terv, a Nemzeti Vízstratégia, a Nemzeti Energiastratégia 2030 és az Erőműfejlesztési Cselekvési Terv által megfogalmazott feladatok megvalósításában. A kutatócsoport vezetője tagja az Országos Vízgazdálkodási Tanácsnak, illetve meghívott tagja az OVF Vízügyi

Tudományos Tanácsnak, továbbá részt vesz abban ez elnöki ad-hoc bizottságban, amelynek vezetésével és munkájával 2018-ban elkészült és megjelent a Nemzeti Víztudományi Kutatási Program (https://mta.hu/nemzeti-viztudomanyi-program).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A korábbiaknak megfelelően továbbra is igen szoros a kutatásfejlesztési, valamint a pályázati együttműködés a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar több tanszékével. A kutatócsoport hidrogeológus tagjai tevékenyen vesznek rész az EFG (European Federation of Geologists) szervezet Hidrogeológiai Munkacsoportjának munkájában, amelynek egyik legfőbb célkitűzése az, hogy a vízföldtani kutatások legújabb eredményei gyorsan elérhetővé és használhatóvá váljanak vízellátási és vízgazdálkodási feladatok megoldásában Európában. A kutatócsoport több tagja a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán megvalósuló, ipari kutatási igényeket kiszolgáló GINOP pályázatok, valamint a Miskolci Egyetemen 2018-ban indult Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Programjának megvalósításában is részt vesz. A kutatócsoport aktív munkakapcsolatot ápol a Neuchateli Egyetem hidrogeológiai és geotermális centrumával (CHYN).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

NKFI Nemzeti Kiválósági Program. 2018-1.2.1-NKP-2018-00011, Tiszta Ivóvíz: A biztonságos ellátás multidiszciplináris értékelése a forrástól a fogyasztókig. A konzorciumi pályázat teljes támogatási összege: 995 M Ft. Projekt partner: Miskolci Egyetem. Futamidő: 2018. nov. 1. - 2021. okt. 31. A Miskolci Egyetemre jutó támogatási összeg: 100 M Ft.

GINOP-2.3.2-15-2016-00010 pályázat: Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése. Futamidő: 2016. szeptember 1. - 2020. aug. 31. Támogatási összeg: 1 653 M Ft.

GINOP-2.3.2-15-2016-00031 Stratégiai K+F műhelyek kiválósága pályázat: INNOVÍZ-Innovatív megoldások a felszín alatti vízkészletek fenntartható hasznosítása érdekében. Futamidő: 2017. január 1. - 2021. június 30. Támogatási összeg: 677 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Ilyés Cs, Turai E, Szűcs P: Examination of rainfall data for 110 years using spectral and wavelet analysis. CENTRAL EUROPEAN GEOLOGY, 61(1): 1-15 (2018) http://midra.uni-miskolc.hu:80/?docId=30847
2. Szabó NP: A genetic meta-algorithm-assisted inversion approach: hydrogeological study for the determination of volumetric rock properties and matrix and fluid parameters in unsaturated formations. HYDROGEOLOGY JOURNAL, 26(6): 1935-1946 (2018) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10040-018-1749-7
3. Szalai S, Kovács A, Kuslits L, Facskó G, Gribovszk K, Kalmár J, Szarka L: Characterisation of fractures and fracture zones in a carbonate aquifer using electrical resistivity tomography and pricking probe methods. JOURNAL OF GEOSCIENCE AND ENVIRONMENT PROTECTION, 6: 1-21 (2018) https://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=82918

MTA–MTM–ELTE PALEONTOLÓGIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pálfy József, az MTA levelező tagja
1117 Budapest Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 381 2129; fax: (1) 381 2130
e-mail: palfy@nhmus.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport a bioszféra múltbeli fejlődéstörténetének megismeréséhez járul hozzá nemzetközi hatású őslénytani kutatómunkával és publikációs tevékenységgel. A kutatások zöme az alábbi témákban folyik: 1) a triász végi és kora jura kihalási események kiváltó okainak feltárása, 3) a jura-kréta határ és a kora kréta biotikus és környezeti eseményei, 4) az eocén-oligocén lehűlés és hatása a Középső-Paratethys tengeri élővilágára, 5) a Pannon-tó késő neogén endemikus puhatestű faunájának és egyéb, ősmaradványcsoportjainak kutatása a medencefejlődés, az üledékképződés, az ősföldrajz és az őskörnyezet változásainak megértése céljából, 6) a Villányi-hegység pleisztocén gerinces faunáinak vizsgálata, valamint a Kárpát-medencéből és tágabb környezetéből ismert emlősfaunák kapcsolata a jégkorszaki klímaváltozásokkal, 7) késő pleisztocén és holocén éghajlatváltozások nyomozása a Kárpát-medencében, hegyvidéki és síkvidéki tavi üledékek pollenvizsgálata alapján, és 8) globális biodiverzitás-történeti, makroevolúciós és makroökológiai elemzések.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A szerteágazó mezozoikumi őslénytani és rétegtani kutatások során feltárták és dokumentálták az eddig ismert legidősebb, ragadozásra utaló fúrótevékenység nyomait a törökországi késő triász korú Sorgun ofiolitos melanzsból előkerült ostracoda héjakon. Nemzetközi együttműködésben áttekintést adtak a triász-végi környezetváltozásokhoz és kihaláshoz kapcsolódó globális geokémiai változásokról és bemutatták azok alkalmazási lehetőségeit a kemosztratigráfiai korreláció számára. Mexikó Sonora tartományának lelőhelyeiről gyűjtött ammonitesz együttesek biosztratigráfiai feldolgozásával az alsó jura három emeletét és nyolc regionális zónáját mutatták ki. Más észak-amerikai faunákkal való összehasonlításuk révén a Kordillerák tektonikai fejlődéstörténetére kidolgozott elméletek közül a kontinensperemen a perm-triász során lejátszódó transzform mozgást valószínűsítették. Kimutatták, hogy a brachiopoda törzs másodlagos diverzitásnövekedése a kora jurában a faunaprovinciák számának emelkedésével járt. Statisztikai elemzéssel igazolták és definiálták a Pontusi Provinciát és az Atlas Szubprovinciát, a korábban ismert Euro-Boreális, Intra-Mediterrán és Peri-Mediterrán provinciák mellett. Kimutatták, hogy a kora kréta Weissert-esemény a bakonyi brachiopoda faunák szinte teljes kicserélődését idézte elő. A mecseki Zengővárkony kora kréta brachiopoda faunájából kilenc fajt (köztük három új fajt) írtak le.

A magyarországi paleogén medence különböző részmedencéiből származó mélyfúrások és felszíni szelvények foraminifera vizsgálataiból következtettek a késő paleogén oceanográfiai változásokra. Megállapították, hogy a középső eocén elejétől a bakonyi területen kialakult medencében fokozatos hőmérséklet-csökkenés feltételezhető. A középső- és késő eocén folyamán két kisebb és két jelentős eutrofizációs eseményt mutattak ki, amelyek során képződött magas szervesanyag-tartalmú üledékek potenciális szénhidrogén-anyakőzeteknek tekinthetők.

Fizikusokkal együttműködve részt vettek egy olyan áramlási minimál modell kísérletében, mellyel a Drake-átjáró kinyílásának következményeit szimulálták, ami az eocén-oligocén határ

körül az Antarktisz eljegesedéséhez is hozzájáruló paleo-oceanográfiai változások meghatározó tényezője.

A Pannon-tó üledékeinek vizsgálata során az Utrechti Egyetem mágnesrétegtani kutatóival együttműködve kimutatták, hogy csak a különböző hőmérsékleteken végzett termikus lemágnesezés eredményeinek az elemzésével állapítható meg az eredeti (kora diagenetikus) mágneses polaritás. Ezzel a módszerrel 6,8 és 9,0 millió évek közé datálták a Paks környéki pannóniai rétegsort. A pannóniai emelet üledékes rétegeinek geometriája és kompakciója alapján rekonstruálták a Pannon-tó egykori vízmélységét több magyarországi és szerbiai területre. A vízmélység széles határok között változott 70 m-től (kb. 10 millió éve a Nyírségben) 950 m-ig (kb. 5 millió éve a Vésztői-árokban). Őslénytani adatok alapján megállapították, hogy a Mecsek északi oldalának tagolt domborzatát különböző időpontokban öntötte el a Pannon-tó vize, és az északról érkező, alpi-kárpáti eredetű hordalékot szállító deltarendszer kb. 7 millió évvel ezelőtt érte el a hegységet. Az Erdélyi-medencében folyó kutatás eredményeként pannóniai puhatestű ősmaradványokra alapozott időrétegtani rendszert állítottak fel.

A negyedidőszaki őskörnyezeti és paleoklíma kutatások során nagyemlős-faunák kihalási korainak radiometrikus kormeghatározását végezték el barlangi üledékszelvények csontanyagának, továbbá lösz- és folyóvízi üledékekből előkerült mamutcsontok ^{14}C kormeghatározása révén. A Jankovich-barlang és a Rejteki-kőfülke kis- és nagyemlős csontanyagának radiokarbon kormeghatározása alapján e két szelvény bolygatatlan szakasza a 17,5–15,2 valamint 10–13 ezer évek közti időszakok faunaváltozásairól ad képet. A rénszarvas legfiatalabb datált lelete 15,2, az örvös lemming 16,6, a keskenyfejű pocok 13,3, míg a pocoknyúl 11 ezer éves. Mamutcsontok radiokarbon datálásával megállapították, hogy az utolsó mamutok 16,1 ezer éve éltek a Kárpát-medencében. A növénytakaró változásaival összevetve kimutatták, hogy a Kárpát-medencében 16,2 ezer év körül indul meg egy olyan jelentős felmelegedés, mely ezeknek a nagyemlősöknek és kisemlősöknek kedvezőtlenné tette a környezetet, illetve más fajok kiszorították őket addigi természetes élőhelyükről.

Pockokon és ürgéken DNA vizsgálatokat végeztek az evolúciós kapcsolatok tisztázására. Elvégezték a Beremend 15-ös lelőhely fosszilis gerinces faunájának őslénytani feldolgozását. Számítógéppel segített geometriai morfometriai módszert fejlesztettek ki, mellyel elvégezhető a manuálisan definiált görbék és körvonalak II-es típusú landmark pontjainak automatikus észlelése, valamint azokon előre meghatározott számú III-as típusú landmark automatikus és ekvidisztáns elosztása. Az ilyen adatfelvételre épülő, főkomponens analízissel történő alak-összehasonlító eljárás széles körben alkalmazható evolúciós vonalak nyomozásához. A módszerrel recens és pleisztocén pocok- és ürgefogakat vizsgáltak, tisztázták a kihalt *Spermophilus citelloides* ürgefaj evolúciós kapcsolatait. Hasonló landmark-alapú taxonómiai és filogenetikai vizsgálatokhoz gyűjtöttek adatot triász konodontákon, pannóniai kagylókon és pleisztocén szarvas-, valamint lemmingfogakon. A Gerecse környéki édesvízi mészkövekből előkerült pliocén és pleisztocén gerincesek taxonómiai revíziója révén segítették a Duna-teraszok kialakulási idejének meghatározását célzó kutatást.

Az utolsó eljegesedés mélypontja és az azt követő jég-visszahúzódási és egyben visszatérő lehűlésekkel tarkított felmelegedési időszak növényzeti változásait dokumentálták és multi-proxy klímarekonstrukciót végeztek Kelet-Magyarországon a Kokadi-láp, a Keleti-Kárpátokban pedig a Szent Anna-tó üledékéből. A Balaton üledékének fúrómagjain elvégezték az első kísérleti pollen-alapú kvantitatív vegetáció- és felszínborítási rekonstrukciót, nyomozva a tű- és lomblevelű erdőborítás és a gyepterületek arányának változásait az elmúlt 500 évben. Kimutatták, hogy a Balaton effektív pollengyűjtő területe kb. 200 km-re terjed ki. A 15-16. század fordulóján az erdők aránya 60% körüli volt, meghaladva az időszakra rekonstruált országos átlagot. Jelentős erdőborítás-csökkenés következett be a 18. század elején, egyezést

mutatva az ipari forradalom kezdetével. Az 1850-es évekre az erdőborítás 20%-ra csökkent. A pollen adatok igazolják a fafajok arányeltolódását a tölgyek irányába a bükk kárára, mely egyértelműen antropogén eredetű.

b) Tudomány és társadalom

A környezetváltozások és a biodiverzitás múltbeli változásait feltáró kutatási eredményeiket nagy látogatottságú, egész napos hétvégi tudományos ismeretterjesztő rendezvényen tartott előadásokon mutatták be (Földtudományos Forgatag, Budapest), valamint közreműködtek az Év Ősmaradványa programhoz kapcsolódó rendezvényeken.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport vezetője és további három tagja részt vesz az ELTE-n folyó oktatásban BSc, MSc- és PhD-kurzusok tartásával, TDK-, BSc-, MSc- és PhD-témavezetéssel. A hazai társintézmények közül aktív együttműködés folyt az MTA ATOMKI-val és a CSFK Földtani és Geokémiai Intézetével. A kutatómunka során nemzetközi együttműködés folyt amerikai, angol, francia, holland, horvát, mexikói, német, kanadai, lengyel, romániai és szlovák kutatókkal. Kiemelendő a Román Tudományos Akadémia kolozsvári Barlangkutató Intézetével, a Bonni Egyetemmel, az erlangeni Friedrich-Alexander Egyetemmel, valamint az angliai Plymouth-i valamint Exeteri Egyetemekkel folytatott szoros munkakapcsolat, illetve az Utrechti Egyetem mágnesrétegtani laboratóriumával paksi és erdélyi minták vizsgálatát célzó együttműködés.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az NKFIH támogatásával indultak új kutatási projektek: fiatal kutató vezetésével „Egy landmark alapú módszertan kidolgozása eltérő fogmorfológiájú gerincesek taxonómiai és filogenetikai szempontú vizsgálatához”, illetve nemzetközi együttműködésben „Kora jura ammonitesz biokronológia, globális kvantitatív biosztratigráfiai korreláció és radiometrikus koradatok integrálása a JET projekt új, nagy felbontású kormodelljével” témájában.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Kelder NA, Sant K, Dekkers MJ, Magyar I, Dijk GA, Lathouwers YZ, Sztanó O, Krijgsman W 2018: Paleomagnetism in Lake Pannon: Problems, Pitfalls, and Progress in Using Iron Sulfides for Magnetostratigraphy. GEOCHEMISTRY, GEOPHYSICS, GEOSYSTEMS, 19: 1-25. https://doi.org/10.1029/2018GC007673
2. Magyari EK, Veres D, Braun M & Buczkó K 2018: Providing long environmental records of Late Quaternary climatic oscillations in the South Carpathian Retezat Mountains (PROLONG) – an introduction to the project. QUATERNARY INTERNATIONAL 477: 1-6. http://real.mtak.hu/87135
3. Pazonyi P, Virág A, Podani J & Pálfy J 2018: *Microtus (Microtus) nivaloides* from the Somssich Hill 2 site (southern Hungary): An Early Pleistocene forerunner of modern ‘true’ Microtus voles revealed by morphometric analyses. QUATERNARY INTERNATIONAL, 481: 61-74. http://real.mtak.hu/id/eprint/91066

MTA–PE LEVEGŐKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gelencsér András, az MTA doktora
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
telefon: (88) 624 000/6055
e-mail: gelencs@almos.uni-pannon.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai ellenőrzött körülmények között különböző hulladékokat, elsősorban műanyagokat illetve műgyantát tartalmazó faipari termékeket kísérleti berendezésben égetnek, a mintákban azonosítják az egyes műanyagok égésére jellemző potenciális nyomjelző vegyületeket. Vizsgálják a különböző C/O arányú, a látható fényt abszorbeáló szerves anyagok, köztük a kátránygömbök optikai tulajdonságait a részecskék kémiai összetételének (C/O arány) függvényében. Nagyfelbontású mobil műszeregyüttes segítségével mérik az aeroszol abszorpciós és szórási koefficiensének tér- és időbeli eloszlását téli időszakban, nagyobb légszennyezettségi helyzetekben. Retrospektív adatok alapján vizsgálják a téli időszakokban Magyarországon előforduló hidegpárnás, párás-ködös helyzetekben létrejövő légszennyezettségi állapotok meteorológiai és kémiai paramétereit. Vizsgálják a ködképződés illetve a párás helyzetek kialakulásának a felszínközeli sugárzási viszonyokra és ezen keresztül a hőmérsékletre gyakorolt hatását, a hőérzet alakulását illetve az ebből adódó becsült kibocsátás változásokat. A megfigyelt látótávolság és relatív nedvesség adatok alapján számítják az extinkciós együttható higroszkópos növekedési tényezőjét és meghatározzák annak évszakos változékonyságát.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Teszt égetőberendezésben különböző műanyagokat (PP, PE, PET, PVC, PS), illetve faipari termékeket (OSB lap, bútorlap) égettek, a keletkező részecskéket pedig nagy térfogatáramú mintavevővel hígítás után kvarcszűrőre gyűjtötték. A szűrőre történő mintavétel mellett mérték a részecskék optikai tulajdonságait is. A szűrők oldószeres extrakciója után a mintákat gázkromatográfia-tömegspektrometria módszerével elemezték, meghatározták az egyes hulladéktípusok lehetséges nyomjelző vegyületeit. A gázkromatográfiás mérések a mintákban a poliaromás szénhidrogének (PAH), illetve oxidált poliaromás szénhidrogének (oxo-PAH) jelenlétét mutatták ki. A laboratóriumi égési kísérletekben gyűjtött minták többségében 1,3,5-trifenil-benzolt és trisz (2,4-di-terc-butil-fenil)-foszfátot azonosítottak. Ezeket a vegyületeket korábban a szakirodalomban a műanyagok égetésének univerzális nyomjelzőjeként írták le. A laboratóriumi égési kísérletekben gyűjtött mintákban, a nem forrásspecifikus PAH-ok és oxo-PAH-ok mellett specifikus nyomjelző vegyületeket is azonosítottak: A 2-(benzoil-oxi)-etil-vinil-tereftalát és az etán-1,2-diil-divinil-ditereftalát a PET-égetése során (elsősorban az égés pirolitikus szakaszában) kerülhet a légkörbe, míg az 5-hexén-1,3,5-triil-tribenzol (sztirol-trimer) a polisztirol égetésének nyomjelzője lehet.

Veszprémben a 2018-as fűtési időszakban, egy mobil műszeregyüttes segítségével mérték az aeroszol optikai tulajdonságait (szórási és abszorpciós koefficiensét). A GPS koordinátákat a mérések során folyamatosan rögzítették, az optikai adatokat pedig 5 másodpercenként mérték. Az 550 nm-en mért abszorpciós koefficiens átlagos értéke 14–33 Mm^{-1} között változott, az esti órákban fokozatosan csökkent, ami a forgalom intenzitásának csökkenésével is magyarázható. Az 550 nm-en mért szórási koefficiens nem mutatott ilyen csökkenő tendenciát, értéke 147 és 210 Mm^{-1} között változott, jelezve a légszennyezettség inhomogenitását a városban. Nagyobb

szórási és abszorpciós koefficiens értékeket mértek a város családi házas övezetében (az adatok felső decilisét ebben az övezetben mérték.) Az eredmények alátámasztják, hogy a háztartási tüzelés a levegőminőséget jelentősen befolyásolja.

A biomassza égése során nagy számban képződő, a látható fényt abszorbeáló szerves aeroszolok csoportjába tartozó, nagy széntartalmú (C/O moláris arány: ~10) légköri kátránygömbök oldhatósági tulajdonságait tanulmányozták. Ennek megismerése laboratóriumban, különféle kátrányokból előállított modell légköri kátránygömb részecskéken, három féle oldószerrel (nagy tisztaságú MilliQ ioncserélt víz, metil-alkohol, aceton) történt kísérletei alapján zajlott. A modell kátránygömb részecskék oldhatóságát a kvarcszűrőn összegyűjtött és az oldószer-oldható frakció kinyerése után visszamaradt aeroszol minták mért széntartalom-különbsége alapján határozták meg. Emellett Raman spektroszkópia segítségével is vizsgálták a modell légköri kátránygömb minták különféle oldószerekkel kinyert, majd beszárított kivonatait és az oldószeres kezelés után visszamaradt minták szerkezeti struktúráját (rövidtávú rendezettségét). Megállapították, hogy a modell kátránygömbök oldószerekben oldhatatlan frakciója rövidtávúan rendezett, aromás szerkezettel rendelkezik, míg az oldószer-oldható frakciója – ami nem mutatott rövidtávú rendezettséget – kisebb molekulatömegű, amorf szerves anyagból épül fel.

Vizsgálták az aeroszol részecskék vízfelvételének a mért tömegkoncentrációra gyakorolt hatását. Megállapították, hogy az őszi és téli mintákban a tömegkoncentráció szabványos (RH=50±5%-on történő) mérése a részecskék víztartalma miatt átlagosan 6,0–10,7%-os pozitív hibát okoz a száraz (RH=20–25%) tömegkoncentrációhoz képest. Tanulmányozták, hogy a 24 órás átlagos PM_{10} tömegkoncentráció meghatározásához alkalmazott béta abszorpciós monitor adatai hogy viszonyulnak a száraz tömegkoncentrációhoz. Megállapították, hogy a monitor a nyári, őszi és téli kampányok során 15–19%-kal, a tavaszi kampány során mintegy 8%-kal mért magasabb PM_{10} koncentrációt. A mérőhelyen megfigyelt látótávolság és relatív nedvesség adatok alapján meghatározták az extinkciós együttható higroszkópos növekedési tényezőjét. Ezeket az adatokat összehasonlították a tömegmérésből, valamint termodinamikai modellből (AIM modell) származó higroszkópos tömegnövekedéssel. Mindhárom módszerrel becsült növekedési értékek között szignifikáns lineáris kapcsolatot van, azaz a különböző módszerek megfeleltethetők egymásnak. Kimutatták, hogy a látótávolság adatokból származtatott növekedési tényező jó alapot szolgáltathat a higroszkóposságot figyelembe vevő közelítő (ún. proxy) eljárásnak. A kutatási eredmények rávilágítottak arra is, hogy a látótávolság adatok felhasználhatók a PM_{10} koncentráció és az aeroszol száraz extinkciós együtthatójának retrospektív elemzésére, az aeroszol koncentráció és extinkció visszamenőleges rekonstruálásra is, amely a klímamodellezés számára értékes információkat szolgáltathat.

2018-ban a retrospektív adatok alapján vizsgálták a téli időszakokban Magyarországon előforduló hidegpárnás, párás-ködös helyzetekben létrejövő légszennyezettségi állapotok meteorológiai és kémiai paramétereit. A vizsgálatok során megállapították, hogy a 2007–2017 közötti időszakokban 29%-ban fordult elő párás és 11%-ban ködös helyzet. A párás és ködös időszakokban eleinte intenzív ütemben volt megfigyelhető a PM_{10} tömegkoncentráció emelkedése, ami a párás napokon ~160%-on, míg a ködös napokon kb. 60 óra elteltével ~170%-on stabilizálódik. Továbbá megállapították, hogy a ködös időszakokban a kén-dioxid mennyisége átlagosan 80%-ra csökken, mindezek mellett a köd kialakulásának első néhány órájában az ózon mennyisége jelentőse csökkent, majd kb. 30 óra után újra emelkedett.

A reszuszpendálható por belélegezhető frakciójában kimutatták a kizárólag ürülékből származó epesav vegyületeket gázkromatográfia tömegspektrometria módszerével. Az összes epesav tömegkoncentráció a városi reszuszpendált aeroszol PM_{10-1} frakciójában 9,1 $\mu g\ g^{-1}$, melynek egészségügyi hatása nem elhanyagolható. Az azonosított másodlagos epesavak (LCA, DCA,

CDCA és HDCA) egyértelműen jelzik az ürülék jelenlétét. Az LCA és DCA együttes jelenléte utal az emberi, állati és madaraktól származó ürülékre. A CDCA a madárürülékek közül a galambok, a HDCA pedig a patkányok jelenlétét jelezheti városi környezetben. A kutatócsoport tagjai meghatározták a reszuszpendálható városi aeroszol PM_{10-1} frakciójának összes foszfor koncentrációját részecske indukált röntgen-emissziós módszer segítségével, mely 2 mg g^{-1} volt. A mért koncentráció értékek illetve a szakirodalomból ismert adatok segítségével megbecsülték, hogy az ürülék hozzájárulása a reszuszpendálható városi porhoz ~0,14 (m/m) %. Ezen arányok alapján megállapítható, hogy városi környezetben a belélegezhető porban lévő ürülék potenciális egészségügyi kockázatot jelent.

b) Tudomány és társadalom

Középiskolások számára meteorológiai és levegőkémiai tárgyú ismeretterjesztő előadásokat tartottak középiskolákban, a Kutatók éjszakája valamint a Pannon Egyetem által rendezett Környezettudományi Diáktábor programjain. A kutatócsoport vezetőjével az éghajlatváltozás illetve a levegőszennyezés témakörében a sajtóban, rádióban és televízióban több alkalommal interjú készült.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai az MTA-SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport tagjaival közösen részt vettek az „EMEP/ACTRIS/COLOSSAL winter campaign" elnevezésű nemzetközi mérési kampányban, amelynek célja aeroszoloptikai eszközök forrásazonosításban való alkalmazhatóságának vizsgálata volt. A kutatócsoport tagjai részt vettek a Kémiai környezetvizsgáló módszerek című tárgy oktatásában, BSc- és MSC-szakdolgozatok témavezetésében, a „Kémiai és Környezettudományok Doktori Iskola" munkájában.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

„Service Contract for analysing the effect of residential solid waste burning on ambient air quality in Central and Eastern Europe and potential mitigation measures" című EU DG ENV 07027737/2018/788206/SER/ENV.C3 szolgáltatási projektben konzorciumvezető. A projekt összes költségvetése: 734 000 EUR; konzorciumi partnerek: Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, National Institute of Research and Development for Optoelectronics (INOE 2000) Magurele, Románia, Vlaamse Instellung Voor Technologisch Onderzoek (VITO) Mol, Belgium, Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. Duisburg, Németország; megvalósítási időszak: 2018. december 11.–2020. november 30.; saját bevétel: 214 800 EUR.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Tóth Á, Hoffer A, Pósfai M, Ajtai T, Kónya Z, et al. (5 Kiss G, Gelencsér A): Chemical characterization of laboratory-generated tar ball particles. ATMOS. CHEM. PHYS., 18: 10407-10418 (2018), https://doi.org/10.5194/acp-18-10407-2018, http://real.mtak.hu/id/eprint/85421
2. Pandolfi M, Alados-Arboledas L, Alastuey A, Andrade M, Angelov C (25 Hoffer A), et al.: A European aerosol phenomenology – 6: scattering properties of atmospheric aerosol particles from 28 ACTRIS sites. ATMOS. CHEM. PHYS., 18: 7877-7911 (2018), https://doi.org/10.5194/ acp-18-7877-2018, http://real.mtak.hu/id/eprint/85423
3. Andrews E, Sheridan P, Ogren J, Hageman D, Jefferson A, et al. (12 Hoffer A), et al.: Overview of the NOAA/ESRL Federated Aerosol Network. BULL. AMER. METEOR. SOC.(2018), doi:10.1175/BAMS-D-17-0175.1, 2018, in press. http://real.mtak.hu/id/eprint/85401

MTA–PTE MOLEKULÁRIS KÖLCSÖNHATÁSOK AZ ELVÁLASZTÁS-TUDOMÁNYBAN KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Felinger Attila, az MTA levelező tagja
7624 Pécs, Ifjúság útja 6.
telefon: (72) 501 500/24582; fax: (72) 501 518
e-mail: felinger@ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az ötéves kutatási tervben célul tűzték ki a kromatográfiás elválasztási folyamatok részleteinek feltárását, illetve elektroforézis esetén a kapillárisban lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok megértését, hiszen azok alapvetően befolyásolják a retenciót, a szelektivitást, illetve a csúcsok alakját és szélesedését, ennélfogva az elválasztás hatékonyságát. Kutatásaik célja, hogy a nemlineáris és a lineáris kromatográfia módszereivel is jellemezzék a molekuláris kölcsönhatásokat, apoláris és poláris állófázisok alkalmazásakor egyaránt.

A környezeti, biológiai, és egyéb eredetű analitikai minták rendkívül összetettek, nagyszámú komponenst tartalmaznak. Ezen minták analitikai vizsgálatai során olyan elválasztási rendszerekre van szükség, amelyek nagy hatékonyságot, nagy csúcskapacitást biztosítanak. A modern folyadékkromatográfia gyakorlatában számos fázisrendszer, számos állófázis érhető el.

2018-ban elsősorban azt tanulmányozták, hogy az ultrahatékonyságú folyadékkromatográfiában a súrlódási hő hatása milyen módon küszöbölhető ki. Tanulmányozták a szupramolekuláris kölcsönhatások kialakulásának nyomásfüggését. Kidolgoztak egy modellt az enantiomerek elválasztása során fellépő racemizáció megértésére és jellemzésére.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A súrlódási hő hatása a retencióra és az elválasztás hatékonyságára

Ultrahatékonyságú folyadékkromatográfiában a 2 μm-nél kisebb szemcseméretű állófázissal töltött oszlopokon a súrlódási hő jelentős mértékű felmelegedést – axiális hőmérséklet gradienst – okoz. A súrlódási hő hatását általában az oszlopok termosztálásával igyekeznek kompenzálni. Az oszlop külső falának hűtése azonban radiális hőmérséklet gradienst hoz létre, ami lerontja az elválasztás hatékonyságát. Kísérleteik alapján rámutattak arra, hogy az oszlop szigetelésével a radiális hőmérséklet gradiens megszüntethető. Így az elméleti tányérmagasság mintegy 20–25%-kal csökkenthető, azaz ilyen mértékben növelhető az elválasztás hatékonysága.

Rezorcinarén-alapú kavitandok retenciója fordítottfázisú folyadékkromatográfiában

A kavitandok üreggel rendelkező makrociklusos vegyületek, amelyek alkalmasak úgynevezett gazda-vendég (host-guest) kölcsönhatások kialakítására. A kavitandokat számos területen alkalmazzák, mint például kémiai szenzorként, biológiai fontosságú molekulák felismerési folyamataiban, kromatográfiás elválasztások során állófázishoz kötve, illetve adalékanyagként. Folytatták a kavitandok kromatográfiás viselkedésének tanulmányozását. Általánosságban a nyomás növekedésével nő a retenciós idő, ami nagy molekulaméretű minták (pl. fehérjék, peptidek) esetén nagyobb mértékű, mint kismolekulák esetén. E hatás elsősorban a molekulák moláris térfogatváltozásával hozható összefüggésbe, amit a szolvátburok méretének, a molekula konformációjának változása befolyásol. Ha lecsökken a molekula szolvátburka, nő a hidrofóbicitás, a retenciós tényező pedig növekszik fordított fázisú tölteten. A kísérleteket metanol/víz mozgó fázist alkalmazva, BDS Hypersil, XTerra C_8 és C_{18} állófázisokon végezték,

a nyomás növelését különböző hosszúságú szűkítő kapillárisok oszlop utáni elhelyezésével érték el.

Enantiomerek racemizációs sebességi állandójának meghatározása

Enantiomerek bizonyos körülmények között egymásba átalakulnak. Ha ez a racemizáció folyadékkromatográfiás elválasztás közben zajlik le, akkor két jól elválasztott csúcs helyett a két csúcs között egy plató figyelhető meg és a csúcsalak az átalakulás és az elválasztás sebességétől függ. Kidolgoztak egy modellt a kromatográfia sztochasztikus elmélete alapján, amellyel a mért kromatogramokból az enantiomerizáció sebességi állandója meghatározható. A modell alapján egy gyógyszerhatóanyag elválasztás közben lejátszódó racemizáció kinetikáját jellemezték. A kromatográfiás körülmények mellett meghatározott paraméterek jó egyezést mutatnak az optikai mérésekkel kapott eredményekkel.

A van't Hoff ábrázolás bizonytalanságai folyadékkromatográfiában

Munkájuk célja az volt, hogy a különböző kromatográfiás elválasztási körülmények van't Hoff ábrázolásra gyakorolt hatásainak vizsgálatával felhívják a figyelmet a módszer alkalmazhatóságának korlátaira. Különböző retenciós mechanizmusú HPLC oszlopokat egymás után kötve heterogén állófázist hoztak létre. A térfogatáramot változtatva tanulmányozták a retenciós tényezők, valamint a számított entalpia- és entrópiaváltozások nyomásfüggését. Megállapították, hogy a térfogatáram és az oszlopon kialakuló átlagnyomás alapvetően befolyásolja a számított termodinamikai paraméterek értékeit. A vizsgált tartomány szélső pontjai között 90%-kal változik a számolt entalpia- és entrópiaváltozás értéke. Az egyes kölcsönhatásokra számolt termodinamikai paraméterekből nem számíthatók lineáris kombinációval a két féle kölcsönhatást tartalmazó rendszerre kapott értékek.

b) Tudomány és társadalom

Kutatómunkájuk jellegéről, az elválasztástudomány alapjairól a Pécsi Tudományegyetem és az UnivTV szervezésében folyó *Nyitott egyetem* sorozatban *„Az elválasztás művészete"* címmel tartott tudománynépszerűsítő előadást a kutatócsoport vezetője 2015. november 10-én. Az előadást még 2018-ban is több helyi tv-csatorna programjára tűzte.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A folyadékkromatográfiás állófázisok jellemzése témakörben szoros együttműködést folytattak egy Egyesült Államokban dolgozó kutatóval (Waters Coproration, USA).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

OTKA 125312: A folyadékkromatográfia molekuláris kölcsönhatásainak vizsgálata, 2017-2021, 48 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Lambert N, Felinger A: The effect of the frictional heat on retention and efficiency in thermostated or insulated chromatographic columns packed with sub-2-µm particles. JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A 1565:89–95 (2018) http://real.mtak.hu/91018.
2. Prauda I, Bartó E, Felinger A: Influence of pressure on the retention of resorcinarene-based cavitands. JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A 1535:123–128 (2018) http://real.mtak.hu/91016
3. Sepsey A, Németh D R, Németh G, Felinger A: Rate constant determination of interconverting enantiomers by chiral chromatography using a stochastic model. JOURNAL OF CHROMATOGRAPHY A 1564:155–162 (2018) http://real.mtak.hu/91017

MTA–PTE NAGYINTENZITÁSÚ TERAHERTZES KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Hebling János, az MTA doktora
7623 Pécs, Ifjúság útja 6.
telefon: (72) 501 528; fax: (72) 501 571
e-mail: hebling@fizika.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A 2017–2022 évekre vonatkozó 5 éves kutatási tervek a következő témákat tartalmazzák:

- Biológiai szempontból érdekes anyagok és ionfolyadékok lineáris terahertzes spektroszkópiai (TDTS) vizsgálata.
- Fényhasznosító rendszerek vizsgálata.
- Extrém nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítására vonatkozó elméleti és kísérleti kutatások. Ebbe beletartozik a LN és félvezető alapú THz-es források, a hibrid technológián alapuló THz-es források, és a kontrollált hullámformát előállító THz-es források vizsgálata is.
- Anyag – erős THz-es tér kölcsönhatás vizsgálata.
- Egyciklusú attoszekundumos impulzusok előállítása.
- Töltött részecskék gyorsítása extrém nagy térerősségű THz-es impulzusokkal.

Az előzetes terveknek megfelelően ezen hat fő téma mindegyikében végeztek kutatási tevékenységet. Az ötéves kutatási tervben az egyes évek között annyi különbség van, hogy a harmadik fő témában az első két évre nem tervezték a kontrollált hullámformájú THz-es impulzusok előállítását, és az utolsó fő témában az első két évre nem tervezték a protongyorsítás vizsgálatát.

A számos kutatási rész-célkitűzések közül egyedül a negyedik fő témán belüli THz-es pumpa – próba méréseket nem tudták elvégezni, mivel a mérőberendezés pumpáló lézere elromlott.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

2018-ban a kutatócsoport a fent megjelölt hat fő téma közül a következő háromban érte el a legjelentősebb eredményeket:

Extrém nagy térerősségű THz-es impulzusok előállítása

A kutatócsoport munkatársai még 2017-ben javaslatot tettek egy egyciklusú THz-es impulzusok előállítására szolgáló új típusú, döntött impulzusfrontú gerjesztő elrendezésre (NLES), és erre az elrendezésre vonatkozó numerikus szimulációkat végeztek. Minderről egy 2017 végén az Optics Express folyóiratban megjelent cikkben számoltak be. Ebben az elrendezésben, az eddigi döntött impulzusfrontú gerjesztő elrendezésekkel szemben, nincs szükség prizma alakú nemlineáris kristály alkalmazására. Ez nemcsak az elérhető THz-es energia és térerősség jelentős további növelését teszi lehetővé, hanem azt is, hogy az ilyen THz-es forrással jó minőségű (és így jól fókuszálható) THz-es nyalábot állítsunk elő. 2018-ban a kutatócsoport tagjai megvalósítottak egy ilyen új típusú döntött impulzusfrontú gerjesztő elrendezést és kísérletileg demonstrálták annak működőképességét. Az erről beszámoló kéziratot az Optics Letters folyóirat közlésre elfogadta.

Emellett a kutatócsoport javaslatot tett az elrendezés továbbfejlesztésére. Ez az új elrendezés már nem tartalmaz leképezést. Ez egyrészt egyszerűbbé teszi az elrendezést, másrészt az előállított THz-es impulzusok energiájának további felskálázását teszi lehetővé. Numerikus

szimulációk alapján ráadásul, –a pumpáló impulzus időtartamától függően–, 20 – 100 %-al nagyobb energia konverziós hatásfok érhető el, mint az előző évben javasolt NLES elrendezéssel. Az erről szóló kéziratukat az Optics Express folyóirat közlésre elfogadta.

2018-ban a leképezés nélküli NLES THz-es forrásra vonatkozóan szabadalmi kérvényt nyújtottak be.

Numerikus szimulációkkal megmutatták, hogy az általunk korábban kifejlesztett kontakt-rácsos THz forrásban nemlineáris optikai anyagként GaP-ot használva (ZnTe helyett), és pumpáló forrásként az általunk korábban javasolt és vizsgált speciális (duplán csörpölt) optikai parametrikus erősítő (OPA) időbeli modulációval rendelkező impulzusait használva, akár 1 mJ energiájú, néhány (változtatható számú) optikai ciklust tartalmazó THz-es impulzusok kelthetőek. Az előállított THz-es impulzusok frekvenciája hangolható a 0.1 – 7.0 THz tartományon, és az energia konverziós hatásfok 5 %-nál is nagyobb lehet.

Egyciklusú attoszekundumos impulzusok előállítása

2014-ben egy PRL cikkben számoltak be arról, hogy numerikus szimulációk szerint lehetőség van vevő – burkoló – fázis (CEP) stabil attoszekundumos (as) impulzusok előállítására relativisztikus elektronok felhasználásával. Ennek azért van nagy jelentősége, mert a szokásos, magas harmonikus keltésen alapuló as keltés esetén ez nem lehetséges. 2018-ban több, ezzel a technikával kapcsolatos kutatást végeztek. Valós, a DESY FLASH elektronnyalábjának paramétereivel rendelkező elektroncsomaggal végeztek szimulációkat. Ezek megerősítették korábbi következtetésüket. Egy Frontiers in Physics cikkben számoltak be erről.

Szimulációt végeztek olyan esetre, amikor a relativisztikus elektroncsomagot (nagyméretű és költséges LINAC helyett) lézeres plazma gyorsító állítja elő. Számolásaik szerint 60 nJ energiájú 90 – 400 as időtartamú CEP stabil VUV impulzusok állíthatók elő ilyen módon.

Megvizsgálták azt a lehetőséget is, amikor mágneses undulátor helyett nagyenergiájú THz-es impulzus kényszeríti sugárzásra az elektronokat.

Töltött részecskék gyorsítása extrém nagy térerősségű THz-es impulzusokkal

A fókuszált THz-es impulzusokkal történő elektrongyorsítást alkalmazó elrendezéssel kapcsolatos 2017-ben megkezdett numerikus szimulációkat befejezték. Ezek alapján mJ energiájú THz-es impulzusokkal 140 keV energiájú, +/-15 keV energiaszórású, 1 pC töltésű elektroncsomagokat lehet előállítani. Kutatásaik szerint az elérhető elektronenergia növelhető, ha adott THz energia több pumpáló nyalábba van elosztva, és ha a nyalábok nem pontosan ellentétes irányban haladnak.

b) Tudomány és társadalom

2018-ban több ismeretterjesztő, tudománynépszerűsítő rendezvényen vettek részt a kutatócsoport tagjai. Az országos Kutatók Éjszakája rendezvénysorozatnak a PTE TTK Fizikai Intézete által szervezett rendezvényén a kutatócsoport tagjai is szerepeltek. Részt vettek a Tudomány Napja pécsi rendezvényén, több alkalommal szerepelt a kutatócsoport tagja az ELFT AMKE, az MTA Pécsi Területi Bizottsága és a PTE Fizikai Intézete közös szemináriumi sorozatán. Az MTA Lézerfizikai Tudományos Bizottsága Fény és anyag – határok nélkül címmel megrendezett tudományos előadóülésén is hangzott el előadás a kutatócsoport által elért eredményekről. Több kutatócsoporti tag is tartott bemutató előadást a PTE Szentágothai János Kutatóközpont közössége számára. A kutatócsoport tagjai több alkalommal vettek részt középiskolai szakmai napokon.
Országosan, és a dél-dunántúli régió médiumaiban többször jelent meg újságcikk, riport a kutatócsoport által elért eredményekről.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

2018. márciusában a kutatócsoport több tagja előadással járult hozzá az OSA (Optical Society) által szervezett „High-brightness Sources and Light-driven Interactions" nemzetközi kongresszus programjához. Itt a terahertzes tudomány vezető csoportjaival megegyeztünk abban, hogy a terahertzes gyorsítás aktuális problémáiról workshopot rendezünk Pécsett.

Májusban Berlinben megrendezésre került az EOS Topical Meeting on Terahertz Science & Technology konferencia, amelynek társelnöke és egy meghívott előadója a kutatócsoport egy – egy tagja volt. A rendezvényen több prezentációval bemutatásra kerültek a csoport eredményei.

Június folyamán Siklóson került megrendezésre (a márciusi megegyezésnek megfelelően) az „International Workshop on Terahertz-Driven Accelerators" című workshop. A résztvevők között a hamburgi DESY, a svájci Paul Scherrer Institute, a Karlsruhe Institute of Technology, a Lancaster és Manchester egyetemek és az ELI-ALPS kutatói szerepeltek.

A kutatócsoport két tagjának szerzőségével szabadalmi bejelentéseket tettek az Európai Szabadalmi Hivatalnál relativisztikus elektroncsomagok előállítására (01786EP), valamint nagy térerejű terahertzes forrásra (01821EP) vonatkozóan.

A kutatócsoport mindegyik tagja jelentős oktatási tevékenységet is végzett a PTE Fizikai Intézetében, illetve a PTE Fizika Doktori Iskolájában.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport vezetőjének meghatározó részvételével támogatást nyert el a 2018-1.2.1-NKP-2018-00010 felhívás keretében a PTE, az MTA Atommagkutató Intézete, és az MTA Energiatudományi Kutatóközpontja által alkotott konzorcium, melynek a PTE a vezetője. A pécsi költségvetés mintegy 300 M Ft.
Támogatást nyert el továbbá a 2018-1.2.1-NKP-2018-0009 felhívás keretében egy, az MTA-SZBK által vezetett konzorcium, melyben a PTE együttműködő szerepet tölt be kutatócsoporti tag irányításával. A pécsi költségvetés közel 80 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az elmúlt év legfontosabb eredményei a következő folyóirat-közleményekben jelentek meg:

1. Tóth Gy; Tibai Z; Sharma A; Fülöp JA; Hebling J: Single-cycle attosecond pulses by Thomson backscattering of terahertz pulses. JOURNAL OF THE OPTICAL SOCIETY OF AMERICA B: OPTICAL PHYSICS 35: A103-A109 (2018)
2. Nugraha P; Krizsán G; Polónyi Gy; Mechler M; Hebling J; Tóth Gy; Fülöp JA: Efficient semiconductor multicycle terahertz pulse source. JOURNAL OF PHYSICS B: ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS 51: 9: 094007 (2018)
3. Tibai Z; Tóth Gy; Nagyváradi A; Gyöngy A; Fülöp JA; Hebling J; Almási G: Carrier-Envelope-Phiase Controlled Attosecond Pulse Generation by Undulator Radiation. FRONTIERS IN PHYSICS 6: 140 (2018)
4. Tibai Z; Unferdorben M; Turnár Sz; Sharma A; Fülöp JA; Almási G; Hebling J: Relativistic electron acceleration by focused THz pulses. JOURNAL OF PHYSICS B: ATOMIC MOLECULAR AND OPTICAL PHYSICS 51: 13: 134004 (2018)
5. Tibai Z; Tóth Gy; Nagyváradi A; Sharma A; Mechler MI; Fülöp JA; Almási G; Hebling J: Laser-plasma accelerator based single-cycle attosecond undulator source. APPLIED PHYSICS B - LASERS AND OPTICS 124: 113 (2018)

MTA–PTE SZELEKTÍV KÉMIAI SZINTÉZISEK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kollár László, az MTA levelező tagja
7624 Pécs, Ifjúság u. 6.
telefon: (72) 503 600 / 24153; fax: (72) 501 518
e-mail: kollar@gamma.ttk.pte.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 2012. júliusában alakult meg. 2017. júliusában újabb ötéves periódusra kapott támogatást a *'Homogénkatalitikus, szintetikus fontosságú reakciók'* című kutatási témában benyújtott pályázatára. (A kutatócsoport neve változatlan.)

A 2018-as kutatási évben – a benyújtott pályázatban megfogalmazott célkitűzésekkel szoros összhangban – a kutatócsoport tagjai legfontosabb feladatként olyan új típusú homogénkatalitikus reakciók kifejlesztését jelölték meg, amelyek a korábban is vizsgált kismolekulák (CO, CO_2, H_2) mellett új szerkezeti és szintetikus analógok (alkil-izonitrilek (C=NR), SO_2) aktiválásával járnak.

A kutatási évre tervezett reakciók segítségével lehetőség nyílik olyan termékek szelektív, rövid úton történő szintézisére, amelyek a szintetikus kémia hagyományos reakcióival nem, vagy rendkívül körülményesen oldhatók meg. Az építőelemek homogénkatalitikus beépítésével a többlépéses szintézisek védőcsoport-kiépítés/védőcsoport-eltávolítás lépései kikerülhetők (köszönhetően az átmenetifém-katalizált reakciók jó funkciós-csoport tűrésének), a szintézisút lerövidülésével a céltermékek hozama látványosan javítható.

Ugyancsak fontos, több kutatási éven átívelő kutatómunkájuk irányul a reakciók környezetbarát módon történő megvalósítására. Ennek két elemével foglalkoznak: alternatív szén-monoxid források keresése, új, környezetbarát (pl. biomassza alapú) oldószerek vizsgálata.

Ugyanakkor fontosnak tartják megjegyezni, hogy a kutatómunka célja nem egy konkrét vegyületcsalád tagjainak szintézise, hanem általános összefüggések megállapítása és olyan *nagy kemo-, regio- és enantioszelektívitású, széles körben alkalmazható, környezetbarát új reakciók kifejlesztése*, amelyek számos gyakorlati fontosságú vegyületcsalád szintézisében juthatnak fontos szerephez. Ily módon a *homogén katalizátorok szerkezetének és elemi reakcióinak megismerése*, a katalitikus reakciók mechanizmusának tisztázása is alapvető fontosságú.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A 2018-as kutatási évben elért legfontosabb eredmények mellett (ld. alább, 1-7. pont) a kutatócsoport további publikációkat jelentetett meg *a katalizátorok hordozókon történő rögzítése, szupramolekuláris rendszerek nagyszelektivitású funkcionalizálása, néhány szteroidális karbonsavamid szintézise és ioncsatornákra gyakorolt hatásának vizsgálata* területén, melyeket az MTMT-ben feltüntettünk, de itt csak a legfontosabb eredményeket soroljuk fel (a megfelelő hivatkozásokkal [1-9]).

1) Az átmenetifémeket tartalmazó katalizátorok legjelentősebb csoportját a foszfin-komplexek képezik. Bár az egyfogú P-ligandumok sztérikus és elektronikus paramétereinek leírására tankönyvekben is megtalálható, a katalitikus szempontból kitüntetett jelentőségű kétfogú

ligandumok jellemzése nem megoldott. Ródium(I) és Pd(0) komplexek esetében kvantumkémiai számításokkal teremtettek korrelációt a kísérleti úton meghatározott és a számított Tolman-féle elektronikus paraméterek között. Vizsgálták továbbá a *transz* hatás és a ligandumok közötti összefüggést Rh-hidrido karbonil komplexek esetében [1].

2) Megállapították, hogy aminotiazol és aminotiadiazol nukleofilekkel a különböző jódaromások (elsősorban 4-szubsztituált jódaromások) szelektív aminokarbonilezési reakcióban karbonsavamidokká alakíthatók [2]. Különböző gyűrűtagszámú aminolaktámokat aminokarbonilezési reakcióban alkalmazva ugyancsak a karbonsavamid keletkezett döntően, a megfelelő 2-ketoamid csak nyomokban képződött [3].

3) A korábban vizsgált jódaromások és az egyre szélesebb körben alkalmazott jódalkének mellett felvetődött a jódalkinek (mint potenciális szubsztrátumok) palládium-katalizált aminokarbonilezési reakcióban történő vizsgálata. A további szintézisekben is jól alkalmazható építőelemeket (alkinilamidokat, 'inamidokat') állítottunk elő jó hozammal [4]. A jódalkének aminokarbonilezési reakcióját követő cikloizomerizáció új oxazol-származékokat eredményezett palládium-katalizált 'egy-edényes' reakcióban [5].

4) Nukleofilként szubsztituált fenolokat, szubsztrátumként jódaromások széles körét alkalmazva aril-benzoátok sorozatát szintetizálták, vizsgáltuk a reakciókörülmények hatását. Megállapították, hogy a reakcióban eredményesen alkalmazható a paraformaldehid szén-monoxid forrásként [6].

5) Igazolták, hogy az alkén hidroformilezési reakciók primer termékei, a telített aldehid-regioizomerek megfelelő oldószerek (pl. aldol kondenzációra képes metil-ketonok (aceton, acetofenon, stb.) alkalmazásával jó hozammal α,β-telítetlen ketonokká alakíthatók át [7].

6) A szén-monoxiddal szoros szerkezeti analógiát mutató izonitrilek beékelődési reakciójával megvalósítható az amid-analóg funkciós csoport, az amidin-csoport kialakítása [8]. Bár a reakcióban többféle N-nukleofil is sikeresen alkalmazható, az izonitril-származékok közül csupán a *terc*-butil-izocianid mutatott beékelődési hajlandóságot.

7) A kutatócsoport fontos célkitűzése a leggyakrabban használt, nagy környezetterhelést jelentő oldószerek (DMF, DMSO, aromások) környezetbarát oldószerekkel történő helyettesítése. A korábban karbonilezési reakciókban már sikeresen alkalmazott γ-valerolaktonból (GVL) ionfolyadék állítható elő, mely ellenionként szerves foszfónium- és ammónium-iont tartalmaz. Ez az oldószer sikeresen alkalmazható réz-katalizált Ullmann típusú reakcióban, azaz halogén-szubsztituált aromások közvetlen aminálására [9].

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által művelt terület a környezetbarát szintézisek, a zöldkémiai aspektusok révén szorosan kapcsolódik olyan, a társadalmat foglalkoztató kérdésekhez, mint pl. a környezetvédelem, új, biológiai fontosságú vegyületek előállítása. A szakterület népszerűsítéséhez a kutatócsoport tagjai a széles közvélemény számára is érthető előadások formájában járultak hozzá. A korábbiakhoz hasonlóan a kutatócsoport tagjai 2018-ban is a PTE valamennyi kutatója számára nyilvános szemináriumokat tartottak a Szentágothai János Kutatóközpontban.

A kutatócsoport tagjai aktívan részt vesznek a PTE TTK szakmai közéletében, valamint a kémia alapszakos (BSc) és vegyész mesterszakos (MSc) hallgatók tehetséggondozásában (tudományos diákköri munka vezetése),'diploma-közeli' hallgatók munkájának irányításában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A beszámolási időszakban a MTA-PTE SzKSz Kutatócsoport kutatási kapcsolatot tartott fenn a Pannon Egyetem kutatóival (Skodáné Földes Rita; új, farmakológiai fontosságú heterociklusos jódaromások szintézise és alkalmazása homogénkatalitikus reakciókban), a BME kutatóival (Huszthy Péter; P-koronaéterek alkalmazása a koordinációs kémiában és katalízisben), a University of Coimbra kutatóival (Mariette Pereira; aminokarbonilezési és epoxidok karbonilatív gyűrűfelnyitási reakciói) és a University of Athens kutatóival (Panayotis Kyritsis, Vougioukalakis; új ródium-komplexek mint hidroformilező katalizátorok, valamint imidazolium-sók mint NHC-karbén-prekurzorok vizsgálata).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolási időszakban a kutatócsoport tagjai egy nagy összegű pályázat (GINOP-2.3.2-15-2016-00049) kutatási céljainak (farmakológiai fontosságú 'kismolekulák' szintézise és biokémiai, biológiai vizsgálata) megvalósításában, továbbá egy OTKA-pályázatban (K113177), valamint egy FIKP-pályázatban vettek részt.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. T. R. Kégl, L. Kollár, T. Kégl: Computational Characterization of Bidentate P-donor Ligands: Direct Comparision to Tolman's Electronic Parameters. MOLECULES 23, 2018, 3176; doi:10.3390/molecules23123176
2. M. Gergely, L. Kollár: Aminothiazoles and Aminothiadiazoles as Nucleophiles in Aminocarbonylation of Iodobenzene Derivatives. TETRAHEDRON 74 (2018) 2030-2040.
3. A. Takács, L Kollár: Aminolactames as *N*-nucleophiles in aminocarbonylation reaction. TETRAHEDRON 74 (2018) 6116-6128.
4. P. Szuroczki, B. Boros, L. Kollár: Efficient Synthesis of Alkynyl Amides via Aminocarbonylation of Iodoalkynes. TETRAHEDRON 74 (2018) 6129-6136.
5. P. Szuroczki, G. Mikle, L. Kollár: Synthesis of oxazol derivatives from iodoalkenes via aminocarbonylation–cycloisomerization sequence in one-pot reaction. MOL. CATAL. 452 (2018) 68-74.
6. A. Abu Seni, L, Kollár, L. T. Mika, P. Pongrácz: Rhodium-catalysed aryloxycarbonylation of iodo-aromatics by 4-substituted phenols with carbon monoxide or paraformaldehyde. MOL. CATAL. 457 (2018) 67-73.
7. L. Kollár, P. Pongrácz: Tandem hydroformylation/aldol condensation reactions: synthesis of unsaturated ketones from olefins. J. ORGANOMET. CHEM. 866 (2018) 184-188.
8. N. Pálinkás, L. Kollár, T. Kégl: Palladium-Catalysed Synthesis of Amidines via Isonitrile Insertion. ACS OMEGA 3, 2018, 16118−16126.

9. L. Orha, J. M. Tukacs, B. Gyarmati, A. Szilágyi, L. Kollár, L. T. Mika: Modular Synthesis of gamma-Valerolactone-based Ionic Liquids and Their Application as Alternative Media for Copper-catalysed Ulmann-type Coupling reactions. ACS SUSTAINABLE CHEM. & ENGINEERING 6 (2018) 5097-5104.

MTA–SZTE ANALÍZIS ÉS SZTOCHASZTIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Totik Vilmos, az MTA rendes tagja
6725 Szeged, Aradi vértanúk tere 1.
telefon: (62) 544 089; fax: (62) 544 548
e-mail: totik@math.u-szeged.hu; honlap: www.math.u-szeged.hu/MTA
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport a 2017. július és 2022. június közötti időszakra az alábbi alapkutatások végzését tűzte ki célul. (1) Ortogonális polinomok elmélete és annak alkalmazásai. (2) Polinom-egyenlőtlenségek elméletében a klasszikus Riesz-, Bernstein- és Markov-egyenlőtlenségek megadása Jordan-ívekre és görbékre mind polinomokra mind pedig racionális törtfüggvényekre. (3) Funkcionál-differenciálegyenletek dinamikájának megértése a globális attraktor leírásával, illetve a megoldások stabilitásának vizsgálatával. (4) Sztochasztikus folyamatok statisztikai vizsgálata és annak (biológiai, biotechnológiai, genetikai, pénzügyi és közgazdaságtani) alkalmazásainak kidolgozása. (5) Elágazó (Galton–Watson, CBI), Ornstein-Uhlenbeck, illetve affin folyamatok paramétereinek becslése, a paraméterek aszimptotikus viselkedésének leírása. (6) Lévy-folyamatok és korlátlanul osztható eloszlások vizsgálata.

A kutatócsoport 2017-ben új eredményeket ért el többek között véletlen fixpontegyenletek elemzésében és a differenciálegyenleteknél ismert hydrahatás megértésében.

2018-ban a kutatóhely fő feladatai a következők voltak:

*Klasszikus analízis***:** Bernstein-típusú egyenlőtlenség igazolása racionális törtfüggvényekre Jordan-görbéken. Homogén polinomokkal történő approximáció megadása nem konvex Lp egységgömbök felületén. Polinomok kritikus pontjai eloszlásának meghatározása.

*Valószínűségszámítás***:** Galton–Watson-folyamatok tanulmányozása: a lehetséges határeloszlások leírása, a reguláris változású folyamatok megértése. A sztochasztikus hővezetési egyenlet vizsgálata Lévy-zaj mellett.

Differenciálegyenletek: Adatátviteli sebesség változását modellező egyenletek, illetve bizonyos bifurkációs jelenségek vizsgálata. A 2018-ra kitűzött célok nagyrészt megvalósultak.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Klasszikus analízis

- Kiemelkedő kutatási eredmény az [2] dolgozat, amelyben a polinomok deriváltjaira vonatkozó klasszikus Bernstein (1912) és Markov (1889) polinom-egyenlőtlenségek megfelelője került igazolásra tetszőleges Jordan-görbékre és ívekre, és nem csak polinomokra, de azonnal tetszőleges racionális törtfüggvényekre is. Az eredmények minden esetben pontosak, tovább már nem javíthatók. Az irodalomban ez messze a legáltalánosabb és legpontosabb eredmény ebben a témakörben, korábban csak durva becslések voltak.
- A csoport emellett aszimptotikusan éles Markov- és Bernstein-típusú egyenlőtlenségeket igazolt magasabb rendű deriváltak esetén is. A megközelítés lényeges része egy újfajta, gyorsan csökkenő polinomcsalád.
- Megválaszolva Aptekarev, Draux, Kalyagin és Tulyakov egy problémáját, a csoport meghatározta az aszimptotikusan pontos Markov-konstanst L2 normában (az eredeti, egy

intervallumra és Jacobi-súlyokra vonatkozó kérdés helyett egy igen általános súlyosztályra). A legjobb konstans egy bizonyos Bessel-függvény legkisebb pozitív gyökével lett megadva.
- A Weirstrass approximációs tétel megfelelője került igazolásra homogén polinomokra nemkonvex zárt görbéken, pontosabban az Lp, $0<p<1$, egységkörön. Pontos feltétel van arra, hogy mely függvények approximálhatók.
- A kutatócsoport egy potenciálelméletből jövő minimax kérdéskört is vizsgált, amely számos alkalmazással bír.

Valószínűségszámítás és statisztika

- Kiemelkedő kutatási eredmény az [1] dolgozat, amely egy Wiener-folyamat és egy szubordinátor által meghajtott, ugró típusú Cox–Ingersoll–Ross-folyamat növekedési paramétere MLE becslésének tulajdonságait vizsgálja. A szubkritikus esetben aszimptotikus normalitást, a szuperkritikus esetben aszimptotikus kevert normalitást sikerült igazolni.
- A kutatócsoport meghatározta a Wiener-híd egy olyan általánosításának Karhunen–Loève-sorfejtését, mely fontos szerepet játszik az illeszkedés vizsgálatra vonatkozó próbák elméletében.
- A csoport egy erősen stacionárius, a síkon értelmezett Ornstein–Uhlenbeck-mező tér-idő transzformáltjaként reprezentálható véletlen mezőkre új példákat mutatott.
- Elegendő feltételeket adott arra, hogy egy nem feltétlenül stacionárius bevándorlásos Galton–Watson-folyamat tetszőleges időpontbeli eloszlása reguláris változású legyen. Egy többtípusos bevándorlásos elágazó Galton–Watson-folyamat független példányai tér- és időbeli aggregáltjának aszimptotikus viselkedését is sikerült leírni.
- A csoport olyan sztochasztikus differenciálegyenletek megoldásainak ergodikus tulajdonságait vizsgálta, melyekben a meghajtó zaj kétdimenziós Lévy-folyamat. Ilyen folyamatokra a legfontosabb példa az általánosított Ornstein–Uhlenbeck-folyamatok. Elegendő feltételeket adott a folyamatok ergodicitására, illetve a szubexponenciális és exponenciális konvergenciasebeségre is. A bizonyítások Foster–Ljapunov-módszerrel történnek. Néhány speciális esetben az eredmények optimálisak.
- A csoport meghatározta a megnyírt Lévy-folyamatok legnagyobb ugrásokra vett feltételes eloszlásának karakterisztikus függvényét, és alkalmazásként határeloszlás-tételeket igazolt ilyen folyamatokra.
- A független frakcionális Brown-mozgások időtől függő empirikus folyamatának erős approximációját is megtárgyalták.
- A csoport meghatározott egy olyan online (szekvenciális) eljárást, amely arra szolgál, hogy általános, diszkrét idejű paraméteres sztochasztikus folyamatok paraméterének megváltozását észlelje. Példaként tekintette a regressziós modelleket, az autoregresszív folyamatokat és a Galton–Watson-folyamatokat. Egy egyszerű, a paraméter egyszeri megváltozását jelentő alternatív hipotézis esetén vizsgálta a folyamat konzisztenciáját és a megváltozás idejét.

Differenciálegyenletek

A csoport egy adott parciális differenciálegyenlet néhány egyensúlyi megoldását adta meg megbízható numerikus módszer alkalmazásával.

b) Tudomány és társadalom

Kutatócsoporti tagok négy, a matematika tudományt népszerűsítő előadást tartottak a Kutatók Éjszakáján, egy tanároknak szervezett konferencián és az Eötvös Kollégium Matematika Műhelyében. További információk: http://www.math.u-szeged.hu/MTA/tudomanytars.html

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai két konferencia, illetve egy tavaszi iskola szervezésében vettek részt (IX Jaen Conference on Approximation Theory, Csörgő Sándor Emlékkonferencia, International Spring School on Computer-aided Modelling of Dynamical Systems). A tagok emellett 17-szer adtak elő szemináriumokon és konferenciákon. Az alábbi konferenciákon plenáris vagy meghívott előadást tartottak:

- Csörgő Sándor Emlékkonferencia, Szeged (plenáris előadás),
- ATI Workshop, Columbus, Ohio, USA (plenáris előadás),
- International Conference on Complex Analysis Dedicated to the memory of Andrei Gonchar and Anatoliy Vitushkin, Moszkva, Oroszország (plenáris előadás),
- The 4th Workshop on Branching Processes and Related Topics, Shanghai, Kína (meghívott előadás),
- Veszprém Conference on Differential and Difference Equations and Applications, Veszprém (meghívott előadás).

Az előadások teljes listája itt található: http://www.math.u-szeged.hu/MTA/eloadasok.html

Az év során a csoport tagjai hat külföldi kutatót láttak vendégül. Emellett a csoport három tagja folytatott kutatói tevékenységet külföldi egyetemen.

A csoport tagjai a Bolyai Intézettel való együttműködés keretében 8 elméleti és 19 gyakorlati kurzust tartottak. Vezetésükkel 5 BSc-szakdolgozat és 2 MSc-diplomamunka született.

A csoport egyik tagja Alexits György-díjat és az SZTE TTIK Tudományos Díját nyerte el. Ketten ÚNKP Bolyai+ Felsőoktatási Fiatal Oktatói, Kutatói Ösztöndíjat kaptak. Doktorjelölti kategóriában nyert ÚNKP Ösztöndíjat az egyik fiatal kutató.

Az MTA Matematikai Bizottság és a Smart Rendszerek Intézet vezetőségi tagja a kutatócsoport vezetője. A csoport egyik tagja lett a Bolyai Intézet Sztochasztika Tanszékének tanszékvezető egyetemi docense (2018. július 1.-től) és a Bolyai János Matematikai Társulat választmányi tagja.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport nem pályázott más támogatásra. Egyik tag részt vesz az NKFIH által támogatott, 125119 azonosító számú, „A folytonos és diszkrét matematikai modellek vizsgálata a biológiában, kémiában és a genetikában'" című pályázatban. Más, korábban indult NKFIH-pályázatokban is folyamatosan részt vesznek kutatócsoporti tagok.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Barczy M, Alaya M B, Kebaier A, Pap Gy: Asymptotic properties of maximum likelihood estimator for the growth rate for a jump-type CIR process based on continuous time

observations. STOCHASTIC PROCESSES AND THEIR APPLICATIONS 128: 4 pp. 1135-1164. (2018) http://real.mtak.hu/83823/

2. Kalmykov S, Nagy B, Totik V: Bernstein- and Markov-type inequalities for rational functions. ACTA MATHEMATICA 219: 1 pp. 21-63. (2017) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/13880/ (Megjelent 2018-ban.)

MTA–SZTE FOTOAKUSZTIKUS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szabó Gábor, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Dóm tér 9.
telefon: (62) 544 273; fax: (62) 544 658
e-mail: gszabo@physx.u-szeged.hu; honlap: www.fotoakusztika.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2013. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervében a fotoakusztikus spektroszkópia felhasználásának különböző részterületeire koncentrál, két fő témája az aeroszol mérés, és a kilégzett gázok vizsgálatán alapuló diagnosztika. A kutatócsoport megalakulása óta nagy hangsúlyt fektet a fotoakusztikus módszer továbbfejlesztésére, újfajta kamrakonstrukciók, önellenőrzési és önszabályozási módszerek kidolgozására, melyeknek köszönhetően szélesedik a módszer alkalmazhatósági köre. A 2018-as év fő feladatai az alábbiak voltak: (I.) A kipufogógáz reaktív közegében fotoakusztikus termoanalitikai mérések végzése, a módszer alkalmazhatóságának igazolása emissziószegény üzemanyag-fejlesztés támogatásához; (II.) a légköri nukleációs események spektrális válaszának újszerű, fotoakusztikus módszerrel történő vizsgálata; (III.) légköri tar ball és biomassza részecskék komplett fiziko-kémiai sajátosságainak vizsgálata; (IV.) újszerű, a fotoakusztikus jel fázisának mérésen alapuló méret-szelektív mérések kidolgozása; (V.) fotoakusztikus mérőrendszer átviteli függvényének különböző módszerekkel történő meghatározása; VI.) nyitott kamra konstrukció továbbfejlesztése és alkalmazása, aeroszol-mérés során; (VII.) fotoakusztikus járműipari emissziós mérések végzése.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport munkatársai a korábban kidolgozott fotoakusztikus termoanalitikai mérési módszert optimalizálták a kipufogógáz-aeroszolok valós idejű vizsgálatához. A Mol Nyrt. munkatársaival közösen, eltérő összetételű dízel és biodízel keverékeken, a prototípussal végzett vizsgálatokkal igazolták, hogy a dízel korom hullámhosszfüggő fotoakusztikus válasza a kémiai összetételre reagáló klíma és levegőminőség releváns információkat tartalmaz. A mérési sorozatok eredményei igazolták, hogy a módszer újszerű, alacsony környezeti terhelésű üzemanyagok fejlesztésére is alkalmazható. A terepi mérések kiértékelésének eredményeként, elsőként mutatták ki a légköri nukleáció spektrális válaszát és detektáltak napi rendszerességű ún. befejezetlen nukleációs eseményeket a légkörben.

A veszprémi Pannon Egyetem munkatársaival együttműködésben elvégezték különböző forrásokból származó, kontrollált, laboratóriumi körülmények között előállított ún. tar ball részecskék komplett fizikai-kémiai analízisét.

Kidolgoztak egy mérési eljárást monodiszperz korom részecskehalmaz fotoakusztikus fázisának vizsgálatához. Először sikerült kísérletileg igazolni, hogy a fotoakusztikus jel fázisa a generált részecske méretének függvénye és így alkalmas a légköri aeroszolok korom szelektív méreteloszlás spektrumának meghatározására.

A kutatócsoport munkatársai a korábban kifejlesztett lézeres gerjesztésű aeroszol generátorokkal végeztek nagy hullámhossztartományt (UV-VIS-Near-IR) és impulzusszélességet (fs-ns) átölelő széleskörű méréssorozatot. A mérések eredményeként

vélhetőleg először sikerült elemi szén mintán kimutatniuk a plazmatükör jelenséget és igazolniuk egy újszerű összefüggést a kihordási görbe és az ablációs kráter dimenziók között.

Meghatározták egy fotoakusztikus detektáláson alapuló gázdiffúzió-mérő rendszer átviteli függvényét és ennek a függvénynek a segítségével, dekonvolúció alkalmazásával sikerült leválasztaniuk a mért jelből a mérőrendszer válaszát és ezáltal sikerült tisztán a diffúziós folyamathoz tartozó jelet előállítaniuk. Munkájuk eredményeként a diffúziós mérésekből meghatározott anyagi paraméterek pontossága jelentősen megnőtt. A módszer egyéb mérésekre is alkalmazható.

A kutatócsoport által rutinszerűen alkalmazott longitudinális differenciális kamra válaszideje kb. 3 másodperc. Egy ún. áramlásterelő elem alkalmazásával, melyet áramlástanilag modelleztek és optimalizáltak, ezt a válaszidőt 1 másodperce csökkentették.

A korábban a kutatócsoport munkatársai által kifejlesztett nyitott fotoakusztikus kamra geometriáját, illetve gázkezelő rendszerét továbbfejlesztették, akusztikailag optimalizálták. A nyitott kamra konstrukció előnye, hogy a gázáramot csak minimális mértékben zavarja meg, ezért alkalmazásával várhatóan le fog csökkeni a mért részecskék kiülepedése, azaz ennek a kamrakonstrukciónak az alkalmazásával lehetségessé válik az aeroszol-fázisú folyamatok zavarmentes vizsgálata. A fejlesztések eredményeként a nyitott kamra alkalmassá vált a korábbihoz képest egy nagyságrenddel megnövelt gázáramlási térfogatsebességek mellett mérések végzésére. A jelenlegi alkalmazhatósági határ kb. 5 liter/perc, ami várhatóan tovább növelhető áramlásakusztikai tervezési módszerek alkalmazásával.

Módszert dolgoztak ki, melynek segítségével kvázi-hullámhossz moduláció valósítható meg két olyan lézerrel, melyek külön-külön nem hullámhossz-hangolhatók, de a hullámhosszuk kismértékben eltér. A módszer lényege, hogy a lézereket kismértékben eltérő frekvencián modulálják és a két moduláció által keltett fotoakusztikus jelet frekvencia analizálják. A módszer segítségével szelektív mérések végezhetők amplitúdó-modulált lézerek alkalmazásával is.

Létrehozták a kvantum kaszkád lézeren alapuló fotoakusztikus nitrogénmonoxid-koncentráció mérő rendszer továbbfejlesztett, hordozható verzióját. A rendszer alkalmasnak bizonyult nitrogénmonoxid-koncentráció meghatározására motor-tesztpadi emisszió mérések során.

A MOL Nyrt. által a Szegedi Tudományegyetemnek használatba adott és az ELI Science Parkba telepített konténeres motor-tesztpadon emissziós méréseket végeztek egy általuk fejlesztett fotoakusztikus rendszerrel.

b) Tudomány és társadalom

A Szegedi Tudományegyetem Fizikai Intézete által 2018. január 27-én megrendezésre került a Fizika Napja tudománynépszerűsítő rendezvény, amelyen a kutatócsoport a fotoakusztikus aeroszol-méréshez kapcsolódó bemutatót tartott.

2018. február 28-án a kutatócsoport egy tagjával, mint friss Gábor Dénes Díjjal kitüntetett kutatóval rádióinterjút sugárzott a Katolikus Rádió.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

2018-ban a kutatócsoport vendége volt a Yazd-i Egyetem professzora, akivel közös kutatásokat végeztek a fotoakusztikus aeroszolmérés témakörében.

A kutatócsoport tovább erősítette vállalati K+F kapcsolatait részben az Energotest Kft.-vel, részben a MOL Nyrt.-vel. Emellett sikerült új együttműködést kialakítaniuk az Audi Hungária Zrt.-vel. Ezekkel a vállalatokkal közös K+F kutatási programok középpontjában a belsőégésű motorok károsanyag-kibocsátása, az ehhez kapcsolódó mérési technológiák fejlesztése és a szintetikus üzemanyagok kutatása áll.

A kutatócsoport munkatársai által rendszeresen tartott egyetemi BSc- és MSc-kurzusok mellett a csoport egy munkatársa 2018-ban első alkalommal tartotta meg a Fotoakusztikus Spektroszkópia PhD-kurzusát angol nyelven.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport munkatársai részt vesznek a 2018-ban indult ÚNKP projekt Fotonika alprojekten belül az ún. „Járműipari Kompetencia Központ" műszeres infrastruktúra részprojektben. Munkájuk során fotoakusztikus méréseket végeznek a MOL Nyrt. által az SZTE rendelkezésére bocsátott konténeres motor-tesztpadon. A projekt költsége kb. 50 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Bozóki Z, Guba T, Ajtai T, Szabó A, Szabó G: Photoacoustic detection based permeation measurements: Case study for separation of the instrument response from the measured physical process. PHOTOACOUSTICS, 12 pp. 1-5., 5 p. (2018) https://doi.org/10.1016/j.pacs.2018.08.001
2. Tóth Á, Hoffer A, Pósfai M, Ajtai T, Kónya Z, Blazsó M, Czégény Z, Kiss Gy, Bozóki Z, Gelencsér A: Chemical characterization of laboratory-generated tar ball particles. ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS DISCUSSIONS, 132 pp. 10407-10418. , 19 p. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/85421
3. Pintér M, Ajtai T, Kiss-Albert G, Kiss D, Utry N, Janovszky P, Palásti D, Smausz T, Kohut A, Hopp B, Galbács G, Kukovecz Á, Kónya Z, Szabó G, Bozóki Z: Thermo-optical properties of residential coals and combustion aerosols. Atmospheric Environment, 178 pp. 118-128. , 11 p. (2018) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/13121/

MTA–SZTE MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gyimóthy Tibor, az MTA doktora
6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.
telefon: (62) 544 126; fax: (62) 546 737
e-mail: gyimothy@inf.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A csoport ötéves kutatási tervében a gépi tanulási algoritmusok alkalmazását célozza meg a nyelv- és beszédtechnológia, a szoftverfejlesztés és az önszervező rendszerek területén, illetve a gépi tanulás elméletével is foglalkozik. *Természetes nyelvi feldolgozás.* A morfológiai és szintaktikai alapokra épülő nyelvi elemző immár 18 nyelven képes azonosítani nem kompozicionális igei egységeket. Szemantikai vizsgálatokat végeztek enyhe fokú demenciát mutató és egészséges csoport nyelvét hasonlítva. *Beszédfelismerés.* Kifejlesztettek egy speciális neurális hálós tanítási eljárást, mellyel növelhető a beszédfelismerő rendszer pontossága zajos körülmények között. Megmutatták, hogy kizárólag az ultrahangkép alapján is lehetséges érthető minőségű beszédet szintetizálni. *Szoftverfejlesztés.* A forráskódban található biztonsági sérülékenységek feltárásához alapozó kutatásokat folytattak, a szoftverminőséghez kapcsolódóan manuálisan validált refaktoring adatbázist készítettek. Részletesen elemezték a byte kód és forráskód instrumentálás hatásait. Új módszerekkel javítottak a hierarchikus delta debugging eljáráson. *Mintafelismerés és gépi tanulás.* Irányított hipergráfok egy új osztályát vezették be, a nagy hálózatok területén fák esetében a centralitási profilra adtak meg becsléseket a legrosszabb esetben. A ConceptNet-re építve új megközelítést adtak tudásbázisok kiértékelésére.

2018-ban a csoport következő kutatási célokat tűzte ki:

Természetes nyelvi feldolgozás: nyelvi elemzők létrehozása és továbbfejlesztése, nem sztenderd szövegek elemzése, információkinyerési feladatok, kutatás demencia és más pszichiátriai rendellenességek felismerésére. *Beszédfelismerés:* enyhe kognitív zavar, korai Alzheimer-kór detektálására kifejlesztett eljárások kipróbálása más betegségtípusokra (pl. skizofrénia), a beszédhang nemverbális elemzése, az akusztikus modellben használt mély neurális hálók architektúrájának vizsgálata, a szájüreg ultrahangos felvételei alapján történő beszédszintézis minőségének javítása. *Szoftverfejlesztés:* programkód sérülékenységének vizsgálata, kód refaktoring és minőség kapcsolata, hibalokalizációs algoritmusok kidolgozása, teszt és programkód kapcsolatának feltárása. *Mintafelismerés és gépi tanulás:* interpretálhatóság vizsgálata, középréteg algoritmusok és azok biztonsági megoldásainak kutatása.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Természetes nyelvi feldolgozás. A csoport magyar nyelvű radiológiai szövegekhez dolgozott ki egy információkinyerő módszert, mely gépi tanulásra alapozva határozza meg leletek szövegében a testrész, elváltozás és tulajdonság tartalmú szavakat. A módszer első változata 90% feletti pontossággal működik ismeretlen gerinc MR felvételeken. A nyelvi elemzők létrehozása és továbbfejlesztése területén is előre lépett a csoport, együttműködésben más magyarországi műhelyekkel. A többszavas kifejezések azonosítása terén nemzetközi együttműködésben létrehoztak egy 20 nyelvű adatbázist, melyben egységes alapelvek szerint vannak annotálva az igei többszavas kifejezések. A demencia korai felismerésére irányuló kutatások is új eredményekkel bővültek: a munkatársak az enyhe kognitív zavart mutató, illetve egészséges csoport nyelvének összehasonlítása mellett már az Alzheimer-kórban szenvedők

nyelvhasználatát is tanulmányozták, valamint elindult más pszichiátriai kórképek, például a skizofrénia nyelvi jellemzőinek feltérképezése.

Beszédfelismerés. Beszédfelismerés területén folytatódtak a zajos környezetben elhangzott beszéd hatékony felismerésére koncentráló kutatások: a többsávú feldolgozás és a Gábor-szűrők kombinálásával a csoport kutatói a legalacsonyabb szószintű hibaarányt érték el egy zajos beszédet tartalmazó, széles körűen használt adatbázison, valamint adtak egy hatékony eljárást a tanítóadatok méretének növelésére, kimondottan zajjal terhelt beszéd felismerését célozva meg. Siketek bevonásával vizsgálták televízióprogramok automatikusan generált feliratainak központozásának lehetőségeit is. A csoport kutatói tovább folytatták az emberi beszéd orvosi-diagnosztikai célú felhasználásának kutatását is: megmutatták, hogy az automatikusan detektált néma és különösen a kitöltött szünetek gyakorisága is szignifikáns eltérést mutat a különböző típusú demenciával (enyhe kognitív zavar, Alzheimer-kór) élők beszédében, valamint szkizofrénia esetén is. A beszéd nemverbális tartalmának elemzése terén adtak egy hatékony beszélő-klaszterezési eljárást, általános eljárásokat vizsgáltak számos különböző nemverbális feladaton (pl. gyereksírás, érzelemfelismerés), az osztályozó eljárások poszterior becsléseinek újrakalibrálásával javították egy érzelemfelismerő rendszer pontosságát, valamint megmutatták, hogy egy érzelemdetektálásra általánosan használt jellemzőkészlet hatékonyan alkalmazható formális és informális dialógusok elkülönítésére is.
A Budapesti Műszaki Egyetem és az Eötvös Loránd Tudományegyetem kutatóival közösen folytatott kutatás keretében javították az ultrahang-alapú némabeszéd-interfészek által szintetizált beszéd minőségét: megmutatták, hogy a közvélekedéssel ellentétben a beszélő alapfrekvenciája is hatékonyan becsülhető kizárólag a szájüreg ultrahangkép-sorozata alapján, valamint azt is, hogy amennyiben a mély neurális hálókat egyszerre tanítják beszéd szintetizálására és annak felismerésére, akkor azok hatékonysága javul mindkét területen.

Szoftverfejlesztés. A kód refaktoring minőségre gyakorolt hatásának vizsgálata során a csoport egy kézzel tisztított és validált refakotring adatbázison vizsgálta annak kódmetrikákra gyakorolt hatását. Egy in-vivo tanulmány során az OpenStack felhő megvalósítás kódján vizsgálták a refaktoring hatásait. Egy teljesen új kutatási vonalként a blockchain világon belül az egyik legnépszerűbb okosszerződések írására használt nyelvhez, a Solidity-hez készítettek statikus analízis eszközt és vizsgálták az okosszerződések metrikáinak eloszlását. JavaScript rendszerek statikus analízise és biztonsági sérülékenységek detektálása terén elkészült egy beható tanulmány a statikus call-graph kinyerő eszközökről, és a publikált eredmények elnyerték a SCAM 2018-as konferencia legjobb cikkének járó díjat. Gépi tanulási módszereket alkalmazva JavaScript sérülékenység becslését végezték el a forráskód metrikák alapján. Ehhez elkészült egy sérülékenység adatbázis és egy tensorflow alapú keretrendszer, amellyel lehetővé teszi deep learning és egyéb tanuló algoritmusok teljesítményének vizsgálatát.

A tesztek és az éles programkód kapcsolatát kutatva a szöveges hasonlóságra építve a Latent semantic indexing (LSI) metódust alkalmazva a csoport egy ajánló rendszer jellegű módszert dolgozott ki a kapcsolatok automatikus feltárására. A csoport feature kinyerési módszert alkotott meg Magic (4GL) nyelven fejlesztett rendszerek termékcsalád alapú átalakításához. Újonnan definiált feature-központú termék metrikák segítségével az átalakítási folyamat vezérléséhez készült el egy módszer, melyet egy ipari partnernél sikeresen alkalmaztak. A csoport tagjai megalkottak egy többszörös címkézésre alkalmas módszert mély tanuló modell segítségével, mely a szoftverfejlesztés során keletkező természetes nyelvi szövegek kategorizálására alkalmas. A hiba lokalizáció területén elkészült egy inkrementális hiba lokalizációs algoritmus és annak elméleti korlátainak elemzése. Programelemzés területén a csoport Java nyelvű programok csomagszerkezetét hasonlította össze az egységtesztek futtatása

során gyűjtött lefedettségi adatok alapján alkotott csoportosítással. A lefedettség segítségével futás idejű adatok alapján csoportosítsák a forráskód elemeit egy közösségkereső algoritmus felhasználásával. A közösség kereső algoritmus eredményét és a fejlesztő által definiált csomag alapú csoportosítás különbségeit súlyozott gráf segítségével vizsgálták (klaszter hasonlósági gráf). A súlyokat a csoportok közötti hasonlóság adta, míg a csomópontok az egyes klasztereket jelképezték. Az elemzés során egy diszkrét leíró vektort alkottak meg, mely képes jellemezni az egyes csoportokhoz kapcsolódó klaszterek szomszédjainak eloszlását.

Mintafelismerés és gépi tanulás. Az elosztott tanulás területén elért eredmények a kommunikáció hatékonyságának a növelését célozzák. Ezt kettő módon is el lehet érni. Az első egy olyan protokoll, amely a kommunikáció mintázatát optimalizálja oly módon, hogy az információ a lehető leggyorsabban terjedjen adott kommunikációs büdzsé feltevése mellett. Ez a „token account" algoritmus segítségével valósítható meg. Emellett a csoport foglalkozott a kommunikáció optimalizálásának tömörítés segítségével történő megvalósításával is. Itt arról van szó, hogy bizonyos számítási feladatok során az üzenetekben található információ más és más bitjei fontosak az idő függvényében, és ezt kihasználva komoly tömörítés érhető el. Adatbiztonsági problémák területén elsősorban egy olyan algoritmust fejlesztettek ki, ami batch gradiens módszer segítségével dolgozik, és homomorf kriptográfiai módszerekkel számolja ki a batch gradiens értékét, szintén elosztottan. A csoport a gépi tanulási modellek interpretálhatóságának kutatási területén a Bayes hálós klasszifikáció interpretálhatóságával foglalkozott. A csoport tagjai megmutatták, hogy bizonyos esetekben az osztályozás közelíthető polinom méretű OBDD-vel. A csoport megadott egy módszert NLP szóbeágyazások interpretálhatóságának vizsgálatához az egyes dimenzióknak egy tudásbázis fogalmaival való kifejezhetőségén keresztül.

b) Tudomány és társadalom

A csoport egyik tagja részt vett a „Mi a pálya?" című rendezvénysorozat szegedi eseményén, ahol nagy hangsúlyt kapott a diákok bevonása az egyetemen végzett kutatói munkába is, egy másik tagja A MI fejlődésének egyes társadalmi vonatkozásai címmel tartott előadást az MTA Jövőkutatási Tud. Albizottságában 2018 decemberében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport rendezte a Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferenciát 2018. január 18-19. között, mely mára a számítógépes nyelvészet hazai képviselőinek hagyományos találkozójává vált. A csoport két kutatója vesz részt az SZTE TTIK Informatika Doktori Iskolájának tevékenységében témavezetőként.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoport egyik tagja elnyerte az Új Nemzeti Kiválóság Program ösztöndíját. A csoport tagjai részt vesznek a következő pályázatokban: IoT rendszerek biztonságát növelő technológiák (2018-1.2.1-NKP-2018-00004), Telemedicina alapú ellátási formák fenntartható megvalósítását támogató keretrendszer kialakítása és tesztelése (GINOP-2.2.1-15-2017-00073), és részt vesznek az ÚNKP program „Smart rendszerek" kutatóintézetének munkájában is (20391-3/2018/FEKUSTRAT).

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Hegedus P, Kádár I, Ferenc R, Gyimóthy T: Empirical evaluation of software maintainability based on a manually validated refactoring dataset. INFORMATION AND SOFTWARE TECHNOLOGY 95 pp. 313-327., 15 p. (2018) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/12916/
2. Toth L., Hoffmann I, Gosztolya G, Vincze V et. al.: A Speech Recognition-based Solution for the Automatic Detection of Mild Cognitive Impairment from Spontaneous Speech. CURRENT ALZHEIMER RESEARCH 15 : 2 pp. 130-138., 9 p. (2018) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/14085/
3. Gosztolya G, Tóth L: A Feature Selection-Based Speaker Clustering Method for Paralinguistic Tasks. PATTERN ANALYSIS AND APPLICATIONS 21 : 1 pp. 193-204. , 12 p. (2018) http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/14573/

MTA–SZTE REAKCIÓKINETIKAI ÉS FELÜLETKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kónya Zoltán, az MTA doktora
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 544 620; fax: (62) 544 619
e-mail: konya@chem.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport célja az alacsony dimenziójú (0D, 1D és 2D) anyagok tömbi tartományban nem tapasztalható, ígéretes fizikai és kémiai tulajdonságainak a felderítése és kiaknázása. Tanulmányozzák olyan felületi folyamatok/reakciók elemi lépéseit, melyeknek a gyakorlatban alkalmazható nanotechnológiai eljárásokban, valamint az energetika és a környezetvédelem terén lehet jelentős szerepük. A 2018. év fő célja az volt, hogy tanulmányozzák a sztöchiometriaitól eltérő összetételű, kontrollált számú hibahelyet tartalmazó struktúrák kémiai reakcióképességét és termikus stabilitását. A hibahelyeket Ar-ion bombázással, hőkezeléssel és kémiai úton hozták létre.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A hexagonális bór-nitrid (h-BN) monoréteg (MR) a Rh(111) felületen periodikusan hullámos, nanoháló szerkezetű („nanomesh”), míg a h-BN sík réteget képez olyan fémek, mint pl. Cu, Ag, Au felületén, mely utóbbi fémekkel a kölcsönhatása gyenge. Fém-párologtatásos tanulmányaik egyik célja a fém-h-BN kölcsönhatás megértése volt olyan rendszereknél, ahol a Rh és Au fém együttesen is jelen van.

Kisenergiájú ionszórási spektroszkópiával (LEIS), röntgen fotoelektron-spektroszkópiával (XPS) és pásztázó alagút mikroszkópiás (STM) mérésekkel kimutatták, hogy arany szobahőmérsékletű felvitele nagyobb borítottságoknál főként háromdimenziós (3D) arany nanorészecskék kialakulásához vezet a h-BN/Rh(111)-en, míg kis borítottságoknál (<0,2 MR) 2D részecskék is képződnek. A magasabb hőmérsékletre történő lépcsőzetes felfűtés hatására az arany a bór-nitrid monoréteg és a Rh(111) közé képes vándorolni, ami 1050 K-en válik teljessé. Emellett az Au agglomerációja és deszorpciója is megfigyelhető volt. Érdekes módon a nanohálós szerkezet viszonylag nagymértékű arany interkalációt követően is megmaradt. A fordított sorrendiségű preparációs kísérletek – amelyek során előbb az Au-Rh ötvözetet alakították ki, és azon hozták létre a BN réteget – bebizonyították, hogy a Rh-atomokon jelentősen kisebb borazin expozícióval kialakítható a BN monoréteg, mint az Au atomokon. A nanoháló struktúra kisebb pórusátmérővel ~0,9 MR arany borítottságig volt jelen, azonban fokozatosan megszűnt a nagyobb aranytartalomnál, azaz a felületi ötvözetek hordozóként való alkalmazása kulcsfontosságú eszköz lehet a háló morfológiájának beállításához. A BN réteg pórusátmérőjének csökkenését a Rh-Au ötvözetréteg felületén DFT elméleti számítások is megerősítették. További számítások során a Rh(111)-en létrehozott Au-Rh (2x1) struktúrák atomi elrendezésére és energetikájára vonatkozóan is kaptak eredményeket. A korábbi STM módszerrel kapott eredményeknek megfelelően, a felületi ötvözet 50% aranyból és 50% ródiumból álló rétegét találták a számolások során is energetikailag a legkedvezőbbnek. Különböző Au borítottságoknál ugyancsak vizsgálták a szimulált STM képek tűfeszültség függését. Számítási eredményeik várhatóan jelentős hozzájárulást nyújtanak a különböző kémiai összetételű fémfelületek ötvözeteinek megértéséhez.

Az Au nanoklaszterek morfológiája mellett azok adszorpciós tulajdonságait is vizsgálták nagy felbontású elektron energia veszteségi spektroszkópiával (HREELS) és hőmérséklet programozott deszorpciós (TPD) kísérleti módszerekkel. Az acetaldehid reakcióit Au/Rh(111) felületi ötvözeten és az Au/h-BN/Rh(111) felületen is követték. Méréseik rávilágítottak, hogy megfelelő adszorpciós kötőhelyek hiányában nem képződik CO, nincs acetaldehid disszociációs folyamat, azonban alacsony hőmérsékleten növekvő arany borítottság mellett nőtt a felületen adszorbeált acetaldehid mennyisége. Az acetaldehid szerény reakciókészsége az Au/h-BN/Rh(111) rendszeren jelentősen befolyásolja az etanol bomlási mechanizmusát is ugyanezen felületen. Ezek az eredmények olyan szelektív dehidrogénezési lehetőséget tárnak fel, mely során CO-mentes hidrogén előállítása válik lehetségessé, kizárólag acetaldehid, mint hasznosítható melléktermék keletkezése mellett.

Párhuzamos kutatási irány volt az oxid egykristályok felületén történő fém rétegek/klaszterek kialakításának vizsgálata. Nemzetközi együttműködés keretében végzett kutatás eredményeként 2018-ban megjelent az Au-Pd kétfémes nanorészecskéket TiO_2(110) felületen vizsgáló munkájuk. Két esetet tanulmányoztak igen részletesen, ahol kisebb, illetve nagyobb az Au mennyisége a Pd tartalomhoz képest. Az így kialakított kétfémes szendvics-szerkezet fokozatos felfűtésével elkülönült kétfémes Au-Pd nanokrisztallitok jöttek létre. AES, LEED és STM méréseik alapján nyert legfontosabb megállapításuk az volt, hogy a részecskéken kialakuló rendezett dekorációs $TiO_{1,2}$ ultravékony film képződése kontrollálható az Au mennyiségével.

A kitűzött munkaterv részét képezi a fém nanorészecskék felületi reakcióinak vizsgálata, ami elősegíti heterogén katalitikus tulajdonságaik megértését. Vizsgálták a víz, CO és H_2 reakcióit ródiummal borított, nagyszámú hibahelyet tartalmazó, ú.n. fekete titándioxidon (*black titania,* BT), amelyet Ar-ion bombázással és hőkezelésekkel alakítottak ki. A H_2O, H_2, D_2 és CO gázok reakciói a tiszta és Rh-mal borított BT-n kapcsolódnak az iparilag fontos hidrogénezési és vízgáz reakciókhoz. A BT a sztöchiometrikus titándioxidénál keskenyebb tiltott sávval rendelkezik, ezért ígéretes anyag a látható fény energiájának hasznosítására. A fenti gázokkal mutatott komplex kölcsönhatásokat TDS, AES és érzékeny kilépési munka mérésekkel tanulmányozták. Megállapították, hogy a víz molekuláris és disszociatív adszorpciós állapotokat hoz létre a redukált, r-TiO_2(110) felületen. Kimutatták, hogy az erősen redukált, sr-TiO_2(110) felületen az OH speciesz disszociációjából származó H atomok egy része 200-500 K-en beoldódik a titándioxidba, majd H_2O formájában deszorbeálódik magasabb hőmérsékleteken. A H atomok tömbbeli diffúziója összefüggést mutatott a BT hibahelyeinek számával. A r-TiO_2(110) felületen hordozott Rh részecskéken a lépcsőzetes felfűtéssel létrehozott, monorétegnél kisebb borítottságú TiO_x filmek visszaszorítják a hidrogén adszorpcióját, de a hordozóra való átdiffundálását nem akadályozzák meg.

Nitrogén és ammónia plazmával végzett kísérleteik során sikerült nitrogént beépíteni a titanát rácsába, melynek révén a titanát nanocsövek morfológiai és optikai tulajdonságait hangolni tudták. Az arannyal való dópolás során arany nanorészecskéket és ioncsere pozícióba beépített Au^+-ionokat tudtak a titanát nanocsőben stabilizálni. Az így előállított Au/titanát kiváló katalizátornak mutatkozott a metán fotokatalitikus átalakításában.

Felületfizikai és -kémiai számítások széles tárházával hozzájárultak különböző kísérleti megfigyelések értelmezéséhez, ill. újfajta fizikai mennyiségek mérésére tettek elméleti javaslatot. Egy új atomi modellt javasoltak a Si(331)-(12×1) rekonstruált felületre. Mikroszkopikus mágneses kölcsönhatások meghatározásával vizsgálták a MnN/Fe határátmenet mágneses tulajdonságait. STM elrendezésben a spinpolarizált töltésárammal

együtt fellépő vektor spin transzport (spin nyomaték és longitudinális spin áram) mennyiségek nagyfelbontású elméleti számítására és mérésére tettek javaslatot komplex mágneses (skyrmion) felületek vizsgálatára. Re(0001) szupravezető felületére helyezett Fe láncok egyensúlyi pozíciójának meghatározásával hozzájárultak annak megértéséhez, hogy a rendszer topologikus szupravezető fázisban van. Mikroszkopikus mágneses kölcsönhatások meghatározásával megmutatták, hogy skyrmion állapot alakulhat ki 2 ML Fe vékonyrétegben Ir(111) hordozón hidrogén jelenlétében.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai részt vettek számos kari és egyetemi rendezvényen, ahol bemutatták a tevékenységüket, közelebb hozva azt az embereket érintő mindennapi problémákhoz.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport tagjai számos hazai és külföldi egyetemmel állnak szoros munkakapcsolatban, melyekből 2018-ban is közös publikációk születtek.

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport tagjai számos projektben vesznek részt, melyekben a Szegedi Tudományegyetem a fő pályázó (pl. GINOP, EFOP pályázatok), erősítve ezzel betagozódásukat az egyetem oktatási és szakmai munkájába. A csoport tagjai OTKA-pályázatok témavezetői/résztvevői (NK106234, K120115, FK124100) és részt vesznek a CM1301, MP1306, CA15107 és CA17123 COST programokban. A 2018-ban induló TÉT 15-1-2016-0071 pályázat keretében két résztvevő meglátogatta az argentin Departamento de Física – Universidad Nacional del Sur IFISUR intézetet Bahia Blanca-ban.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. R. Gubó, G. Vári, J. Kiss, A.P. Farkas, K. Palotás, L. Óvári, A. Berkó, Z. Kónya: Tailoring the hexagonal boron nitride nanomesh on Rh(111) by gold, PHYS. CHEM. CHEM. PHYS. 20 (2018) 15473-15485.
2. A.P. Farkas, Á. Szitás, G. Vári, R. Gubó, L. Óvári, A. Berkó, J. Kiss, Z. Kónya: Effect of Gold on the Adsorption Properties of Acetaldehyde on Clean and h-BN Covered Rh(111) Surface, TOP. CATAL. 61 (2018) 1247-1256.
3. K. Palotás, L. Óvári, G. Vári, R. Gubó, A.P. Farkas, J. Kiss, A. Berkó, Z. Kónya: Au-Rh surface structures on Rh(111): DFT-insights to the formation of an ordered surface alloy, J. PHYS. CHEM. C 122 (2018) 22435-22447.
4. I. Szenti, L. Bugyi, Z. Kónya: Reaction and diffusion paths of water and hydrogen on Rh covered black titania, TOP. CATAL. 61 (2018) 1362.
5. B. Buchholcz, K. Park, M. Mohai, Á. Kukovecz, J. Kiss, I. Bertóti, Z. Kónya: Morphology Conversing High Efficiency Nitrogen Doping of Titanate, TOP. CATAL. 61 (2018) 1263-1273.
6. B. László, K. Baán, A. Oszkó, A. Erdőhelyi**,** J. Kiss, Z. Kónya: Hydrogen evolution in the photocatalytic reaction between methane and water in the presence of CO_2 on titanate and titania supported Rh an Au catalysts, TOP. CATAL. 61 (2018) 875-888.

7. A. Sápi, G. Halasi, J. Kiss, D.G. Dobó, K.L. Juhász, V.J. Kolcsár, Z. Ferencz, G. Vári, V. Matolin, A. Erdőhelyi, Á. Kukovecz**,** Z. Kónya: In Situ DRIFTS and NAP-XPS Exploration of the Complexity of CO_2 Hydrogenation over Size-Controlled Pt Nanoparticles Supported on Mesoporous NiO, J. PHYS. CHEM. C 122 (2018) 5553–5565.
8. P.-J. Hsu, L. Rózsa, A. Finco, L. Schmidt, K. Palotás, E. Vedmedenko, L. Udvardi, L. Szunyogh, A. Kubetzka, K. von Bergmann, R. Wiesendanger: Inducing skyrmions in ultrathin Fe films by hydrogen exposure, NATURE COMMUN. 9 (2018) 1571/1-7.
9. T. Varga, G. Ballai, L. Vásárhelyi, H. Haspel, Á. Kukovecz, Z. Kónya, Co_4N/nitrogen-doped graphene: A non-noble metal oxygen reduction electrocatalyst for alkaline fuel cells, APPL. CATAL. B: ENV. 237 (2018) 826-834.

MTA–SZTE SZTEREOKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Fülöp Ferenc, az MTA rendes tagja
6720 Szeged, Eötvös u. 6.
telefon: (62) 545 564; fax: (62) 545 705
e-mail: fulop@pharm.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A Kutatócsoport öt évre megfogalmazott feladatai közé tartoznak: (*i*) változatosan szubsztituált ciklusos β-aminosav származékok sztereoszelektív szintézise, (*ii*) bioaktív anyagok és prekurzoraik enzim-katalizált szintézisei, (*iii*) új heterogén katalizátorok fejlesztése és ezek alkalmazása aszimmetrikus reakciókban, továbbá (*iv*) fém- és organokatalizált enantioszelektív reakciók alkalmazásának kiterjesztése gyógyszerhatóanyagok kedvező szintézisére, szakaszos és folyamatos áramú üzemmódban. A cél összetett aszimmetrikus szintézisek kidolgozása, a részlépések optimalizációja és a jelenlegi módszerek fenntarthatóságának és környezettudatosságának növelése. 2018-ban a heterogén katalízis, az áramlásos kémiai szintézisek valamint az enzim- és oraganokatalízis terén sikerült jelentős eredményeket elérni. Továbbra is hangsúlyt fektettek áramlásos kémiai módszerek fejlesztésére a kibővült kémiai paramétertér (magas nyomás és hőmérséklet) és a precíz reakciókontroll kiaknázásával.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az arilhalogenidek réz-mediálta nátrium-aziddal történő reakciója arilazidokat és anilinszármazékokat egyaránt eredményezhet. Az átalakítás szelektivitása nagyban függ az alkalmazott reakciókörülményektől. A jól kontrollálható áramlásos reakciók kiemelkedő előnye, hogy a reakciókat pontosan irányíthatjuk.

A racém és enantiomertiszta tri- és tetraciklusos pirrolopirimidinek, pirimidoizoindolok és spiropirimidinonok új képviselőit szintetizálták. Pontosan kontrollált áramlásos reaktorban retro Diels-Alder reakcióval, kiváló hozamokkal nyerték a megcélzott pirimidinon származékokat.

Nitrogénen védett 1-hidroximetil-tetrahidro-b-karbolinok Cal-B enzim katalizát enantioszelektív O-acilezését vizsgálták “szubsztrát-mérnökség” keretében. Az N-Boc, N-Cbz és N-Fmoc származékok esetén kiváló szelektivitásokat (E>200) találtak az ecetsavanhidriddel történő acilezés során.

Kifejlesztettek egy új heterogén katalitikus rendszert, amely lehetővé tette könnyen hozzáférhető természetes aminosavak használatát királis katalizátorként olyan nagy jelentőségű aszimmetrikus reakciókban, mint aldehidek addíciójában nitrosztirolra és ennek szubsztituált származékaira. Annak ellenére, hogy az aminosavak önmagukban nem bizonyultak hatásos illetve sztereoszelektív katalizátoroknak, a használt kationcserélő réteges anyagra, laponitra, adszorbált királis anyag, egyrészt jobb aktivitást mutatott, másrészt kiváló sztereoszelektívitással adta a kívánt nitroaldehideket, amelyeket számos gyógyszerhatóanyag kiindulási anyagaként használnak. A katalitikus rendszer további érdekessége, hogy a természetes aminosav megfelelő kiválasztásával különböző enantiomerek állíthatók elő. A királis szilárd hibrid katalizátorok újrahasználhatóknak bizonyultak, a többszöri alkalmazás során tapasztalt aktivitáscsökkenés kiküszöbölhető kis mennyiségű aminosav pótlással.

Kifejlesztettek heterogén királis diaminszármazékokat tartalmazó szilárd katalizátorokat, amelyeket aldehidek maleimidekre történő enantioszelektív addíciójában alkalmaztak.

Kimutatták, hogy ezekben a reakcióban királis diaminok mono-szulfonamidjai tökéletes sztereokontrolt biztosítanak, így a választott diaminokat szulfonamid kötőcsoportokon keresztül rögzítették szilárd hordozókra. A szerves polimerek használatával előállított királis anyagok hasonlóan működtek, mint az oldható szulfonamidok, ami a kötőcsoport egyben hidrogén-híd donor jellegének tulajdonítható, ugyanakkor könnyen visszanyerhetőknek és többször használhatóknak bizonyultak. Ez a módszer új lehetőségekre világított rá bifunkcionális heterogén katalizátorok előállításának területén, amely további széleskörű alkalmazással biztat.

A vizsgálatok kiterjedtek aszimmetrikus fémkatalizált módszerek alkalmazásának kiterjesztésére gyógyszeralapanyag szintézisekben. A Noyori és munkatársai által leírt királis ruténium komplexet használták 16-hidroximetilén-17-keton ösztronszármazékok transzferhidrogénezésére. Egy ezt követő fémhidrides redukció lehetővé tette a megfelelő diol sztereoizomerek előállítását védőcsoportok alkalmazása nélkül. Az elért eredmények rávilágítottak arra, hogy a királis katalizátorok alkalmazása további jelentős előnyöket szolgáltathatnak, akár bonyolult biológiailag aktív molekulák előállítása során is.

A sztereoszelektív katalitikus eljárások közül kiemelkednek az úgynevezett „one-pot", egy lombikban végzett szintézisek, amelyek királis katalizátorokat alkalmaznak. A terület jelentőségét bizonyítja számos erőfeszítés e rendszerek kidolgozására, ugyanakkor királis heterogén katalizátorok alkalmazása ezekben a rendszerekben korlátozott. A kutatások eddigi állását összefoglaló átfogó közlemény jelent meg, amely rávilágít a heterogén katalizátorok aszimmetrikus egy-lombik reakciókban való alkalmazásának lehetőségeire, ugyanakkor útmutatóként szolgálhat további katalitikus rendszerek fejlesztésére.

Összefoglaló tanulmányokat közöltek gyűrűs β-aminosavak fluorozott származékainak szintézismódszereiről, továbbá az ortokinon-metid alapú Mannich reakciókról.

b) Tudomány és társadalom

Az előállított új vegyületek a szintetikus szerves vegyiparban fontos multifunkciós királis anyagok előállításában játszhatnak szerepet. A kidolgozott áramlásos és klasszikus szintetikus módszerek a gyógyszeripar érdeklődését is felkelthetik. Az eredmények ipari együttműködések alapjául szolgálhatnak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Sikeres együttműködés folyik a tajvani Kaohsiung Orvosi Egyetemmel, a spanyol Valenciai Egyetem és a finn Jyvaskylai Egyetemen egyik kutatócsoportjával. A közös munkákból idén is több publikáció született. A kutatócsoport aktívan részt vett az SZTE Gyógyszerkémiai és a Szerves Kémiai Tanszékeken folyó oktató munkában, projektmunkák irányításában, valamint a doktori képzésben.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A csoportvezető a GINOP-2.3.2-15-2016-00012 és a GINOP-2.3.2-15-2016-00012 nyertes pályázatok koordinátora. A csoport kutatásait az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta (K 119282és K109278). Az SZTE Gyógyszerkutatási Kiválósági pályázatát is a csoportvezető irányítja.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Szőllősi Gy, Gombkötő P, , Mogyorós A Zs, Fülöp F: Surface-improved asymmetric Michael addition catalyzed by amino acids adsorbed on Laponite. ADV. SYNTH. CAT., 1992-2004 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
2. Szőllősi Gy, Kozma V: Design of heterogeneous organocatalyst for the asymmetric Michael addition of aldehydes to maleimides CHEM. CAT. CHEM. 10, 4362-4368 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
3. Szőllősi Gy:Asymmetric one-pot reactions using heterogeneous chemical catalysis: recent steps towards sustainable processes CATAL. SCI. TECHNOL. 8, 389-422 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
4. Nekkaa I, Palkó M, Mándity I M, Fülöp F:Continuous-flow retro Diels-Alder reaction: an efficient method for the prepartion of pyrimidinone derivatives BEILSTEIN J. ORG. CHEM. 14, 318-324 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
5. Ötvös S, Vágvölgyi M, Girst G, Kuo C Y, Wang H C, Fülöp F, Hunyadi A: Synthesis of nontoxic protoflavone derivatives through selective continuous-flow hydrogenation of the flavonoid B-ring. ChemPlusChem 83, 72-76 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
6. Ötvös S B, Mészáros R, Varga G, Kocsis M, Kónya Z, Kukovecz Á, Pusztai P, Sípos P, Pálinkó I, Fülöp F: A mineralogically-inspired silver–bismuth hybrid material: an efficient heterogeneous catalyst for the direct synthesis of nitriles from terminal alkynes. *GREEN CHEM*. 20, 1007-1019 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
7. Kiss L, Fülöp F : Selective synthesis of fluorine-containing cyclic β-amino acid scaffolds. CHEM. REC. 18, 266-281 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium:
8. Szloszár A, Mándity I M, Fülöp F: Sustainable synthesis of *N*-methylated peptidese in a contunuous-flow fixed bed reactor. JOURNAL OF FLOW CHEMISTRY 8, 21-27 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
9. Georgiádes Á,. Ötvös S B, Fülöp F: Controlled transformations of aryl halides in a flow system: selective synthesis of aryl azides and aniline derivatives. ADV. SYNTH. CATAL. 360, 1841-1849 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
10. Megyesi R, Forró E, Fülöp F: Substrate engineering: effects of different *N*-protecting groups in the CAL-B-catalysed asymmetric *O*-acylationof 1-hydroxymethyltetrahydro-β-carbolines TETRAHEDRON 74, 2634-2640 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
11. Remete A M, Nonn M, Fustero S, Haukka M, Fülöp F, Kiss L: Fluorine-Containing Functionalized Cyclopentene Scaffolds Through Ring Contraction and Deoxofluorination of Various Substitued Cyclohexenes. EUROPEAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, 3735-3742 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium
12. Nekkaa I, Palkó M, Mándity I M, Miklós F, Fülöp F: Continuous-Flow retro-Diels-Alder Reaction: A Process Window for Designing Heterocyclic Scaffolds. EUROPEAN JOURNAL OF ORGANIC CHEMISTRY, 4456-4464 (2018) SZTE Publicatio Repozitórium

MTA–SZTE BIOMIMETIKUS RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tóth Gábor, az MTA doktora
6720 Szeged, Dóm tér 8.
telefon: (62) 545 139; fax: (62) 545 971
e-mail: toth.gabor@med.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának időpontja: 2017. 07. 01.

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 5 éves kutatási tervének legfőbb koncepciója: komplex fehérje rendszerek tanulmányozása, a protein-protein kölcsönhatások (PPI) modulálása; molekuláris kölcsönhatások szimulálása; optikai bioszenzorok (főként arany nanohibrid rendszerek) fejlesztése és számítógépes gyógyszertervezés.
Eddig sikeresen megvalósult: Arany nanohibrid rendszerek előállítása és felhasználásuk fluoreszcens jelölés és szenzorikai célokra; antimikrobiális hatású polipeptidek szintézise és vizsgálata; számítógépes molekuladinamikai számolások Sig-1 receptor agonisták és antagonisták kötődésének modellezésére. Számos gumós növényi eredetű polipeptid (NCR) előállítása, ezek antimikrobiális hatásainak jellemzése. A PAF fehérje esetében a „gamma core" szerepének az antifungális aktivitásban való igazolása. A beszámolóév legfontosabb feladatai: Nanostrukturált hibrid anyagok fejlesztése szabályozott hatóanyagleadó rendszerek fejlesztéséhez; agonisták ill. antagonisták kötődésének hatására a Sig-1 receptoron bekövetkező szerkezeti változások azonosítása. Természetes antimikrobiális polipeptidek térképzése, szerkezet-hatás összefüggések meghatározása. Ioncsatorna blokkoló polipeptid analógok előállítása a szelektivitás növelése céljából.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Antimikrobiális rendszerek alprogram

A kutatócsoport munkatársai antimikrobiális hatású PGLa peptid analógjait tervezték és állították elő homológ beta3 - aminosavak különböző mintázat szerinti beépítésével. Az egyes analógok proteázrezisztenciája jelentős mértékben növekedett a mesterséges építőelemek számának növelésével. A szerkezet-hatás összefüggések vizsgálata CD spektroszkópiával történt, a foldamerek biológiai aktivitásának mérése MTA-SZBK kutatócsoportjában zajlik. Előállítottak a sejtek felszínén található GM1 gangliozidhoz nagy affinitással kötődő lektin mimetiumot és annak ismert sejtpenetráló peptiddel (penetratin) fuzionált változatát, majd a peptideket karboxifluoreszceinnel jelölték. Gangliozidhoz való kötődésüket ITC-vel vizsgálták, konfokális mikroszkópos mérésekkel kimutatható, hogy habár a lektin mimetikus peptid önmagában kevéssé jut be a sejtbe, de jelentősen fokozni képes a penetratin bejutását. A szinergista hatás kihasználásával terápiás szempontból fontos makromolekulák kontrollált sejtpenetrációja valósítható meg. Az alkalmazhatóságának növelésére a lektin mimetikus peptidből proteázrezisztens analógokat terveztek, ezek szintézise és hatékonyságának vizsgálata folyamatban van. Nagy affinitású foldamer ligandum de novo moduláris előállításának első lépéseként feltérképezték az S100 fehérjecsalád 13 tagjának felszínét a korábban előállított 256-tagú foldamer könyvtárral egy kikötéses leszorításos kísérletben. Az alkalmazott kísérleti elrendezésben a HPLC-MS mérések kvantitatív kiértékelésével a disszociációs állandók értéke becsülhető, így eddig több mint 3000 fehérje-foldamer kölcsönhatás számszerűsítését végezték el. Ezek alapján képet kaptak a fehérjecsalád egyes tagjainak kötődési mintázatáról, a szelektív kölcsönható fragmensek ligációjával nagy affinitású ligandum állítható elő. Mindezeken felül a kutatási projekt egyik részében 16 különböző, több diszulfidhidas, gumós növényi eredetű (NCR) polipeptidet állítottak elő. Az

antimikrobiális hatás térképezéséhez számos rövidebb fragmenst és analógokat, kimérákat is szintetizáltak. Az eddigi eredmények alapján sikerült néhány olyan rövidebb fragmenst találni, amelyek kedvező hatásúak és méretük miatt jó lehetőséget kínálnak továbbfejlesztésre. A biológiai méréseken túlmenően CD és NMR mérések is kezdődtek.

Protein kölcsönhatás modulátorok alprogram

A kutatócsoport munkatársai sikeresen állították elő a BK csatorna blokkolójának, a charybdotoxinnak új analógját (K27N), (EFTNVSCTTSKECWSVCQRLHNTSRG**N**CMNKKCRCYS)**.** A mutáns toxin a mutáció ellenére gátolta a rianodin receport. Ez azért érdekes, mert a többi ismert K^+ csatornát az elmutált lizinnel gátolja, itt viszont a mutáció ellenére megmaradt a gátlás. A dokkolási szimulációk szerint az R19 oldalláncával blokkolja a RYR-t. Ezért kontrollként szintetizálták az R19Q analógot és a képződött diszulfidmintázatot is igazolták (<EFTNVSCTTSKECWSVCQ**Q**LHNTSRGKCMNKKCRCYS). Biológiai mérésekhez átadták az anyagot a debreceni kooperáló partnereiknek. A tenascin fehérje bizonyos szakaszai nagyfokú szekvencia homológiát mutatnak egyes kálium csatorna blokkolókkal (pl: margatoxin). A diszulfidhíd mintázat nem ismert. Szintetizálták a fenti fehérje 203-240 peptidfragmensét (I**C**DDGFTGED**C**SQLA**C**PSDANDQGK**C**VNGV**CIC**FE) Sajnos a margatoxin diszulfidhíd mintázatát ebből a peptidből nem sikerült kialakítani. A más diszulfidhíd mintázatot tartalmazó izomerek viszont nem bizonyultak aktívnak. Jelenleg az ortogonális stratégiával, szelektív cisztein védelemmel kivitelezett szintézissel próbálkoznak a kívánt szerkezetet előállítani. A különböző módosított peptidek szintézise régi, domináns területe a kutatócsoportnak. Ezen belül néhány éve indult együttműködés a *Penicillium chrysogenum* és *Neosartorya fischeri* eredetű antifungális fehérjék kutatásával kapcsolatban. A PAF fehérje esetében sikerült tisztázni a „gamma core" szerepét az antifungális aktivitásban, melyet publikáltak is. Jelenleg ez a munka folyik az NFAP2 fehérje vonatkozásában.

A neurodegenerációs betegségek patomechanizmusának pontosabb megismerése és új neuroprotekciós célpontok azonosítása céljából folytatták a különböző célmolekulák (Aβ, NMDA receptor, Sig-1 receptor) és ligandumok elméleti és kísérletes vizsgálatát. Argentin és holland partnerekkel együttműködve elméleti és TEM vizsgálatokkal járultak hozzá gyógyszerszerű kis molekula és Aβ monomer, illetve oligomer kötődésének vizsgálatához. Az eredményeket bemutató közleményben számítógépes módszerrel elemezték a monomer és ligandum közötti kölcsönhatást, valamint a TEM mérésekkel a fibrillumképződés kinetikáját. Összefoglaló közleményekben tekintették át a membránok és lipidek szerepét az Alzheimer kór patomechanizmusában, valamint a dajka fehérjék szerepét a neuroprotekcióban. Az előbbi kitekintés olyan újabb fehérjecélpontok kijelölését is előmozdította, mint például a Hsp90 protein. A dajkafehérje funkciót is betöltő Sig-1 receptor esetében a korábban elkészült számítógépes modellt felhasználva virtuális szűrés segítségével azonosítottak 6 molekulát, amelyek a radioligandumos mérések során magas kötési affinitást mutattak a receptorhoz.

A Ca^{2+} ioncsatorna blokkoló nimodipine gyógyszermolekula kapszulázására pH-érzékeny kitozán biopolimer-alapú szabályozott hatóanyag leadó rendszert is előállítottak, mely szöveti acidózis esetén (pH megváltozása) a kapszulázott hatóanyag felszabadulását lehetővé teszi. A 2.b. kinurenin alprogramot érintve előállításra és jellemzésre került neuroprotektív tulajdonsággal rendelkező és a gyomorfekély kezelésére is ígéretes vegyület a kinurénsav szervetlen hordozó történő kapszulázása, ahol a hatóanyag felszabadulás kinetikájára gasztrointesztinális körülmények között szolgáltattak információt. A 2.d. programban sikeresen jellemezték az aggregálódó biopolimer, a hialuronsav koncentráció-, és szerkezetfüggő reológiai tulajdonságait. Eredményesen alkalmazták ezen biopolimert nem-szteroid gyulladásgátló ketoprofen-tartalmú szabályozott hatóanyag leadó rendszer előállítására.

Nanostrukturált hibrid rendszerek alprogram

Gömb- alakú kétfémes (Au/Ag) nanorészecskék nagy időbeli felbontással rögzített ICP-MS jelprofilok statisztikai kiértékelése által analitikai módszert dolgoztak ki a különböző összetételű nemesfém nanorészecskék morfológiai, méret és összetétel elemzésére. Az eljárást bemutató publikáció az irodalomban egyedi és elsőként közölt, nanométer méretskálán belül alkalmazható, nagy pontosságú elemösszetétel és karakterizációs módszert mutat be rendkívül kismennyiségű (1-2 µl) minta felhasználásával. Mindezek mellett egy új típusú, szerves vezető polimer-alapú film bevonatot is fejlesztettek, mely együttesen szuperhidrofób és fotoreaktív tulajdonsággal rendelkezik. Előállítottak továbbá olyan polimer-alapú fotoreaktív kompozit bevonatot is, mely összetétel-függő szabályozható nedvesedéssel rendelkezik.

Protein-ligandum kölcsönhatás modellek fejlesztése

A Sig-1 receptor modellek ismeretében lehetőség nyílt nagy affinitású ligandumok számítógépes azonosítására. Jelentős gondot okoz azonban az agonisták és antagonisták elkülönítése. Az erre alkalmas kísérleti módszer kifejlesztése folyamatban van. Ezzel párhuzamosan az év során megjelent eredmények és saját molekuladinamikai számítások felhasználásával azonosították az agonisták illetve antagonisták kötődésének hatására bekövetkező szerkezeti változásokat a Sig-1 receptoron.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport egyik munkatársa L'ORÉAL-UNESCO Magyar Ösztöndíj a Nőkért és a Tudományért díjat nyerte el. Számos televíziós (M5/Novum, M2/Én vagyok itt, Szeged TV/Kvantum, ATV), rádiós műsorban (Kossuth Rádió, Magyar Katolikus Rádió, Forrás Rádió, Rádió88), folyóiratban/magazinban (Élet és Tudomány, Elle, Joy, Sikeres Nők) és internetes hírportálokon (origo.hu, 24.hu, divany.hu) mutatta be kutatócsoporti munkájának eredményét és azok hasznosíthatóságának lehetőségeit közérthető módon.
A Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban tudomány/kémia népszerűsítő előadásokat tartottak a kutatócsoport tagjai 2018. november 14-én pályaválasztás előtt álló diákoknak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Polish Academy of Sciences, Institute of Catalysis and Surface Chemistry; az előállított nanostrukturált nemesfém-alalpú hibrid rendszerek toxicitásának vizsgálata területen.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

- 20391-3/2018/FEKUSTRAT (anyagtudomány)
- 20391-3/2018/FEKUSTRAT (gyógyszerkutatás)
- OTKA K128801 (2018-2022), Új nukleinsav-származékok előállítása, tulajdonságaik és alkalmazásuk vizsgálata

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Penke B, Bogár F, Cru, T, Sántha M, Tóth ME, Vígh L: Heat shock proteins and autophagy pathways in neuroprotection: From molecular bases to pharmacological interventions. INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES 19:1 Paper: 325, 40 p. (2018)

2. Sonderegger C, Váradi Gy, Galgóczy L, Kocsubé S, Posch W, Borics A, Dubrac S, Tóth GK, Wilflingseder D, Marx F: The Evolutionary Conserved γ-Core Motif Influences the Anti-Candida Activity of the Penicillium chrysogenum Antifungal Protein PAF. FRONTIERS IN MICROBIOLOGY 9 Paper: 1655 (2018)
3. Csapó E, Szokolai H, Juhász Á, Varga N, Janovák N, Dékány I: Cross-linked and hydrophobized hyaluronic acid-based controlled drug release systems, CARBOHYDRATE POLYMERS 195 pp. 99-106. 8 p. (2018)

A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁMOGATOTT KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,5			Ebből kutató[2]:	4,5
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25

A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]: 0,0

35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]: 4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	9,45	Összes független hivatkozás száma (2017):	103
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			164

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0 külföldi oltalmak száma[11]: 0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			14
	poszterek száma:		1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc):	18	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24696	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Informatikai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,25			Ebből kutató[2]:	5,25
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				30
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				30
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				19
Ebből impaktfaktoros publikáció				14
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	64,44	Összes független hivatkozás száma (2017):	81
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			97

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			25
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	12
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24672	E Ft
Teljes saját bevétel:	59400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	59400	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,0			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	3,5	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				33
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				32
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				5
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				16
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	1	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	29,58	Összes független hivatkozás száma (2017):	269
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			326

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	24
Diplomamunka (MSc):	18	PhD:	13

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	29805	E Ft
Teljes saját bevétel:	5695	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5695	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Kondenzált Anyagok Fizikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,04			Ebből kutató[2]:	4,54
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				20
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				20
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				18
Ebből impaktfaktoros publikáció				16
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	94,56	Összes független hivatkozás száma (2017):	545
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			739

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc):	8	PhD:	8

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33983	E Ft
Teljes saját bevétel:	45020	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	45020	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Számítások vezérelte kémia

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,05			Ebből kutató[2]:	3
PhD, kandidátus:	2,3	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				6
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				6
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	25,85	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	8
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24546	E Ft
Teljes saját bevétel:	5000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	2000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	3000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Szilárd testek morfodinamikája Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,75			Ebből kutató[2]:	2,75
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				12
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				10
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	31,64	Összes független hivatkozás száma (2017):	1
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			1

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24604	E Ft
Teljes saját bevétel:	70087	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		6
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	62087	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	8000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Sztochasztika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,73			Ebből kutató[2]:	3,73
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	11,16	Összes független hivatkozás száma (2017):	134
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			164

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24339	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Vízgazdálkodási Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	4,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	21,32	Összes független hivatkozás száma (2017):	147
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			183

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			8
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			8

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	30310	E Ft
Teljes saját bevétel:	93892	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5544	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	12700	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	64000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	11648	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–DE Egyenletek, függvények, görbék Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,75			Ebből kutató[2]:	4,75
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	3,77	Összes független hivatkozás száma (2017):	18
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			25

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24613	E Ft
Teljes saját bevétel:	8350	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	8000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	350	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–DE Redoxi és homogén katalítikus reakciók mechanizmusa Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,36			Ebből kutató[2]:	3
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:			15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:			15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:			0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:			0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:			15
Ebből impaktfaktoros publikáció			13
Könyv, atlasz	magyarul: 0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul: 0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	49,94	Összes független hivatkozás száma (2017):	251
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			301

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD: 1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]: 0		külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			9
		poszterek száma:	12
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	9

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24527	E Ft
Teljes saját bevétel:	53631	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	22631	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	31000	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–DE Részecskefizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,94			Ebből kutató[2]:	3,24
PhD, kandidátus:	3,45	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				12
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				11
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	37,43	Összes független hivatkozás száma (2017):	122
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			150

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24352	E Ft
Teljes saját bevétel:	18000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	14000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	4000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Egerváry Jenő Kombinatorikus Optimalizálási Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,85			Ebből kutató[2]:	4,85
PhD, kandidátus:	3,1	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,5
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	12,79	Összes független hivatkozás száma (2017):	149
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			174

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	6	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24775	E Ft
Teljes saját bevétel:	918	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	918	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,2			Ebből kutató[2]:	4,7
PhD, kandidátus:	5,7	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	21,3	Összes független hivatkozás száma (2017):	450
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			548

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			4
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			3

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			35152
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35137	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	35152	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Extragalaktikus Asztrofizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,85			Ebből kutató[2]:	1,25
PhD, kandidátus:	2,45	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				27
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				27
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				24
Ebből impaktfaktoros publikáció				20
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	136,34	Összes független hivatkozás száma (2017):	2801
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			4613

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	23740	E Ft
Teljes saját bevétel:	11500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	11500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,2			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	4,2	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	27,18	Összes független hivatkozás száma (2017):	168
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			224

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	15
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	2	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25980	E Ft
Teljes saját bevétel:	68069	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	3869	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	40000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	6200	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	18000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Geológiai, Geofizikai és Ûrtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,45			Ebből kutató[2]:	6,0
PhD, kandidátus:	5,7	MTA doktora:	0,75	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	1	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	28,22	Összes független hivatkozás száma (2017):	304
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			392

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			18
		poszterek száma:	14
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	34601	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Geometriai és Algebrai Kombinatórika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,65			Ebből kutató[2]:	6,65
PhD, kandidátus:	5,3	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,6

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				13
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	11,48	Összes független hivatkozás száma (2017):	20
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			33

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	8
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33868	E Ft
Teljes saját bevétel:	18571	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	8729	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		8
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	9824	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,75			Ebből kutató[2]:	4,25
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				10
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	37,2	Összes független hivatkozás száma (2017):	132
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			255

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	6
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33447	E Ft
Teljes saját bevétel:	12000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	12000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Numerikus Analízis és Nagy Hálózatok Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,85			Ebből kutató[2]:	3,85
PhD, kandidátus:	1,5	MTA doktora:	0,75	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				2
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				13
Ebből impaktfaktoros publikáció				14
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	18,58	Összes független hivatkozás száma (2017):	33
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			39

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			20
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	13
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24300	E Ft
Teljes saját bevétel:	53000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	50000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	2500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	6,75			Ebből kutató[2]:	5,75
PhD, kandidátus:	3,5	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				30
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				29
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				25
Ebből impaktfaktoros publikáció				21
Könyv, atlasz	magyarul:	1	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	2	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	62,03	Összes független hivatkozás száma (2017):	399
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			574

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	4	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			20
		poszterek száma:	22
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	9
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc):	6	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33597	E Ft
Teljes saját bevétel:	95690	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	44000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		7
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	11560	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	35000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	5130	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,25			Ebből kutató[2]:	4,25
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	1,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				6
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	17,8	Összes független hivatkozás száma (2017):	1078
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			1130

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	11
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	8

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	34056	E Ft
Teljes saját bevétel:	47400	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	2400	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	30000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	15000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	8,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,75	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				16
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				8
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	26,92	Összes független hivatkozás száma (2017):	57
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			79

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31067	E Ft
Teljes saját bevétel:	23772	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	22853	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	919	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				16
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				10
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	2	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	8,8	Összes független hivatkozás száma (2017):	82
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			95

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			8
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	34701	E Ft
Teljes saját bevétel:	59000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	6500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	52500	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	2,75	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					3,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				25
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				25
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				5
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	1	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	6,13	Összes független hivatkozás száma (2017):	19
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			25

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24608	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–MTM–ELTE Paleontológiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				26
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				26
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				3
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				21
Ebből impaktfaktoros publikáció				20
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	1
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	60,81	Összes független hivatkozás száma (2017):	465
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			618

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			13
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	6
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	9

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24777	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	15072	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–PE Levegőkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	5,0
PhD, kandidátus:	4,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	14,57	Összes független hivatkozás száma (2017):	670
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			772

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33757	E Ft
Teljes saját bevétel:	8651	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	5651	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	3000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Molekuláris Kölcsönhatások az Elválasztás-tudományban Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,75			Ebből kutató[2]:	2,75
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				3
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				3
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	11,15	Összes független hivatkozás száma (2017):	20
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			34

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			4
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	27323	E Ft
Teljes saját bevétel:	12000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	12000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Nagyintenzitású Terahertzes Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,75			Ebből kutató[2]:	4,25
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				13
Ebből impaktfaktoros publikáció				12
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	32,11	Összes független hivatkozás száma (2017):	93
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			134

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	12
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	29009	E Ft
Teljes saját bevétel:	48000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	23000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	25000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–PTE Szelektív Kémiai Szintézisek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	2,7	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,25
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				17
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				17
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				16
Ebből impaktfaktoros publikáció				15
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	51,44	Összes független hivatkozás száma (2017):	33
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			75

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24521	E Ft
Teljes saját bevétel:	8000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	8000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Analízis és Sztochasztika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				11
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	8,09	Összes független hivatkozás száma (2017):	95
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			119

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	24424	E Ft
Teljes saját bevétel:	978	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	978	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,25			Ebből kutató[2]:	4,25
PhD, kandidátus:	2,75	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,25

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				1
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				6
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	18,83	Összes független hivatkozás száma (2017):	60
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			99

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			2

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	4
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35556	E Ft
Teljes saját bevétel:	168725	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	54920	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	113805	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	7,0			Ebből kutató[2]:	7,0
PhD, kandidátus:	5,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					4,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				49
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				48
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	7

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	9,38	Összes független hivatkozás száma (2017):	412
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			440

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			10
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	10
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			6
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	20
Diplomamunka (MSc):	5	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31475	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Reakciókinetikai és Felületkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,5			Ebből kutató[2]:	3,5
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				35
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				34
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				2
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				32
Ebből impaktfaktoros publikáció				30
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	121,67	Összes független hivatkozás száma (2017):	531
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			618

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	1	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	14
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	4
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	29831	E Ft
Teljes saját bevétel:	4000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Sztereokémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,0			Ebből kutató[2]:	1,0
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	1,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				25
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				25
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				24
Ebből impaktfaktoros publikáció				23
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	82,41	Összes független hivatkozás száma (2017):	428
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			632

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			4
		poszterek száma:	11
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	3
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	6	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	8

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25238	E Ft
Teljes saját bevétel:	25000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	11000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	14000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Biomimetikus Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	4,0			Ebből kutató[2]:	4,0
PhD, kandidátus:	3,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					2,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				13
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				13
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				12
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	47,64	Összes független hivatkozás száma (2017):	744
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			832

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	1

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			6
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			4
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	28121	E Ft
Teljes saját bevétel:	10500	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		5
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	10500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI EGYETEMI LENDÜLET KUTATÓCSOPORTOK

MTA–BME LENDÜLET EMBERI EGYENSÚLYOZÁS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Insperger Tamás, az MTA doktora
1111 Budapest, BME, Műszaki Mechanikai Tanszék, Műegyetem rkp. 5.
telefon: (1) 463 1227; e-mail: insperger@mm.bme.hu; honlap: http://hbrg.mm.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2016

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA–BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport 2016 júliusában alakult. A kutatás célja az emberi egyensúlyozás folyamatának megértése, határainak kiterjesztése a reflexkésés és az érzékelési bizonytalanságok figyelembevételével. A kutatócsoport feladatai 2018-ban a kutatási tervhez szükséges kísérleti berendezések összeállítása, megépítése, a tervezett mérések elrendezésének, lebonyolításának megtervezése és a mérések elvégzése volt. Emellett feladat volt különböző egyensúlyozási feladatok kidolgozása és mechanikai modelljének a megépítése. Az alapvető célkitűzés két egyensúlyozási feladat részletes elméleti és kísérleti vizsgálata volt: az ujjhegyen vagy pingpong ütőn való rúdegyensúlyozás, ahol elsősorban a vizuális visszacsatolás játszik központi szerepet; illetve az egy helyben (vagy egyensúlyozó deszkán vagy gördeszkán) való egyensúlyozás, ahol az egyensúlyozó szervek valamint a mechanoreceptorok és a proprioceptorok által szolgáltatott információt is felhasználják. A két egyensúlyozási feladat mellet 2018-ban egy új ötletként egy harmadik egyensúlyozási feladat elvégzésére is készítettek berendezést, az ún. „ball-and-beam” feladat, azaz egy csap körül elforduló lapon guruló golyót, illetve a végső megvalósítás során egy gördülő kiskocsit kell a lap közepére irányítani. A mérések során kutatócsoport által korábban összeállított gyorsulásérzékelőkből és giroszkópokból álló egységes rendszert valamint a szintén korábban beszerzett OptiTrack kamerarendszert használtak. A feladat egyik nehezítése a mérleghintán való lineárisan megvezetett kocsira szerelt inverz inga egyensúlyozása, amely rendszer mechanikai modellje is elkészült. A számítógépen megvalósított virtuális rúdegyensúlyozás vizsgálathoz elkészült a rendszer. Itt a legnagyobb gond az volt, hogy a számítógép és a megjelenítés összes időkésését nem tudták 100ms alá szorítani, így ez az időkésés mindenképpen hozzáadódik az emberi reakció időkéséshez. Elkezdtek egy LED-sorból álló vizuális rendszer kiépítését, ahol a számítógépes plusz időkésés 1ms környékén tartható.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A 2018-as év folyamán több vizsgálati alannyal végeztek méréseket, az egyensúlyozó deszkán, ujjhegyen és megvezetett kiskocsin való egyensúlyozás illetve a „ball-and-beam” rendszerrel. A Gézengúz Alapítvánnyal együttműködve kisgyermekek Huple® gömbben való egyensúlyozását és „ball-and-beam” egyensúlyozását is vizsgálták a gyermekek több hónapos speciális tréningje során több alkalommal. Fél éven keresztül havonta méréseket végeztek a biciklizést kedvelő BME Cycling csapat tagjaival, akik hetente egy alkalommal tartanak speciális közös edzést. Ezeknek a mérési sorozatoknak a vége 2019 nyarán várhatóak. A mechanikai modellekkel kapcsolatos elméleti eredményeket folyóiratokban való publikálása legtöbb esetben megtörtént.

Az Royal Society Interface folyóiratban publikálták azt a jelenséget, amikor egyhelyben állás mechanikai modelljénél a szabályozó erő szaturálása korlátozza a gyorsulás jel visszacsatolása miatti javulást a lineáris stabilitási tulajdonságokban. Gördeszka gyorsulásának a hatását vizsgálták gördeszkán való haladás közben, az eredményeket a International Journal of Dynamics and Control folyóiratban publikáltuk. Az Applied Mathematical Modelling

folyóiratban publikálták a folytonos és mintavételezett visszacsatolást is tartalmazó dinamikai rendszerek stabilitásvizsgálatára kidolgozott numerikus módszert. A módszer alkalmazási területe tipikusan olyan eszközök, ahol az ember és a digitálisan szabályozott gép együtt kell hogy dolgozzon, pl. egy vagy kétkerekű járművek (Segway). A késleltetett rendszerek lineáris stabilitásvizsgálatára kifejlesztett szemidiszkretizációs módszert általánosítottak nemlineáris rendszerek bifurkáció vizsgálatára az International Journal of Numerical Methods in Engineering folyóiratban publikált cikkükben. Az International Journal of Dynamics and Control folyóiratban publikálták a késleltetett, neutrális differenciálegyenlet illetve siettetett argumentumú egyenletekkel leírható modelljeit olyan egyensúlyozó eszközök esetén, ahol az egyensúlyozott test függőlegestől való eltérését gyorsulásérzékelőkkel mérjük. A Physical Review E folyóiratban publikálták az emberi egyensúlyozás olyan egyszerűsített matematikai modelljét, amelynél numerikus eszközökkel belátható permanens illetve tranziens kaotikus rezgések létezése. Az egyensúlyozással kapcsolatos eredmények analógia szintjén átültethetők követő szabályozással ellátott autósorok stabilizálására is. A kapcsolódó eredményeket az IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems folyóiratban publikálták.

A már megjelent folyóirat publikációk mellett a kutatócsoport jelentős eredményeket ért el több más területen is. Nemzetközi együttműködés keretében (Bernd Krauskopfm University of Auckland; Petri Piiroinen, National University of Ireland) olyan nemlineáris modelleket fejlesztettek ki, ami kevés paraméterrel jól leírja az emberi futás illetve ugrálás főbb dinamikai tulajdonságait. Ujjhegyen való rúdegyensúlyozás illetve vízszintes sínen gördülő kiskocsira helyezett inga egyensúlyozása esetén vizsgálják, hogy az átlagos reakció időkésés megadható-e a mért időjelek kepstrumának segítségével.

A „ball-and-beam” egyensúlyozási feladattal kapcsolatban vizsgálati alanyok által végzett tesztek eredményeképpen megmutatták, hogy több napos gyakorlás után a feladat végrehajtásának minősége jelentősen javul. Az egyik legegyszerűbb szabályozási törvényt (késleltetett PD szabályozót) feltételezve megmutatták, hogy egy 5 napos tesztsorozat végére a lineáris regresszióval illesztett paraméterek megfelelnek azoknak az erősítési tényezőknek, amelyeknél a túllövés mértéke minimális és a beállási idő is a legrövidebb.

Gyakorlati és társadalmi szempontból is fontos eredmény, hogy a kutatócsoport együttműködést kezdett a Gézengúz Alapítvánnyal. A kisgyermekek mozgásfejlesztésére kifejlesztett Huple® mozgásterápiás eszköz használata során készült mérési eredményeket a gyermekek fejlődésének kimutatására alkalmas paraméterek meghatározása a cél. A Huple® félgömb mechanikai és matematikai modellje sok egyezést mutat a kutatócsoport által használt egyensúlyozó deszka modelljeivel.

A kutatócsoport kísérleti eszközei is bővültek a 2018-as évben. Elkészült a reakció időmérő rendszer, amely vizuális és auditív ingerekre való reagáláshoz szükséges időt méri. A vizuális inger többféle lehet, pl. egyszerű LED felvillanás, vagy három LED közül az egyiknek a felvillanása, vagy különböző színű (piros, kék, zöld) felvillanások. A reagálás vagy egy gomb megnyomása az ujjheggyel, vagy egy pedál megnyomása lábbal. Míg a gombnyomás a kézzel végzett feladatok (pl. ujjhegyen való rúdegyensúlyozás) reakció idejére ad becslést, addig a pedál nyomás a láb végéhez közeli izommozgások késési idejét becsüli (pl. egyhelyben állás vagy egyensúlyozó deszkán való egyensúlyozás).

A virtuális egyensúlyozó rendszerre is sikerült kiépíteni egy rendszert, amely egy laptopból, egy gyorsulásmérőt tartalmazó számítógépes egérből és egy monitorból ál. A rendszer számítógépes időkésése 100ms körül van, amit az egyensúlyozó tesztek kiértékelése során figyelembe kell venni.

b) Tudomány és társadalom

A kutatásba több egyetemi hallgató is be lett vonva TDK-dolgozat, szakdolgozat, MSc-diplomamunka, illetve projektmunka keretében.
A kutatócsoport vezetője új tantárgyat vezetett be a BME gépészmérnöki karán „Egyensúlyozás dinamikája" címmel. A tárgy 2018 tavaszán indult először 16 hallgatóval.
A kutatócsoport tagjai részt vettek a BME Gépészmérnöki Karának középiskolás diákok számára tartott nyílt napi rendezvényén.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport elnyert egy kétoldalú pályázatot francia partnerekkel, akikkel a különböző holtidőt tartalmazó szabályozási rendszerek kritikus paraméterkombinációt vizsgálják. A kutatócsoport vezetője volt a program szerkesztője a 2018 nyarán Budapesten megrendezett IFAC Workshop on Time Delay Systems (IFAC TDS 2018) konferenciának. A konferencián 144 előadás volt és 169 résztvevő jelent meg továbbá a kutatócsoport vezetője volt a társszervezője a szintén 2018 nyarán Budapesten megrendezett 12th IFAC Symposium on Robot Control (IFAC SYROCO) konferenciának. A kutatócsoport vezetője heti rendszerességgel konzultál a The Claremont Colleges, USA egyik vezető neurológusával informális jelleggel.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

TÉT-FR – Magyar–Francia kétoldalú tudományos és technológiai (TéT) együttműködés: Analysis of stabilizability of delayed dynamical system as function of the system parameters and the time delays with applications to human balancing. Francia partner: Laboratory of Signals and Systems (L2S), CNRS-Centrale Supelec-U PSUD, University Paris Saclay; Igényelt támogatás: 1,91 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Milton JG, Insperger T, Cook W, Harris DM, Stepan G: Microchaos in human postural balance: Sensory dead zones and sampled time-delayed feedback. PHYSICAL REVIEW E, 2018, 98:022223, doi: 10.1103/PhysRevE.98.022223. http://real.mtak.hu/83345/; https://www.mm.bme.hu/~insperger/j2018_PRE.pdf
2. Zhang L, Stepan G, Insperger T: Saturation limits the contribution of acceleration feedback to balancing against reaction delay. JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY INTERFACE, 2018, 15:20170771, doi: 10.1098/rsif.2017.0771. https://www.mm.bme.hu/~insperger/j2018_Interface_PDA.pdf
3. Molnar TG, Dombovari Z, Insperger T, Stepan G: Bifurcation analysis of nonlinear time-periodic time-delay systems via semidiscretization. INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN ENGINEERING, 2018, 115 (1): 57-74. DOI: 10.1002/nme.5795. http://real.mtak.hu/80388/
4. Lehotzky D, Insperger T, Stepan G: Numerical methods for the stability of time-periodic hybrid time-delay systems with applications, APPLIED MATHEMATICAL MODELING, 2018, 57:142-162. DOI: 10.1016/j.apm.2017.12.029., www.mm.bme.hu/~insperger/j2018_AMM_hybrid.pdf

MTA–BME LENDÜLET HÁLÓZAT SZOFTVERIZÁCIÓS KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Sonkoly Balázs, PhD
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.
telefon: (1) 463 2536; e-mail: sonkoly@tmit.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport formálisan 2017. év végén alakult építve a korábbi ipari együttműködésekre (Ericsson) és egyetemi munkakapcsolatokra. Az első év fő célja az volt, hogy megteremtsék a kutatócsoport működtetéséhez szükséges formális kereteket és elindítsák a kutatómunkát az új környezetben. A kutatócsoport a BME (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) Mobil Innovációs Központjában (MIK) kezdte el a működését szoros kooperációban a Távközlési és Médiainformatikai Tanszékkel. A munkatársak számára biztosított fizikai elhelyezés mellett a kutatócsoport hozzáférést kapott a BME-n rendelkezésre álló IT infrastruktúra egy részéhez is. Ez több nagyteljesítményű szerver számítógépet, nagysebességű hálózati eszközöket és hálózati kártyákat foglalt magában. Ezt az infrastruktúrát bővítettük egy új szerverrel, egy nagyteljesítményű számítógéppel és notebook gépekkel. A következő évre halasztottuk a bővítés következő lépéseit. A kutatócsoporthoz a vezetőn kívül több senior kutató, korábbi és újonnan felvett PhD-hallgatók, illetve MSc/BSc-hallgatók is csatlakoztak. A fő feladat a kutatócsoport elindítása, a feladatok kiosztása és a felelősségi körök hozzárendelése volt. A kutatómunka a pályázati kutatási tervben megadott négy hosszútávú cél mentén történt. Ezek az irányvonalak a következők voltak:

- Új alkalmazási példák kidolgozása és kapcsolódó követelmények azonosítása (O1)
- Új típusú hálózati alkalmazások fejlesztésének támogatása (O2)
- Az orkesztrációs és kontroll sík kialakítása az új típusú szolgáltatásokhoz (O3)
- Nagyteljesítményű virtuális adatsík kialakítása a felhőkben, a felhők alatt és a felhők között (O4)

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Új alkalmazási példaként (O1) beltéri és kültéri drónok hálózatból történő elosztott vezérlésével foglalkoztak és azt vizsgálták, hogyan lehet szigorú késleltetés követelményekkel rendelkező alkalmazásokat futtatni elosztott felhő környezetben. Ehhez több megoldást is kidolgoztak, ahol a vezérlő szoftvert több, különböző erőforrás-igényű és követelményű szoftver komponensre bontottak, melyek különböző környezetben futtathatók (cloud, edge), ha biztosítani tudják köztük a megfelelő minőségű kommunikációt. Egyrészt megvalósítottak egy szolgáltatáslánc (SFC, Service Function Chain) alapú megoldást, ahol virtuális hálózati funkciók (VNF, Virtual Network Function) összekapcsolásával állítják össze az alkalmazást. Ez a megoldás az ETSI NFV architektúrára épül és azzal kompatibilis megközelítést követ. Az alkalmazást összeintegrálták a saját orkesztrációs keretrendszerükkel és az eredményeket a témában legjelentősebb fórumon, az ACM SIGCOMM 2018 konferencián demonstrálták [1]. Másrészt azt vizsgálták meg, hogy a viszonylag új Function as a Service (FaaS) koncepcióra építve hogyan lehet hasonló alkalmazásokat megvalósítani, illetve hogy megvalósíthatók-e a szigorú késleltetés követelményeket támasztó szolgáltatások ebben a környezetben.

Emellett elkezdték az új típusú, elosztott felhő környezetben futtatható alkalmazások, szolgáltatások fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez használható eszközök, módszerek és automatizált megoldások kidolgozását (O2). Kulcsfontosságú ezen módszerek FaaS

platformokkal való összekapcsolása, illetve az alkalmazások automatikus adaptálása ezekhez a környezetekhez. Ehhez kapcsolódóan részletesen elemezték az egyik legfontosabb, legtöbb funkcióval rendelkező FaaS platformot, az Amazon AWS rendszerét. Ezt a munkát az Ericsson kutatási részlegével szoros együttműködésben végezték, az első eredményeket év elején tervezik publikálni az IEEE CLOUD konferencián.

Az első éves munka egyik legjelentősebb része az új típusú alkalmazások automatikus „beüzemeléséért" (deployment) felelős orkesztrációs rendszer és annak fontosabb algoritmusainak kidolgozása és implementálása volt (O3). Ennek a rendszernek a központi eleme a bemenetként megadott szolgáltatásláncok leképezése a rendelkezésre álló erőforrásokra a megadott követelmények teljesítése mellett. Ez a probléma a VNE (Virtual Network Embedding) egy általánosított, bonyolultabb változata, ami már önmagában is NP-nehéz feladat. Ennek hatékony megoldására különböző heurisztikus algoritmusokat dolgoztak ki és értékelték különböző szempontok alapján, illetve összevetették MILP alapú megoldásokkal. Az algoritmusnak elkészítették egy olyan változatát, ami szoftverizált adatsík erőforrásainak hatékony kezelésére képes, ezt a megoldást az IEEE INFOCOM 2018 konferencián publikálták részletes komplexitás elemzéssel [2]. Az INFOCOM konferencián, ami egy kiemelt fórum a tudományterületükön, három workshop cikkel is megjelentek. Egyrészt adtak egy hibrid algoritmust, ami az online heurisztikus algoritmust kombinálja egy offline ILP alapú megoldással. Alapvetően az online algoritmus alapján működik a rendszer, de periodikusan lefut a háttérben az offline optimalizálás és ez alapján bizonyos időközönként újrakonfigurálják a rendszert elmozdítva a globális optimum felé. A következő cikkben az egyik legelterjedtebb VIM (Virtual Infrastructure Manager) platformhoz, az OpenStack-hez dolgoztak ki egy kiterjesztést, amivel a rendszer képessé vált a hálózati tulajdonságokat, képességeket is figyelembe venni az orkesztráció során. Ennek segítségével az OpenStack rendszer használhatóvá vált Cloud Edge erőforrásmenedzsmentre, ahol nemcsak a centrális adatközpontban vannak a számítási erőforrások, hanem a hálózat peremén is (pl. bázisállomásokban). A harmadik cikkben megvizsgálták különböző 5G operátorok együttműködésének üzleti aspektusait is. Ezen kívül egy elfogadott demonstrációval is megjelentek ezen a fórumon, ahol az orkesztrációs keretrendszerükben megvalósítható automatikus hibajavítást mutattak be. A teljes orkesztrációs keretrendszert, ami támogatja a több operátoros működést és olyan követelmények automatikus kezelését, mint end-to-end késleltetés, sávszélesség követelmény, affinity, anti-affinity és link anti-affinity, egy beadott folyóiratcikkben (JSAC special issue) foglalták össze. A kidolgozott megoldások, algoritmusok várhatóan beépítésre kerülnek ipari partnerük termékeibe is.

A nagyteljesítményű adatsík megvalósítását célzó tevékenységenk több részből álltak (O4). Egyrészt a már korábban említett INFOCOM cikk [2] egy Dockerre, Open vSwitch-re és az Intel DPDK könyvtárára épülő megoldást adott kombinálva az erőforrás-menedzsmentért felelős komponenssel. Másrészt az Ericssonnal szoros együttműködésben különböző szoftveres adatsík pipeline-okat definiáltak telco funkciókhoz, majd ezeket különböző szoftver switch-ekben implementáltak. Kialakítottunk egy általános keretrendszert és kidolgozták a szükséges módszertant ahhoz, hogy különböző szoftver switch-eket tudjanak kiértékelni adott szempontok alapján (pl. skálázódási karakterisztikák). Széleskörű méréseket végeztek nagysebességű környezetben és több megvalósítást is kiértékeltek. Az eredményeket egy JSAC folyóiratcikkben publikálták. Ezenkívül született egy „survey" cikk is a programozható adatsík témakörben.

b) Tudomány és társadalom

A bevezetés előtt álló 5G rendszereket kiemelkedő érdeklődés övezi szakmai és felhasználói oldalról is. Munkájuk során olyan módszereket, megoldásokat és komponenseket dolgoztak ki, melyek a jövőbeli 5G (és azt követő) rendszerek fontos részét képezhetik és megjelenhetnek az ipari partner termékeiben is. Az új rendszer által nyújtott lehetőségeket működő prototípusok segítségével demonstrálták különböző fórumokon. Ezek a demonstrációk a szakmai fórumok mellett más, ismeretterjesztő rendezvényeken is megjelentek. Ilyen volt a Kutatók Éjszakája és a BME Nyitott Laborok Délutánja. Az októberben indult sport analitika témájú OTKA projektben tervezett tudományos kutatást pedig jól érzékelhető társadalmi érdeklődés motiválja.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Az elmúlt időszakban részt vettek az ACM SIGCOMM konferencia sikeres budapesti szervezésében. A témában egyik legrangosabb konferencia először került megrendezésre Kelet-Európában. A kutatócsoport tagjai közül került ki a Topic Preview Chair, és a kutatócsoport vezető volt az egyik Demo Chair a konferencián. Ez egy fontos fórum volt, ahol a téma legjelentősebb kutatóival és meghatározó ipari szereplőivel tudtak kapcsolatokat építeni. Aktív együttműködést folytatnak több európai egyetem kutatójával (pl. University of Vienna, University Carlos III of Madrid, KTH Royal Institute of Technology) és konkrét mobilitási terveket fogalmaztak meg a következő évre. Kutatóik a BME-n oktatói és témavezetői feladatokat is ellátnak a BSc-, MSc- és PhD-képzésben egyaránt. A 2018-as évben doktorandusz hallgatóik közül négyen az EIT Digital Doctoral School programjában is részt vettek, akiknek akadémiai témavezetését a kutatócsoport biztosította, míg ipari oldalról az Ericsson adott konzulenst. Ez tovább erősítette együttműködésüket az ipari partnerrel és lehetővé tette, hogy a PhD-hallgatók is pontosabb betekintést nyerjenek az ipar által támasztott igényekbe és alkalmazott kutatási irányokba.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az elmúlt időszakban egy sikeres OTKA-pályázata volt a csoportnak, melynek címe: „Adattól az elméletig: csapatsportok dinamikájának elemzése” (FK2018/128233). A pályázat megvalósítása 2018. október 1-jén kezdődött és big data technológiák segítségével igyekszik választ adni a sport analitika területén felmerülő különböző gyakorlati kérdésekre, illetve ezen komplex feladatok felhő és 5G környezetben történő megvalósíthatóságát vizsgálja. Ezenkívül két pályázat került benyújtásra az elmúlt évben. Egyrészt egy koreai partnerrel közösen pályáztak az NKFIH által meghirdetett Magyar–Koreai TÉT felhívásra (2018-2.1.17-TÉT-KR-2018-00012, Kiterjesztett-valóság alkalmazásokat támogató hálózati architektúra az 5G és azt követő Internet koncepciókban) kb. 50 M Ft támogatási összegre (MTA rész). Másrészt egy konzorciumi pályázatot adtak be az „EU H2020 ICT-19 Call” felhívására (5G Precision) kb. 200 M Ft támogatásra (MTA rész).

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. J. Czentye, J. Dóka, Á. Nagy, L. Toka, B. Sonkoly, R. Szabó, “Controlling Drones from 5G Networks,” In Proc. of ACM SIGCOMM 2018 (Demo)
2. B. Sonkoly, M. Szabó, B. Németh, A. Majdán, G. Pongrácz, L. Toka, “FERO: Fast and Efficient Resource Orchestrator for a Data Plane Built on Docker and DPDK,” In Proc. of IEEE INFOCOM 2018

MTA–BME KÉMIAI NANOÉRZÉKELŐK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Gyurcsányi Ervin Róbert, PhD
1111 Budapest, Szent Gellért tér 4.
telefon: (1) 463 1592; fax: (1) 463 3408
e-mail: robertgy@mail.bme.hu; honlap: http://biochemsens.bme.hu/
a kutatócsoport működési időszaka: 2013–2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A Lendület-kutatócsoport elsődleges feladata orvosdiagnosztikai szempontból fontos vírusok, fehérjék, nukleinsavak, és ionok költséghatékony meghatározását lehetővé tevő új kémiai nanoérzékelők és érzékelési elvek felfedezése, elméleti leírása és alkalmazása volt. A pályázat zárásához érkezve az utolsó év feladatai a futó kutatási témák befejezése, releváns publikációk megírása, illetve beküldése voltak. Rövid összefoglalásként elmondható, hogy a pályázati munkatervben szereplő minden feladat kidolgozásra került és döntő többségük az ütemterv szerint megvalósult. Az elért eredményekből eddig 2 könyvfejezet, 30 tudományos közlemény (a publikálás átfutási ideje miatt a pályázati időszak lejárta után is jelent meg közlemény) és 1 konferencia kiadvány született. A megjelent tudományos közlemények összesített impakt faktora 153.99 és ezek közül 5 kiemelt címlapközleményként jelent meg. A szerződés előírta a Lendület pályázattal összemérhető további kutatás-fejlesztési források elnyerését, amely kötelezettséget teljesítették. Ezek egyrészt a Lendület pályázatban megfogalmazott kutatási terv feladatainak kiterjesztésére nyújtottak lehetőséget, pl. a nemzetközi ERA Chemistry (OTKA-DFG) pályázat keretében a felületi lenyomatú polimerek fejlesztésére. Másrészt, a Lendület pályázat keretében elért eredmények és tudásbázis ipari jellegű hasznosítására, pl. a VKSZ pályázat keretében új szintetikus receptorokon és nanorészecskéken alapuló diagnosztikai rendszerek fejlesztésére, illetve a Volkswagen konszern kutatási központjával együttműködésben a Li-ion akkumulátorok öregedési folyamatainak megértésére és élettartamuk előrejelzésére.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

Légúti óriássejtes vírus (Respiratory Synctial Virus-RSV) szelektív számlálásához fluoreszcens RSV-aptamer receptorral kezelték a vírusmintákat, amely receptorok csak az RSV vírushoz kötődnek, és az egyedi részecskéket fluoreszcens üzemmódban detektálták nanorészecske nyomkövetéses analízissel (fluorescent nanoparticle tracking analysis – F-NTA). Az antitestektől eltérően a monovalens fluoreszcens aptamer alkalmazásával elkerülhető a vírusok aggregálása. A módszer kalibráció nélkül egyszerre biztosítja a vírusrészecskék azonosítását, illetve méretük és koncentrációjuk meghatározását. Ez az eredmény azért is jelentős, mert a részecskék mérete alapján a vírusban integrált G-glikoprotein (intakt vírus) a szabad forma jelenlétében is meghatározható, illetve felismerhetővé válnak a vírusok esetleges aggregátumai is. A módszer alkalmasnak bizonyult sejttenyészetekből centrifugálással tisztított RSV preparátumok vizsgálatára, ahol esetenként a teljes részecskeszám mindössze 2%-a bizonyult vírusnak. Ezen túlmenően az egyedi vírusokat detektáló F-NTA módszert garatkenet mintákban is sikeresen alkalmazni tudták. Az F-NTA módszerrel az intakt vírusra nézve akár 10^{-13} M koncentráció is könnyen meghatározható volt. Az eredményekről beszámoló közleményt a Nanoscale folyóirat (IF: 7.233) címlapon közölte.

Arany nanopórusok komplex kémiai módosításával szelektív Cu^{2+} ion csatornákat állítottak elő. Erre a célra a nanopórusok belső falán önszerveződő monomolekuláris réteget hoztak létre három funkcionális tiolszármazékból, amelyek biztosították az ion szelektivitást (Cu^{2+} - szelektív peptid komplexképző), kationpermszelektivitást (kationcserélő) és a víz kizárását a

pórusokból (hidrofób alkántiol). Az új ionszelektív membrán konstrukció lehetővé tette a hidrofil természetes eredetű komplexképzők alkalmazását potenciometriás ionszelektív elektródok előállítására, amely a konvencionális polimer alapú membránokkal eddig nem volt lehetséges. Ugyancsak áttörésnek számító mikromólos kimutatási határt, illetve három és hat nagyságrend közötti szelektivitást sikerült elérni az összes vizsgált ionhoz képest. A legtöbb ionra a szelektivitási érték sokkal jobb, mint az eddig publikált konvencionális ionoforok esetében. Különösen érdekes, hogy a peptid kiváló szelektivitása a nanopórusban kialakított hidrofób környezet hatásának is köszönhető. Eredményeiket az Angewandte Chemie IE (IF:11.99) folyóiratban közölték.

Kidolgoztak egy univerzálisan alkalmazható, szekvencia- és bázisszámfüggetlen eljárást a képalkotó felületi plazmonrezonanciás (surface plasmon resonance imaging – SPRi) módszernél alkalmazott DNS felismerő szálakat tartalmazó chipek jellemzéséhez. Ennek segítségével kvantitatívan meghatározható a szenzorchipen a receptor nukleinsavszálak felületi sűrűsége. Ez nagy jelentőséggel bír a nukleotid felismerőszálakat alkalmazó szenzorok előállításában és optimalizálásában. Eredményeiket az Analytica Chimica Acta (IF: 5.123) folyóiratban közölték.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A vírusszerű részecskék vizsgálatában az Oviedo Egyetemmel működnek együtt. Az egyedi RSV vírusok szelektív detektálásában a holland Radboud Egyetemmel alakítottak ki együttműködést, amelyben a partner intézmény az inaktivált RSV vírusokat szolgáltatja a vírusszámlálók fejlesztéséhez. Ebbe a projektbe bevonták a Semmelweis Egyetem, Orvosi Vegytani, Molekuláris Biológiai és Patobiokémiai Intézetét, akikkel együtt az RSV aptamer szelekcióját és jellemzését végzik. A molekuláris lenyomatú polimerek előállításában nemzetközi Era Chemistry pályázat keretében a Potsdami Egyetemmel, az ion-szelektív elektródok fejlesztésében pedig az Abo Akademi University kutatócsoportjával van együttműködésük. Ezen együttműködések keretében Tom Lindfors és Zhanna Boeva (Abo Akademi University) dolgoztak a kutatócsoportban vendégkutatóként. A nanopórusos detektálás és mikrofluidikában integrált érzékelők területén az MTA EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézettel (MTA EK MFA) működnek együtt.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Alkalmazott kutatási szerződés 2018–2020 időszakra a Volkswagen AG konszernnel a Li-ion akkumulátorok működésének elméleti és kísérleti vizsgálatára.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Simon L, Gyurcsányi RE: Multiplexed assessment of the surface density of DNA probes on DNA microarrays by Surface Plasmon Resonance Imaging. ANALYTICA CHIMICA ACTA - Paper: 10.1016/j.aca.2018.09.048 (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/90249
2. Papp S, Jágerszki G, Gyurcsányi RE: Ion-selective electrodes based on hydrophilic ionophore-modified nanopores. ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION 57: 17 pp. 4752-4755., 4 p. (2018) (invited for Cover Page). http://real.mtak.hu/id/eprint/74421

3. Szakács Z, Mészáros T, De Jonge, MI, Gyurcsányi RE: Selective counting and sizing of single virus particles using fluorescent aptamer-based nanoparticle tracking analysis NANOSCALE 10 : 29 pp. 13942-13948. , 7 p. (2018). http://real.mtak.hu/id/eprint/90242
4. Zhang X, Yarman A, Erdőssy J, Katz S, Zebger I, Jetzschmann KJ, Altintas Z, Wollenberger U, Gurcsányi RE, Scheller FW: Electrosynthesized MIPs for Transferrin: Plastibodies or Nano-Filters? BIOSENSORS AND BIOELECTRONICS 05: pp. 29-35. (2018) http://real.mtak.hu/id/eprint/72809

MTA–BME LENDÜLET KIBER-FIZIKAI RENDSZEREK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Varró Dániel, az MTA doktora
1117 Budapest Magyar tudósok krt. 2.
telefon: (1) 463 3586; fax: (1) 463 2667
e-mail: varro@mit.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az *MTA–BME Kiber-fizikai rendszerek kutatócsoport* célja olyan modellezési, ellenőrzési és felderítési módszerek és algoritmusok kidolgozása, amelyek segítik a dinamikus, adaptív és nyílt CPS (kiber-fizikai rendszerek) tervezését, ill. hatékony és biztonságos működtetését.

A projekt 3. évében tett előrehaladás legfontosabb elemei, a teljesség igénye nélkül:

- *Konzisztens gráfmodellek automatikus szintézise*: A modellező eszközök helyességvizsgálata és robosztusságtesztelése érdekében a konzisztens gráfmodellek skálázható szintézisére újszerű módszert és működő szoftverprototípust dolgoztak ki, amely a létező alternatíváknál akár nagyságrendekkel is hatékonyabbnak bizonyult.
- *Kiber-fizikai rendszerek futásidejű vizsgálata*: Kidolgoztak egy elosztott, modell-alapú megközelítést kiber-fizikai rendszerek (CPS) futásidejű analízisére. Az információt a forrásához közel tárolják, ezáltal gyorsítva a feldolgozást.
- *Tervezőeszközök helyes és megbízható kiber-fizikai rendszerekhez*: A funkcionálisan helyes kiber-fizikai rendszerek fejlesztését új modellező eszközzel (Gamma) és formális ellenőrző eszközzel (Theta) támogatják. Az *extrafunkcionális aspektusok* (pl. hibatűrés) modellezését és precíz analízisét végző eszközprototípus első változatát szintén nyilvánosságra hozták.
- *Csoportmunkát támogató tervezőeszközök:* A MONDO FP7 EU projektben megkezdett kutatások folytatásaként választ adtak a kollaboratív tervezés számos kérdésére (igazoltan helyes szinkronizáció, koordináció tulajdonság alapú zárakkal).

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Nézőponti modellek kétirányú szinkronizációja

Fejlesztőcsapatok hatékony és biztonságos együttműködésének támogatása céljából formálisan igazolták a nézeti modellek kétirányú szinkronizációját. A korábban elért hozzáférésvédelmet új kiértékelési módszerrel tették hatékonyabbá, valamint kiegészítették a jobb koordinációt lehetővé tevő „tulajdonság-alapú” zárolási technikákkal. Eredményeiket tudományos konferenciacikkekben (MODELS 2017), rangos fórumon tartott eszközbemutatóban (ESEC-FSE 2017), és két folyóiratcikkben (SoSyM, IEEE Software) foglalták össze.

Konzisztens gráfmodellek skálázható szintézise

A nagyméretű, konzisztens gráfok generálásához kidolgozták (a) egy részleges modellek finomításán alapuló formális kalkulust, és (b) ezen részleges gráfmodellek felett egy kényszerapproximációs módszert. A szoftverprototípusuk nagyságrendekkel skálázhatóbb mint a szakirodalomban ismert egyéb megoldások. Mivel a generált gráfsereg akkor lesz igazán hasznos tesztkészlet, ha diverz is, ezért statisztikai vizsgálatokat végeztek a gráfok diverzitását illetően. Eredményeiket folyóiratban, könyvfejezetként ill. rangos nemzetközi lektorált konferenciákon (ICSE 2018, CORE Rank A*; FASE 2018) tették közzé; továbbá a gráfgenerátor prototípusa nyílt forráskódú szoftverként elérhető.

Komplexesemény-feldolgozási módszerek kiber-fizikai rendszerekhez

A kritikus CPS futási idejű ellenőrzésére kifejlesztettek egy alacsony erőforrásigényű, ezáltal a fizikai rendszerhez közel futtatható modell-alapú keretrendszer prototípusát. Integráltak egy hatékony köztesréteget, amely valósidejű kommunikációt és különböző hibatűrő mechanizmusokat biztosít. Az információt az adatforrásokhoz közel tárolják és menedzselik a hatékony és gyors beavatkozásért. Munkájuk a „21st International Conference on Fundamental Approaches to Software Engineering (FASE)" konferencián az EASST szervezet Best Software Science paper díját nyerte el 144 cikk közül.

Kiber-fizikai rendszerek funkcionális és extrafunkcionális viselkedésének formális elemzése

A korábban fejlesztett hatékony sztochasztikus analíziseket idén a felhasználhatóság és a mérnöki adaptáció irányába fejlesztették tovább, hogy a szakemberek az extrafunkcionális tulajdonságok modellezési és analízis problémáit hatékonyan tudják megoldani valós ipari rendszerekben is. A munka bemutatásra került a MODELS 2018 konferencián. A szoftver-intenzív CPS logikai ellenőrzését végző Theta formális verifikációs keretrendszerhez többféle absztrakció, finomítási algoritmus és állapottér bejárási stratégia készült, amelyek együttesen komplex szoftverek verifikációját is támogatják. Eredményeiket a területen rangosnak számító FMCAD konferencián mutatták be. Folytatták a formális módszerek integrációját mérnöki alkalmazásokhoz: a Gamma Statechart Composition Framework fejlesztése során többféle kompozíciós szemantika is megvalósításra került, továbbá esettanulmányok segítségével vizsgálták a rendszer alkalmazhatóságát. Az eszközt bemutatták az ICSE 2018 konferencián (CORE Rank A*) egy tool paper formájában, továbbá az EclipseCon Europe 2017 ipari konferencián.

Demonstrátorok, prototípusok

A MoDeS^3 demonstrátort továbbfejlesztették új szenzorokkal, amelyek a vonatok és a különböző környezeti paramétereket figyelik meg és ezeket felhasználva információt biztosítanak a rendszer állapotáról. Ezen információt CPS-ben releváns technológiákkal továbbítják, fog-computing eszközökkel dolgozzák fel, kiber-fizikai adatokra optimalizált adatbázisban tárolják, és adatvizualizációs technológiákkal vizsgálják. A projektév során intelligens balesetelkerülő funkciók kidolgozását is elkezdték. A demonstrátor bemutatásra került a NASA által szervezett Formal Methods Symposiumon, továbbá az EclipseCon Europe 2017 konferencia IoT Playground rendezvényén.

b) Tudomány és társadalom

A nagyméretű gráfmodellek szintézisének terén elért eredményeikről hírt adott egy elismert nemzetközi szakmai blog, az MTA weboldala, ill. utóbbi alapján 8 magyar hírportál.

Kutatásank már nemzetközi ipari szereplők figyelmét is felkeltették: a Gamma eszközt bemutatták az *itemis AG* vállalatnak (egy népszerű állapottérkép alapú ipari fejlesztőeszköz szállítója); a cég a honlapján megjelent blogbejegyzésben népszerűsíti a munkát.

A kritikus CPS népszerűsítésére folytattak a MoDeS^3 modellvasút demonstrátor fejlesztését, amelyet nagy sikerrel bemutattak a Kutatók Éjszakája 2017 tudománynépszerűsítő rendezvényén, valamint a középiskolai diákok számára 2017. novemberében a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen rendezett nyílt napon, ill. a Nyitott Laborok Délutánján. Érdeklődő középiskolai csoportoknak külön bemutatókat is szerveztek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Nemzetközi kapcsolatok: Egy munkatárs ACM Distinguished Reviewer díjat kapott a 40th ACM/IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE 2018) konferencia bírálata során végzett tevékenységéért, amely a szoftvertudományok legjelentősebb nemzetközi rendezvénye és meghívást kapott az ICSE 2019 szervezőbizottságába, a poszter szekció társelnöke lesz. A csoportból került ki a 11th Alpine Verification Meeting rendezvény főszervezője, amelyre több, mint 70 nemzetközi kutató érkezett. Egy munkatárs gyakornokként az SRI International (Stanford Research Institute) kutatóintézetben az okosszerződések formális verifikációját vizsgálta; eredményeiből egy jelenleg bírálat alatt álló konferenciacikk és egy benyújtott szabadalmi kérvény született. Két munkatárs részt vett egy CERN-hez kapcsolódó projektben, melynek célja az ipari PLC vezérlő programok formális ellenőrzése; kidolgozták a PLC programok formális ábrázolásának infrastruktúrájához szükséges infrastruktúrát, és integrálták a Lendület projekt keretében is fejlesztett Theta verifikációs eszközt. A csoport a holland Delfti Műszaki Egyetem kutatóival közösen olyan inkrementális programanalízis technikát dolgozott ki, amely a kritikus környezetekbe (pl. CPS) fejlesztett szoftverek viselkedését képes elemezni és ellenőrizni; a kutatás eredményét a CORE A* rangú OOPSLA 2018 konferenciára fogadták el. Három fiatal munkatárs a kanadai McGill Egyetemen volt vendégkutató; egyikük a szintén kanadai Waterloo Egyetemet is meglátogatta.

Akadémiai kapcsolatok: Állandó együttműködésben állnak a BME MIT tanszék Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoportjával, ahol a csoport munkatársaink többsége oktatást vállal, ill. doktori képzésen vesz részt. Együttműködtek BME TMIT Adatbázisok laboratóriumával is.

Ipari kapcsolatok: Fontos K+F kisvállalkozói partner volt az IncQuery Labs Kft; a cég több munkatársa kiemelt szakmai kontribútora volt a MoDeS^3 kiber-fizikai rendszerek demonstrátorának is. Az OpenCPS EU projekthez kapcsolódóan a cég támogatta két munkatárs kutatását a CPS hatékony hibrid szimulációjának területén. A németországi székhelyű Itemis AG blogján népszerűsíti a munkát (Gamma), továbbá egyeztetések kezdődtek a lehetséges kollaborációval kapcsolatban.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Kutatócsoportunk munkatársai és az általuk konzultált kiemelten tehetséges egyetemi hallgatók számos ösztöndíjpályázaton nyertek. Egy munkatárs az NVIDIA GPU Grant programjában vett részt, és az NVIDIA a kutatások támogatásához egy NVIDIA TITAN XP nagy teljesítményű GPU-t adományozott. Két munkatárs is elnyerte az Új Nemzeti Kiválóság Program kiválósági ösztöndíját összesen 3,250,000 Ft értékben.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A projekt harmadik évében a kutatócsoport munkatársai 1 könyvfejezet, 8 nemzetközi lektorált folyóiratcikk, továbbá 19 nemzetközi lektorált konferenciakiadványban megjelent publikáció szerzői voltak; utóbbiak közül 2 cikket CORE Rank A és 3 cikket CORE Rank A* csúcskonferenciára fogadtak el.

1. Semeráth O, Nagy A S, Varró D: A graph solver for the automated generation of consistent domain-specific models. 40th International Conference on Software Engineering (pp. 969-980). ACM 2018. http://real.mtak.hu/82389/
2. Búr M, Szilágyi G, Vörös A, Varró D: Distributed Graph Queries for Runtime Monitoring of Cyber-Physical Systems. Fundamental Approaches to Software Engineering (pp. 111-128.). Springer, 2018. . https://doi.org/10.1007/978-3-319-89363-1_7

3. Molnár V, Graics B, Vörös A, Majzik I, Varró D: The Gamma Statechart Composition Framework: Design, Verification and Code Generation for Component-Based Reactive Systems. 40th Int. Conf. on Software Engineering Companion Proceedings. ACM 2018. http://real.mtak.hu/81913/

MTA–BME LENDÜLET KVANTUMKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kállay Mihály, az MTA doktora
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3–9.
telefon: (1) 463 1623; fax: (1) 463 3767
e-mail: kallay@mail.bme.hu
a kutatócsoport működési időszaka: 2013–2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport ötéves kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők: olyan kvantumkémiai módszerek fejlesztése, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok és kémiai folyamatok paramétereinek pontos (~1 kcal/mol-os hiba kémiai kötésenként az energiakülönbségekre) számítását nagy (több száz atomos) molekulákra; új típusú bázisfüggvények fejlesztése és tesztelése molekuláris tulajdonságok számítására; lokális explicit korrelációs módszerek fejlesztése; kvantumkémiai módszerek fejlesztése nyílthéjú rendszerek (reaktív intermedierek, különböző átmeneti állapotok) tulajdonságainak pontos számítására; új elméleti módszerek fejlesztése nagy molekulák gerjesztett állapotaira, amelyekkel pontosan számíthatjuk a gerjesztett állapotok tulajdonságait és átmeneti mennyiségeket; analitikus deriváltak implementálása a kidolgozott módszerekhez, amelyek lehetővé teszik molekuláris tulajdonságok (pl. dipólusmomentum, geometria) számítását nagy molekulákra a korábbiaknál nagyobb pontossággal; kvantumkémiai módszerek alkalmazása különböző problémák megoldására a szerves kémia, a polimertudomány, a biomolekuláris kémia és a kémia egyéb területein.

A kutatócsoport 2018-es kutatási tervének legfőbb célkitűzései a következők voltak: lokális korrelációs módszerek gyorsítása, lineárisan skálázódó CC módszerek fejlesztése, hatékony integráltranszformációs algoritmusok fejlesztése; új beágyazási közelítések kidolgozása; HF algoritmusok gyorsítása; új típusú DFT funkcionálok fejlesztése; csökkentett skálázódású korrelációs módszerek fejlesztése gerjesztett állapotokra lokális közelítésekkel; analitikus gradiensek fejlesztése; fluorogén anyagok fejlesztése; polimerek elméleti modellezése; optikai spektrumok számítása; pontos termokémiai számítások.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport tovább folytatta a lokális korrelációs módszerek gyorsítását. A magasabb rendű CC (coupled-cluster) módszerek, elsősorban az egyszeres és kétszeres gerjesztéseket tartalmazó CC módszer (CCSD), illetve a perturbatív háromszoros gerjesztéseket is tartalmazó CCSD módszer [CCSD(T)] hatékonyságát sikerült jelentősen növelni. Megvizsgálták, hogy a doméneken belüli integráltranszformáció, amely a számítás egyik sebességmeghatározó lépése, gyorsítható-e a fragmentációs közelítést nem alkalmazó lokális korrelációs módszerekre korábban javasolt szemi-direkt integráltranszformációs algoritmusokkal [*J. Chem. Phys.* **141**, 244101 (2014)]. Adaptálták a közelítést az általuk fejlesztett fragmentációs lokális CC módszerekre és kombinálták az általuk korábban kidolgozott integrál-direkt integráltranszformációs közelítésekkel. Meghatározták a különböző levágási kritériumokat és tesztszámításokat végeztek a módszer hatékonyságának vizsgálatára.

Az ab initio korrelációs módszerek mellett tovább folytatták a sűrűségfunkcionál módszerek fejlesztését is. Korábban tesztszámításokat végeztek a különböző sűrűségfunkcionál közelítésekkel számított elektronsűrűségek minőségének vizsgálatára. Rámutattak a korábbi hasonló tanulmányok hiányosságaira és helytelen következtetéseire. Ezen tanulmány

eredményeit felhasználva új sűrűségfunkcionálokat fejlesztettek. A legmodernebb meta-GGA funkcionál alakját módosították. A funkcionál bizonyos paramétereit elektronsűrűségekhez illesztették, amelyeket nagyon magas szintű ab initio korrelációs módszerrel (CCSDTQ végtelen bázis sűrűség) számoltak atomokra és kis molekulákra.

Folytatták a többszintű kvantumkémiai módszerek fejlesztését. A duális bázis közelítésen alapuló DFT beágyazási technikákat dolgoztak ki. A duális bázis közelítés lényege, hogy a módszer egyenleteit először egy kisebb bázisban oldják meg, a kapott egyelektron sűrűségeket egy nagyobb bázisba vetítik és az energiajárulékokat a nagyobb bázisban újraszámolják. A korábbi tanulmányok alapján a duális bázis közelítések hibája jóval kisebb, mint a beágyazási módszereké, így a két közelítés kombinálása kézenfekvő. Levezették és implementálták a megfelelő egyenleteket. Tesztszámításokat végeztek a módszer teljesítőképességére.

Lokális korrelációs kódjukat az utóbbi években sikerült annyira felgyorsítaniuk, hogy a számítás egyik sebességmeghatározó lépése a Hartree–Fock (HF) egyenletek megoldása lett, ezért a HF algoritmus hatékonyságának növelésére is figyelmet fordítottak. Gyorsították DF-HF algoritmusokat. A kicserélődési járulék lineáris skálázódásának eléréséhez új típusú lokális illesztési doméneket implementáltak, amelyekben nemcsak a kiegészítő bázis, hanem az atompálya bázis is megszorított.

Folytatták a hatékony korrelációs módszerek fejlesztését nagyméretű rendszerek gerjesztett állapotainak leírására. A korábban kidolgozott csökkentett skálázódású másodrendű CC (CC2), illetve ADC (algebraic diagram construction) modelleket kombinálták lokális közelítésekkel, hogy a kezelhető rendszerek méretét tovább növeljék. A módszer lényege, hogy minden egyes gerjesztett állapotra egy domént állítanak össze. Egy egyszeres gerjesztéseket tartalmazó konfigurációs kölcsönhatás (configuration interaction singles, CIS) számítást végeznek, lokalizálják a kanonikus pályákat, és a CIS hullámfüggvényt a lokalizált bázisba transzformálják. Az így kapott hullámfüggvény elemzésével kiválasztják azokat a lokalizált pályákat, amelyek részt vesznek a gerjesztésben, ezek a pályák kerülnek a doménbe. A doménen belül a molekulapályák számát tovább csökkentették természetes pályák alkalmazásával a csökkentett skálázódású módszereknél kidolgozott technikákkal, valamint a számítást az ún. természetes kiegészítő bázis alkalmazásával is gyorsították. Megvizsgálták, hogy az új módszerrel számított gerjesztési energiák hogyan konvergálnak a doménméret, a természetes pálya, illetve a természetes kiegészítő függvény bázis növelésével. Átmeneti tulajdonságokat is implementáltak az új lokális módszerekhez. Beprogramozták az átmeneti sűrűségmátrixok és az átmeneti momentumok számításához szükséges egyenleteket. Lehetővé tették oszcillátorerősségek és rotátorerősségek hatékony számítását. Megvizsgálták, hogy a gerjesztési energiákra kidolgozott közelítések, hogyan viselkednek átmeneti tulajdonságok esetén.

Analitikus gradienseket implementáltak a sűrűségillesztésen alapuló másodrendű Møller-Plesset (DF-MP2) módszerhez az ún. természetes kiegészítő bázis alkalmazásával felhasználva a korábban kifejlesztett DF-MP2 gradiens kódjukat. Levezették a csatolt-perturbált (coupled-perturbed, CP) egyenleteket a természetes kiegészítő függvények relaxációjára, az egyenletek perturbációfüggését a Z-vektor technika segítségével megszüntették, és implementálták az egyenleteket.

Kísérleti kollégákkal együttműködve folytatták a biomolekulák jelölésére alkalmas fluorogén anyagok, elsősorban naftálimid- és hidroxiflavonszármazékok fejlesztését. A lehetséges vegyületek kémiai és fotofizikai tulajdonságait elméletileg tesztelték. A mérési eredményeket elméleti számításokkal támasztották alá.

Folytatták a polimerek és polimer kompozitok modellezését. Új modelleket fejlesztettek ki a különböző polimerekben fellépő kölcsönhatásokra. A kifejlesztett módszerek és más

kvantumkémiai modellek segítségével tanulmányozták a polimer láncok és a töltőanyagok közötti kölcsönhatásokat kompozitokban.

Kiszámították királis vegyületek abszorpciós és cirkuláris dikroizmus spektrumát, a kísérleti spektrumokkal való összevetés után meghatározták a vegyületek abszolút konfigurációját.
Nagy pontosságú számításokat végeztek halogénezett szénhidrogén-származékok termokémiai tulajdonságainak pontos meghatározására. Termokémiai hálózatokat dolgoztak ki.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport által kifejlesztett kvantumkémiai programcsomag szabadon elérhető a területen dolgozó szakemberek számára. A szoftver a kémia számos területén alkalmazható, így pl. a szerves kémiában, a gyógyszerkutatásban, vagy az anyagtudományban. Segítségével pl. hatékonyabb gyógyszermolekulák, új típusú anyagok vagy költségkímélőbb vegyipari eljárások tervezhetők.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport munkatársai aktívan részt vettek a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen folyó vegyész- és biomérnök, valamint fizikus képzésben. Három alapkurzust, egy speciális kollégiumot tartottak és több számítási gyakorlatot vezettek. A csoport kutatási témáihoz kapcsolódva egy TDK-, egy szakdolgozat és két PhD-értekezés készült. A csoport négy tagja vett részt szervezett doktori képzésben.

A kutatócsoport munkatársai három nemzetközi konferencián vettek részt. Ezeken a rendezvényeken két meghívott előadást valamint több poszterprezentációt tartottak.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018-ban a csoport egy tagja Bolyai ösztöndíjat kapott, két tagja sikeresen pályázott az Új Nemzeti Kiválósági Program ösztöndíjára.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Nagy P R, Samu Gy, Kállay M: Optimization of the linear-scaling local natural orbital CCSD(T) method: Improved algorithm and benchmark applications. JOURNAL OF CHEMICAL THEORY AND COMPUTATION. 14:(8) pp. 4193-4215. (2018) http://real.mtak.hu/82822/
2. Hégely B, Nagy P, Kállay M: Dual basis set approach for density functional and wave function embedding schemes. JOURNAL OF CHEMICAL THEORY AND COMPUTATION 14:(9) pp. 4600-4615. (2018) http://real.mtak.hu/83619/
3. Mezei P D, Csonka G I, Kállay M: Simple modifications of the SCAN meta-generalized gradient approximation functional. JOURNAL OF CHEMICAL THEORY AND COMPUTATION .14:(5) pp. 2469-2479. (2018) http://real.mtak.hu/78943/

MTA–BME LENDÜLET MAGNETO-OPTIKAI SPEKTROSZKÓPIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Kézsmárki István, PhD
1111 Budapest, Budafoki út 8.
telefon: (1) 463 3056; e-mail: kezsmark@mail.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport fő célkitűzése intelligens anyagok vizsgálata fotonikai és optikai bioszenzor alkalmazásokhoz. A projekt záró évében ehhez kapcsolódóan a következő területeken végeztek kutatásokat:

- A kutatás fő vonala az intelligens anyagok vizsgálata. Ezek közül a pályázat indításánál a fő hangsúlyt a multiferro, azaz egyszerre ferromágneses és ferroelektromos, rendeződést mutató anyagok és a máláriadiagnózis kapcsán a mágneses nanokristályok kutatására helyezték. Emellett a mágneses skyrmionokat tartalmazó kristályok vizsgálata vált a csoport kiemelt kutatási témájává.

- Több multiferro rendeződést mutató anyag esetén megmutatták, hogy a bennük ellentétes irányban terjedő fénynyalábok elnyelődésében fellépő különbség oly mértékű lehet, hogy ezen anyagok egyik irányból átlátszóak, míg az ellentétes irányból nézve átlátszatlanok és ezen optikai egyenirányító funkció mágneses tér segítségével kapcsolható. Egyes anyagokban azt tapasztalták, hogy az optikai egyenirányító funkció elektromos térrel is kapcsolható. A következőkben olyan anyagok kutatására helyezik a hangsúlyt, ahol az optikai diode kapcsolásához szükséges elektromos tér kicsi a 10-100 V/cm nagyságrendbe esik, azaz ezen anyagok alkalmasak hétköznapi alkalmazásokhoz.

- Megtörtént a csoport által kifejlesztett magneto-optikai elven működő máláriadiagnosztikai eszköz validálása parazita sejtkultúrákon és egérkísérletekben. Mindkét teszt a módszer kiváló érzékenységét bizonyította. Az első klinikai teszteket 2016 nyarán végezték Thaiföldön a Mahidoli Egyetem kórházában. Belefogtak nagy számú, potenciálisan malária fertőzött humán vérminta diagnózisának az Országos Epidemológiai Központ Parazitológiai Osztályán. A minták nagy részét Pápua Új-Guineán gyűjtötték ausztrál együttműködő partnereik. Emellet ausztrál kutatókkal együttműködésben belefogtak terepi tesztekbe Pápua Új-Guineán, mely a csoport által kifejlesztett diagnosztikai eszköz validálásának utolsó lépcsője. Az MTA TTK épületében, együttműködés keretében létrehozott BME-MTA malária sejtlaborban antimaláriás hatóanyagok tesztelését végezték.

- A fönti témák mellett, egy új mágneses állapot, az úgynevezett skyrmion rács kutatásán dolgoznak. A skyrmion kristály az utóbbi néhány évben felfedezett mezoszkopikus periodicitású mágneses vortexrács. Az ezen rácsot alkotó vortexek kis méretűek (10-10 nm), de nagyon robosztusak, ezért a mágneses információtárolás ideális egységei (bit) lehetnek. A közelmúltban egy ilyen skyrmion állapot megjelenését figyelték meg a multiferro GaV_4S_8 kristályban. Az anyag sajátsága, hogy az általuk megfigyelt ún. Néel-típusú Skyrmion kristály létezését eddig cask elméletileg jósolták meg, valós anyagokban nem tudták kimutatni. Az eddig döntően tömbi kristályokon folyó kísérleteket nanostruktúrákra tervezik kiterjeszteni.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A mágeses skyrmionok és multiferro rendeződést mutató anyagok kutatásához kapcsolódóan a következő új publikációkat fogadták el:

Padmanabhan P, Sekiguchi F, Versteeg R B, Slivina E, Tsurkan V, Bordács S, Kézsmárki I, van Loosdrecht P H M: Optically driven collective spin excitations and magnetization dynamics in the Néel-type skyrmion host GaV_4S_8. (elfogadva) *Phys. Rev. Lett.* arXiv:1808.08476.

Okamura Y, Seki S, Bordács S, Butykai Á, Tsurkan V, Kézsmárki I, Tokura Y: Microwave Directional Dichroism Resonant with Spin Excitations in the Polar Ferromagnet GaV_4S_8. *Physical Review Letters*, *122*(5), 057202.(2019)

Viirok J, Nagel U, Rõõm T, Farkas D G, Balla P, Szaller D, Kocsis V, Tokunaga Y, Taguchi Y, Tokura Y, Bernáth B, Kamenskyi D L, Kézsmárki I, Bordács S, Penc K:. Directional dichroism in the paramagnetic state of multiferroics: A case study of infrared light absorption in $Sr_2CoSi_2O_7$ at high temperatures. *Physical Review B*, *99*(1), 014410. (2019)

A maláriadiagnózis és antimaláriás hatóanyagok kutatásában elért új eredmények:

Befejeződtek a Pápua Új-Guineában zajló terepi tesztek, melyek megerősítik a korábbi thaiföldi kísérletek eredményeit, miszerint a kutatócsoport által kifejlesztett diagnosztikai eszköz alkalmas a malária korai diagnózisára és érzékenyebb az elterjedten alkalmazott diagnosztikai módszereknél, mint a malária gyorstesztek és a vérkenetek fénymikroszkópos vizsgálata. A validálás során 1000 páciens lett diagnosztizálva magneto-optikai eszközzel és ezzel párhuzamosan még másik három referencia módszerrel. A módszer képes már akkor kimutatni a maláriát, mikor a vörösvértesteknek minössze néhány milliomod része fertőzött. Az esetek egy részében megfigyelt hamis pozitív diagnózis az adott pácienseknél közelmúltban lezajlott fertőzés eredménye, ugyanis a magneto-optikai mérés által detektált mágneses maláriapigment vérből való kiürülési ideje hozzávetőlegesen egy hét. Az átfogó terepi tesztek eredményeiből jelenleg cikket írnak.

Az MTA TTK épületében létrehozott BME–MTA Maláriakutató Laboratóriumban gyógyszerteszteket végeztek a magneto-optikai eszközzel, azt vizsgálva, hogy mely gyógyszerek hatásmechanizmusa épül a maláriapigment képződésének blokkolására. A magneto-optikai módszer arra nézve is ad információt (a maláriapigment kristályok méreteloszlásán keresztül), hogy a hatóanyag a paraziták életciklusának mely szakaszában fejti ki hatását. Ezen kutatásokat jelentős részben egy mesterképzős hallgató végezte és eredményeivel 2. helyezést ért el a BME Tudományos Diákköri Konferencián. A számos hatóanyagra kiterjedő kutatás eredményeit hamarosan benyújtják publikálásra.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hosszú távú együttműködést alakítottak ki a svájci École Politechnique Fédérale de Lausanne intézettel és a japán University of Hiroshima egyik csoportjával mágneses kristályok kutatásának területén.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. White J S, Butykai A, Cubitt R, Honecker D, Dewhurst C D, Kiss L F, Tsurkan V, Bordacs S: Direct evidence for cycloidal modulations in the thermal-fluctuation-stabilized spin spiral and skyrmion states of GaV_4S_8. PHYSICAL REVIEW *B* 97: 2 Paper: 020401 , 5 p. (2018) DOI
2. Bordacs S, Farkas D G, White J S, Cubitt R, DeBeer-Schmitt L, Ito T, Kezsmarki I: Magnetic Field Control of Cycloidal Domains and Electric Polarization in Multiferroic $BiFeO_3$ PHYSICAL REVIEW LETTERS 120:(14) Paper 147203. 5 p. (2018) DOI, PubMed, WoS, Scopus
3. Kocsis V, Penc K, Rõõm T, Nagel U, Vít J, Romhányi J, Tokunaga Y, Taguchi Y, Tokura Y, Kézsmárki I, Bordács S: Identification of Antiferromagnetic Domains Via the Optical Magnetoelectric Effect. PHYSICAL REVIEW LETTERS 121:(5) Paper 057601. (2018) DOI,
4. McClarty P A, Dong X-Y, Gohlke M, Rau J G, Pollmann F, Moessner R, Penc K: Topological magnons in Kitaev magnets at high fields. PHYS. REV. B 98, 060404(R) (2018) DOI
5. Neuber E, Milde P, Butykai A, Bordacs S, Nakamura H, Waki T, Tabata Y, Geirhos K, Lunkenheimer P, Kézsmárki I, Ondrejkovic P, Hlinka J, Eng L M: Architecture of nanoscale ferroelectric domains in $GaMo_4S_8$. JOURNAL OF PHYSICS: Condensed Matter 30, 445402 (2018) DOI
6. Kocsis V, Bordács S, Deisenhofer J, Kiss L F, Ohgushi K, Kaneko Y, Tokura Y, Kézsmárki I: Strong magneto-optical effects in ACr_2O_4 (A=Fe, Co) spinel oxides generated by tetrahedrally coordinated transition metal ions. PHYSICAL REVIEW B *97*, 125140 (2018) DOI
7. Lang D, Döring J, Nörenberg T, Butykai Á, Kézsmárki I, Schneider H, Winnerl S, Helm M, Kehr S C, Eng L M: Infrared nanoscopy down to liquid helium temperatures. REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS *89*, 033702 (2018) DOI

MTA–BME LENDÜLET NANOELEKTRONIKA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Csonka Szabolcs, PhD
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1438; fax: (1) 463 4180
e-mail: csonka@mono.eik.bme.hu
honlap: http://nanoelectronics.physics.bme.hu/Quantum_intro
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A csoport munkája a kutatási tervben megfogalmazott célkitűzéseknek megfelelően folytatódott. Félvezető nanopálcákon végzett kísérletekben: Sikerült kapu elektródákkal szisztematikusan hangolni alagútátmeneteket két kvantum pötty között, valamint találtak olyan InP szegmenssel rendelkező alagútátmenetet, amik áttörést hozhatnak szupravezető hibrid áramkörök topológikusan védett állapotainak vizsgálatában. További kísérletek megkönnyítéséhez elméleti oldalról feltérképezték Andreev-molekulák spektrumát és Weyl-degenerációk statisztikáit. Az új kétdimenziós heteroszerkezetek vizsgálatát is folytatták hatékony spintronikai eszközök létrehozásának céljából: kimutatták, hogy ionikus kapuzással a spin-pálya kölcsönhatás paraméterei jelentősen hangolhatóak BiTeBr-ban. Grafén/WSe_2 heteroszerkezetekben feltárták az indukált spin-pálya kölcsönhatás természetét.

Közfeladatok terén, a csoport egy új budapesti hélium cseppfolyósító telepítésén dolgozik, részt vett új tanítási anyagok kidolgozásában a BME új Nanotechnológia és anyagtudomány MSc programjához, valamint számos tudománynépszerűsítő program valamint konferenciák szervezésében vett részt.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Andreev-molekula vizsgálata

Andreev-molekula két mesterséges atom és a közéjük helyezett szupravezetőből álló egység, amely számos szupravezető kvantum hardware alapegységének tekinthető (Majorana-lánc, parafermion rendszerek). A szupravezető segítségével összekapcsolt atomokon kiépülő molekuláris állapot megfigyelésén számos kísérleti csoport dolgozik, ugyanakkor kimutatásuk komoly kihívást jelent. A kutatócsoport elméleti munkája részletes elemzését adta ennek a rendszernek, pontosan meghatározva, hogy milyen mérhető mennyiségekben lehet az Andreev-molekuláris állapot eredetét meghatározni.

Spintronikai 2D heteroszerkezetek vizsgálata

Grafén a jövőbeli spinen alapuló elektronikai eszközök ideális platformja lehetne, ha sikerülne a spin információt hatékonyan továbbító szén rétegben kontrollált spin manipulációra alkalmas egységet létrehozni. Ennek ígéretes iránya, ha grafént kombináljuk erős spin-pálya kölcsönhatással bíró anyaggal. A Baseli Egyetemmel közösen Grafén/WSe_2 heteroszerkezeteket vizsgált a csoport, ami jelentősen kihat a spin információra. Részletes gyenge lokalizációs mérések segítségével sikerült elsőként tisztázni a kölcsönhatás mechanizmusát.

A fenti kutatási eredmények új koncepciók alapján működő elektronikai eszközök kifejlesztéséhez járulnak hozzá. A spintronikai eszközök kisebb fogyasztás mellett, nagyobb

sebességű műveletvégzést tehetnek lehetővé. Kvantum alapú hardware-k napjainkban megoldhatatlan, nagy komplexitású problémák megoldásának lehetőségét ígérik.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport komoly hangsúlyt fektet a tehetséggondozásra és ismeretterjesztő programokban történő részvételre. 2018-ban négy diák is kiválóan teljesített a TDK-konferencián. A BME TTK Kísérleti fizika – Nanotechnológia szekciójában, valamint az Elméleti fizika – Matematika szekcióban egy I. helyezést, két II. és egy III. helyezést értek el hallgatóik. A tudományos ismeretterjesztés különösen fontos középiskolás hallgatóság felé, hiszen belőlük nőhet ki a jövő kutató-fejlesztő nemzedéke. Csoportjuk részt vett a KÖMAL matematika és fizika táborának szervezésében Dombóváron, kvantumelektronikai ismeretterjesztő előadással és összetett kísérleti laborgyakorlat megtartásával. A Kutatók éjszakáján túl a BME Science Campus programját is kvantum és nanoelektronikai előadással színesítették. Korszerű nanoelektronikai eredmények megismerése fontos a mérnök hallgatók számára is. Villamosmérnök és informatikus hallgatóknak is tartottak ilyen témában előadásokat.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A csoport számos hazai (MTA EK MFA, ELTE) és nemzetközi (Nygard Univ. Copenhagen,Ye. Univ. Groningen, Chalmers Univ.) együttműködés keretében végezte a munkáját. A kutatócsoport koordinálja az iSpinText elnevezésű EU-s FlagERA hálózatot 2016 óta (http://dept.physics.bme.hu/ispintext), melynek célja új spin struktúrák létrehozása grafén alapú áramkörökben. Az együttműködés keretében két külföldi Phd-hallgató járt csoportnál. Valamint 4 hazai hallgató volt University of Basel, University of Groningen, illetve a Chalmers Egyetemen több mint 7 hónapot meghaladó kutatómunkán. 2018-ban a csoport vezetésével elindult egy új EU-s network pályázat a QuantERA programban. SuperTop projekt keretében topológikusan védett állapotok vizsgálatával kezdtek foglalkozni dupla nanopálcákon alapuló szupravezető hibrid rendszerekben (http://dept.physics.bme.hu/Supertop). A csoport szervezett egy minikonferenciát a témában a University of Basel kampuszán 2018 májusában. Egy másik EU-s együttműködést is elindított 2018-ban a Nanoelektronika kutatócsoport a FlagERA program keretében, a csoport vezetésével, amely grafén alapú topológikus szupravezető rendszerek vizsgálatára koncentrál (http://dept.physics.bme.hu/TopoGraph). Ősszel a terület szakértőinek részvételével Workshop-ot rendezett a BME-n. A Lendület csoport kapcsolódott a NanoCoHybri COST EU-s együttműködéshez is (http://nanocohybri.eu/), aminek keretében 2018 októberében egy nemzetközi őszi iskola szervezésében is részt vettek Bragaban, Portugáliában (http://nanocohybri.eu/school-on-quantum-materials-and-workshop-on-vortex-behavior-in-unconventional-superconductors-7-12-october-2018/).

A HunQuTech program keretében tovább erősítette a csoport az együttműködését az MTA EK MFA és a MTA Wigner kutatóintézetekkel. A program keretében kvantumtechnológiákkal foglalkozó nagyvállalatokkal (Bonn Hungary, Microsoft, Lockheed Martin) is megkezdték a kooperációt közös projektek elindításáról. A csoport tagjai aktív szerepet töltenek be a BME fizikus képzésének oktatásában a BSc-től a PhD-szintig. 2018-ban továbbfejlesztették a Nanofizika új szakirány tematikáját, új speciális kurzust is elindítva Kvantum számítógép architektúrák címmel. A hallgatók legaktuálisabb tudományos ismereteinek elmélyítése céljából heti rendszerességgel szeminárium sorozatot szerveztek neves hazai és külföldi előadókkal (http://nanoelectronics.physics.bme.hu/szeminarium).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Korábbi két nemzetközi együttműködési hálózaton kívül 2018-tól a kutatócsoport munkája egy további nemzetközi pályázat keretei között zajlik. Az MTA–BME Nanoelektronika kutatócsoport koordinálja a 2018 májusában induló EU-s FlagERA TopoGraph nemzetközi együttműködési pályázatot, amiben grafén alapú szupravezető topologikus áramkörök kifejlesztése a cél. Két nemzetközi partnerrel közösen 3 évig fut a közös munka. A csoport támogatása 38,6 M Ft.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Fülöp B, Tajkov Z, Pető J et al.: Exfoliation of single layer BiTeI flakes. 2d Materials, 5:3 Paper: 031013, 9 p. (2018) IF: 7.04
2. Zihlmann S, et al.: Large spin relaxation anisotropy and valley-Zeeman spin-orbit coupling in WSe2/Gr/hBN heterostructures, PRB, 97:7 Paper: 075434, 10 p. (2018).
3. Indolese DI et. al.: Signatures of van Hove Singularities Probed by the Supercurrent in a Graphene-hBN Superlattice, PRL 121:13 pp. 137701-137701., 1 p. (2018).
4. Indolese D et al.: Wideband and On-Chip Excitation for Dynamical Spin Injection into Graphene, Phys. Rev Applied, 10:4 pp. 044053-044053., 1 p. (2018).
5. Makk P et al.: Co-existence of classical snake states and Aharanov-Bohm oscillations along graphene pn junctions, PRB, 98:3 Paper: 035413 (2018).
6. Scherübl Z et al.: Transport signatures of an Andreev molecule in a quantum dot – superconductor – quantum dot setup. BEILSTEIN JOURNAL OF NANOTECHNOLOGY, arXiv:1810.02086 (2018).
7. Scherübl Z, Pályi A et al.: Observation of spin-orbit coupling induced Weyl points and topologically protected Kondo effect in a two-electron double quantum dot. NATURE PHYSICS, arXiv:1804.06447 (2018).

MTA–BME LENDÜLET SPINTRONIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Simon Ferenc, az MTA doktora
1111 Budapest Műegyetem rkp. 3.
telefon: (1) 463 1215; fax: (1) 463 1480
e-mail: f.simon@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A 2018-as évben a korábban már jól beindított kutatócsoport konszolidálódott. A félévközi minősítésen a csoport munkája „kiváló" minősítést kapott az MTA elnökétől. A 2018-as évben két olyan területen is tudtak új eredményeket elérni, amelyek a korábbi munkatervben nem szerepeltek (ún. nanomágneses hipertermia és szupravezetők mikrohullámú abszorpciója területén). Fontos eredmény még, hogy egy korábbi Lendület-csoport tag saját Lendület-pályázatot nyert el. Két új doktorandusszal is bővült a csoport, és a három korábbi doktorandusz, elindította a PhD-fokozatszerzési eljárását. Az MTA honlapja is beszámolt a csoport tudományos teljesítményéről: https://mta.hu/tudomany_hirei/lenduletes-eredmenyek-a-szupravezetok-mikrohullamu-tulajdonsagai-es-a-tumorellenes-lazterapia-teruleten-109145

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A legfontosabb eredményekhez tartozóan 4 cikkben publikált eredményeinkre térünk ki részletesen:

1. Gyüre-Garami et al. Rev. Sci. Instrum. 2018: időfelbontott mikrohullámú méréstechnikát fejlesztettek. A módszer lényege, hogy mikrohullámú rezonátorok jósági tényezőjét határozzák meg az idő doménben, ezáltal igen rövid, mikroszekundumos időtartamra szorították le a mikrohullámú mérési időt. A módszer olyan esetekben előnyös, amikor a mikrohullámú impedanciaméréseknek idődinamikája van.

2. Csősz et al. Scientific Reports 2018: Szupravezető anyagok mikrohullámú abszorpcióját vizsgálták a mágneses tér függvényében. Nagy meglepetésre azt találták, hogy az anyagok szupravezető állapotában az abszorpció sokkal nagyobb is lehet mint a normál állapotban. Erre sikerült elméleti leírást is adniuk: a Kubo féle összegszabály szupravezetőkre történő általánosítása a Ferrell-Glover-Tinkham féle összegszabály jól magyarázza, hogy véges vortex mozgékonyság mellett a rádiófrekvenciás frekvenciákon történő mikrohullámú vezetőképesség véges értéket vehet fel (ami magyarázza a nagy abszorpciót), szemben az álló vortexek esetével (vortex pinning) amikor a vezetőképesség 0 és nem kapnak mikrohullámú veszteséget.

3. Gresits et al. Sci. Rep. 2018: Ebben a cikkben a Lendület projekt fő témájától elágazva, az itt kapott eredményekre támaszkodva, interdiszciplináris területen értek el eredményeket. A rosszindulatú daganatok egyik ígéretes kezelési módja lenne az ún. nanomágneses hipertermia. A módszer lényege, hogy a beteg szövethez mágneses nanorészecskéket juttatnak, majd ezeket külső, rádiófrekvenciás térrel besugározzák. A sugárzás nem ionizáló természetű. A módszer során az egyik legfontosabb kihívás a minta által elnyelt teljesítmény mérése, amire a szakirodalom egyelőre csak bonyolult módszereket (pl. modellezés, ami nehéz és pontatlan is) ismert. Megmutatták, hogy egy rezonátorba helyezett mintákon a rezonátor jósági tényezőjének méréséből a minta által elnyelt teljesítmény egyértelműen és pontosan meghatározható.

4. Markus et al. Phys. Stat. Sol. 2018: A szén nanocsövek vizsgálatának területén mintegy 15 éves megoldatlan probléma volt egy 20 K környékén fellépő mikrohullámú elnyelési anomália. Az anomáliára több magyarázat is született, pl. lokális szupravezetés, amelyek léte azonban vitatott. Megmutatták az időfüggő mikrohullámú impedancia mérésekből, hogy az anomália legvalószínűbben egy fűtési effektus és az azt kísérő csökkent hővezetés következménye.

b) Tudomány és társadalom

A Lendület-csoport vezetője igen aktív a tudománynépszerűsítés területén: az ő kezdeményezésére jött létre a BME-n a „BME TTK Sciencecamp" program ami tehetséges hazai és határon túli magyar fiatalok egyhetes benntlakásos táboroztatását szervezte meg érdekes tudományos programokon keresztül (http://sciencecamp.ttk.bme.hu/). Ezt 2018-ban már harmadízben rendezték meg. Nagy érdeklődés mellett rendeztük meg a Fizika Mindenkié 4.0 programot, amelyen a kutatócsoport vezető társszervezőként vett részt (a BME és ELTE felváltva rendezi meg a Lágymányosi programot, 2018-ban az ELTE-n volt). Emellett 2018-ban is a BME TTK Kari nyílt napjának, és az Educatio programon való BME TTK megjelenésnek is a kutatócsoport vezető társszervezője volt. 2018 őszén elindították a BME TTK tudománynépszerűsítő ScienceCampus előadássorozatát középiskolásoknak. A kutatócsoport vezetőt 2018-ban felkérték az Eötvös Fizikai társulat lapjának, a Fizikai Szemle szerkesztőbizottsági tagságába.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Hazai kapcsolatok: egy cikken dolgoztak az MTA Wigner Kutatóközpont egy kutatójával, aki a Lendület csoporthoz csatlakozott is már korábban. A korábban elindított nemzetközi együttműködéseik is sikeresen folytatódtak: a University of Erlangen (Németország) és a University of Vienna (Ausztria) és az EPFL (Lausanne) egy-egy kutatócsoportjával is aktívan dolgoznak. A vezető kutató két hetet töltött a Regensburg-i egyetem egyik kutatócsoportjában másodízben 2017 után, akikkel közös cikkeken dolgoznak továbbra is.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport konzorciumi tagként dolgozik az NKFIH Nagy Kiválósági Pályázatban (azonosító: 2017-1.2.1-NKP-2017-00001), címe: Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése. A projekt időtartama: 2017. november – 2021. október. Teljes összeg: 3.500.000 E Ft, a jelen Lendület pályázatban is résztvevő kutatók számára megítélt teljes összeg kb. 150.000 E Ft. A konzorcium vezetője az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, további résztvevői: Eötvös Loránd Tudományegyetem, BME, Nokia Bell Labs, BHE Bonn Hungary, Femtonics Kft., Ericsson Magyarország

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. B. Gyüre-Garami, O. Sági, B. G. Márkus, F. Simon, A highly accurate measurement of resonator Q -factor and resonance frequency, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 89, 113903 (2018).
2. I. Gresits, Gy. Thuróczy, O. Sági, B. Gyüre-Garami, B. G. Márkus & F. Simon: Non-calorimetric determination of absorbed power during magnetic nanoparticle based hyperthermia, SCIENTIFIC REPORTS 8, 12667 (2018).

3. G. Csősz, B. G. Márkus, A. Jánossy, N. M. Nemes, F. Murányi, G. Klupp, K. Kamarás, V. G. Kogan, S. L. Bud'ko, P. C. Canfield & F. Simon: Giant microwave absorption in fine powders of superconductors, SCIENTIFIC REPORT 8, 11480 (2018).
4. Markus, BG; Csosz, G; Sagi, O; Gyure-Garami, B; Lloret, V; Wild, S; Abellan, G; Nemes, NM; Klupp, G; Kamaras, K, S. Budko, P. Canfield, F. Simon: Electronic Properties of Air-Sensitive Nanomaterials Probed with Microwave Impedance Measurements, PHYSICA STATUS SOLIDI B-BASIC RESEARCH 255: 12 Paper: 1800250 , 7 p. (2018).
5. Márkus, BG; Gyüre-Garami, B; Sági, O; Csősz, G; Karsa, A; Márkus, F; Simon, F: Heating Causes Nonlinear Microwave Absorption Anomaly in Single-Walled Carbon Nanotubes. PHYSICA STATUS SOLIDI (B) 2018, 1800258 5 p. (2018)

MTA–ELTE LENDÜLET CMS RÉSZECSKE- ÉS MAGFIZIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pásztor Gabriella, PhD
ELTE TTK Fizikai Intézet, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2760
e-mail: gabriella.pasztor@ttk.elte.hu; honlap: http://cms.elte.hu/
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2015

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A terveknek megfelelően több irányban is folyt a kutatás 2018-ben az LHC 2015-2016-os proton-proton (p-p) ütközéseinek adatait felhasználva, amelyek felvételében a csoport is részt vett a CERN-ben:

- Két-bozon (Z+Z, Z+foton, W+W) keletkezés és a két-bozon szórás hatáskeresztmetszetének mérése 13 TeV tömegközépponti energián, amely érzékeny az új fizika esetleges jelenlétére anomális mértékbozon-csatolások megjelenésén keresztül.
- Szuperszimmetrikus részecskék párkeltésének közvetlen keresése teljesen hadronikus, foton + hiányzó energia, valamint nyalábközeli hadronzáporokat tartalmazó végállapotokban, amely pozitív eredmény esetén rávilágíthat a sötét anyag rejtélyére.
- Foton-foton szórás vizsgálata Pb-Pb ütközésekben, és ezzel a sötét anyag jelölt axionok keresése.
- Azonos részecskék között fellépő korrelációk vizsgálata p-p és Pb-Pb ütközésekben hadronikus végállapotokban.
- Centrális exkluzív pion-pion keletkezés vizsgálata p-p ütközésekben 5.02 TeV és 13 TeV tömegközépponti energián.
- Duplapartonszórás vizsgálata 13 TeV tömegközépponti energián p-p ütközésekben.

A csoport tagjai vezető pozíciókat is betöltöttek a CMS kísérletben:

- Luminozitás Fizikai Objektum Munkacsoport koordinátor, aki felelős a kísérlet valós idejű, valamint nagypontosságú végső luminozitás meghatározásáért.
- Standard Modell Fizikai Analízis Munkacsoport Hadron Alcsoport koordinátor, aki felelős a teljesen hadronikus végállapotokban elvégzett mérésekért.
- Standard Modell Fizikai Analízis Munkacsoport, Elektron - Foton és Luminozitás Fizikai Objektum Munkacsoportok trigger koordinátorai, akik felelősek a csoport trigger stratégiájának kidolgozásáért, megvalósításáért, a kifejlesztett triggerek működtetéséért és minőségéért.

A csoport tagjai számos cikk belső ellenőrzésében is részt vettek.

A csoport a CMS detektor működtetéséhez is hozzájárult, különös tekintettel a nulla szögű kaloriméterre, a luminozitás mérő detektorokra, a belső nyomkövető detektorra és a trigger rendszerre.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A CMS kísérlet 13 TeV energiájú proton-proton ütközési adatai lehetővé tették a két-bozon végállapotok tanulmányozását. Publikálásra kerültek [1] a ZZ+hadronzápor végállapotok differenciális hatáskeresztmetszet mérésének eredményei, amelyek lehetővé teszik a magasrendű QCD számolások ellenőrzését.

A szuperszimmetrikus részecskék keresése nyalábközeli hadronzáporokat és hiányzó energiát tartalmazó végállapotokban elkészült, és a kísérlet belső ellenőrzésén átjutott. A hamarosan publikálásra beküldendő eredmény egyre jobban leszűkíti az elmélet lehetséges paramétereit. A foton-foton szórásban az axionok keresésére irányuló analízis jelenleg a folyóiratnál elbírlásra vár.

A hadronikus végállapotok tanulmányozásával az erős kölcsönhatásba pillantottak be extrém körülmények között. Kiemelendő ezen eredmények közül a preprintként már elérhető két-részecske Bose-Einstein korrelációk mérése, amely az ütközésben lejátszódó folyamat téridőbeli fejlődéséről ad információt. A centrális exkluzív pion-pion keletkezés analízise a belső ellenőrzés utolsó fázisában van. A 2016-17-es adatokban a dupla partonszórás rátájának mérése is elkészült, és belső kollaborációs ellenőrzése elindult. Több az előző évi beszámolóban említett cikk [2-4] is megjelent ebben az évben e témában.

Nyilvánosságra került több, a detektorok kalibrációját leíró munka: a Nulla Szögű Kaloriméter (ZDC) energiakalibrálációja [5] valamint a 2016 p-Pb valamint a 2017 p-p adatgyűjtéshez tartozó luminozitáskalibrációk is.

b) Tudomány és társadalom

A csoport vezető tagjai oktatói munkát végeznek az ELTE TTK-n. A kutatási témához kapcsolódó és egyéb egyetemi előadásokon kívül, számos TDK-, BSc-, MSc-, PhD-diák munkáját is irányítják. 2 BSc-diploma került megvédésre 2018-ban. Egy diák kijutott a 2019-es OTDK-ra, miután az ELTE TDK-konferenciáján 3. helyezést ért el.

A csoport tagjai ismeretterjesztő előadásokkal, média szereplésekkel is népszerűsítik a tudományt. Aktívan részt vesznek középiskolásoknak szóló rendezvényeken, pl. a Tarján Imre középiskolai fizika verseny zsűrijében. 2018 novemberében a Magyar Tudomány Ünnepe programsorozat részeként félnapos részecskefizikai ismeretterjesztő programot szerveztek „Részecskefizika határok nélkül címmel", amelyen több száz elsősorban középiskolás korú látogató vett részt.

A csoport megrendezte a CMS Kollaboráció évenként megrendezésre kerülő konferenciáját Budapesten, és vezető szerepet játszott a Zimányi Téli Iskola szervezésében.

A csoport vezető kutatói számos bizottság munkájában részt vesznek, pl. Plenary European Committee for Future Accelerators, CERN LHC CMS Collaboration Board, Magyar CERN Bizottság, MTA Részecskefizikai Tudományos Bizottsága, NKFI Alap kutatói kezdeményezésű (OTKA) pályázatait értékelő zsűri, ELTE TTK Fizikai Intézet Tanácsa.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A csoport a nemzetközi CMS Együttműködés tagja. A CMS-nek nagyjából 5300 tagja van 47 ország 201 intézményéből. Kiemelendő, hogy a kísérleten belül a csoport tagjai a technikai jellegű ZDC munkát a Kansasi Egyetem, a BRIL tevékenységeket elsősorban a Princeton Egyetem, a DESY és a CERN munkatársaival együttműködve végzik. A két-bozon szórás vizsgálatára irányuló méréseket az EU COST programja keretében végzik, új kapcsolatokat kialakítva pl. antwerpeni kollégákkal. A hadron korrelációs méréseken brazil, a szuperszimmetrikus analízisek egyikén döntően USA-beli kollégákkal dolgoznak.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az NKFI Alaptól egy kutatási pályázatot (Az erős kölcsönhatás innovatív vizsgálata a CERN CMS kísérletben, K_18 128713), valamint a Felsőoktatási Kiválósági Program keretében az ELTE TTK Fizikai Intézetével Asztro- és Részecskefizikai témában jelentős támogatást nyertek. Csatlakoztak az EU COST VBScan (Vector Boson Scattering Coordination and Action Network, CA16108) hálózathoz.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A CMS Collaboration szerzői státusszal rendelkező tagjai a kutatócsoportból 2018 folyamán: Bartók M, Csanád M, Filipovic N, Major P, Nagy M I, Pásztor G, Surányi O, Veres G I, valamint ősszel csatlakozott Chudasama R, Mandal K, Mehta A. A csoport tagjai 212 tudományos cikk szerzői a CMS Együttműködéssel 2018-ban. Ezek közül kiemelendők:

1. CMS Collaboration: Measurement of differential cross sections for Z boson pair production in association with jets at $\sqrt{s}$ = 8 and 13TeV. PHYS. LETT. B789 (2019) 19-44, https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.11.007.
2. CMS Collaboration: Measurement of charged particle spectra in minimum-bias events from proton–proton collisions at $\sqrt{s}$ = 13 TeV. EUR. PHYS. J. C78 (2018) 697, https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-018-6144-y.
3. CMS Collaboration: Study of jet quenching with isolated-photon+jet correlations in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 5.02 TeV. PHYS. LETT. B 785 (2018)14-39, https://doi.org/10.1016/j.physletb.2018.07.061.
4. CMS Collaboration: Measurement of prompt ψ(2S) production cross sections in proton-lead and proton-proton collisions at $\sqrt{s_{NN}}$ = 5.02 TeV. PHYS. LETT. B (2019) nyomtatásban, https://doi.org/10.1016/j.physletb.2019.01.058.
5. Surányi O, CMS Collaboration: Performance of the CMS Zero Degree Calorimeters in the 2016 pPb run. Proceedings of the 18th International Conference on Calorimetry in Particle Physics, CALOR2018, Eugene, Usa, 21 - 25 May 2018, CMS-CR-2018-087, https://cds.cern.ch/record/2627474?ln=en.

MTA–ELTE LENDÜLET FORRÓ UNIVERZUM KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Werner Norbert, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2500/6309
e-mail: wernernorbi@caesar.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2016

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A csoport kutatói a *Chandra, XMM-Newton, Hitomi* és *Suzaku* műholdak adatait tanulmányozzák, hogy felderítsék hogyan fejlődnek a galaxisok és velük együtt a bennük elhelyezkedő szupermasszív fekete lyukak, valamint hogyan szennyeződik be fémekkel a galaxis közti teret kitöltő anyag. A kutatócsoport 2018-ban 33 cikk létrejöttéhez járult hozzá és a kutatócsoport tagjai 28 előadást tartottak nemzetközi konferenciákon, kutatóintézetekben/egyetemeken. Egy megjelent cikk alapján a NASA (és később az MTA és ELTE) sajtóhírt is közölt és az eredményekről széleskörűen beszámolt a magyar és a nemzetközi sajtó.

Megszületett a megvalósíthatósági tanulmány a *CAMELOT* (*Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients*) misszióról, valamint a projekt bemutatásra került a tekintélyes SPIE konferencián (Austin, Texas-ban) tartott előadáson és három SPIE hardver cikkben. Később a *CAMELOT* projekt a nagynevű IAC 2018 konferencián és a FERMI szimpóziumon tartott előadásokon is be lett mutatva. A NASA-val együttműködve, a kutatócsoport Budapesten megrendezte a 'Towards a Network of GRB Detecting Nanosatellites' konferenciát, ahol több mint 20 nagyenergiás asztrofizikai kutatást végző nanoszatelit projekt lett bemutatva. A konferencián döntés született ezek a nanoszatelit projektek közötti további együttműködésről. A kutatócsoport továbbá belépett az Olaszok által vezetett *HERMES* gamma felvillanásokat mérő nanoszatelitek fejlesztését elősegítő H2020 projektbe és hamarosan belép az AHEAD2 (Activities in the High Energy Astrophysics Domain) H2020 együttműködésbe.

2018 folyamán egy új posztdoktori kutató kapcsolódott be a kutatócsoport munkájába. A kutató a gamma felvillanások szakértője, aki a *CAMELOT* misszió előkészítésében segít.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport 2018-ban 33 cikk létrejöttéhez járult hozzá és a kutatócsoport tagjai 28 előadást tartottak nemzetközi konferenciákon és külföldi kutatóintézetekben/egyetemeken. A kutató csoport eredményére hivatkozva a NASA sajtóhírt közölt, ami alapján az MTA is publikált egy sajtó hírt amelyről széleskörűen beszámolt a magyar és a nemzetközi sajtó.

b) Tudomány és társadalom

A csoportvezető számos ismeretterjesztő, tudománynépszerűsítő programon is részt vett. A teljesség igénye nélkül, felsorolásszerűen: ismeretterjesztő előadások: Dobó István gimnázium, Eger; ELFT Nyári Iskola; MANT Űrakadémia; Tudományos kávézó Nagyszombat (Szlovákia), TV: Mindentudás, rádió interjú: Kossuth rádió (több alkalommal), Tilos rádió (rendszeres megjelenés a Sokol ébresztő című műsorban)

Konferencia-szervezés: *Towards a Network of GRB detecting nanosatellites*, 2018 szeptemberében (09.13.-14) Budapesten.

A Kutatócsoport vezetője több bizottságban is részt vett: Kisműhold misszió pályazatokat bíráló NASA bizottság, *Chandra* űrtávcső (NASA) megfigyelési pályázatait bíráló bizottság alelnöke, NASA *XARM* misszió tudományos tagokat válogató szakbizotság tagja, valamint három konferenciának volt a tudományos szervező bizottságában: (IAU symposium on the Warm Hot Intergalactic Medium in Vienna, 10 in ESA conference in Prague, and Towards a Network of GRB detecting nano-satellites in Budapest).

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A kutatócsoport szoros együttműködésben van több hazai és külföldi kutatóhellyel.
Hazai együttműködések: ELTE; MTA CSFK Konkoly Thege Csillagászati Intézet; C3S Kft.
Nemzetközi együttműködések: Hiroshima University, Japán; University of Tokyo, Japán; Masaryk University, Csehország; Stanford University, USA; SRON Netherlands Institute for Space Research, Hollandia; Princeton University, USA; Goddard Space Flight Center, USA; INAF, Olaszország; Tsinghua University, Kína

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018-ban a kutatócsoport több jelentős sikeres pályázatban vett részt: sikeres MTA Kíválósági együttműködési pályázat (110 M Ft) a CAMELOT projekt támogatására; sikeres H2020 pályázat (HERMES) egy gamma felvillanásokat kutató CubeSat flotta fejlesztésére (az ELTE-nek járó rész 16 M Ft), és MTA konferencia szervezés pályázat (1 M Ft). A Kutató csoport 2018-ban belépett az Olaszország által vezetett HERMES konzorciumba. Ugyanakkor a csoportvezető további jelentős erőfeszítéseket tesz, hogy a csoportot, és ezzel Magyarországot bevonja a legjelentősebb szakmai programokba, illetve konzorciumokba. Ennek érdekében több nemzetközi megbeszélésen is részt vett 2018-ban.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Truong N, Rasia E, Biffi V, Mernier F, Werner N, Gaspari M, Borgani S, Planelles S, Fabjan D, Murante G: Mass-Metallicity Relation from Cosmological Hydrodynamical Simulations and X-ray Observations of Galaxy Groups and Clusters. 2018, MNRAS in press, [arXiv: 1803.06297]
2. Lakhchaura N, Mernier F, Werner N: Possible depletion of metals into dust grains in the core of the Centaurus cluster of galaxies. 2018, A&A, in press, [arXiv: 1812.00121]
3. Mernier F, Biffi V, Yamaguchi H, Medvedev P, Simionescu A, Ettori S, Werner N, Kaastra JS, de Plaa J, Gu L: Enrichment of the hot intracluster medium: observations. 2018, SPACE SCIENCE REVIEWS, 214, 129
4. Lakhchaura K, Werner N, Sun M, Canning REA, Gaspari M, Allen SW, Connor T, Donahue M, Sarazin C: Thermodynamic properties, multiphase gas and AGN feedback in a large sample of giant ellipticals. 2018, MNRAS, 481, 4472
5. Werner N, Řípa J, Pál A, Ohno M, Tarcai N, Torigoe K, Tanaka K, Uchida N, Mészáros L, Galgóczi G, Fukazawa Y, Mizuno T, Takahashi H, Nakazawa K, Várhegyi Z, Enoto T, Odaka H, Ichinohe Y, Frei Z, Kiss L: CAMELOT: Cubesats Applied for MEasuring and LOcalising Transients - Mission Overview. 2018, SPIE, 10699, 2
6. Mernier F, Werner N, de Plaa J, Kaastra JS, Raassen AJJ, Gu L, Mao J, Urdampilleta I, Simionescu A: Solar chemical composition in the hot gas of cool-core ellipticals, groups, and clusters of galaxies. 2018, MNRAS, 480, L95

7. Mernier F, de Plaa J, Werner N, Kaastra JS, Raassen AJJ, Gu L, Mao J, Urdampilleta I, Truong N, Simionescu A: Mass-invariance of the iron enrichment in the hot haloes of massive ellipticals, groups, and clusters of galaxies. 2018, MNRAS, 478, 116
8. Werner N, Lakhchaura K, Canning REA, Gaspari M, Simionescu A: Digging for red nuggets: discovery of a hot halo surrounding a massive, compact relic galaxy. 2018, MNRAS, 477, 3886
9. Truong N, Rasia E, Mazzotta P, Planelles S, Biffi V, Fabjan D, Beck AM, Borgani S, Dolag K, Gaspari M, Granato GL, Murante G, Ragone-Figueroa C, Steinborn LK: Cosmological hydrodynamical simulations of galaxy clusters: X-ray scaling relations and their evolution. 2018, MNRAS, 474, 4089
10. Hitomi collaboration Werner N: Atmospheric gas dynamics in the Perseus cluster observed with Hitomi 2018, PASJ, 70, 9

MTA–ELTE LENDÜLET KOMBINATORIKUS GEOMETRIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Pálvölgyi Dömötör, PhD
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
telefon: (1) 372 2700/8604
e-mail: dom@cs.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport 2017. szeptember elsején indult, a csoportvezetőn kívül egy teljes és egy félállású munkatárssal. Azóta az egyetemről egyre több diák csatlakozott a projekthez különböző módon, jelenleg három MSc-hallgató és egy PhD-hallgató kezdett el a kutatáshoz kapcsolódó témán dolgozni. Utóbbi nyáron költözött haza Izraelből, rajtuk kívül idén nyárra még egy PhD-hallgató csatlakozott a csoporthoz Londonból. Nyár előtt szerzett MSc-fokozatot a témában (témavezetésünkkel) egy negyedik MSc-hallgató, aki jelenleg épp a Morgan Stanley-től megy át az Amazon londoni központjába dolgozni. Rajtuk kívül van két ÚNKP-ösztöndíjas elsős BSc-hallgató is, akik elkezdtek bekapcsolódni a kutatásokba. De nem ők a legfiatalabbak, a Fazekas Mihály Gimnázium két diákjának mentorálását is végzi a csoport.

Júniusban számos eseményt szerveztek. Az első egy miniworkshop volt a 34th International Symposium on Computational Geometry (SoCG 2018) alatt, melyen hét meghívott külföldi előadó adott elő, valamint kilenc megoldatlan probléma került bemutatásra az open problem szekcióban: http://web.cs.elte.hu/coge/cogeworkshop18.html

A miniworkshopon kívül az egész SoCG konferencia megszervezésében is részt vettek, melyre több száz nemzetközi kutató érkezett.

Szintén júniusban került megrendezésre a 8. Emléktábla Workshop, melyen közel negyven fiatal matematikus vett részt, hogy a projekt témájában kutassanak: https://users.renyi.hu/~emlektab/8th_emlektabla.html

Az ELTE Matematikai Intézet mindennapi tevékenységeiben is aktívan szerepet vállalt a kutatócsoport. Az oktatott kurzusok között szerepelt Geometriai Algoritmusok, Számítástudomány, Bonyolultságelmélet. A heti Kombinatorikus Geometria Szeminárium is megrendezésre került mindkét félévben, idén 3 külföldi előadóval.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Geometriai hipergráfok színezése a kutatás fő témája, jelenleg kutatásaik középpontjában pontokon pszeudo-diszkek által definiált hipergráfok jól-színezése és ezen kérdés különböző általánosításai és speciális esetei állnak. Azt akarják meghatározni, hogy mi a lehető legkisebb garantálható kromatikus szám abban az esetben, ha az ilyen hipergráfokból elhagyhatjuk a bizonyos küszöbértéknél kisebb hiperéleket.

Az idén megjelent Coloring intersection hypergraphs of pseudo-disks c. cikkben egy meglepően általános eredményt sikerült bizonyítani, mely szerint egy pszeudo-diszk család által nem csak pontokon, hanem egy másik pszeudo-diszk családon (a metszések által) definiált hipergráf is 4 színnel színezhető. Ez több fontos korábbi eredmény közös általánosításául szolgál. (Lásd a megfelelő részeket a csoport által folyamatosan fejlesztett http://web.cs.elte.hu/coge oldalon.) A bizonyítás egyik önmagában is érdekes lépése, hogy egy

pszeudo-diszk család által egy másik pszeudo-diszk családon definiált Delaunay-gráf (ez az előző hipergráf kettő méretű hiperéleiből áll) síkbarajzolható.

Más, előkészületben lévő kapcsolódó eredmények

A fentiekből is következik az ismert állítás, hogy egy pszeudo-diszk család által pontokon definiált Delaunay-gráf síkbarajzolható. Ennek a geometriáját jobban megértve bizonyították, hogy létezik egyfajta természetes síkba való lerajzolás is, mely a pszeudo-diszkeket 'követi'. Egy izraeli kutatóval közös kutatásaikat folytatva vizsgálták egy közös ponton átmenő pszeudo-diszk család által pontokon definiált hipergráfot, melyekre kiderült, hogy már 3 színnel is színezhetőek. Általában 2 vagy 4 vagy több színnel való színezéses eredmények vannak az irodalomban, ez az eredmény emiatt is fontos tanulságokkal szolgál.

Eredményesen vizsgálták továbbá, hogy mi a helyzet, ha pontpárokat vagy akár pont-t-eseket színeznek. Itt több természetes kérdés adódik, egyik véglet szerint minden pontpárt színezünk, míg a másik véglet, hogy például egy Delaunay-háromszögelés éleit színezzük úgy, hogy minden sok pontot tartalmazó alakzat tartalmazzon két különböző színű élet.

A csoport által másik legtöbbet kutatott kérdés a sík kromatikus számának meghatározása volt. A sík kromatikus száma, amelyet mostantól X-el jelölünk, nem más, mint annak a (végtelen nagy) egységtávolság-gráfnak a kromatikus száma, amelynek csúcshalmaza az egész sík. X pontos értékének meghatározása, amelyre Hadwiger–Nelson problémaként szokás hivatkozni, egy több mint 60 éve nyitott kérdés. Klasszikus eredmény, hogy 4<=X<=7, és tavalyig nem történt javítás egyik értéken sem. 2018. áprilisban azonban, egy biológus, az alsó korlátot 5-re javította, méghozzá pont olyan módszerekkel, mint amilyenekkel a csoport is próbálkozott. (*Idézet a tavaly beadott beszámolóból:* "[Rákérdezhetünk arra is, hogy a sík egy 4-színezése milyen mintázatokat tartalmaz biztosan ... a mintázatoknak a vizsgálatához számítógépeket is igénybe vennénk]".). Az említett biológus számítása a Moser-rokkához hasonlóan egy (nagyobb) háromszögrács ügyes elforgatásaival konstruált egységtávolság-gráf lehetséges színezéseinek vizsgálatán alapult. Ezután egy számítógépes programmal ellenőrizte egy (megfelelő intuícióval konstruált) 1345 csúcsú egységtávolság-gráfról, hogy nincs olyan 4-színezése, amelyben egy bizonyos szabályos háromszög csúcsai mind egyszínűek. Az új eredmény közlő cikk megjelenése után egy ún. Polymath projekt indult a témában, mintegy 50 kutató részvételével (köztük számos neves matematikussal). A Polymath projektekben az új részeredmények, ötletek és kérdések a hagyományos cikk-formátum helyett egy internetes blog hozzászólásaiként jelennek meg, kis egységekben és gyors átfutási idővel. Az itteni hozzászólásokból látszik, hogy a Lendület kutatócsoport volt az egyik legaktívabb, több ígéretes szálon is folytatnak kutatást. Jelenleg is rendszeres email kapcsolatban állnak több ezen a témán dolgozó külföldi kutatóval. Az eredményekből várhatóan több cikk is születik majd, jelenleg a fontosabb részeredmények a projekt Wiki oldalán tekinthetők meg.

b) Tudomány és társadalom

- Januárban az ELTE TTK matematikus szakát népszerűsítő videóinterjú készült a kutatócsoport vezetőjével, valamint az ELTE TTK nyílt napján is előadást tartottak.
- Márciusban előadást tartottak a CEU PhD-hallgatóinak és a Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium Fesztiválján.
- Áprilisban előadást tartottak a MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet geometria-, valamint kombinatorikaszemináriumán.

- Májusban előadást tartottak az ELTE matematikus szakán tanulmányi látogatást tevő holland hallgatóknak.
- Júniusban előadást tartottak a SoCG 2018 konferencián.
- Augusztusban előadást tartottak az IST Austria szemináriumán.
- Ősszel a kutatócsoport-vezető tagja volt a Schweitzer Miklós Emlékverseny bizottságának, valamint előadást tartottak a BSM kollokviumán, az MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet geometriaszemináriumán és az ELTE Feszt rendezvényen.
- Decemberben egyik MSc-hallgató (témavezetésükkel) első díjat szerzett a kari TDK-n, valamint a Morgan Stanley különdíját is ő nyerte. Meghívott előadást tartottak a Bolyai János Matematikai Társulat 2018. évi díjainak átadásakor.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Februárban a kanadai Banff-ba utazott a csoport két tagja a BIRS kutatóközpontba, ahol a szakma jelentős képviselői találkoztak és előadást is tartottak.
Júniusban a kutatócsoport vezetőt a Bolyai János Matematikai Társulat tudományos szakosztályának titkárává választották (2021-ig).

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Az *MTA NKSZ-25/2018* pályázaton 550 E Ft támogatást nyertek az Emléktábla workshop megrendezésére.

Az *EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00002* pályázat keretében a csoport három tagja nyert ösztöndíjat.

Az *2018-2.1.1-UK_GYAK-2018-00024* pályázaton nyertek 717 E Ft, melynek keretében a nyárra Londonból átköltözött egy kutató, hogy a projekten dolgozhasson.

V. A 2018-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Keszegh B: Coloring intersection hypergraphs of pseudo-disks. 34th International Symposium on Computational Geometry (SoCG 2018) konferenciakiadvány, 52:1-52:15, https://arxiv.org/abs/1711.05473.
2. Pálvölgyi D: Weak embeddings of posets to the Boolean lattice. DISCRETE MATHEMATICS AND THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, 20(1):1-10, 2018, https://arxiv.org/abs/1606.08226.
3. Frank N, Hubai T, Pálvölgyi D: A sík kromatikus száma. Érintő, 2018 szeptember, http://www.ematlap.hu/index.php/tudomany-tortenet-2018-09/765.

Ezeken kívül számos mű került feltöltésre az arXiv preprint szerverre, melyek jelenleg benyújtás alatt állnak.

MTA–SZTE LENDÜLET FOTOELEKTROKÉMIAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Janáky Csaba, PhD
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 532 7433; e-mail: janaky@chem.u-szeged.hu
honlap: http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/index.html
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2014

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoportban olyan szervetlen félvezetőkön és szerves vezető polimereken alapuló összetett anyagokat vizsgálnak, melyek hasznosíthatók lehetnek tüzelőanyagok közvetlen előállítására, szén-dioxid napfény segítségével történő átalakításával. Céljuk, hogy ezen szabályozott nanoszerkezettel rendelkező összetett anyagok tulajdonságait és viselkedését az összetétellel, és az előállítási módszer szabályozásával hangolják. A munkatervben a 2018. évre kitűzött szakmai céljaikat maradéktalanul teljesítették, továbbá a munkájuk során további nagyon ígéretes, a témához kapcsolódó kutatási vonalakat tártak fel. Számos új, hosszú távú szakmai együttműködést indítottak és erősítettek meg, valamint új mérési módszerek üzembe állításával tovább erősítették a fotoelektrokémiai laboratórium analitikai hátterét. Az elmúlt években bevont többletforrások eredményeképpen beszerzett új berendezések pedig egyre inkább beépülnek kutatási tevékenységünkbe.

2018-os év során az alábbi konkrét feladatokat végeztük el:

- Szerves/szervetlen hibrid, és szervetlen perovszkitok előállítása és a belőlük készített fotoelektródok jellemzése.
- Perovszkit/polimer hibrid elektródok előállítása.
- CuI /PbI_2 kompozitok előállítása és fotoelektrokémiai vizsgálata.
- Különböző morfológiával rendelkező nanoszerkezetek fotoelektrokémiai tulajdonságainak összehasonlítása.
- Szén nanoszerkezetekre (3D grafén, szén-nanocsőköteg) n-, és p-típusú félvezető oxid nanokristályok leválasztása és a kompozitok CO_2 redukciós és vízoxidációs aktivitásának vizsgálata.
- Újabb hibrid polimer/félvezető nanoszerkezetek előállítása és vizsgálata.
- 3D nyomtató és CNC esztergálás segítségével új, folyamatos üzemű fotoelektrokémiai cellák előállítása és tesztelése.
- A folyamatos üzemű elektrokémiai cellákban végzett CO_2 redukciós kísérletek folytatása.
- Izotópjelzéses vizsgálatok különböző fotoelektródokon, a reakciómechanizmus felderítése érdekében.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatási tevékenység talán legjelentősebb eredménye, hogy oldatkémiai szintézissel állítottak elő mind egyszerű fém-halogenideket (CuI és PbI_2), mind összetett perovszkitokat ($CsPbBr_3$, $MAPbI_3$, $MAPbBr_3$). Elsők között vizsgálták ezen optikailag aktív perovszkit elektródok elektrokémiai és fotoelektrokémiai tulajdonságait. Meghatározták azokat az elektrokémiai stabilitási ablakokat, amelyeken belül ezen félvezetők stabilak, és tulajdonságaik vizsgálhatóak. További fontos eredmény, hogy megmutatták, hogy miként lehet elektrokémiai módszerrel egy szerves vezető polimert (jelen esetben PEDOT-ot) leválasztani TiO_2/perovszkit elektród

felületére. Az ilyen típusú összetett elektródok előállítása nem csak fotoelektrokémiai szempontból érdekes, mivel napelemekben is használható (a PEDOT jó lyukvezető).

Jelenleg *folyamatos üzemű fotoelektrokémiai* cellák fejlesztésén dolgoznak. Eddigi eredményeik azt mutatják, hogy a folyamatos áramlású reaktorokban történő (foto)elektrokémiai vizsgálatok sok esetben gyökeresen más eredményt mutatnak, mint a klasszikus, statikus cellákban mértek. Emiatt már a kutatási tevékenység elejétől fogva ilyen elrendezésben is vizsgálják a különböző elektródokat és fotoelektródokat. Így elkerülhető, hogy nagyon sok időt töltsenek el olyan elektródok vizsgálatával, amelyek a folyamatos áramlású cellákban nem mutatnak ígéretes aktivitást és stabilitást.

b) Tudomány és társadalom

Folyamatosan frissítik a kutatócsoport honlapját (http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/index.html), amely az érdeklődők számára naprakész információkkal szolgál a csoport tevékenységéről. Kiemelkedően nagyszámú sajtómegjelenésük volt, mind a helyi, mind az országos sajtóban. A kutatócsoport vezető több tudománynépszerűsítő előadást tartott, többek között a Pécsi Akadémiai Bizottság „Velünk élő tudomány" előadássorozatában, „(Foto)elektrokémia a napenergia hasznosításának szolgálatában: útban egy fenntarthatóbb vegyipar felé" címmel. Ezen kívül számos helyi és országos TV adásban szerepeltünk, többek között az MTVA Tudományünnepi műsorában. Egy a csoporthoz tartozó PhD-hallgató pedig a Scindikátor tudománykommunikációs verseny keretei között népszerűsítette a tevékenységünket.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Jelentősen kibővítették a University of Notre Dame (USA) egy kutatócsoportjával tavaly indult együttműködést, amelyben új, környezetbarát módszerrel előállított, nemesfémmentes elektrokatalizátorokat vizsgáltak. Az együttműködés várhatóan hosszú életű lesz, mivel a közös munka során számos további vizsgálatra érdemes jelenségkört sikerült azonosítaniuk. Új együttműködés indult a University of California (Riverside) egyik kutatócsoportjával, amellyel a porozitás szerepét vizsgálták elektrokémiai és fotoelektrokémiai folyamatokban. Az hazai együttműködések közül fontos kiemelni az ELI-ALPS Kutatóközponttal, valamint a Szegedi Egyetem két kutatócsoportjával való közös munkát. Az ELI-ALPS-al közösen dolgoznak a töltéshordozó-dinamika jobb megismerésén az összetett elektródjainkban, míg a szegedi csoportokkal a fotoelektrokémia anyagtudományi és nanotechnológiai vetületeit vizsgálják. Ezek mellett továbbra is szoros kapcsolatot ápolnak UT Arlington (USA) kutatócsoportjával.
Fontos megemlíteni azt is, hogy a kutatócsoport aktív részvételével megrendezték a 8. SIWAN (Szeged International Workshop on the Advancements of Nanoscience) konferenciát. Az anyagtudomány több ismert szakértőjét sikerült Magyarországra hozni.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A 2018-ban új pályázatot nem nyertek, ugyanakkor tagjai lettek a Szegedi Tudományegyetem Interdiszciplináris Kiválósági Központjának (IKK), amely a FEKUTSTRAT programon keresztül kap támogatást.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az elmúlt egy év során 9 nemzetközi publikáció jelent meg (összesített IF=58,08, egy folyóiratnak még nincs impaktfaktora) (teljes lista az MTMT-n elérhető, azonosító: 10022474). Ezek közül a két legjelentősebb a következő:

1. D. Hursán, C. Janáky: Electrochemical Reduction of Carbon Dioxide on Nitrogen-doped Carbons: Insights from Isotopic Labeling Studies. ACS ENERGY LETTERS, 3 (2018) 722–723**.**
2. 2. G. F. Samu, R. A. Scheidt, G. Zaiats, P. V. Kamat, C. Janáky: Electrodeposition of Hole-transport Layer on Methylammonium Lead Iodide Film: A New Strategy to Assemble Perovskite Solar Cells. CHEMISTRY OF MATERIALS, 30 (2018) 4202-4206**.**

MTA–PE LENDÜLET KOMPLEX RENDSZEREK FIGYELEMMEL KÍSÉRÉSE KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Abonyi János, az MTA doktora
8200 Veszprém, Egyetem u 10.
telefon: (70) 944 8910; e-mail: janos@abonyilab.com
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport célja a negyedik ipari forradalomnak is nevezett integrációs folyamatok eredményeként létrejövő komplex rendszerek jellemzésére, az időben gyakorta és gyorsan változó belső összefüggéseinek feltárására, és a környezeti hatásokhoz és a meghibásodásokhoz köthető kockázatok kezelésére alkalmas algoritmusokat fejlesszen.

A kutatócsoport első másfél évében eseménysorozatok és rendszerek elemeinek összekapcsoltságát jellemző algoritmusokat fejlesztett.

A beszámolóév feladata a kapcsolódó algoritmusok fejlesztése és gyártórendszerek fejlesztéséhez kötődő kutatási problémák megoldása és jelentős társadalmi relevanciájú adatok elemzése volt.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A nyílt kormányzati adatként kezelt NAV-FIR-OEP adatok elemzése alapján a felsőoktatás és a munkaerőpiac kapcsolatrendszerének hálózatelmélet alapú elelemzésére alkalmas módszert dolgoztak ki (1).

Felismerték, hogy a többrétegű hálózatok alkalmasak termelő rendszerek modellezésére és gyártási folyamatok optimálására, gyártócellák többszempontú kialakítására Kábelkorbács gyártásához kapcsolódó többdimenziós csoportosítási és hálózatelemzési esettanulmányt dolgoztak ki és tettek elérhetővé (2).

Többszempontú elemzésére vonatkozó módszerük összetett rendszerek belső kapcsolatrendszerei közti kapcsolatok feltárására is kiterjesztették. A fenntarthatósági célokhoz OECD által hozzárendelt adatainak korrelációs és Granger oksági elemzése alapján készített hálózatok elemzésével meghatározták a fenntarthatósági célok kapcsolatrendszerét (3).

Mélytanuláson alapuló szekvencia-szekvencia tanulási eljárást fejlesztettek operátori akciósorozatok előrejelzésére és alarmelnyomási lehetőségek feltárására és kidolgozták e módszer technológiai hierarchiaszintjeit figyelembe vevő változatát (4).

b) Tudomány és társadalom

A negyedik ipari forradalom társadalmi hatásait is vizsgálják. A témában ismeretterjesztő, szemléletformáló előadásokat tartanak, pl. részt vettek azt Antall József tudásközpont „Negyedik ipari forradalom: fenntarthatóbb társadalom?” címmel 2018. március 13-án a Széchenyi István Egyetemen tartott pódiumbeszélgetésben és a középiskolásoknak szóló Hlavay József Nyári Egyetemen. Az adattudomány és a folyamatmérnöki tudományok területen ipari szakemberek számára is nyitott szemináriumsorozatot indítottak.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Folyamatbiztonsággal kapcsolatos kutatásaik a MOL NyRt.-vel, gyártási folyamatok optimálása témakörben pedig a Lear és Foxconn mérnökeivel közösen végzik. Közös kutatásokat végeznek az MTA TTK-val.

Folyamatanalitika témakörben a svájci Syngenta-val kezdték meg az együttműködést.

Az indiai Central Scientific Instruments Organisationnal (CSIR) számítási intelligencia algoritmusokat fejlesztenek.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

PCE Paragon Solutions (Foxconn) partnereként beadott „Meglévő üzemekbe implementálható intelligens termelésoptimalizáló Ipar 4.0. megoldások fejlesztése" címet viselő 2018-1.3.1-VKE-2018-00048 pályázat 1,439 milliárd forint támogatásban részesült. (A megelőző VKSZ projektnek a témavezető volt a szakmai vezetője és a pályázat összeállításában is jelentős szerepet vállalt. A Lendület-kutatócsoport vezetéséből fakadó kötelezettségek miatt az új projektben mint egy részterület vezetője vesz rész, a teljes pályázat szakmai vezetésére nem vállalkozott.)

A kutatócsoport vezetője a Pannon Egyetem Mérnöki Karának tudományos és stratégiai dékánhelyetteseként jelentős szerepet vállalt az intézmény Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program keretében 700 M Ft támogatási összegben részesült pályázatának kidolgozásában. A kutatócsoport által gondozott szoftver szenzorok témakör jelentős mértékben hozzájárul a program sikerességéhez.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. L Gadar, J Abonyi: Graph configuration model based evaluation of the education-occupation match. PloS one 13 (3), e0192427, 2018
2. T Ruppert, G Honti, J Abonyi: Multilayer network-based production flow analysis. COMPLEXITY, 6203754, 2018
3. G Dörgő, V Sebestény, J Abonyi: Evaluating the interconnectedness of the sustainable development goals based on the causality analysis of sustainability indicators. SUSTAINABILITY, 10(10), 3766, 2018
4. G Dorgo, J Abonyi: Sequence Mining Based Alarm Suppression. IEEE Access 6, 15365-15379, 2018
5. G Dörgő, K Varga, J Abonyi: Hierarchical frequent sequence mining algorithm for the analysis of alarm cascades in chemical processes. IEEE Access, 50197 - 50216, 2018

MTA–SZE LENDÜLET JÁRMŰAKUSZTIKAI KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Feszty Dániel, PhD
9026 Győr, Egyetem tér 1.
telefon: (96) 613 781; e-mail: feszty.daniel@sze.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2017

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA–SZE Lendület Járműakusztikai Kutatócsoport 2017. december 1-jével kezdte meg működését a Lendület-program Célzott Lendület alprogramja keretében. Ezen alprogram sajátossága, hogy kimondottan olyan alkalmazott kutatási tevékenységet ösztönöz, amelynek eredményeit az ipar rövid- és középtávon közvetlenül is alkalmazni tudja. Ennek megfelelően a Kutatócsoport feladatai közt kiemelkedő hangsúlyt kapott az iparral való szoros együttműködés, ami magába foglalta mind a kutatási célok meghatározását, mind pedig a kutatási tevékenység szoros, napi szintű összehangolását az ipari partnerrel. Az Járműakusztikai Kutatócsoport ipari partnere az Audi Hungaria, Magyarország egyik legnagyobb ipari vállalata, a járműipar, mint a magyar gazdaság húzóágazatának egyik vezetője. A kutatóműhelynek pedig a győri Széchenyi István Egyetem Járműfejlesztési Tanszéke ad otthont. A kutatás fő célja olyan számítógépes szimulációs módszerek kidolgozása, amelyek a tervezés korai szakaszában teszik lehetővé a járművek zaj- és rezgési-tulajdonságainak nagy pontosságú megjóslását. Ez nagyban hozzájárulhat az Audi Hungaria termékei minőségének további javításához, valamint a tervezési folyamatok hatékonyabbá tételéhez, hiszen minél nagyobb mértékben tudja egy autógyár egy új modell fejlesztési folyamatát a virtuális térben (azaz számítógépben szimulált környezetben) megvalósítani, annál kevesebb kísérleti alapú kutatásra van szüksége, ami gyorsabb és olcsóbb tervezési folyamathoz vezethet. Mindez az Audi piaci vezető szerepének megszilárdítását, valamint versenyképessége további növelését segítheti elő. A kutatás két síkon mozog: az újszerű számítógépes szimulációk fejlesztését gondosan megtervezett kísérletek egészítik ki, amelyek célja a szimulációs módszerek hitelesítése. A kutatás teljes összege 319 M Ft, amelynek 63%-át az Audi Hungaria biztosítja.

A 2018-ban a következő célokat sikerült teljesíteni:
- a kutatási feladatok részletes megtervezése és a kutatócsoport tagjaira való lebontása az ipari partner céljaihoz igazítva
- a kutatócsoport infrastrukturális hátterének megteremtése (azaz személyi állomány felépítése, szimulációs szoftverek valamint mérési eszközök beazonosítása és beszerzése, azok használatának elsajátítása)
- a nemzetközi tudományos össztudás, más néven „state-of-the-art” részletes feltárása
- a kísérleti modellek megtervezése és gyártásuk megkezdése.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatás első éve az alapozásról szólt, éppen ezért kiemelkedő tudományos eredményekről – a terveknek megfelelően – jelenleg még nem, hanem majd csak a 3., 4. és 5. évben várható beszámoló. A Kutatócsoportba számos jelentkező közül 4 kiváló képességekkel és nemzetközi tapasztalattal is rendelkező PhD-hallgatót sikerült felvenni. A Kutatócsoport az ipari partnerrel együtt nagy hangsúlyt fektetett arra, hogy számukra egymástól jól elválasztható, de nemzetközileg is valóban eredeti és újszerű kutatási irányok kerüljenek kijelölésre. S bár a kutatás fő csapásvonalai már a pályázatban ki lettek jelölve, a feladatok pontos részletei csak az irodalomkutatás elvégzése után lehettek véglegesítve. Mindez a 2018-as évben történt meg, s kijelenthető, hogy a 4 kutató az átfogó irodalomkutatás által eljutott a területeiket érintő „state-

of-the-art”-ra, azaz a nemzetközi tudományos össztudás határainak megismerésére. A beazonosított témák eredetisége garantálja, hogy a kutatási eredmények egyrészt valóban a nemzetközi élvonalba tartoznak majd, másrészt pedig hogy hasznosíthatóak lesznek az ipari partner számára.

Szakmai konkrétumokra térve: a kutatás célja olyan szimulációs módszertan kidolgozása, amely a középfrekvencián (400-1000 Hz) tudja megjósolni a járművek belterében keletkező zajokat, mindezt a beltérben található kárpitok, vagy szaknyelven szólva „poro-elasztikus anyagok” modellezésével együtt. Bár léteznek szimulációs módszerek a 400 Hz alatti és az 1000 Hz feletti beltéri zajok megjóslására is, de a kettő közti tartomány – amely nagyon fontos egy jármű üzemeltetése szempontjából – megjóslása komoly kihívást jelent és megoldatlan területnek bizonyult a nemzetközi irodalomban is. A kérdés az, hogy vajon mely módszer, vagy módszerek kombinációja lehetne hatékony ebben a tartományban? A négy terület, amelyet a 4 kutató vizsgál majd, a következő lesz: FEM-PEM módszerek adaptálása magasabb tartományokra frekvencia-függő Biot-paraméterek vizsgálatával, hibrid SEA–FEM módszertani fejlesztése, Virtuális SAE módszertan alkalmazásának kidolgozása, valamint az összes előző módszerbe közös bemenő adatként szolgáló Biot-paraméterek mérési bizonytalanságának csökkentése. Az irodalomkutatás elvégzése és a témák véglegesítését követően került sor a megfelelő szimulációs eszközök beazonosítására és beszerzésére, valamint ezek működésének a megértésére, elsajátítására. Ezt követően – a szimulációs eszközök segítségével – történt meg a kísérletekhez használt modellek megtervezése.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport intenzív oktatási tevékenységet folytat a SZE-n, az akusztikához, valamint a szimulációs módszerekhez és mérési technikákhoz kapcsolódó tantárgyak tanításával. Ezáltal számos hallgatóval sikerült megismertetni a járműipari szimulációs módszertani fejlesztések filozófiáját, aminek hatására nagy számban választottak MSc-hallgatók ilyen témájú diplomamunkát. A csoport ezzel is hozzájárult és hozzá is fog járulni a manapság oly fontos mérnöki utánpótlás neveléshez a magyar járműipar szereplőinek.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A Kutatócsoport létrejötte komoly nemzetközi figyelmet vonzott. Az ipari partner és a Kutatócsoport kapcsolatain keresztül mind a 4 kutatóhoz sikerült egy, a nemzetközi szakmai élvonalhoz tartozó szakértőt megnyerni téma-specifikus tanácsadásra, s ezek a szakemberek Németországhoz, Kanadához, Csehországhoz és Magyarországhoz köthetőek. A Kutatócsoport vezetője részt vett egy nemzetközi ipari szimpóziumon Svédországban, amelyen ott volt a járműipari szakértők nemzetközi élvonala, valamint egy ausztriai nemzetközi konferencián is, (9th International Styrian Noise Vibration and Harshness conference, Graz), amelyen a terület tudományos nemzetközi élvonala képviseltette magát. Mindez kiválóan segítette a „state-of-the-art” legfrisebb határainak felmérését. A Kutatócsoport vezetője emellett a kutatáshoz később kapcsolható kísérleti témában társszerző volt egy olyan konferencia-cikkben, amely a zaj- és rezgések területén a világ legnagyobb presztízzsel bíró konferenciáján (25th International Conference on Sound and Vibration) került előadásra, Hiroshimában, Japánban.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Mind a 4 PhD-hallgatónak sikerült állami ösztöndíjas helyet kapnia Széchenyi Egyetem Műszaki Multidiszciplináris Doktori Iskolájába.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A pályázati tervnek megfelelően nemzetközi jelentőségű publikációk a 3. évtől kezdődően várhatóak.

MTA–BME LENDÜLET KOMPOZIT FÉMHABOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Orbulov Imre Norbert, az MTA doktora
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.
telefon: (1) 463 2386; fax: (1) 463 1366
e-mail: orbulov@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kompozit fémhabok (KF-ok) legfontosabb előnye a kis sűrűség, nagy fajlagos szilárdság és mechanikai energiaelnyelő képesség, amelyekhez termikus- és kémiai stabilitás is társul. Szerkezeti anyagokként a KF-ok szilárdsága és tönkremeneteli folyamata különösen fontosak. Ezért a kutatás fő céljai (i) különböző belső szerkezettel rendelkező KF-ok fejlesztése, (ii) a mechanikai tulajdonságok és tönkremeneteli módok feltérképezése, fókuszálva a teherviselőképességre és az energiaelnyelésre, valamint (iii) szerkezeti- és funkcionális anyagok fejlesztése adott alkalmazások számára. A kutatás fő eredményeként a KF-ok szerkezeti anyagként való elterjedése várható. A kutatócsoport indulásának megfelelően a 2018. év második felében a hangsúly a kutatási tervvel összhangban a KF-ok (i) kis frekvenciájú csillapítóképességén és a (ii) fáradási tulajdonságain volt.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A csillapító képességgel kapcsolatban igazolták, hogy a KF-ok csillapítási képesége elmaradt a várttól. A nagyobb csillapítást az AlSi12 mátrixú KF-ok biztosították a primer Si lemezek miatt (az azonos szerkettű, Al99,5 mátrixú KF-okhoz képest). A különbség még számottevőbb volt 200 °C felett. A KF-ok fárasztóvizsgálatával kapcsolatban elsőként szerkesztették meg a perlittel töltött KF-ok sűrűségtől függő terhelés – törési ciklusszám görbéit. Az eredményeket nemzetközi hatástényezős folyóiratban (csillapítás) és nemzetközi konferenciakiadványban (fárasztóvizsgálat) publikálták.

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai részt vettek a befogadó intézmény (BME) nyílt napján, illetve a BME Gyerekegyetem programjában.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Kapcsolatban állnak a The University of Newcastle Australia munkatársaival (perlittel töltött kompozit fémhabok előállítása és fárasztóvizsgálata). A munkakapcsolatból hatástényezős publikáció is született. Ezenkívül munkakapcsolatban állnak a Department of Dynamics and Control (IK4-Ideko, Spanyolország) és a Mathematics College of Science (Georgia Tech, USA) szervezetekkel.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A kutatócsoport egyik tagja egy Új Nemzeti Kiválósági Program (ÚNKP-2018-3) pályázatot nyert el „Alumíniumötvözet mátrixú szintaktikus fémhabok tönkremeneteli tulajdonságainak vizsgálata, különböző erősítőanyagok esetén címmel”. A kutatócsoport egy másik tagja Bolyai ösztöndíjat kapott (BO/00497/18/6, 2018-2021) „Lassan változó dinamika hatása mechanikai

rendszerek stabilitására", címmel, amelyet az ÚNKP Bolyai+ program is kiegészít (ÚNKP-18-4) „Lassan változó dinamika hatása marási folyamatokra" címmel.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Katona Bálint, Szlancsik Attila, Tábi Tamás, Orbulov Imre Norbert: Compressive characteristics and low frequency damping of aluminium matrix syntactic foams. MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING A 739 (2019) 140-148. (2018-ban közlésre elfogadva, megjelent 2019. január 2.) Link

MTA–BME LENDÜLET KVANTUM-INFORMÁCIÓELMÉLET KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Mosonyi Milán, PhD
1111 Budapest, Egry József u. 1.
telefon: (1) 463 2324; fax: (1) 463 2759
e-mail: milan.mosonyi@gmail.com
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Napjaink egyik legjelentősebb, forradalmi technológiai alkalmazásokkal kecsegtető kutatási területe a kvantum információs tudomány. A kutatócsoport fő célkitűzése az ehhez kapcsolódó matematikai problémák tanulmányozása, különös tekintettel a különböző kvantum információfeldolgozási feladatokban elméletileg elérhető legjobb teljesítmények meghatározására. A kutatócsoport 2018 szeptemberében indult, így ez a beszámoló a csoport tevékenységének első négy hónapját tekinti át, ami főleg a csoport összeállításával és a közös munka alapjainak megteremtésével telt. Ebben a periódusban a kutatásvezetőn kívül egy szenior kutató dolgozott a csoport alkalmazásában, valamint a befogadó intézmény (BME Matematika Intézet) több kutatója és hallgatója csatlakozott a csoport munkájához, egyebek közt heti rendszerességű közös szemináriumok keretében. 2019 februárjától további két szenior kutató csatlakozik a csoporthoz főállásban, valamint két szenior kutató, egy doktorandusz hallgató és két mesterképzésben résztvevő hallgató mellékállásban.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

Az első négy hónap fő eredménye a kutatási tervben kitűzött egyik jelentős probléma megoldása. Meghatározták, hogy kvantum csatornákon keresztüli ún. konstans kompozíciójú klasszikus kommunikáció esetén hogyan függ a hibás dekódolás valószínűsége az átvinni kívánt információ mennyiségétől, ha az utóbbi nagyobb egy bizonyos küszöbértéknél (ún. erős konverz tartomány).

b) Tudomány és társadalom

A kutatócsoport tagjai rendszeresen tartanak tudománynépszerűsítő és pályaorientációs előadásokat középiskolásoknak az egyetem szervezésében.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Konferencia szervezés: 2018 szeptemberében került megrendezésre a kutatócsoport szervezésében a Quantum Information Theory and Mathematical Physics konferencia, neves külföldi előadókkal: *http://math.bme.hu/~mosonyi/QIMP2018/*.

Oktatás: A kutatócsoport tagjai részt vesznek a befogadó intézmény oktatási tevékenységében; a beszámolási időszakban két olyan egyetemi kurzust is tartottak, ami közvetlenül a csoport kutatási területéhez kapcsolódik, illetve ezen témákból egy doktorandusz és egy mesterképzésben résztvevő hallgató témavezetésével foglalkoztak.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2018 decemberében indult a kutatócsoport által elnyert, NKFIH által finanszírozott, 24 hónapos futamidejű KH 129601-as pályázat, ami a Lendület-pályázat témájához szorosan kapcsolódó kutatásra ad összesen 19 950 E Ft támogatást.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A II.a) fejezetben említett eredményről beszámoló cikk egyelőre az **arXiv:1811.10599** online repozitóriumi címen érhető el, folyóiratban való megjelenése a 2019-es évben várható.

MTA–BME LENDÜLET TOPOLÓGIA ÉS KORRELÁCIÓ KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Dóra Balázs, az MTA doktora
1111 Műegyetem rkp. 3
telefon: (1) 463 3829; fax (1) 463 3567
e-mail: dora@eik.bme.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az első félév legfontosabb feladata a csoport elindítása volt, mely sikeresen megvalósult: a csoport vezetője mellett 2 szenior kutató, 2 PhD-hallgató és 1 MSc-hallgató kezdte meg a közös munkát. A kutatás szempontjából már az első félév is sikeres volt, a tervezett programban vázolt kvantum információ terjedés és hullámszám-térbeli összefonódás területén végzett kutatásokat a csoport. Két Physical Review Letters cikk valamint az APS Physics online újságjában egy meghívott mini összefoglaló jelent meg.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A kutatócsoport legfontosabb eredménye a Physical Review Letters-ben jelent meg, és egy kvantum folyadék tömegközéppontjának viselkedésére fókuszált. Míg a newtoni mechanikában ennek viselkedése jól ismert, jóval kevesebb figyelmet kapott a kvantum esetben. A cikk bemutatta, hogy mind a tömegközépponti dinamika, mind pedig a teljes eloszlásfüggvény univerzális, és egyedül a kölcsönhatás erőssége határozza meg ezek viselkedését.

b) Tudomány és társadalom

A Lendület-csoport aktív a tudományos közéletben, szervezi a Fizikai Intézet Szilárd Leó Kollokvium sorozatát neves hazai és külföldi előadókkal.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A Fizikai Intézeten belül több kutatóval alakult ki gyümölcsöző munkakapcsolat, melyek eredménye egy Phys. Rev. Lett. publikáció. Nemzetközi kooperációban a csoport a drezdai Max Planck Institute for the Physics of Complex System kutatóival dolgozik nem-hermitikus rendszerek dinamikáján, valamint a müncheni Műszaki Egyetemmel közösen az információ terjedés megértésén kvantum rendszerekben. Madridi kollégákkal pedig folytatódik a topológikus nodal loop félfémek transzport tulajdonságainak elemzése. Egy TDK-dolgozat 2. helyezést ért el a hullámszám-térbeli összefonódást vizsgálva. A vezető kutató két hetet töltött Drezdában, melynek eredményeként elkészült egy kézirat a Kibble-Zurek mechanizmusról nem-hermitikus rendszerekben.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Fut egy NKFIH pályázat (K119442, 48M HUF, 2016-2020) is a Lendület-pályázat mellett, ezért nincs szükség újabb külső forrás bevonására.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

1. Dóra B, Hetényi B, Moca C P: Statistics and Dynamics of the Center-of-Mass Coordinate in a Quantum Liquid. PHYS. REV. LETT. 121, 056803 (2018) https://arxiv.org/abs/1804.07041

2. Heyl M, Pollmann F, Dóra B: Detecting Equilibrium and Dynamical Quantum Phase Transitions in Ising Chains via Out-of-Time-Ordered Correlators. PHYS. REV. LETT. 121, 016801 (2018) https://arxiv.org/abs/1801.01684
3. Dóra B: Viewpoint: Topological Superconductivity Could be a Twist Away. PHYSICS 11, 84 (2018) https://physics.aps.org/articles/v11/84

valamint több elbírálás alatt levő kéziratuk is elérhető az arxiv.org-on.

MTA–ELTE LENDÜLET LABORATÓRIUMI ASZTROKÉMIA KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Tarczay György, az MTA doktora
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
telefon: (1) 372 2500/6587; fax: (1) 332 2592
e-mail: tarczay@caesar.elte.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

A kutatócsoport elsődleges feladata asztrokémiai szempontból érdekes, kismolekulákból álló jegek spektroszkópiai jellemzése, illetve különböző sugárzások hatására ezekben a jegekben végbemenő kémiai folyamatok vizsgálata. A laboratóriumban felvett spektrumok űrteleszkópos spektroszkópiai mérések kiértékeléséhez szolgáltatnak adatot, illetve segítik megérteni a bolygók atmoszférájában vagy felszínén, és csillagközi porszemcsék felületén végbemenő kémiai reakciókat.

Az első kutatási év első félévében egy új műszert terveztek, amellyel speciális, egyedi vizsgálatokat lehet végezni asztrokémai jegeken. A műszert úgy tervezték, hogy ún. para-H_2 mátrix izolációs kísérletekre is alkalmas legyen, amellyel asztrokémiai szempontból releváns H-atommal alacsony hőmérsékleten végbemenő reakciókat tudnak majd vizsgálni. A műszer legfontosabb alkatrészeinek beszerzése megtörtént, a műszer építése 2019 januárjában kezdődött.

Meglévő berendezéseikkel asztrokémiai szempontból érdekes kismolekulák előállítását végezték inert mátrixban, ezeket spektroszkópiásan jellemezték.

II. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

Kapcsolatot építettek egy vezető asztrokémiai kutatócsoporttal (Leiden Obsrevatory). Ennél a kutatócsoportnál tett látogatásuk rendkívül hasznos volt a műszer részleteinek tervezésénél. Az itt kiépített kapcsolat kiemelkedő jelentőségű abból a szempontból is, hogy a mérési eredményeik csillagászok számára hozzáférhető adatbázisokba kerüljenek.

Szintén kapcsolatot építettek egy világhírű kutató (Taiwan) csoportjával. Itt csillagközi térben észlelt kis szervesmolekulák (HNCO/NH_2CHO) H-atommal történő hidrogénezési és dehidrogénezési folyamatait vizsgálták 3 K-en, para-H_2 mátrixban. A vizsgálati eredmények több fontos asztrofizikai megfigyelésre adhatnak választ, így ezek az eredmények várhatóan nagy impaktfaktorú folyóiratban fognak közlésre kerülni.

Szintén kapcsolatot kezdtek kiépíteni az MTA CSFK CSI kutatócsoportjával.

IIII. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

Részt vettek az ELTE Anyagtudományi Kiválósági projektjében, amely (~3 M Ft támogatással) lehetővé tette, hogy a tervezett műszer az anyagtudományi vizsgálatok szélesebb területén legyen alkalmazható.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

Az első jelentősebb publikációk 2019-ben várhatók.

MTA–SZTE LENDÜLET BIOKOLLOIDOK KUTATÓCSOPORT

kutatócsoport-vezető: Szilágyi István, Phd, habilitált doktor
6720 Szeged, Rerrich Béla tér 1.
telefon: (62) 343 255; e-mail: szistvan@chem.u-szeged.hu
a kutatócsoport megalakulásának éve: 2018

I. A kutatóhely fő feladatai 2018-ban

Az MTA–SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport a Szegedi Tudományegyetem Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén került megalapításra 2018. január 1-jén. A kutatócsoport-vezető a svájci Genfi Egyetemről helyezte át tevékenységét Szegedre az MTA 2017-es Lendület-pályázatának egyik nyerteseként. A pályázat címe „Antioxidáns hatású nanokompozit diszperziók kifejlesztése", azonosítója „96130". Az 5 éves kutatási projekt fő célja olyan többkomponensű hibrid anyagok kifejlesztése, amelyek hatékony védelmet tudnak biztosítani az oxidatív stressz ellen. Ezen enzimeket és enzimutánzó molekulákat is tartalmazó nanoméretű kompozitok hatásukat az oxigéntartalmú szabadgyökök ellen fejtik ki, azok elbontásával vízre és molekuláris oxigénre.

Mivel a csoport 2018-ban alakult, a beszámolóév legfőbb feladata a csoporttagok kiválasztása, illetve alkalmazása, az infrastruktúra kiépítése és a hatékony kutatási munka megkezdése volt. Utóbbi esetben a fő irányvonalat a korábban a Genfi Egyetemen kivitelezett mérések eredményei szolgáltatták. A kutatási tervnek megfelelően a csoport tudományos tevékenysége réteges kettős hidroxid és titán-dioxid alapú nanorészecskék szintézisében, azok felületi módosításában és enzimatikus aktivitással rendelkező anyagok immobilizálásában merült ki.

II. A 2018-ban elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási eredmények

A beszámolóév során több, nemzetközi érdeklődést is felkeltő tudományos eredményt ért el a csoport. Ezek közül a legfontosabbak kerülnek részletezésre. Nanoméretű kétdimenziós részecskék előállításával, illetve felületi funkcionalizálásával olyan stabilis diszperziók kerültek előállításra, amelyek kiválóan alkalmasak voltak antioxidáns enzimek rögzítésére. Az ilyen módon immobilizált biokatalizátorok figyelemreméltó funkcionális stabilitással rendelkeztek. A felületi módosítás miatt az előállított nanokompozitok hosszabb ideig voltak használhatóak, mint a közvetlenül nanorészecskékre rögzített enzimek. Az eredmények 2 tudományos közleményben kerültek publikálásra, amelyből az egyik az Amerikai Kémiai Társaság egyik vezető szaklapjában jelent meg.

Ugyancsak az Amerikai Kémiai Társaság egyik neves tudományos folyóiratában kerültek közlésre a későbbiekben részletezett francia kutatócsoporttal való együttműködés eredményei. A közös munka során olyan szerves-szervetlen hibrid anyagok kifejlesztése történt, amelyek nemcsak antioxidáns molekulák immobilizálására, de számos más alkalmazásra is ígéretes jelöltek. Ilyen felhasználások például a tűzálló vagy korrózióellenes bevonatok készítése. A külföldi partner anyagtudományi tapasztalatait a csoport kolloidkémiai szakértelmével ötvözve olyan kísérleti körülményeket határoztunk meg, amelyek során a keletkező kompozitok fizikai és kémiai tulajdonságai remekül változtathatóak az előállítás során.

Napjaink egyik fő kutatási iránya olyan nanoméretű, illetve kolloid részecskék előállítása, amelyek megfelelő kezelés után felhasználásra kerülnek a gyógyszeripartól kezdődően a környezetvédelmi folyamatokon keresztül a különféle ipari előállítási eljárásokig. Ezen

részecskék stabilitása kulcsfontosságú a heterogén rendszerekben való alkalmazások során, azonban a kolloid stabilitás pontos leírása alapos laboratóriumi munkát és széleskörű szakértelmet igényel. A témában 3 publikáció született a csoportban a 2018-as év folyamán. Ezekből ez egyik összefoglaló cikk, ami a tématerületen vezető szerepet betöltő „Open Access" folyóirat szerkesztőbizottságának felkérésére került megírásra és minden csoporttag aktív bevonásával készült.

A tudományos eredmények mellett meg kell említeni, hogy a csoport a 2018-as év elején alakult, illetve költözött át a Genfi Egyetemről, ezért a kezdetekben a személyi állomány és a kutatáshoz szükséges infrastruktúra kialakítása volt a fő feladat. Az utóbbi folyamat az első hónapokban sikeresen lezajlott, a személyi állomány véglegesítése viszont csak az év második felében realizálódott. A befogadó intézmény kiváló műszeres ellátottsága nagymértékben hozzájárult a sikeres kutatómunka megkezdéséhez. Az előzetes mérési eredmények alapján a 2019-es évben is várhatóak nemzetközileg jelentős eredmények, amelyek közelebb visznek az 5 éves fő kutatási cél megoldásához, ami a gyógyászatban és ipari előállítási folyamatokban felhasználható hatékony antioxidáns anyagok kifejlesztése.

b) Tudomány és társadalom

A 2018-as év folyamán a csoport bekapcsolódott Kutató Diákok Mozgalmába, melynek célja, hogy felkeltsék az alapvetően kutatással nem foglalkozó középiskolai diákok érdeklődését a tudományos munka iránt. A program keretein belül heti rendszerességgel vettek részt középiskolás diákok a laboratóriumi munkában, előbb megfigyelőként, majd szakértő témavezetés mellett, egyénileg is kísérleteket hajtottak végre. A csoport további olyan lehetőségek felől is érdeklődik, ahol kutatással közvetlenül nem foglalkozó személyeket tudunk bevonni a tudományos munkába, illetve azok eredményeit civil fórumokon ismertethetjük.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2018-ban

A beszámolóév során kutatási kapcsolatot létesítettünk több külföldi felsőoktatási intézménnyel. Ezek közül az első a Genfi Egyetemmel történő együttműködés, amely fenntartása a kutatócsoport-vezető háttere miatt volt kézenfekvő. A kollaboráció során olyan műszerek használatára kerülhetett sor, amelyek jelenleg nem elérhetőek a kutatócsoport laboratóriumában, illetve a befogadó intézményben. Az együttműködésből 1 publikáció születetett, illetve 1-1 vendégkutató töltött Szegeden és Genfben néhány hetet mérések kivitelezése és az eredmények közös értékelése céljából.

A második kooperáció a francia Blaise Pascal Egyetemmel jött létre, szerves-szervetlen nanokompozitok előállítása témában. Ezen anyagok áttörést jelenthetnek nemcsak az antioxidáns anyagok kifejlesztésében, de például a tűzálló bevonatok kifejlesztése során is. Az együttműködés mind a szakmai tapasztalatok cseréje, mind pedig az intézetekben megtalálható műszerek közös használata szempontjából is rendkívül előnyös, így hosszabb távú kooperáció kialakulása van folyamatban. A kollaboráció során 1 tudományos publikáció került megjelenésre a tématerület egyik vezető folyóiratában.

Ezen kívül a szlovéniai Ljubljana-i Egyetemmel, illetve a belgiumi Leuven-i Katolikus Egyetemmel történtek lépések együttműködés kiépítésére. A kutatócsoport-vezető látogatást tett a szlovéniai intézményben, illetve 1 vendégkutató töltött 1 hetet Szegeden a belgiumi egyetemről. Ezek során előadásokat tartottak a csoportok tevékenységéről, illetve a lehetséges együttműködési irányokról. A következő lépésben bilaterális pályázatok kerülnek benyújtásra,

amelyek során kétdimenziós nanoméretű anyagok kifejlesztése kerül megvalósításra. A 2018-as év folyamán a csoportvezető részt vett a „35th International Conference on Solution Chemistry” tudományos esemény szervezésében, ahol a szakterület vezető kutatói találkoztak, beszámoltak a legújabb eredményekről, illetve megvitatták az előttük álló legfontosabb feladatokat.

IV. A 2018-ban elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

A beszámolóév során a csoport bekerült a Szegedi Tudományegyetem Interdiszciplináris Kiválósági Központjának Anyagtudományi Intézetébe, amely keretein belül 25 000 000 HUF/év támogatást nyert el 3 éves periódusra az Emberi Erőforrások Minisztériuma által támogatott 20391-3/2018/FEKUSTRAT jelű pályázattal.

V. A 2018-ban megjelent jelentősebb tudományos publikációk

A beszámolóév során az alábbi fontosabb tudományos publikációk kerültek közlésre a csoporttagok által. Ezek közül 2 (1 és 5) esetben az eredmények külföldi egyetemekkel való kollaborációból születtek, 4 (2, 3, 4 és 6) esetben a csoporton belüli tudományos munka eredményeit közöltük, illetve 1 összefoglaló cikk (7) került megjelenésre a szakterület egyik vezető „Open Access” folyóiratának szerkesztőbizottságának meghívására válaszolva.

1. Sugimoto, T.; Cao, T. C.; Szilagyi, I.; Borkovec, M.; Trefalt, G., Aggregation and charging of sulfate and amidine latex particles in the presence of oxyanions. JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 2018, 524, 456. http://real.mtak.hu/id/eprint/89302
2. Somosi, Z.; Pavlovic, M.; Palinko, I.; Szilagyi, I., Effect of polyelectrolyte mono- and bilayer formation on the colloidal stability of layered double hydroxide nanoparticles. NANOMATERIALS 2018, 8, 986. http://real.mtak.hu/id/eprint/89305
3. Rouster, P.; Pavlovic, M.; Szilagyi, I., Immobilization of Superoxide Dismutase on polyelectrolyte functionalized titania nanosheets. CHEMBIOCHEM 2018, 19, 404. http://real.mtak.hu/id/eprint/89299
4. Rouster, P.; Pavlovic, M.; Saringer, S.; Szilagyi, I., Functionalized titania nanosheet dispersions of peroxidase activity. JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 2018, 122, 11455. http://real.mtak.hu/id/eprint/89303
5. Pearson, S.; Pavlovic, M.; Auge, T.; Torregrossa, V.; Szilagyi, I.; D'Agosto, F.; Lansalot, M.; Bourgeat-Lami, E.; Prevot, V., Controlling the morphology of film-forming, nanocomposite latexes containing layered double hydroxide by RAFT-mediated emulsion polymerization. MACROMOLECULES 2018, 51, 3953. http://real.mtak.hu/id/eprint/89304
6. Pavlovic, M.; Rouster, P.; Somosi, Z.; Szilagyi, I., Horseradish peroxidase-nanoclay hybrid particles of high functional and colloidal stability. JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 2018, 524, 114. http://real.mtak.hu/id/eprint/89301
7. Muráth, S.; Sáringer, S.; Somosi, Z.; Szilagyi, I., Effect of ionic compounds of different valences on the stability of titanium oxide colloids. COLLOIDS AND INTERFACES 2018, 2, 32. http://real.mtak.hu/id/eprint/89306

A MATEMATIKAI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYI LENDÜLET KUTATÓCSOPORTOK FŐBB MUTATÓI ÉS PÉNZÜGYI ADATAI 2018-BAN

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Emberi Egyensúlyozás Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	3,11			Ebből kutató[2]:	3,11
PhD, kandidátus:	0,2	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,33

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				22
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				22
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				18
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	14,9	Összes független hivatkozás száma (2017):	2
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			3

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			11
		poszterek száma:	1
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	5	Diplomamunka (BSc):	6
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	43758	E Ft
Teljes saját bevétel:	4200	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	4200	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Hálózat Szoftverizációs Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,5			Ebből kutató[2]:	0,5
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				10
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				10
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
Ebből impaktfaktoros publikáció				1
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	2

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	7,17	Összes független hivatkozás száma (2017):	1
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			1

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,5
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25000	E Ft
Teljes saját bevétel:	1491	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	1491	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,75			Ebből kutató[2]:	0,75
PhD, kandidátus:	0,25	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				3
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				3
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				3
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	27,51	Összes független hivatkozás száma (2017):	72
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			93

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,75
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	3
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	26120	E Ft
Teljes saját bevétel:	81716	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9592	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	44584	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	27540	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kiber-fizikai Rendszerek Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	5,55			Ebből kutató[2]:	5,55
PhD, kandidátus:	0,25	MTA doktora:	0,1	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					5,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				18
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				18
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				5
Ebből impaktfaktoros publikáció				4
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	1

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	7,06	Összes független hivatkozás száma (2017):	39
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			60

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			27
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	8
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			5
Témavezetések száma: TDK munka:	3	Diplomamunka (BSc):	9
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	53103	E Ft
Teljes saját bevétel:	330	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	330	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kvantumkémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,83			Ebből kutató[2]:	2,58
PhD, kandidátus:	1,43	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,71

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				14
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				14
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				14
Ebből impaktfaktoros publikáció				14
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	45,62	Összes független hivatkozás száma (2017):	114
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			168

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	44533	E Ft
Teljes saját bevétel:	17000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	17000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Magneto-optikai Spektroszkópiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,28			Ebből kutató[2]:	1,03
PhD, kandidátus:	0,08	MTA doktora:	0,12	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,88

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				9
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	37,7	Összes független hivatkozás száma (2017):	84
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			165

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			25
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	5

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	14000	E Ft
Teljes saját bevétel:	14800	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	11000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	800	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	3000	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Nanoelektronika Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,84			Ebből kutató[2]:	2,22
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,72

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				5
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				5
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				5
Ebből impaktfaktoros publikáció				5
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	28,29	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			12
		poszterek száma:	14
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			1

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	4	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	7	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	60264	E Ft
Teljes saját bevétel:	108000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	9970	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	40750	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		4
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	57530	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Spintronikai Kutatócsoport (PROSPIN)

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,49			Ebből kutató[2]:	1,49
PhD, kandidátus:	0,13	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					1,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,87

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				7
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				7
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				7
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	20,76	Összes független hivatkozás száma (2017):	11
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			20

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	2
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33829	E Ft
Teljes saját bevétel:	3000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	3000	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület CMS Részecske- és Magfizikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,0			Ebből kutató[2]:	2,0
PhD, kandidátus:	1,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				150
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				150
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				150
Ebből impaktfaktoros publikáció				148
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	810,72	Összes független hivatkozás száma (2017):	440
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			723

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			16
		poszterek száma:	7
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	6	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	12
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	7	Diplomamunka (BSc):	7
Diplomamunka (MSc):	4	PhD:	7

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	37409	E Ft
Teljes saját bevétel:	33416	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	16366	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		9
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	15050	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		2
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	2000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Forró Univerzum Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,62			Ebből kutató[2]:	2,5
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				26
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				26
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				24
Ebből impaktfaktoros publikáció				23
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	96,65	Összes független hivatkozás száma (2017):	21
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			26

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			28
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	1
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	45785	E Ft
Teljes saját bevétel:	900	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	900	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Kombinatorikus Geometria Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,5			Ebből kutató[2]:	2,5
PhD, kandidátus:	2,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				1
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				1
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
Ebből impaktfaktoros publikáció				1
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,57	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			2
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	0

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	31852	E Ft
Teljes saját bevétel:	1267	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	2,5			Ebből kutató[2]:	2,5
PhD, kandidátus:	2,0	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					2,5

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				9
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				9
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				9
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	58,08	Összes független hivatkozás száma (2017):	111
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			161

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	2	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			20
		poszterek száma:	9
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	1	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	2
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			3
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	42644	E Ft
Teljes saját bevétel:	90000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	90000	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–PE Lendület Komplex Rendszerek Figyelemmel Kísérése Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,75			Ebből kutató[2]:	1,5
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,5	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				15
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				15
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				11
Ebből impaktfaktoros publikáció				11
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	24,48	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			7
		poszterek száma:	3
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	3	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	2
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	4

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	33367	E Ft
Teljes saját bevétel:	7250	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	3500	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	1500	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	2250	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZE Lendület Járműakusztikai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,87			Ebből kutató[2]:	1,87
PhD, kandidátus:	0,12	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,75

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	3	PhD:	6

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	25000	E Ft
Teljes saját bevétel:	18000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	18000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,66			Ebből kutató[2]:	1,5
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,75

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				2
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				2
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				1
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	1

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			0
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	12	Diplomamunka (BSc):	5
Diplomamunka (MSc):	12	PhD:	2

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	38000	E Ft
Teljes saját bevétel:	2447	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		3
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	2447	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Kvantum-információelmélet Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,32			Ebből kutató[2]:	0,32
PhD, kandidátus:	0,32	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			0
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	35000	E Ft
Teljes saját bevétel:	1530	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–BME Lendület Topológiai és Korreláció Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,2			Ebből kutató[2]:	1,2
PhD, kandidátus:	0,2	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,85

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				3
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				3
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				3
Ebből impaktfaktoros publikáció				2
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	17,68	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			2
		poszterek száma:	0
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	2	Diplomamunka (BSc):	0
Diplomamunka (MSc):	2	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	29000	E Ft
Teljes saját bevétel:	10000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–ELTE Lendület Laboratóriumi Asztrokémiai Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	0,25			Ebből kutató[2]:	0,25
PhD, kandidátus:	0,0	MTA doktora:	0,25	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					0,0

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				0
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				0
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
Ebből impaktfaktoros publikáció				0
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	0,0	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			1
		poszterek száma:	4
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			0,25
Témavezetések száma: TDK munka:	1	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	1	PhD:	1

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	60000	E Ft
Teljes saját bevétel:	0	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft

VI. A kutatóhely főbb mutatói 2018-ban

A kutatócsoport neve: MTA–SZTE Lendület Biokolloidok Kutatócsoport

1. LÉTSZÁMADATOK

Átlaglétszám[1]:	1,89			Ebből kutató[2]:	1,89
PhD, kandidátus:	0,5	MTA doktora:	0,0	Rendes tag és levelező tag:	0,0
A kutatócsoporthoz kötődő akadémikusok száma[3]:					0,0
35 év alatti, kutatócsoporti állományban levő kutatók száma[4]:					1,39

2. PUBLIKÁCIÓK

Az év folyamán megjelent összes (tud, okt. és ismeretterjesztő) publikáció száma[5]:				8
Az év folyamán megjelent teljes tudományos publikáció száma[6]:				8
Tanulmány, cikk tudományos folyóiratban magyarul:				0
hazai tudományos folyóiratban idegen nyelven:				0
külföldi tudományos folyóiratban idegen nyelven:				8
Ebből impaktfaktoros publikáció				7
Könyv, atlasz	magyarul:	0	idegen nyelven:	0
Könyvrész, könyvfejezet, térkép	magyarul:	0	idegen nyelven:	0

3. HATÁSTÉNYEZŐS ÉS IDÉZETTSÉGI MUTATÓK

Összesített impaktfaktor[7]:	30,76	Összes független hivatkozás száma (2017):	0
Összes hivatkozás száma (2017)[8]:			0

4. TUDOMÁNYOS FOKOZAT, ILL. CÍM MEGSZERZÉSE 2018-BAN

Tud. fokozat megszerzése[9]:	PhD:	0	MTA doktora:	0

5. SZELLEMI ALKOTÁSOK VÉDELME

Nemzeti úton megadott oltalmak száma[10]:	0	külföldi oltalmak száma[11]:	0

6. RÉSZVÉTEL A TUDOMÁNYOS KÖZÉLETBEN

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma[12]:			5
		poszterek száma:	5
Nemzetközi tud. bizottsági tagság:	0	Nemzetközi folyóirat szerk. tagság:	0
Tanácsadói tevékenységek száma[13]:			0

7. A HAZAI FELSŐOKTATÁSBAN VÉGZETT TEVÉKENYSÉG

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma[14]:			1
Témavezetések száma: TDK munka:	0	Diplomamunka (BSc):	1
Diplomamunka (MSc):	0	PhD:	3

8. PÉNZÜGYI ADATOK

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege[15]:	40720	E Ft
Teljes saját bevétel:	25000	E Ft
Saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán művelt OTKA pályázati témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó támogatás és bevétel:	0	E Ft
Az év folyamán az egyéb hazai pályázati forrásból támogatott témák száma:		1
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	25000	E Ft
Az év folyamán az EU forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel[17]:	0	E Ft
Az év folyamán egyéb külföldi forrásból támogatott témák száma:		0
A tárgyévre vonatkozó bevétel:	0	E Ft
A tárgyévre vonatkozó vállalkozási és nem kutatási bevétel[18]:	0	E Ft