

Szalavetz Andrea:

### **Néhány gondolat Szanyi Miklós: „Műszaki fejlődés és hosszú távú gazdasági ciklusok” című írása ürügyén**

Egy eredetileg 1978-ból származó Kindleberger-idézettel szeretném kezdeni a hozzászólásomat Miklós nagy ívű áttekintéséhez. Kindleberger azt mondta, a gazdaságtörténet számos példával verte a fejünkbe, hogy a pénzügyek (bár gazdaságilag nélkülözhetetlenek), gyakran egyszerre viselkednek a tűzvészt kirobantó gyufaszálként és egyúttal a tűzvész tovaterjedését garantáló szélviharként.

Mindazonáltal, egyetérték Miklóssal, aki – sok jelentős közgazdászhoz<sup>1</sup> hasonlóan – komoly kételyeket fogalmazott meg azzal kapcsolatban, hogy a 2008-as globális pénzügyi válság értelmezhető-e bármelyik műszaki-gazdasági paradigma által meghatározott hosszú távú ciklus bármelyik fázisának útjelzőjeként, netán fordulópontjaként.

Valóban, a kérdés pillanatnyilag nem az, hogy a túlbujánczott és megfelelő szabályozás hiányában kártékonyvá vált pénzügyi szektor negatív mellékhatásai akadályozzák-e az új, stabil és hosszan tartó aranykor kibontakozását, vagy a reálgazdasági alapok hiányoznak-e mindehhez.

Még csak nem is feltétlenül az, hogy a technológiai újdonságokról szóló cikkek erdejében eligazodni próbálva, hogyan látják a műszaki fejlődés gazdaságtanával foglalkozó kutatók, melyik lesz az az átütő technológia, amelyekre majd utólag azt mondhatjuk, ez határozta meg az új műszaki-technológiai paradigmát, ez indította el a hatodik hosszú távú ciklus hosszan elnyúló, felívelő szakaszát. (Bár ezzel kapcsolatban én is szeretném majd a saját hipotézisemet elmondani a hozzászólásom második felében.)

Az evolúciós közgazdaságtan megközelítése, amelyet Miklós előadásában alkalmaz, és amely nagyon sok hasonlóságot mutat az innováció rendszerszintű megközelítéseivel (Dosi és szerzőtársai, 1988; Freeman, 2004; Lundvall, 1992), hangsúlyozza, hogy „sok szereplős játékról” van szó. Nem lehet csupán technológiai oldalról közelíteni azt a folyamatot, amelynek során új műszaki-gazdasági paradigma alakul ki: az újonnan létrehozott radikális innovációkat továbbfejlesztve, azokat a vezető iparágon kívül, számos egyéb kontextusban is alkalmazni kezdik, új iparágak jönnek létre, új vállalkozások sokasága lép piacra, sok piacon lévő cég pedig kivonulni kényszerül, felpörög a gazdasági növekedés, változnak a társadalmi létformák. A történet kimenetelét erőteljesen befolyásolják az intézmények, a szakpolitika,<sup>2</sup> a pénzügyi szektor, a technológia elterjedését elősegítő, sőt *megalapozó* infrastruktúra fejlettsége, a technológiai fejlődéssel párhuzamosan megjelenő új üzleti modellek és a társadalmak felkészültsége ezeknek a befogadására.

A kérdés mindennek fényében az, amit Daniele Archibugi (2017b) úgy fogalmazott meg, hogy ki vezeti majd a következő táncot? A technológia (és annak létrehozásáért és elterjesztéséért munkálkodó piaci és nem piaci szereplők)? A szakpolitika? Az új üzleti modellekkel operáló vállalatok és az új technológia, illetve az általa kiváltott változások befogadására alkalmassá váló társadalom?

Természetesen, a „ki vezeti a táncot” kérdése nem jelenti azt, hogy a technológia–szakpolitika–társadalom „szentháromságából” kiemelhető lehetne

---

<sup>1</sup> Érdekes összefoglalót ad erről a kérdéstről az innováció gazdaságtanával foglalkozó három jelentős közgazdász, Lundvall, Steinmüller és Archibugi vitája a *Research Policy* 2017/3-as számában.

<sup>2</sup> Gondoljunk Mazzucato (2013) gyorsan híressé vált könyvére az államnak az innovációs folyamatban betöltött szerepéről.

*egyetlen, fő* hajtóerő, amely a hatodik paradigmát meghatározza:<sup>3</sup> a „sok szereplős játék” kifejezést éppen azért célszerű hangsúlyozni, hogy ne csupán a technológia – amúgy szédítő ütemű – fejlődésére figyeljünk oda. Ezzel együtt, a „ki vezeti a következő táncot” kérdés lesz a hozzászólásom vezérfonala.

Ide kívánkozik egy közbevető megjegyzés. 2005-ben meggyőződéssel jövendöltem a nanotechnológia-vezérelte új ipari forradalom eljövetelét, pontosabban azt, hogy a nanotechnológia lesz a 21. század új műszaki–gazdasági paradigmáját meghatározó technológia (Szalavetz, 2005). A kétezres évek közepén ugyanis sok jel mutatott arra, hogy a nanotechnológiával új paradigmát meghatározó, technológiavezérelt fejlődést elindító, általános célú (Bresnahan–Trajtenberg, 1995) technológia jelent meg. Egyrészt azt állítottam, maga a nanotudomány és az azt alkalmazó technológia maga is folyamatosan, gyors ütemben fejlődik, másrészt jelentős az *innováció-generálási hatása*, vagyis a technológia *felhasználása* számos további innovációra ad alkalmat. Általános célú technológiaként a gazdaság és a mindennapi élet szinte összes szegmensébe, vagyis a technológiát létrehozó iparágon kívüli ágazatokba és iparágakba is behatol. Beépül az érett és hagyományos iparágak sztenderd technológiai megoldásaiba, megtermékenyítve, átalakítva azok technológiáját, új és új innovációs lehetőségeket teremtve számukra. Azt is bemutattam, hogy a nanotechnológia schumpeteri értelemben „romboló”, vagyis a korábbi technológiai irányvonalakat, iparági életciklusokat radikálisan átalakító technológiának tekinthető.

A nanotechnológia, érveltem, átalakítja az iparági határokat: ezek mind képlékenyebbé válnak, vagyis egyre kevésbé egyértelmű, hogy milyen tevékenységek tartoznak egy-egy adott iparágba, sőt, az is, hogy melyik iparágat tekinthetjük kimagaslóan és melyiket kevésbé technológiagényesnek. A nanotechnológia felgyorsítja továbbá a technológiai konvergencia már hosszabb ideje tartó folyamatait: katalizátorként segíti elő az információtechnológia és a biotechnológia összeolvadását miközben megtermékenyít olyan technológiákat és tudományágakat, mint az információtechnológia, az orvostudomány, a kémia, az elektronika, a robotika.

Bő tíz év távlatából újraolvasva mindezt, meg kell állapítanom, hogy a nanotechnológiát övező hype lecsengőben<sup>4</sup> a nanotechnológiát már nem az eljövendő új műszaki–gazdasági paradigma vezető technológiájának, csupán a jelenkor egyik ún. kulcsfontosságú alaptermékének (key enabling technology) tekintik a sok közül.

Miklós írását olvasva, mindazonáltal azon gondolkodtam, hogy a fejlődés talán soha nem volt még olyan mértékben, olyan látványosan tudomány- és technológiavezérelt, mint napjainkban, amikor három alapvető tendencia csúszik össze, jelenik meg minimális időbeli eltéréssel, gyakorlatilag egymással párhuzamosan.

Egyfelől, Miklós előadásának fogalmait használva, az ötödik hosszú hullám szétterülő fázisát éljük át, vagyis az ipar 4.0 ernyőfogalmába tartozó technológiai újdonságoknak (kiberfizikai rendszerek, 3D nyomtatás, kollaboratív robotok, nagy adattudomány, felhőalapú számítástechnika) a feldolgozóipart forradalmasító hatását. Itt azonban pontosítani szükséges: a negyedik ipari forradalmat nem egyszerűsíthetjük le a gyártást forradalmasító, a termelékenységet növelő technológiai megoldásokra:

---

<sup>3</sup> Ahogy az innováció fogalmának egyre finomodó modelljeiből kiderül, egymással kölcsönhatásban álló, sokféle szereplő bonyolult innovációs hálózatokat alkot: e hálózatokból, még azok központi és egymással erős kapcsolatban álló elemei közül sem lehet tetszés szerint egy-egy elemet *meghatározónak* kikiáltani.

<sup>4</sup> Lásd Shapira és szerzőtársai (2010) áttekintését a nanotechnológiával kapcsolatos társadalmi-gazdasági-technológiai víziók megjelenésének dinamikájáról.

pontosabb, ha úgy fogalmazzunk, hogy az új technológiák megváltoztatják az *értéktermelés módját*: változnak a vállalatok üzleti modelljei, a vállalati szervezetek, és más módon szerveződnek az értékláncon belüli tranzakciók.

Bár ez utóbbi jelenségek alapján azt is állíthatnánk, és megalapozottan állítanánk, hogy mindez már új műszaki–gazdasági paradigmára utal, fogadjuk el Miklós értelmezését, és tekintsük az ipar 4.0 körébe sorolt műszaki újítások döntő részét, továbbá a feldolgozóipari termelékenység látványos emelkedését, a feldolgozóipari tevékenységek tökéletesedését az ötödik hosszú hullám szétterülő fázisának.<sup>5</sup> Ezt a besorolást támasztja alá, hogy egyre szélesebb körben, egyre több ágazatban és tevékenységben<sup>6</sup> alkalmazzák az ipar 4.0 – valójában nem forradalmian új, hanem viszonylag hosszabb ideje létező – de napjainkban fokozatos innovációk sokaságával továbbfejlesztett és tökéletesített technológiáit (lásd még: Dosi, 1982).

A fejlődés technológiavezérelt jellegére utaló második alapvető és napjainkban tovább erősödő tendencia a *technológiai konvergencia*, vagyis az a jelenség<sup>7</sup>, amikor fejlődési pályájuk egy pontján meghatározott technológiák más technológiákkal olvadnak össze, és az így keletkezett új technológiai pályák is elindulnak a maguk fejlődési útján.

A kétezres évek közepén a nanotechnológia térhódítását vizsgálva, Bainbridge és Roco (2005) az NBIC betűszóval (nanotechnológia, biotechnológia, információtechnológia és a kognitív tudomány) utalt a technológiai konvergencia előrehaladására, felgyorsulására. Napjainkra a betűszó hosszabbodott: Grinin és szerzőtársai (2017) MANBRIC technológia-együttesről beszélnek, mint a hatodik hosszú hullám jellegzetes technológia-együtteséről.<sup>8</sup> A „ki vezeti a táncot” kérdésére, technológiai oldalról a technológiai konvergencia folyamatának előre haladása miatt nehéz pontosan válaszolni, vagyis önkényesen kiemelni egy meghatározott tudományterületet, vagy/és technológiai megoldást, mint a hatodik hosszú hullám vezető erejét.

Amikor, a fejlődés technológiavezérelt jellegét mutató harmadik tendenciáról beszélve mégis ezt teszem, vagyis megpróbálok kiemelni egy meghatározott technológiát, amelyiknek beláthatatlanul fontos szerepe van/lesz a hatodik hosszú hullám kialakulásában, tisztában vagyok azzal, hogy ez a kiemelés hipotetikus és önkényes. Mégis, szeretném a gépi tanulóval kombinált mesterséges intelligenciára felhívni a figyelmet. A mesterséges intelligencia nem csupán az egyike az ipar 4.0 gyűjtőfogalmába tartozó technológiai újításoknak.<sup>9</sup> A gépi tanulás / mesterséges intelligencia az összes olyan jellemzőt egyesíti, amelyet az evolúciós elméletek új műszaki–gazdasági paradigmákat meghatározó technológiák jellemvonásaiként sorolnak fel:

---

<sup>5</sup> Az ötödik–hatodik hosszú (K-) hullám jellegzetességeivel foglalkozó tanulmányukban Grinin és szerzőtársai (2017) maguk is elismerik, szólnak érvek mellett, hogy a negyedik ipari forradalom jelenségeit az ötödik hosszú, K-hullám végső szakaszaként, de emellett is, hogy a hatodik kezdeteként interpretáljuk.

<sup>6</sup> Lásd Comin és Mestieri (2013) írását a technológia terjedésének extenzív és intenzív összetevőjéről és ennek összefüggéséről az országok közötti teljesítménykülönbségekkel.

<sup>7</sup> Technológiai konvergencia alatt eredetileg azt a folyamatot értette az elmélet, amelynek során két eltérő iparág tudás- és technológiai bázisa (részben) közössé válik: az egyes iparágakban született technológiai újításokat más iparágakban is alkalmazni kezdik (Rosenberg, 1976).

<sup>8</sup> A MANBRIC a korábbi NBIC területeit a következőkkel egészíti ki: M = orvosi technológia; A = 3D nyomtatás (additív gyártás); R = robotika.

<sup>9</sup> Az írás terjedelme nem teszi lehetővé, hogy részletesen tárgyaljam a mesterséges intelligencia fejlődésének stációit és alkalmazási lehetőségeit. Jó áttekintést ad a témáról Pan (2016) és kicsit másképp közelítve: Brynjolffson és McAfee, (2017)

- általános célú technológia, vagyis az információtechnológiai iparágon, sőt magán a feldolgozóiparon is messze túlterjeszkedve, az összes ágazatba, a gazdaság és a mindennapi élet összes szegmensébe beépül;
- felerősíti a technológiai konvergencia folyamatait és felgyorsítja az összes tudományterület fejlődését;<sup>10</sup>
- új, korábban nem létező iparágakat hoz létre, felerősíti a termék-, eljárás-, szervezeti- és marketing-innovációk, valamint a vállalkezési tevékenységeket;
- a schumpeteri teremtő rombolás jegyében megszüntet vagy átalakít létező iparágakat és tevékenységeket;
- megváltoztatja a társadalmi létformákat.

Emeljünk ki ehelyütt pusztán egyetlen elemet a gépi tanulással kombinált mesterséges intelligencia fennálló rendet felborító hatásai közül: nagyrészt ez a technológia<sup>11</sup> áll a mögött, hogy a jelenlegi munkatevékenységeknek jelentős hányada automatizálható lesz, vagyis a jelenlegi állások, munkakörök egy része megszűnik (Arntz és szerzőtársai 2016; Frey és Osborne, 2017).

Több elméleti írás is hangsúlyozza, hogy a társadalom, mint a technológiai újdonságok felhasználója és továbbfejlesztője a korábbiaknál fontosabb szerepet játszik az új műszaki gazdasági paradigma elterjedésében (Archibugi, 2017b; Helbing, 2013). Mi a helyzet azonban a technológiai fejlődés által kiváltott változásokat csupán elszenvedő, az új lehetőségek kihasználására képtelen társadalmi rétegekkel (Brynjolfsson és McAfee, 2011)? Van esélye pesszimista forgatókönyvnek, jelesül, hogy az elviselhetetlen mértékű egyenlőtlenségek miatt kiéleződő társadalmi feszültségek olyan globális káoszhoz vezetnek, ami a beláthatatlanul távoli jövőbe tolja az új hosszú hullám felívelő szakaszának kezdetét? Nem véletlen, hogy a Világgazdasági Fórum évente megjelenő kockázati előrejelzései (WEF 2017b) évről-évre hangsúlyosabban és hosszabban tárgyalják, hogy milyen kockázatokkal járnak az új technológiai megoldások kedvezőtlen társadalmi mellékhatásai.

Ez a gondolat vezet ahhoz, hogy újra feltegyem Archibugi (2017b) kérdését: ki vezeti majd a következő táncot? A technológia és az új megoldásokat új üzleti modellekkel piacra vivő vállalatok? A szakpolitika? A társadalom?

Miklós írását olvasva, azon gondolkodtam, hogy a fejlődésnek talán még soha nem volt akkora szüksége jól kialakított szakpolitikai rásegítésre, pontosabban arra, hogy az üzleti célú innovációkat társadalmi innovációk<sup>12</sup> egészítsék ki, mint napjainkban, amikor a javakhoz való hozzáférés eddig jól bevált mechanizmusa egyre inkább akadozni kezd. A munkához, legalábbis az eddig általános, határozatlan idejű szerződéses foglalkoztatási jogviszonyhoz jutás lehetőségei drasztikusan beszűkülnek (Benzell és szerzőtársai, 2015; Sachs és szerzőtársai, 2015), teret nyernek az atipikus foglalkoztatási formák (Hárs, 2013), és szükségszerűen átalakul az a társadalmi modell, amelyet az alapvetően a munkaviszonyhoz (foglalkoztatási jogviszonyhoz) kötött társadalombiztosítási juttatások jellemeznek (Degryse, 2016).

<sup>10</sup> Bughin és Hazan (2017) frappáns hasonlata szerint, az ipari forradalmak arról szóltak, hogy miként lehet az emberek erejét gépek segítségével fokozni. A mesterséges intelligencia korszaka ezzel szemben arról szól, hogy miként lehet az ember eszét gépek segítségével erősíteni.

<sup>11</sup> Pontosabban a technológiának néhány olyan alkalmazása, mint a gépi látás, az írott és beszélt nyelv feldolgozása, az intelligens robotok és virtuális asszisztensek, vezető nélküli járművek. Ezeket a technológiákat/megoldásokat használják a termelésben, a folyamatfelügyeletben, az üzleti folyamatok automatizálásához, a döntéstámogatáshoz.

<sup>12</sup> A társadalmi innovációk sokféle definíciója létezik (lásd: Havas, 2016 áttekintését), leegyszerűsítve, ebbe a körbe tartozónak tekintjük az összes olyan innovációt, amely az emberek képességeit és társadalmi kapcsolatait javítja, és amely különböző társadalmi problémákra (legalább részleges és a már kipróbáltaknál jobb) megoldást kínál.

Havas Attila több tanulmányában is (például Havas, 2014, 2015, 2016) felhívja a figyelmet, hogy a tudomány- és technológiapolitikai döntéshozók, sőt, gyakran még az innovációgazdaságtan kutatói is hajlamosak túlságosan leszűkítve értelmezni az innovációt, és kizárólag a technológia fejlődésére, a tudomány-, vagyis kutatás-fejlesztés alapú innovációkra és a *feldolgozóipari* technológiai újdonságokra, ezen belül pedig főként a csúcstechnológiai ágazatokra odafigyelni. A szükségesnél és az egyes tényezők jelentőségénél kevesebb figyelmet fordítanak a keresleti oldalra,<sup>13</sup> illetve az új technológia létrehozása és elterjedése szempontjából nélkülözhetetlen nem technológiai (például vállalatszervezeti-, menedzsment- és marketing-) innovációkra, az innovációs folyamatok keretfeltételeire, továbbá a társadalmi-, intézményi- és közszféra-innovációkra.

Márpedig radikális technológiai változások és jelentős társadalmi átalakulások idején ezek az „elhanyagolt szempontok” felértékelődnek: utólag általában remekül lehet a mikro- és makroszintű kudarokat e tényezők figyelmen kívül hagyásával, vagy nem megfelelő kezelésével magyarázni.

Ami a konkrét helyzetet illeti, társadalmi innovációkra, mégpedig az elosztási rendszer átfogó reformjára van szükség ahhoz, hogy az új technológiák schumpeteri „teremtő rombolásából” a *rombolást* az átlagosnál erőteljesebben átélő társadalmak, (társadalmi rétegek) is képesek legyenek az újdonságokat befogadni, azokhoz alkalmazkodni. Az elosztási rendszer reformja alatt természetesen nem azokra a leegyszerűsítő, véleményem szerint inkább káros, de legalábbis kevésbé célravezető ötleteket értem, mint a robotok megadóztatása,<sup>14</sup> vagy a feltétel nélküli alapjövedelem bevezetése, hanem az oktatási és egészségügyi közszolgáltatások minőségének *forradalmi* javítását, illetve e közszolgáltatásokhoz való hozzáférés *forradalmi* átalakítását, bővítését.

Ami az oktatási rendszer reformját, a munkavállalók felkészítését a munkaerőpiac átalakulására és a munkaerőpiaci szabályozórendszer szükséges változtatásait illeti, ismereteim szerint a legátfogóbb, konkrét javaslatokkal a Világgazdasági Fórum 2017-es 'Fehér Könyve' szolgál, amely egyúttal a már megvalósult társadalmi innovációkról is áttekintést ad (WEF, 2017a).

Ami pedig az egészségügyi közszolgáltatásokhoz való hozzáférésnek, az oktatásnál, munkaerőpiaci szabályozásnál jóval bonyolultabb gazdasági kérdéseket felvető reformját illeti, a műszaki fejlődés és a hosszú távú gazdasági ciklusok témájának békaperspektívájából nézve, egyetlen megjegyzést teszek csupán: a hosszú távú ciklusokkal foglalkozó írások közül többen is az egészségügyet tartják a hatodik hosszú hullám felívelő szakaszára jellemző *vezető iparág*nak, ahol számos technológia és tudományterület új eredményeit<sup>15</sup> együtt alkalmazzák majd (Archibugi, 2017a; Griffin és szerzőtársai, 2017).

<sup>13</sup> A döntéshozók hajlamosak a tudomány fejlődéséből levezetni a technológia fejlődését. Úgy értelmezik, hogy az új tudományos eredmények arra ösztönzik a vállalati kutató-fejlesztő csapatokat és a technológiaorientált vállalkozókat, hogy ezeket az eredményeket alkalmazva, új termékeket, szolgáltatásokat hozzanak létre, új eljárásokat találjanak ki. Valójában, a piacépes technológiai újdonságok létrehozói az esetek többségében régóta létező tudományos eredményeket használnak fel (esetleg új kombinációkban), mégpedig leginkább abból a megfontolásból, hogy mire van a fogyasztóknak, felhasználóknak (a piacnak) igénye, milyen létező gyakorlati problémát old meg az adott találmány. A folyamat kiindulópontja tehát gyakran épp fordítottja annak, ahogy azt a tudomány- és technológiapolitika támogatási programjait kidolgozó döntéshozók elképzelik.

<sup>14</sup> A kérdés tudományos (közgazdasági és jogi) feldolgozásai közé tartozik például Guerreiro és szerzőtársai (2017) és Oberson (2017). Lásd még Del Castillo (2017) áttekintését az Európai Unió szabályozási/jogalkotási erőfeszítéseiről.

<sup>15</sup> A példák közé tartozik a mesterséges intelligencia, biotechnológia, genomika/génterápia, biochipek, nanotechnológia, anyagtudomány, intelligens robotok.

Az elosztási rendszer egészségügyet érintő reformja tehát nem csupán társadalmi innováció, hanem egyúttal a hatodik hosszú hullám vezető iparágának kereslet oldali ösztönzését szolgáló szakpolitikai hozzájárulás.

Zárásként be kell vallanom, hogy a „ki vezeti a következő táncot” kérdésre nem tudok meggyőző választ adni. Hogy ne azzal fejezzem be, mire elhalkul a zene és véget ér a tánc, már tudni fogjuk, álljon itt inkább az a nyilvánvaló tanulság, hogy csak rossz származhat abból, ha bármelyik szereplő is a parketta szélén marad.

## Hivatkozások

- Archibugi, D. (2017a). Blade Runner economics: Will innovation lead the economic recovery?. *Research Policy*, 46(3), 535-543.
- Archibugi, D. (2017b). The social imagination needed for an innovation-led recovery. *Research Policy*, 46(3), 554-556.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis. *OECD Social, Employment, and Migration Working Papers*, No. 189.
- Bainbridge, W.S., & Roco, M.C. (2005). *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. New York: Springer.
- Benzell, S. G., Kotlikoff, L. J., LaGarda, G., & Sachs, J. D. (2015). *Robots are us: Some economics of human replacement*. NBER Working Papers No. 20941, National Bureau of Economic Research.
- Bloch, C., & Bugge, M. M. (2013). Public sector innovation—From theory to measurement. *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 133-145.
- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies ‘Engines of growth’? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, July
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *Race against the Machine*. Lexington, MA: Digital Frontier Press.
- Bughin, J., & Hazan, E. The new spring of artificial intelligence: A few early economies. VOXEU, <http://voxeu.org/article/new-spring-artificial-intelligence-few-early-economics>
- Comin, D. A., & Mestieri, M. F. (2013). *If Technology has arrived everywhere, why has income diverged?* NBER Working Papers No. 19010, National Bureau of Economic Research.
- Degryse, C. (2016). *Digitalisation of the economy and its impact on labour markets*. ETUI Working Paper, No. 2, Brussels: ETUI
- Del Castillo, A.P. (2017). *A law on robotics and artificial intelligence in the EU?* ETUI Foresight Briefs No. 2, Brussels: ETUI
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147-162.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., & Soete, L. (1988). *Technical change and economic theory*. London: Pinter.
- Freeman, C. (2004). Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 541-569.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- Grinin, L., Grinin, A., & Korotayev, A. (2017). The MANBRIC-Technologies in the Forthcoming Technological Revolution. In: Devezas, T., Leitão, J., & Sarygulov, A (Eds). *Industry 4.0. Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, pp. 243-261.
- Guerreiro, J., Rebelo, S., & Teles, P. (2017). *Should Robots be Taxed?* NBER Working Papers, No. 23806, National Bureau of Economic Research.

- Hárs, Á. (2013). Atipikus foglalkoztatási formák Magyarországon a kilencvenes és a kétezres években. *Közgazdasági Szemle*, 60. évf., 2. szám, 224-250.
- Havas, A. (2016). Recent economic theorising on innovation. Lessons for social innovation. CRESSI Working Papers, No. 27
- Havas, A. (2015). The persistent high-tech myth in the EC policy circles: Implications for the EU10 countries. MTA KRTK KTI Discussion Papers MT-DP 2015/17
- Havas, A. (2014). Mit mér(j)ünk? Az innovációs értelmezései – szakpolitikai következmények. *Közgazdasági Szemle*, 61. évf. 9. szám, 1022-1059.
- Helbing, D. (2013). Economics 2.0: the natural step towards a self-regulating, participatory market society. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 10(1), 3-41.
- Kindleberger, C. (1978). *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises*. New York: Basic Books.
- Lundvall, B. Å. (2017). Is there a technological fix for the current global stagnation?: A response to Daniele Archibugi. *Research Policy*, 46(3), 544-549.
- Lundvall, B. Å. (1992). *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking the public vs. private myth in risk and innovation*. London: Anthem.
- Oberson, X. (2017). Taxing robots? From the Emergence of an Electronic Ability to Pay to a Tax on Robots or the Use of Robots. *World Tax Journal*, 9(2), 247-261.
- Pan, Y. (2016). Heading toward artificial intelligence 2.0. *Engineering*, 2(4), 409-413.
- Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: the Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Rosenberg, N. (1976). *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Sachs, J. D., Benzell, S. G., & LaGarda, G. (2015). *Robots: Curse or blessing? A basic framework*. NBER Working Papers No. 21091, National Bureau of Economic Research.
- Shapira, P., Youtie, J., & Porter, A. L. (2010). The emergence of social science research on nanotechnology. *Scientometrics*, 85(2), 595-611.
- Steinmueller, W. E. (2017). Science fiction and innovation: A response. *Research Policy*, 46(3), 550-553.
- Szalavetz, A. (2005). A nanotechnológia és az új ipari forradalom. *Külgazdaság*, 49. évf., 11-12. szám, 58-75.
- WEF (2017a). Realizing Human Potential in the Fourth Industrial Revolution: An Agenda for Leaders to shape the Future of Education, Gender and Work. Geneva: World Economic Forum, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_EGW\\_Whitepaper.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_EGW_Whitepaper.pdf)
- WEF (2017b). Global Risk Report. Geneva: World Economic Forum