

# Statisztikai módszerek alkalmazása a Bükk Karsztvízszint Észlelő Rendszer hosszú adatsorain

Dr. Miklós Rita, Dr. Lénárt László, Dr. Madarász  
Tamás, Prof. Dr. Szűcs Péter

Tudományos munkatárs

Miskolci Egyetem, Víz- és Környezetgazdálkodás Intézet



# Célkitűzések

- Hosszú idősorok elemzése statisztikai módszerek segítségével
- A Bükkben a hideg és a termál karsztrendszer hidraulikus folytonosságának vizsgálata
- Kiemelten nagy jelentőséggel bír, társadalmi, gazdasági érdekek:
  - Ivóvíz-ellátás
  - Balneológia
  - Energetikai, fűtési célú termálkarsztvíz termelés
- Hosszú távú, fenntartható regionális vízgazdálkodás elősegítése

# Bevezetés

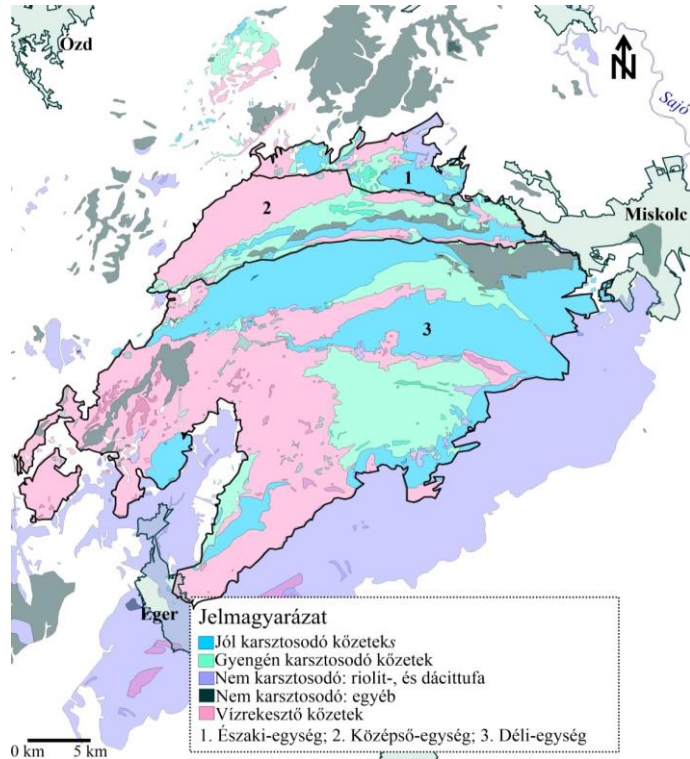
## Hidegkarszt – termál karsztrendszer vizsgálata

- Periodicitás vizsgálatok
  - Koherencia függvény
  - Keresztspektrál analízis
  - Vizsgált adatsorok Fourier-transzformáltja
- Keresztkorrelációs vizsgálatok

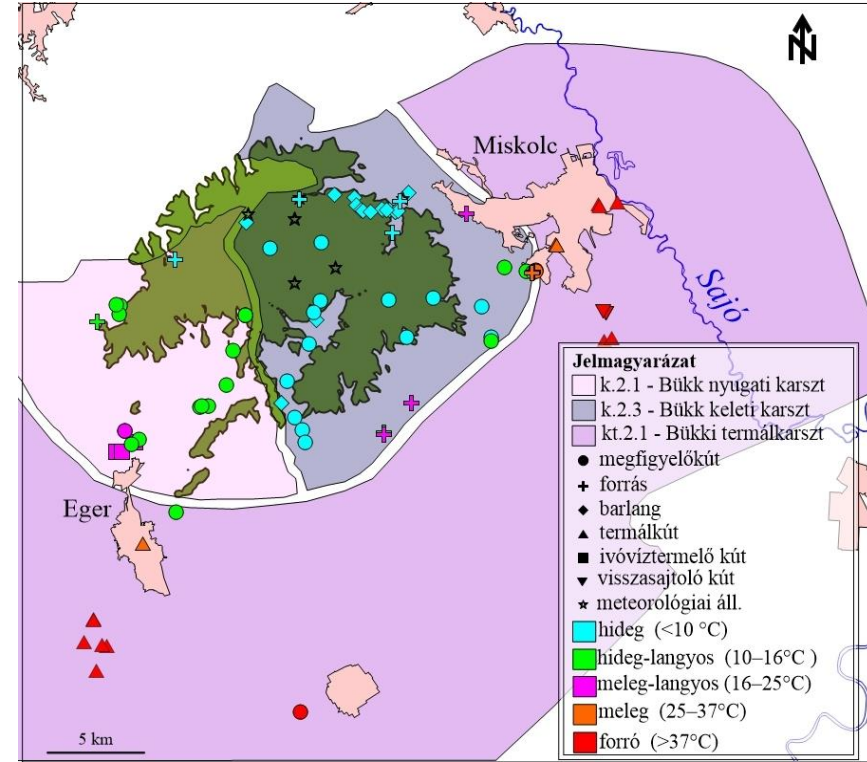
## Csapadék – hidegkarszt – termálkarszt vizsgálata

- Spektrálanalízis
- Periodicitás vizsgálatok

# A Bükki Karsztvízszint Észleelő Rendszer

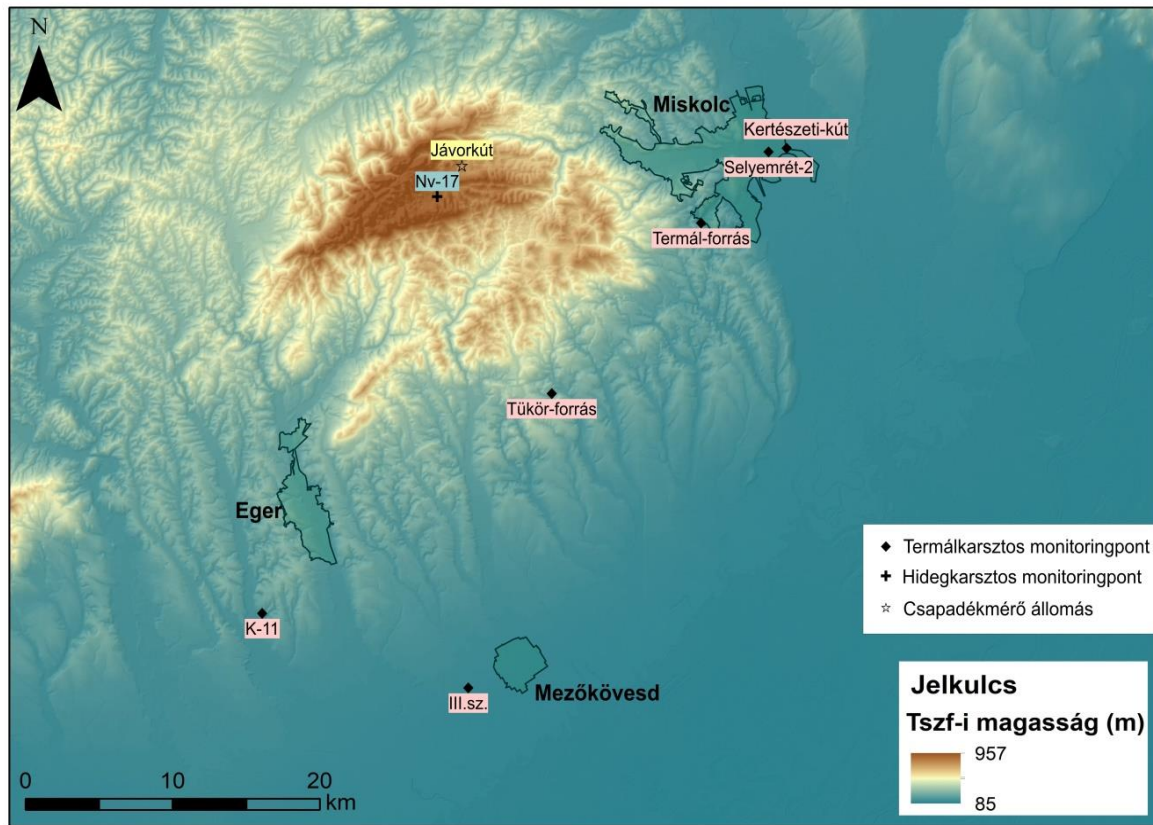


A Bükki Karsztvízszint Észleelő Rendszer mérőhelyeinek elhelyezkedése, típusai és a vízhőmérséklet az adott pontokon, a bükki karsztos víztestek határai



A Bükk hegység és közvetlen környezetének vízföldtani kategória térképe (forrás: (Darabos, 2017)), és fő vízföldtani egységei (1, 2, 3) (forrás: (Pelikán, 2005))

# Vizsgálatba bevont mérőhelyek

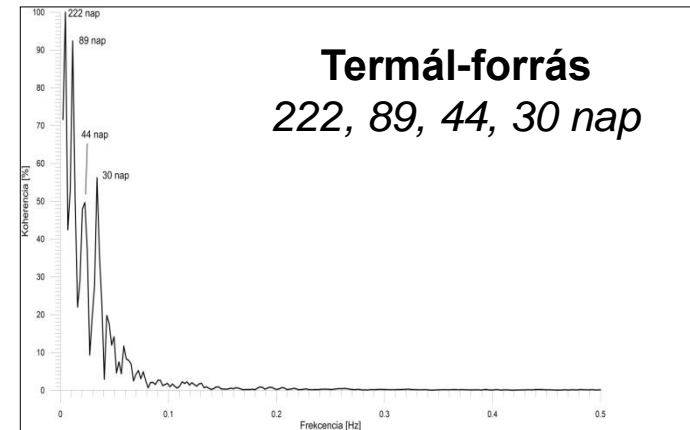
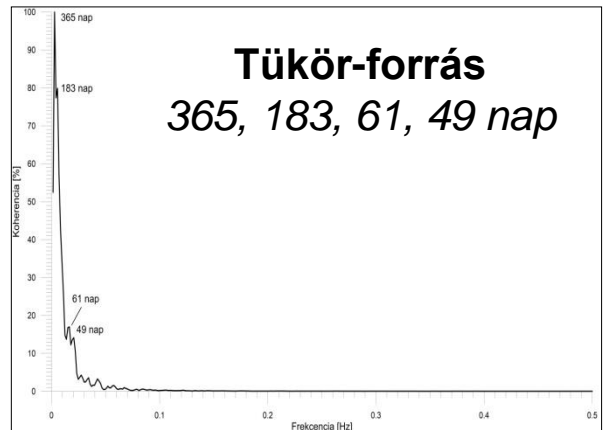
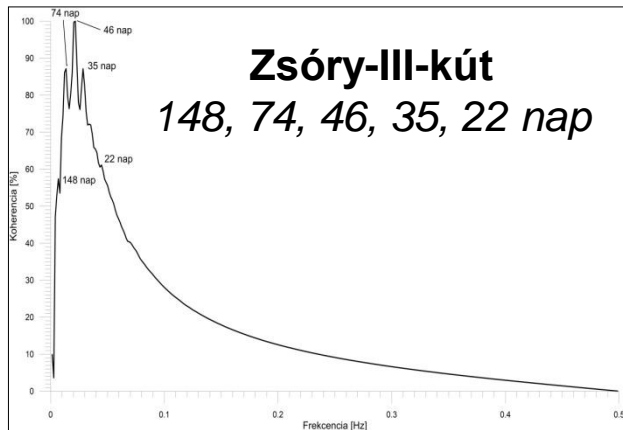
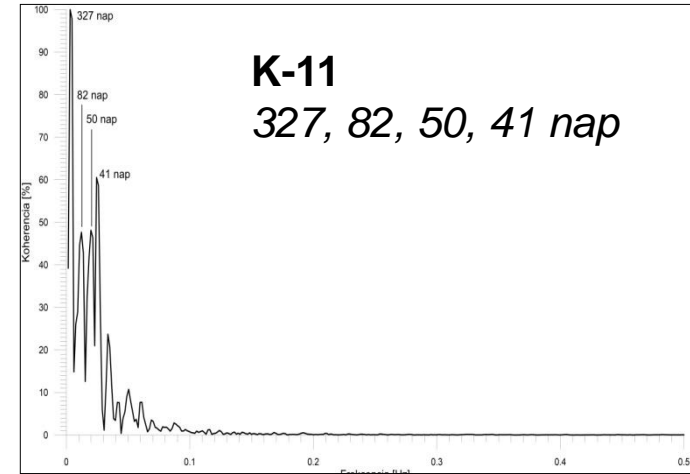
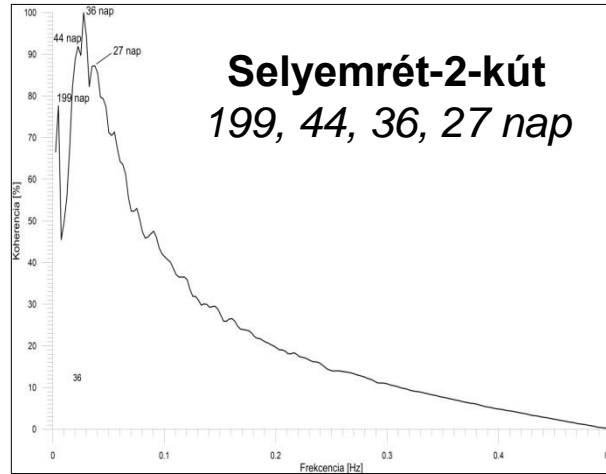
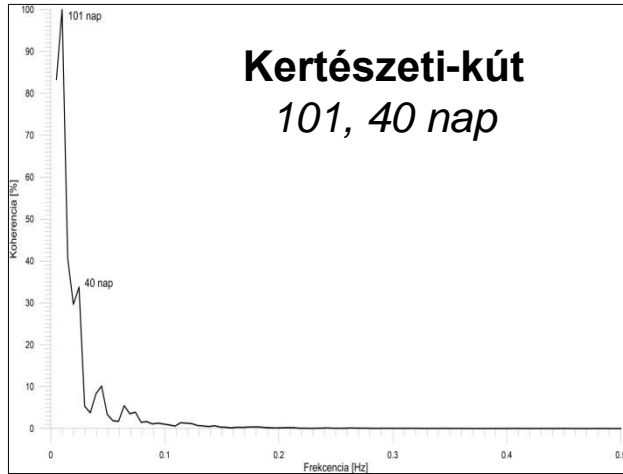


| Mérőhely           | Adatsor hossza [nap] | Adatsor hossza [év] |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| Nv-17              | 10307                | 28,4                |
| Kertészeti-kút     | 2554                 | 7                   |
| Selyemrét-2        | 1990                 | 5,5                 |
| Termál-forrás      | 2217                 | 6,1                 |
| Tükör-forrás       | 3652                 | 10                  |
| Zsóry-III          | 3693                 | 10,1                |
| K-11               | 3271                 | 8,9                 |
| Jávorkút, csapadék | 10307                | 28,4                |

BKÉR monitoringpontok

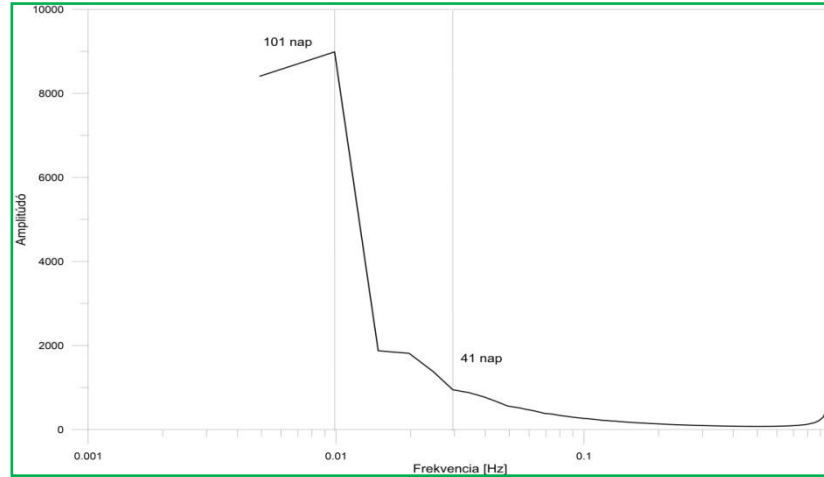
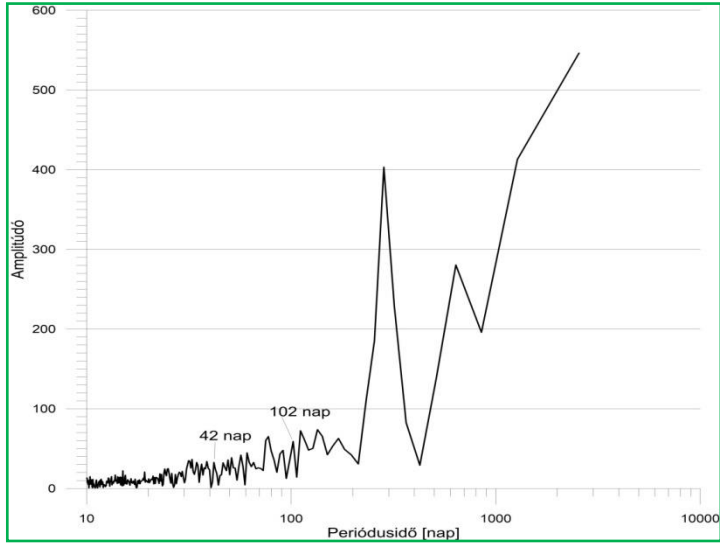
Napi átlag adatok (átlagban 96 mérési adatból számított napi átlag értékek)

# Koherencia függvények vizsgálata



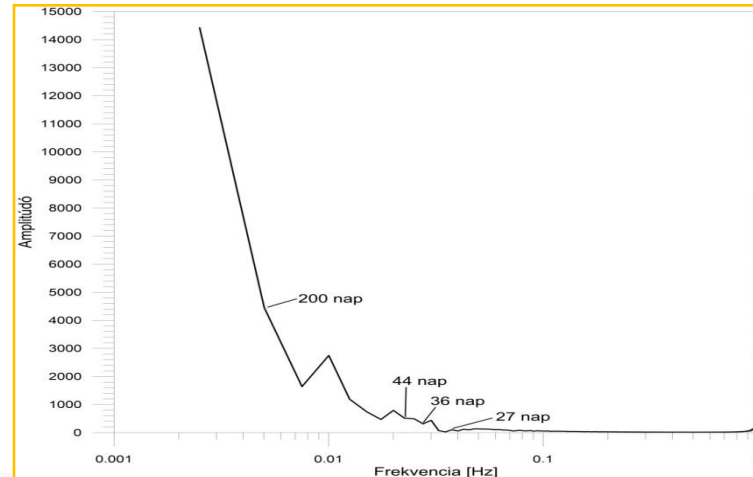
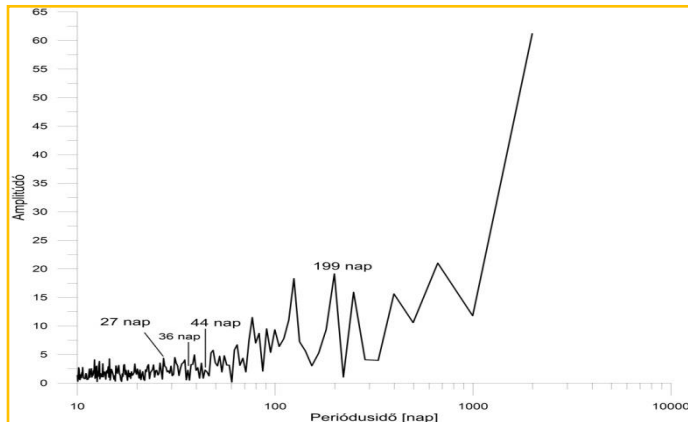
# Keresztspektrum analízis, periodicitás vizsgálatok

## Kertészeti-kút



|  |                               |
|--|-------------------------------|
| Koherencia függvény alapján                              | <b>101, 40 nap</b>            |
| Keresztspektrum analízis, periodicitás vizsgálat alapján | <b>101-102 nap; 41-42 nap</b> |

## Selyemrét-2-kút



|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Koherencia függvény alapján                              | <b>199, 44, 36, 27 nap</b>     |
| Keresztspektrum analízis, periodicitás vizsgálat alapján | <b>199-200; 44, 36, 27 nap</b> |

# Különböző periodicitás vizsgálatok eredményei

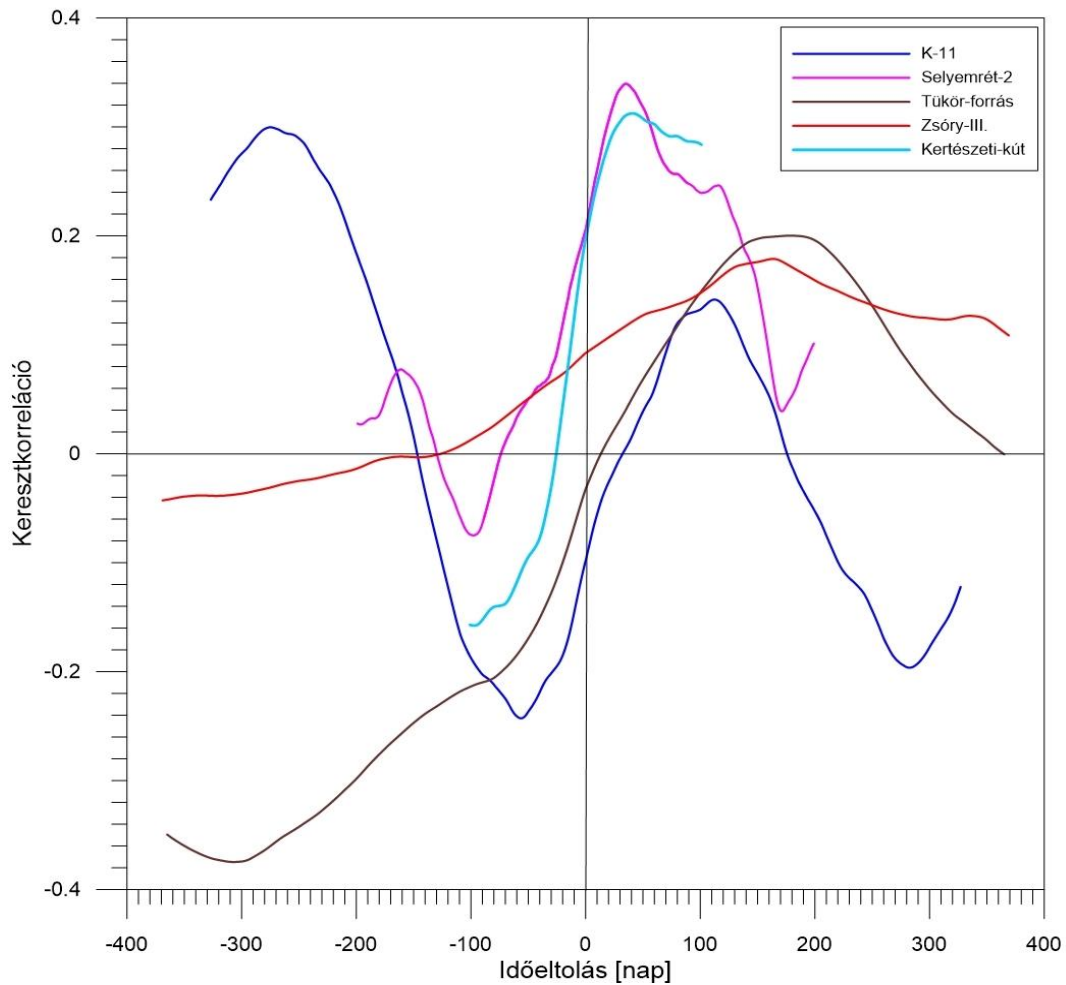
| <b>Mérőhely</b>           | <b>A koherencia függvény alapján kijelölhető periódusidők [nap]</b> | <b>Keresztspektrál analízis eredmény alapján kijelölhető periódusidők [nap]</b> | <b>A vizsgált adatsorok Fourier-transzformációja alapján kijelölhető periódusidők [nap]</b> |
|---------------------------|---|---|---|
| <i>Kertészeti-kút</i>     | 101, 40   | 101, 41   | 102, 42   |
| <i>Selyemrét-2-kút</i>    | 199, 44, 36, 27   | 200, 44, 36, 27   | 199, 44, 36, 27   |
| <i>K-11</i>               | 327, 82, 50, 41   | 327, 82, 47, 41   | 327, 84, 50, 42   |
| <i>Zsóry-III. sz. kút</i> | 148, 74, 46, 35, 22   | 148, 74, 39, 28   | 142, 47, 22   |
| <i>Tükör-forrás</i>       | 365, 183, 61, 49  | 366, 183, 61, 49  | 365, 61, 49   |
| <i>Termál-forrás</i>      | 222, 89, 44, 30   | 222, 89, 49, 30   | 222, 89, 45, 30   |



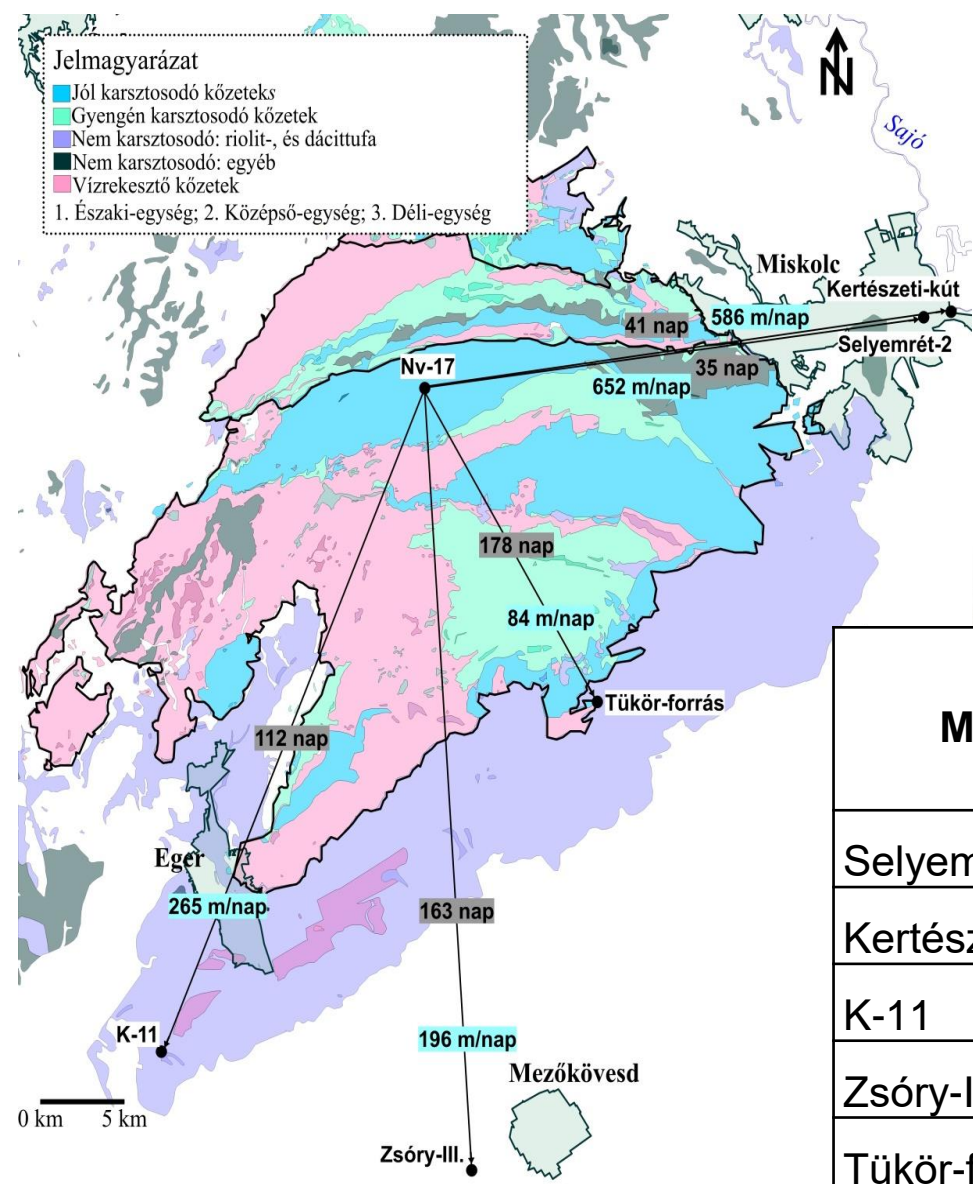
# Különböző periodicitás vizsgálatok eredményei

| <b>Mérőhely</b>           | <b>Periódusidők [nap]</b>         |
|---------------------------|-----------------------------------|
| <i>Kertészeti-kút</i>     | 101-102, 40-42                    |
| <i>Selyemrét-2-kút</i>    | 199-200, 44, 36, 27               |
| <i>K-11</i>               | 327, 82-84 (83), 47-50(49), 41-42 |
| <i>Zsóry-III. sz. kút</i> | 142-148, 39-47, 22-28             |
| <i>Tükör-forrás</i>       | 365-366, 61, 49                   |
| <i>Termál-forrás</i>      | 222, 89, 30                       |

# Keresztkorrelációs vizsgálat



| Mérőhely           | Késleltetés [nap] |
|--------------------|-------------------|
| Selyemrét-2        | 35                |
| Kertészeti-kút     | 41                |
| K-11               | 112               |
| Zsóry-III. sz. kút | 163               |
| Tükör-forrás       | 178               |



- A legjobb, legerősebb hidraulikai kapcsolat a hideg és a termál karsztrendszer között **K**-i irányban áll fenn
- **DNy**-i irányban nagy vastagságú jura pala összletek, a triász mészkő eltemetett, lezökkent helyzetben található
- **D**-i irányban a Vatta-Maklári-árok miatt nagy mélységbe kényszerülnek a mélységi vizek

| Mérőhely       | Késleltetési/<br>elérési idő<br>[nap] | Átlagos hidraulikus<br>nyomásterjedési sebesség<br>[m/nap] |
|----------------|---------------------------------------|--|
| Selyemrét-2    | 35                                    | 652  |
| Kertészeti-kút | 41                                    | 586  |
| K-11           | 112                                   | 265  |
| Zsóry-III.     | 163                                   | 196  |
| Tükör-forrás   | 178                                   | 84   |

# Csapadék – hidegkarszt – termálkarszt: spektrálanalízis, periodicitás vizsgálatok

Csapadék  
(Jávorkút)



Hidegkarszt  
(Nv-17)



Termál karszt

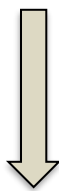
(Kertészeti-kút, Selyemrét-2,  
Termál-forrás, K-11, Tükör-  
forrás, Zsóry-III.)



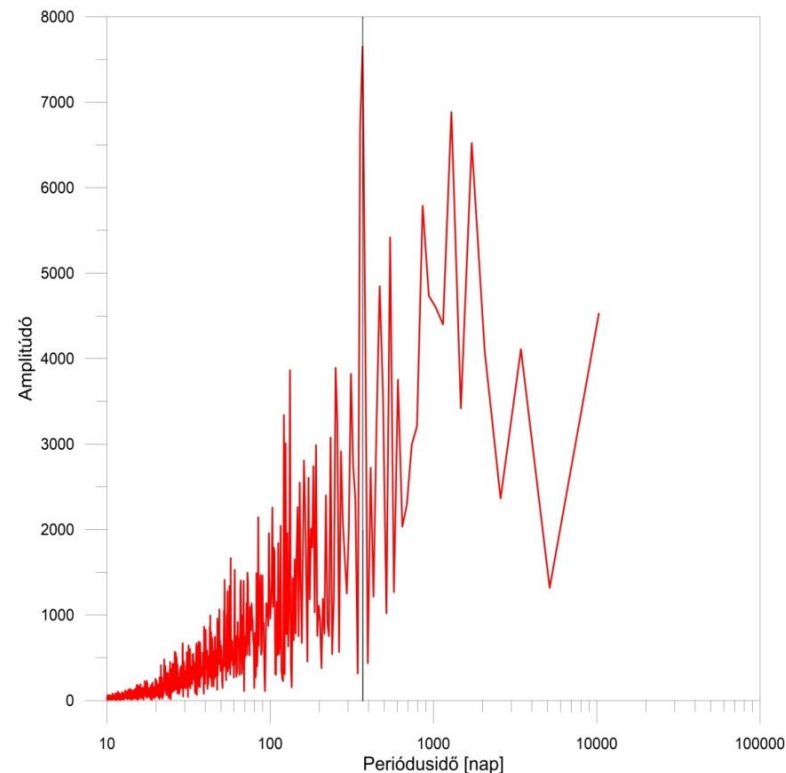
?

Jávorkúti csapadék adatsor fő  
periódusideje: 365 nap

Nv-17 vízszint adatsor fő periódusideje:  
**368 nap**



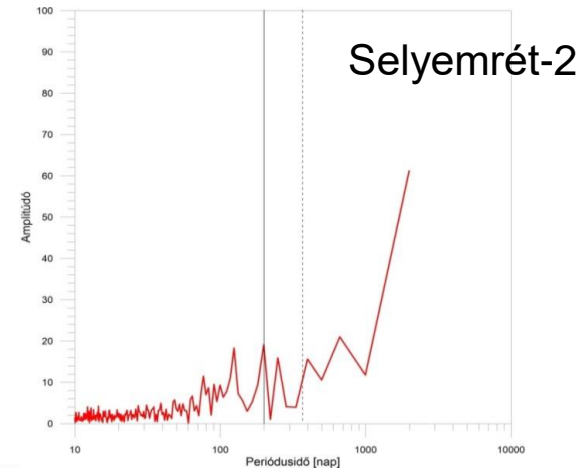
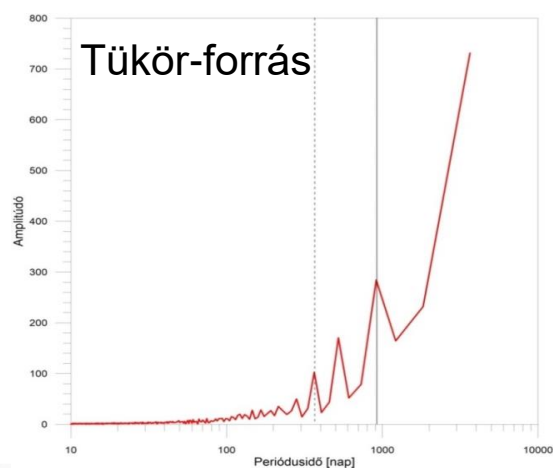
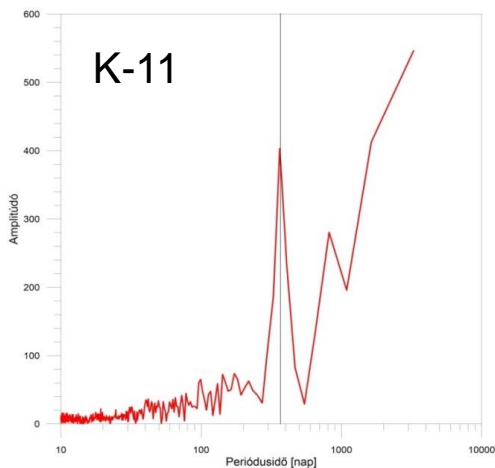
A termálkarsztos mérőhelyek  
periodogramjain rendelhető-e  
csúcs/töréspont a 368 napos  
periódusidőhöz?



Az Nv-17 vízszint adatsorán elvégzett  
Fourier-transzformáció eredménye

# Csapadék – hidegkarszt – termálkarszt: spektrálanalízis, periodicitás vizsgálatok

| Mérőhely               | Rendelhető-e csúcs/töréspont a 368 napos periódusidőhöz? | Eltérés mértéke [nap] |
|------------------------|--|-----------------------|
| <i>Kertészeti-kút</i>  | eltéréssel, igen   | 3                     |
| <i>Selyemrét-2-kút</i> | eltéréssel igen  | 30                    |
| <i>Tükör-forrás</i>    | igen   | 0                     |
| <i>Zsóry-III-kút</i>   | igen   | 0                     |
| <i>K-11</i>            | igen   | 0                     |
| <i>Termál-forrás</i>   | igen   | 0                     |



# Összefoglalás

- *Koherencia függvények vizsgálata, kereszt-spektrál analízis, Fourier-transzformált adatokon kijelölhető periódusidők alapján* elmondható, hogy a vizsgált hideg és termálkarsztos mérőhelyek között kapcsolat áll fenn, és **a Bükkben a hideg és termál karsztrendszer hidraulikai kapcsolatban áll egymással.**
- Keresztkorrelációs vizsgálati eredmények alapján a hidraulikai kapcsolat **K-i** irányban a *legerősebb*, melyet csökkenő sorrendben a **DNy-i**, majd a **D-i** irány követ.
- Csapadék-hidegkarszt-termálkarszt spektrálanalízis eredményei alapján a bükki termálkarszt nyomásviszonyait alapvetően a hegység központi részén hulló csapadékmennyiségek határozzák meg.

**Köszönöm a figyelmet!**