



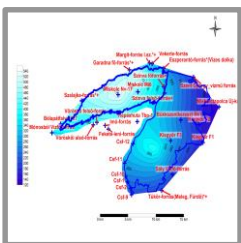
Vízkészlet-számítás és idősorok elemzése a Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer adatai alapján

**Darabos Enikő, Tóth Márton, Lénárt László
Miskolci Egyetem**

„Almássy Endre XXVI. Konferencia a Felszín Alatti Vizekről”

Siófok, 2019.03.26

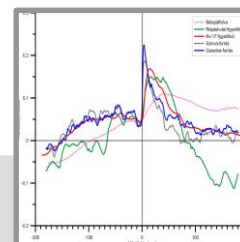
Karsztvízkészlet mennyiségi meghatározása



- Irodalmi áttekintés
- Módszerek
- Víztest jellemzői
- Áramlás jellemzői
- Új karsztvíz-készlet meghatározási módszer
- Vízdomborzati térképek
- Térfogat számítás
- Készlettípusok
- Kalibráció
- Vízsztint-vízkészlet függvénykapcsolata

Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer

Idősorok elemzése

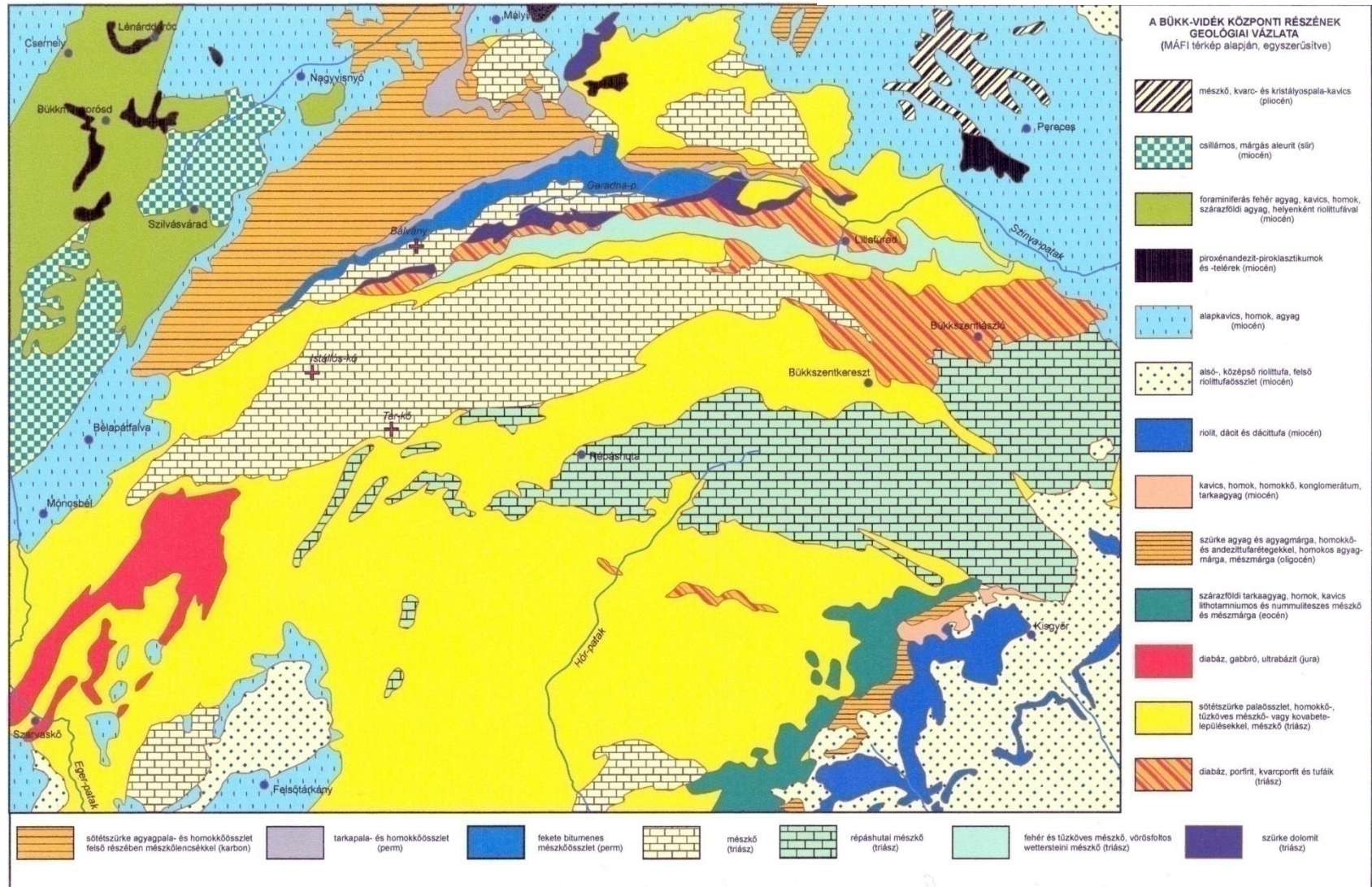


- Irodalmi áttekintés
- Fourier transzformáció
- Autokorrelációs vizsgálatok
- Keresztkorrelációs vizsgálatok
- Kereszt spektrum és fázis függvény
- Koherencia
- Gain függvény
- Recessziós görbe elemzések
- Periodicitás vizsgálatok
- Memória effektus
- Késleltetési idők, áramlási sebességek
- Áramlási típusok határai
- Jól karsztosodott zóna határa
- Vízsztint előrejelzés
- Kalibráció

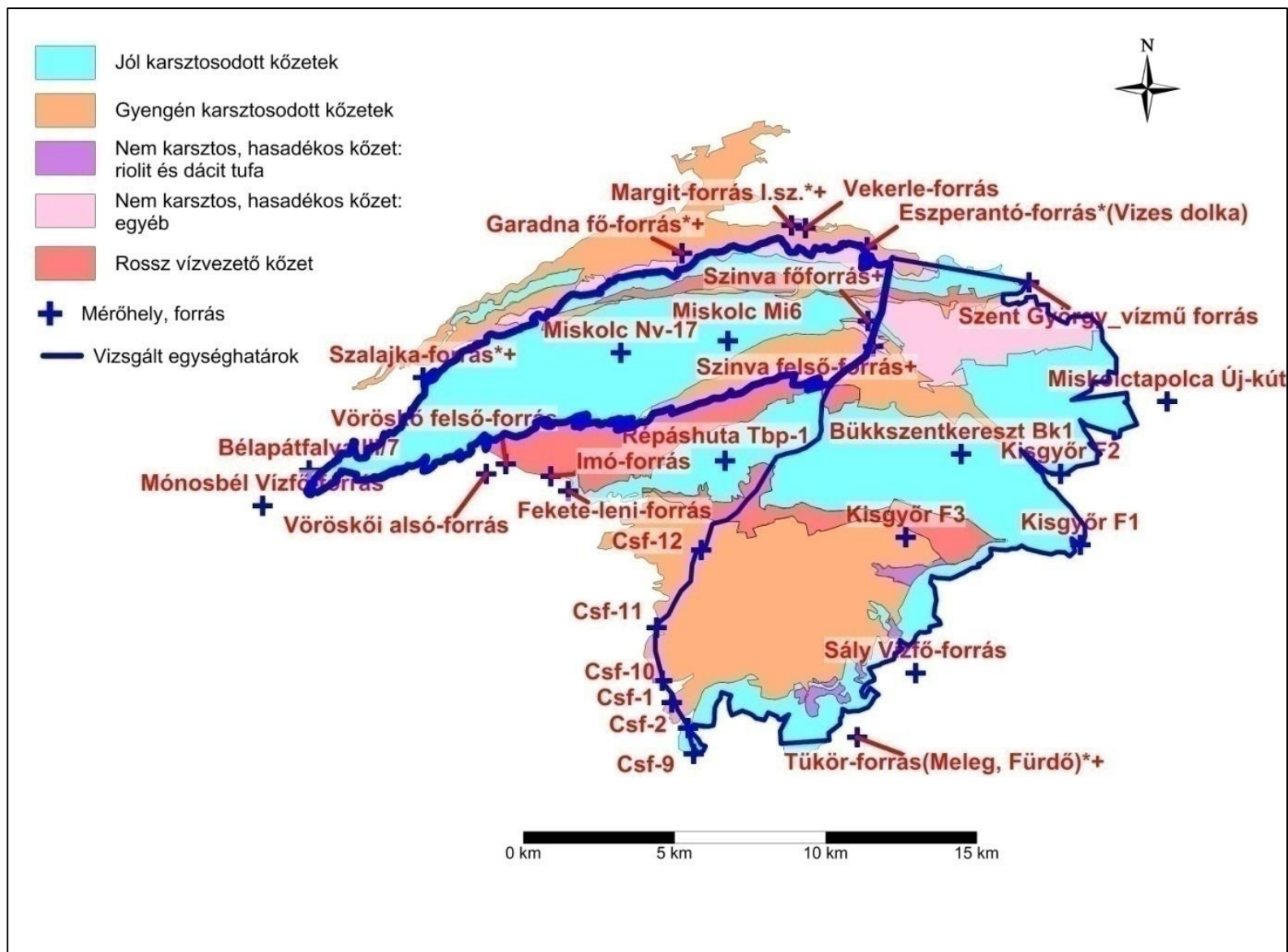
KUTATÁSI TÉMÁK

BEVEZETÉS

- Földrajzi, morfológiai jellemzők
- Földtani jellemzők - Karsztosodottság
- Monitoring rendszerek
- BKÉR mérőhelyek



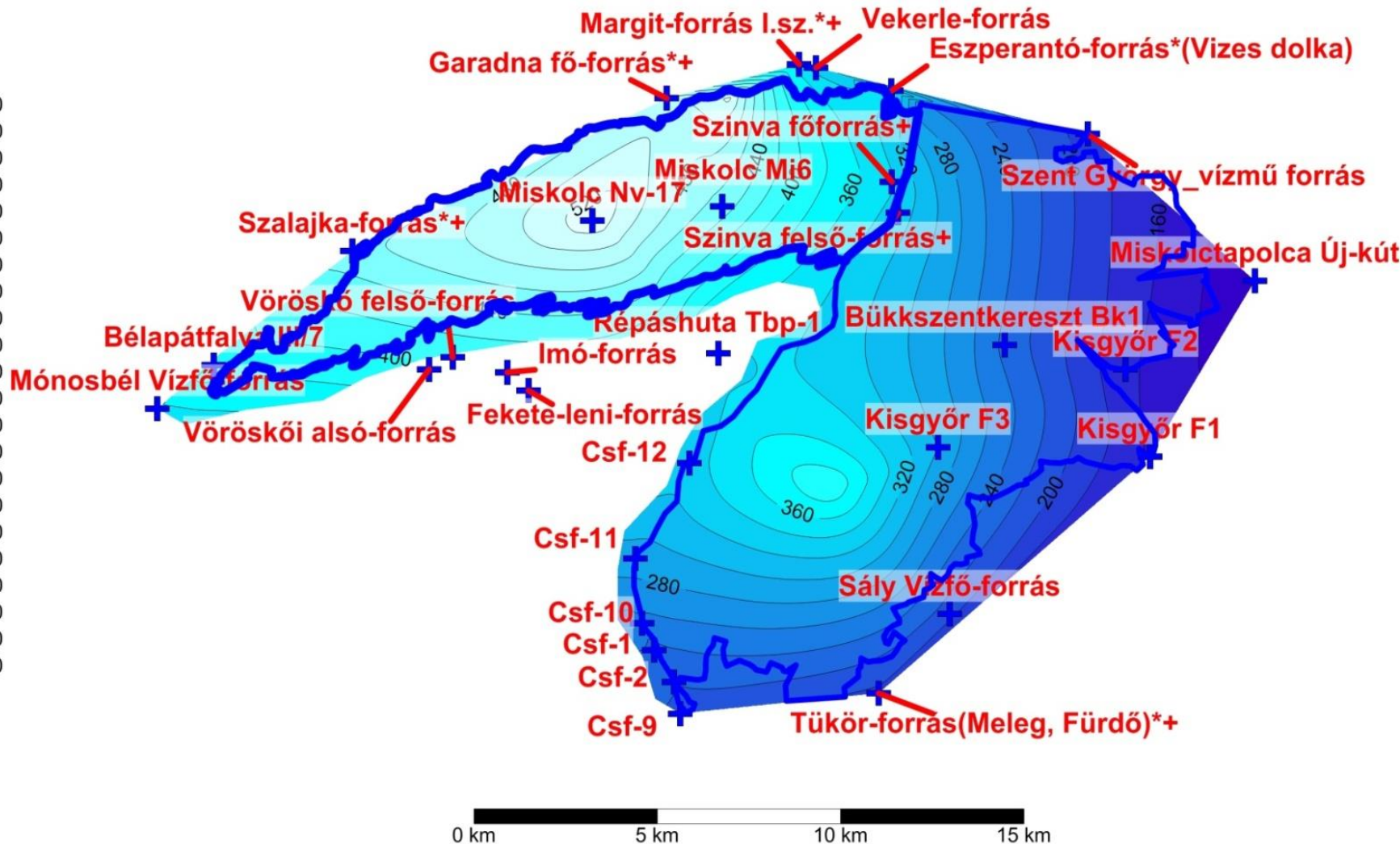
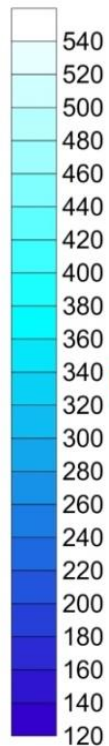
ÚJ KARSZTVÍZKÉSZLET MEGHATÁROZÁSI MÓDSZER



EREDMÉNYEK - VÍZDOMBORZAT



mBf



Átlagos vízszintekből szerkesztett vízdomborzat

EREDMÉNYEK - TÉRFOGATSZÁMÍTÁS

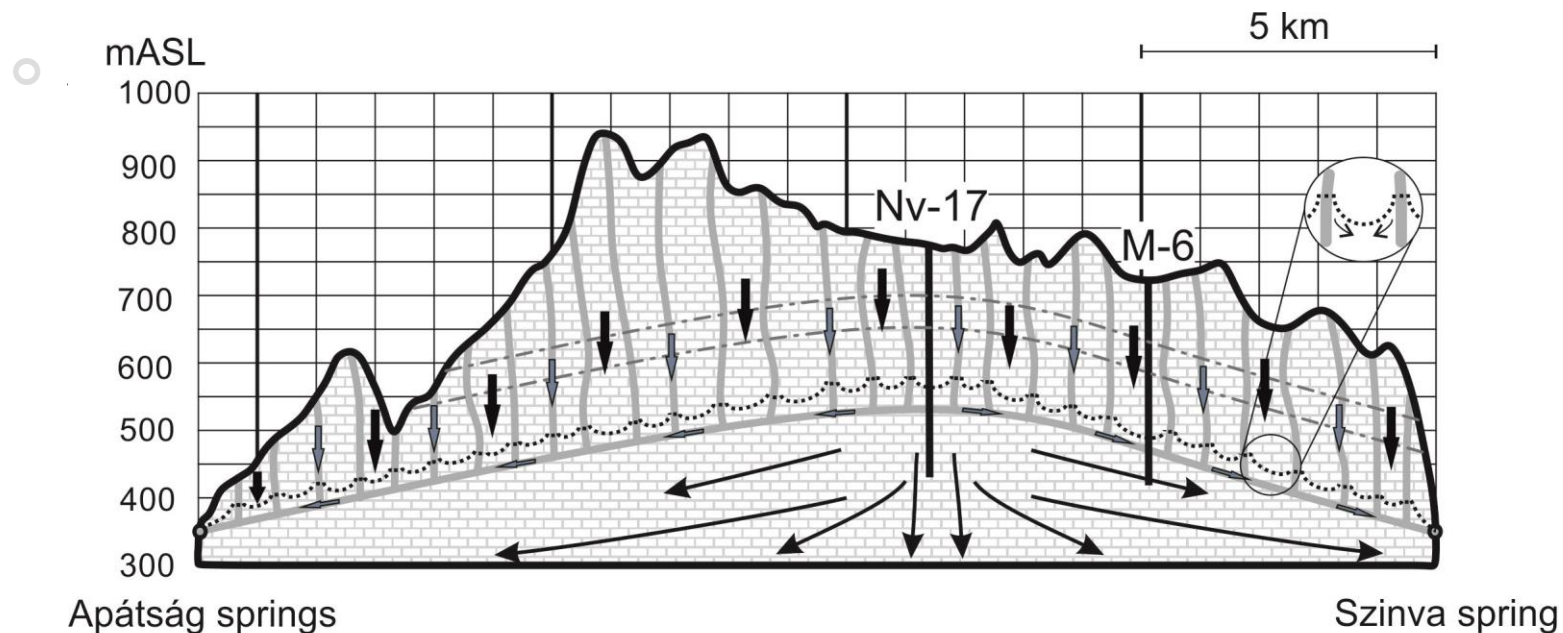
○ Porozitás

Irodalmi adatok alapján

Kőzetkategória	jól karsztosodott	gyengén karsztosodott	nem karsztos, hasadékos kőzetek (riolit- és dácittufa, egyéb	rossz vízvezető kőzetek
Porozitás (n)	0,0075	0,0025	0,001	0,0005

- Statikus – dinamikus készletek, egységes karsztrendszer
- Határfelületek (felső és alsó)
 - 2 vízállás között
 - Legalacsonyabban lévő gravitációsan felszínre lépő forrás szintje **fölött** (Szinva-forrás, vagy Miskolctapolca, Új-kút)
 - A hegységben a legalacsonyabban lévő gravitációsan felszínre lépő forrás szintje **alatt** (Miskolctapolca, Új-kút)

EREDMÉNYEK - TÉRFOGATSZÁMÍTÁS



 Middle and Upper Triassic platform carbonates, Bükkfennsík Limestone Formation

 Land surface

 Paleo karstic zone

 Flood water table

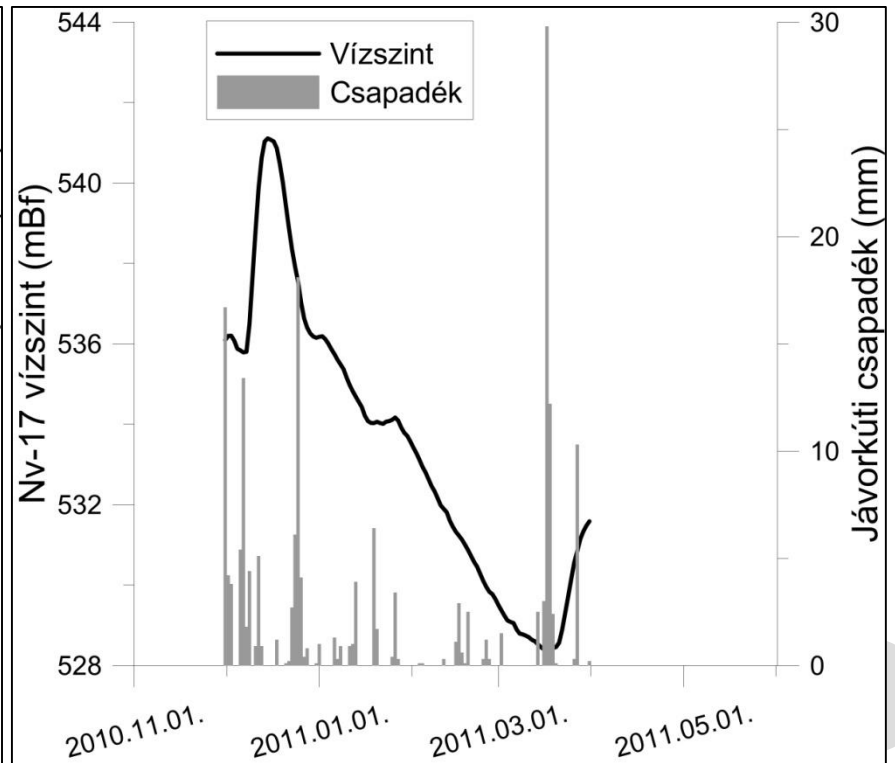
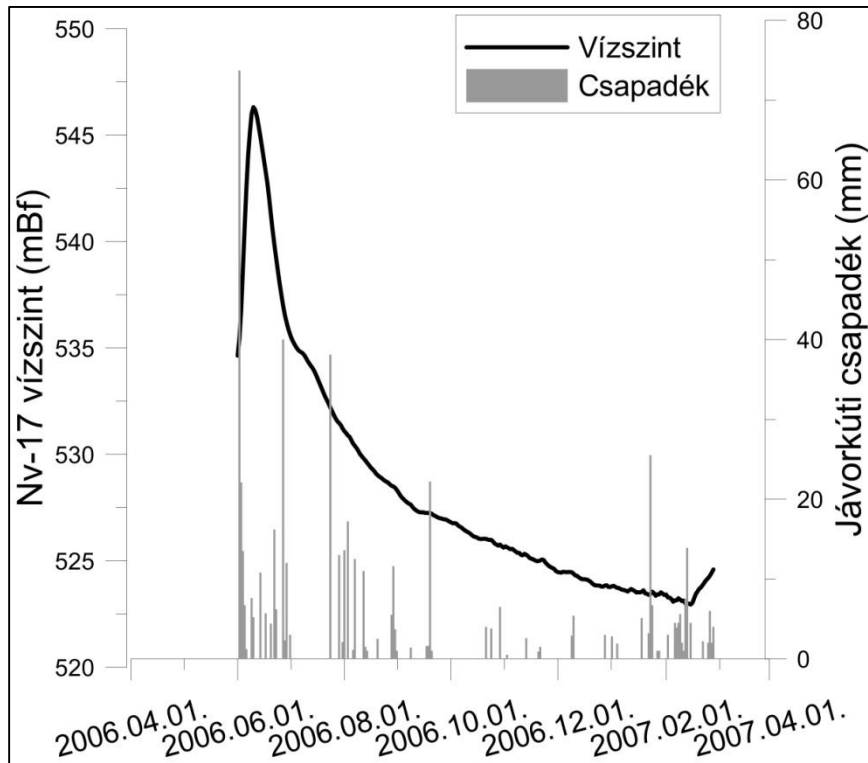
 Karst conduit

 Diffuse flow

 Concentrated flow

KALIBRÁCIÓ

- 1. módszer: két hosszú csökkenési periódus alatt számítható dinamikus gyorsan utánpótlódó vízkészlet számítása és ezek összevetése az átlagos forráshozamokkal

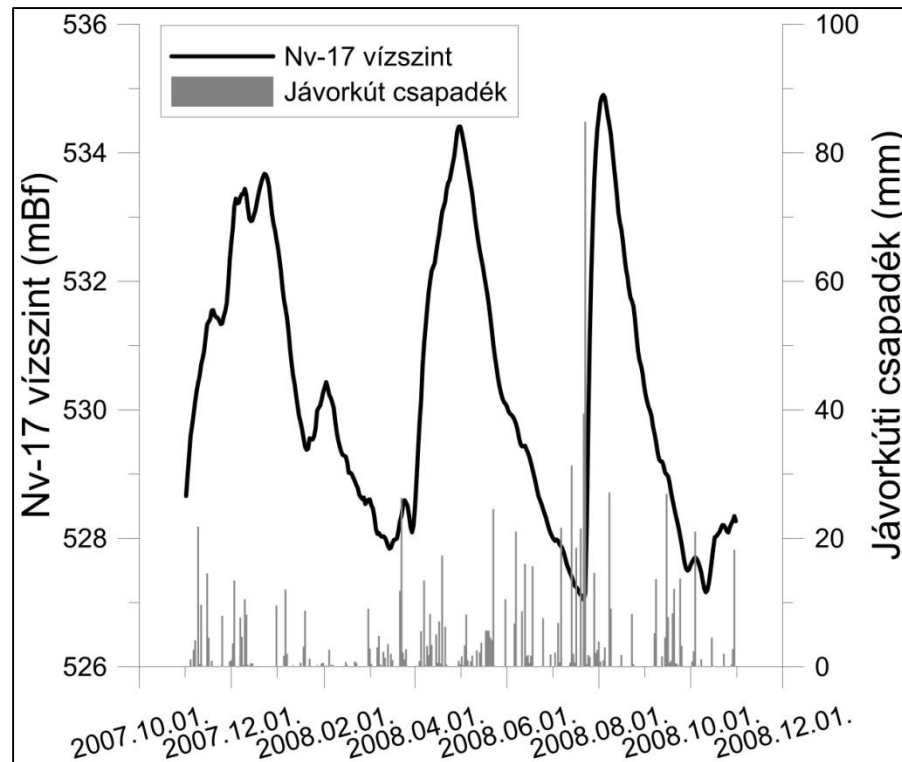


Nv-17 maximum időpontja: 2010.12.15; alsó határfelület: Szinva-forrás; rácsméret: 5x5 m	kőzetkategória	1	2	3	4	5	összesen
	számított kőzettérfogat (millió m3)	7771,2	898,1	182,7	-	423,5	9275,5
	porozitás	0,0075	0,0025	0,001	0,001	0,0005	-
	dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet (millió m3)	58,28	2,25	0,18	-	0,21	60,92
Nv-17 minimum időpontja: 2011.03.16; alsó határfelület: Szinva-forrás; rácsméret: 5x5 m	kőzetkategória	1	2	3	4	5	összesen
	számított kőzettérfogat (millió m3)	7065,0	860,2	179,4	-	419,2	8523,8
	porozitás	0,0075	0,0025	0,001	0,001	0,0005	-
	dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet (millió m3)	52,99	2,15	0,18	-	0,21	55,53
különbség összesen (millió m3)							5,40
gyorsan utánpótlódó dinamikus készlet (millió m3/nap); különbség osztva a csökkenés napjainak számával (92)							0,059
Átlagos forráshozam irodalmi adatok alapján (millió m3)							0,03-0,049



KALIBRÁCIÓ

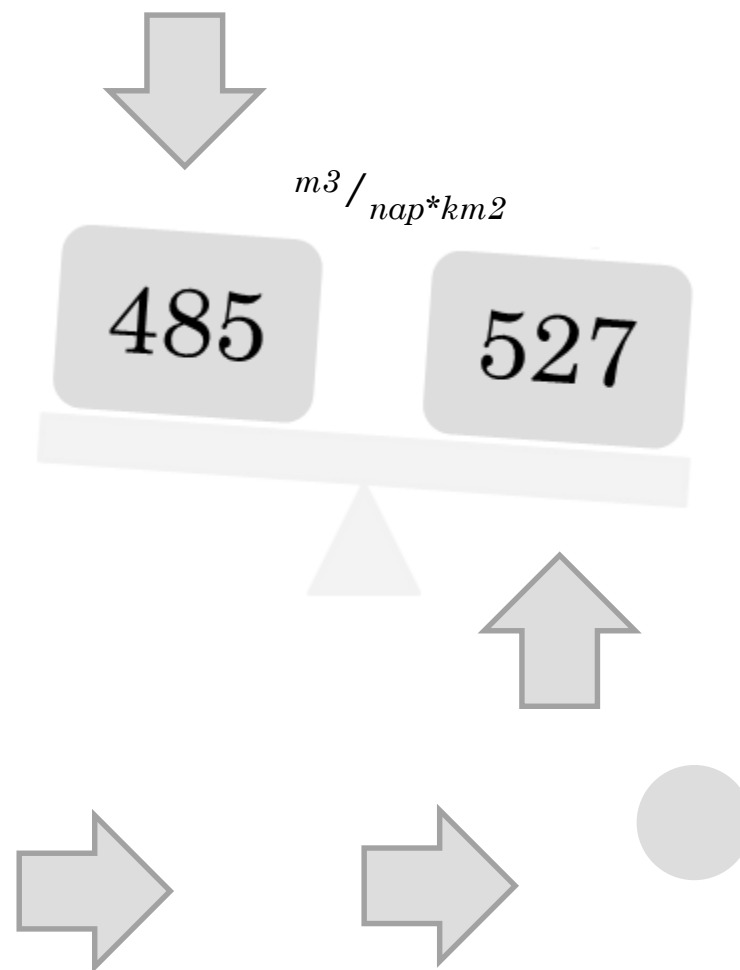
- 2. módszer: egy másik számítási módszerrel meghatározott értékkel való összevetés
 - Számítás a 2008-as hidrológiai évre
 - Összehasonlítás a Smaragd GSH. által kifejlesztett számítási módszer eredményével (Gondárné et al. 2008)



KALIBRÁCIÓ

Szerző	Intézmény	Év	Vízgyűjtő terület (km ²)	Dinamikus vízkészlet (m ³ /nap)
Székvölgyi K.	Smaragd-GSH	2008	232	112 595
Dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet a vízgyűjtő terület egységnyi km ² -ére vetítve (m ³ /nap*km ²)			485,3	

Dátum	Vízszint (mBf)	Vízkészlet (millió m ³)	Különbség (millió m ³)
2007.11.19	531,55	56,84	
2007.11.24	531,33	56,76	0,07
2007.12.10	533,44	57,47	
2007.12.14	532,94	57,30	0,17
2007.12.23	533,67	57,55	
2008.01.20	529,38	56,11	1,43
2008.02.02	530,43	56,46	
2008.03.15	527,84	55,60	0,87
2008.03.25	528,59	55,85	
2008.03.30	528,09	55,68	0,17
2008.05.01	534,41	57,79	
2008.07.22	527,04	55,33	2,46
2008.08.04	534,90	57,96	
2008.09.29	527,50	55,48	2,47
2008.10.04	527,70	55,55	
2008.10.11	527,16	55,37	0,18
2008.10.22	528,20	55,72	
2008.10.26	528,09	55,68	0,04
Összesen			7,86
Dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet (m ³ /nap)			33739,82
Dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet a vízgyűjtő terület egységnyi km ² -ére vetítve (m ³ /nap*km ²)			527,2



EREDMÉNYEK - TÉRFOGATSZÁMÍTÁS

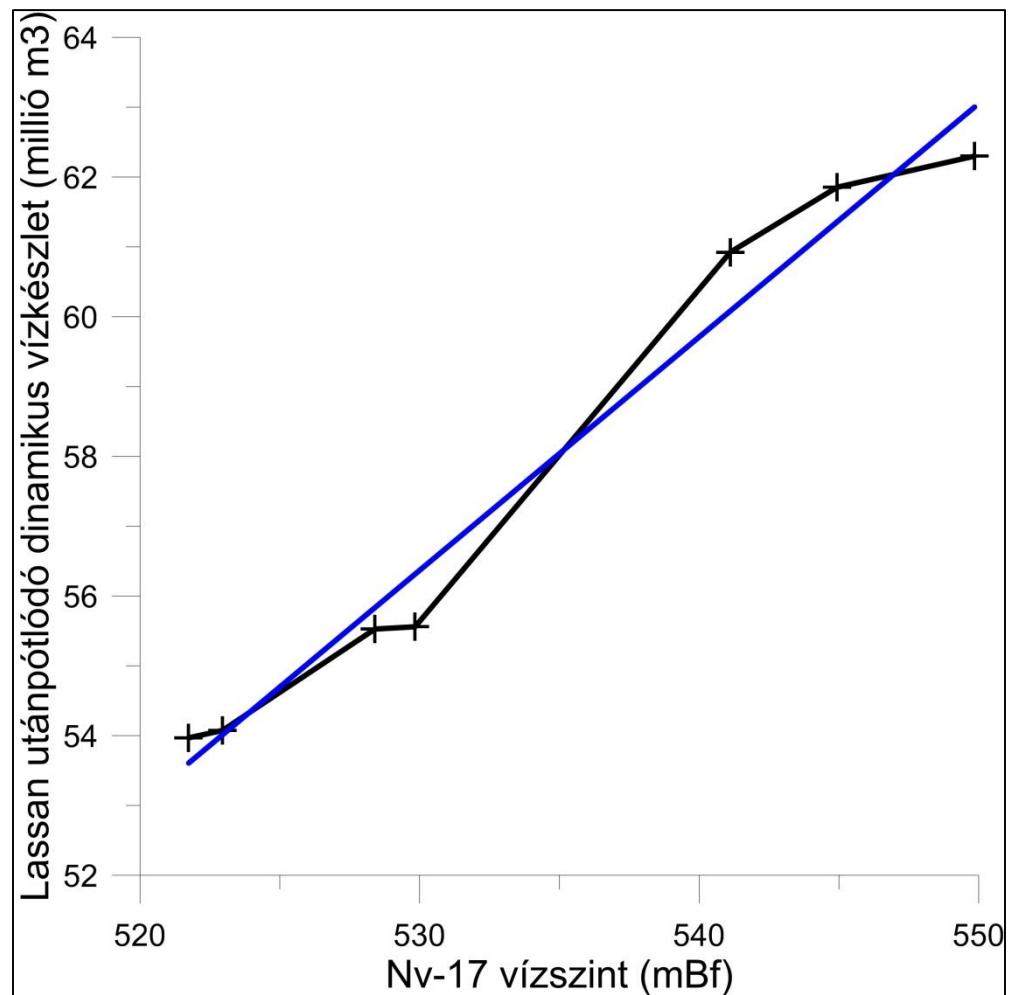
- Függvénykapcsolatot állítottam fel a Bükkben az Nv-17-figyelőkút vízszintje és a lassan utánpótlódó dinamikus vízkészlet között.

$$V_k = 0,334 \cdot V_{sz} - 120,7$$

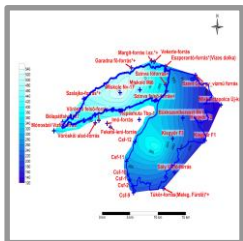
ahol

- V_k a lassan utánpótlódó vízkészlet (millió m³)
- V_{sz} az Nv-17 monitoringpont vízszintje (mBf)

ezáltal a lassan utánpótlódó dinamikus készlet mennyisége egyetlen vízszintadat segítségével bármely időpillanatra kiszámítható.



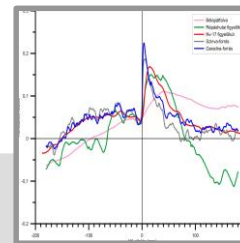
Karsztvízkészlet mennyiségi meghatározása



- Irodalmi áttekintés
- Módszerek
- Víztest jellemzői
- Áramlás jellemzői
- Új karsztvíz-készlet meghatározási módszer
- Vízdomborzati térképek
- Térfogat számítás
- Készlettípusok
- Kalibráció
- Vízsztint-vízkészlet függvénykapcsolata

Bükk Karsztvízszint Észlelő Rendszer

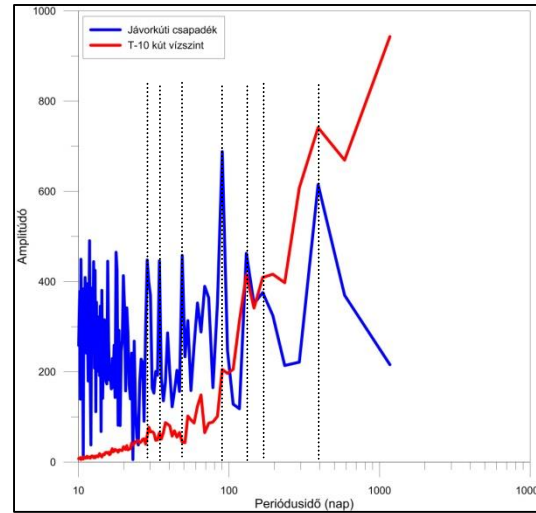
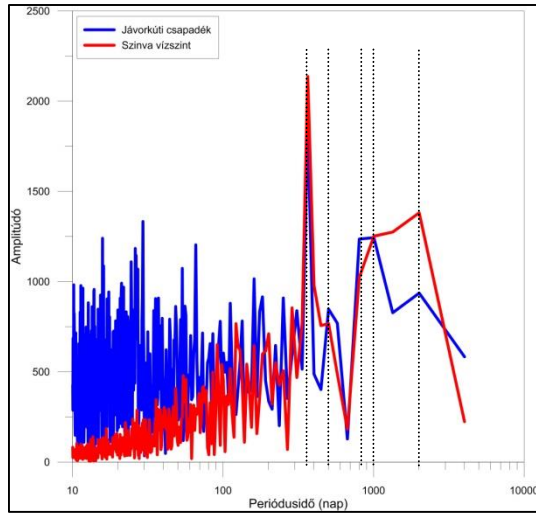
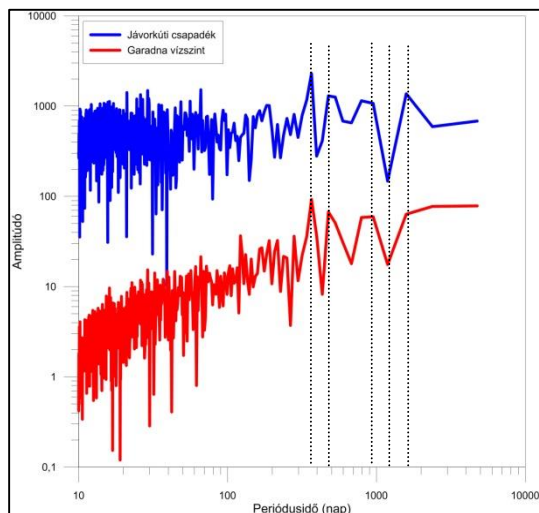
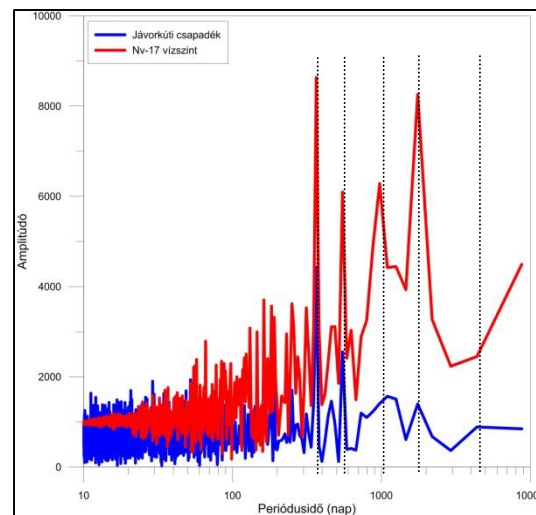
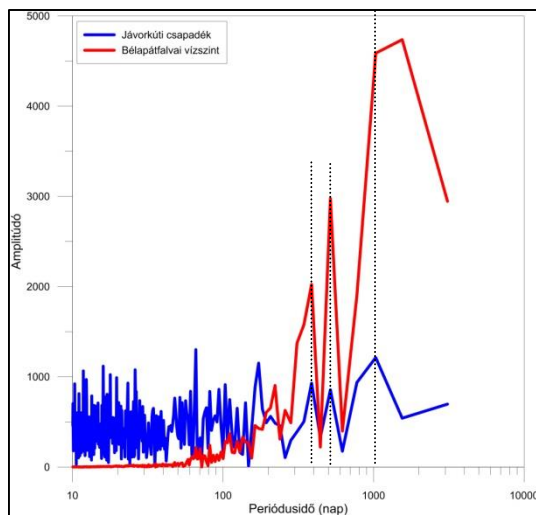
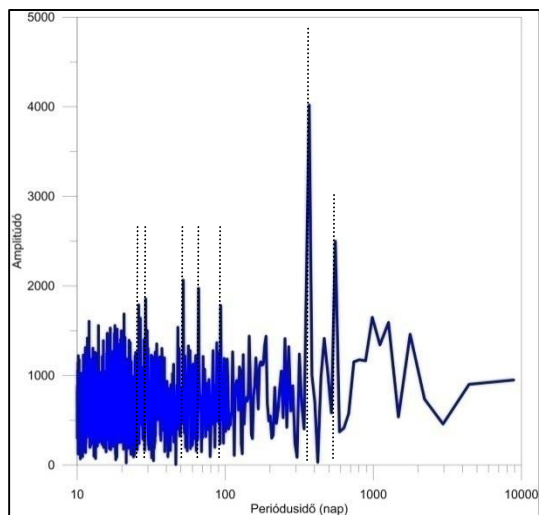
Idősorok elemzése



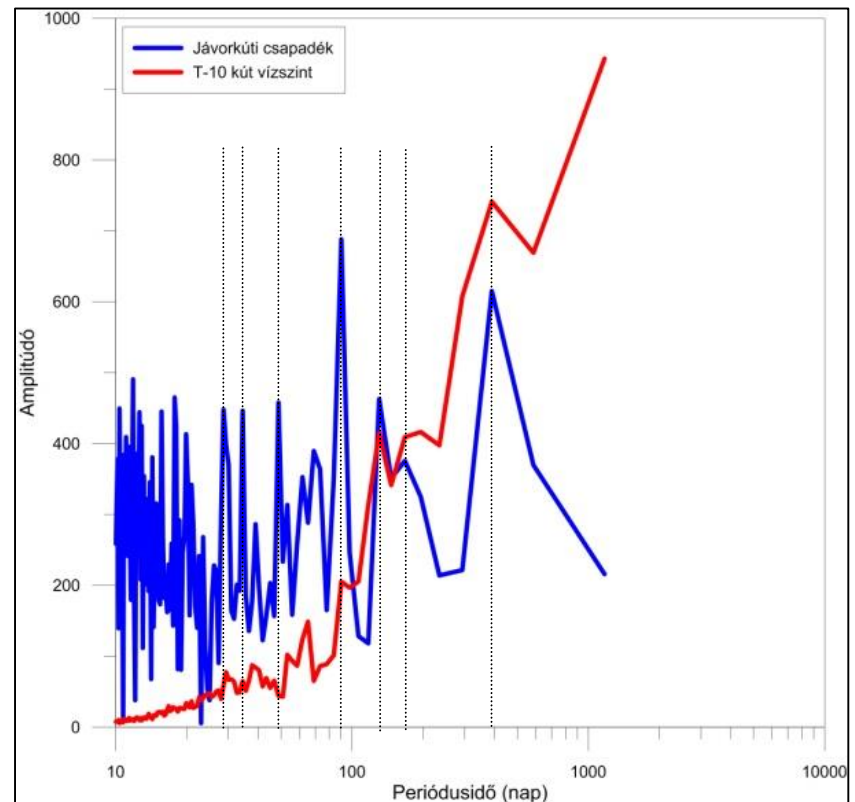
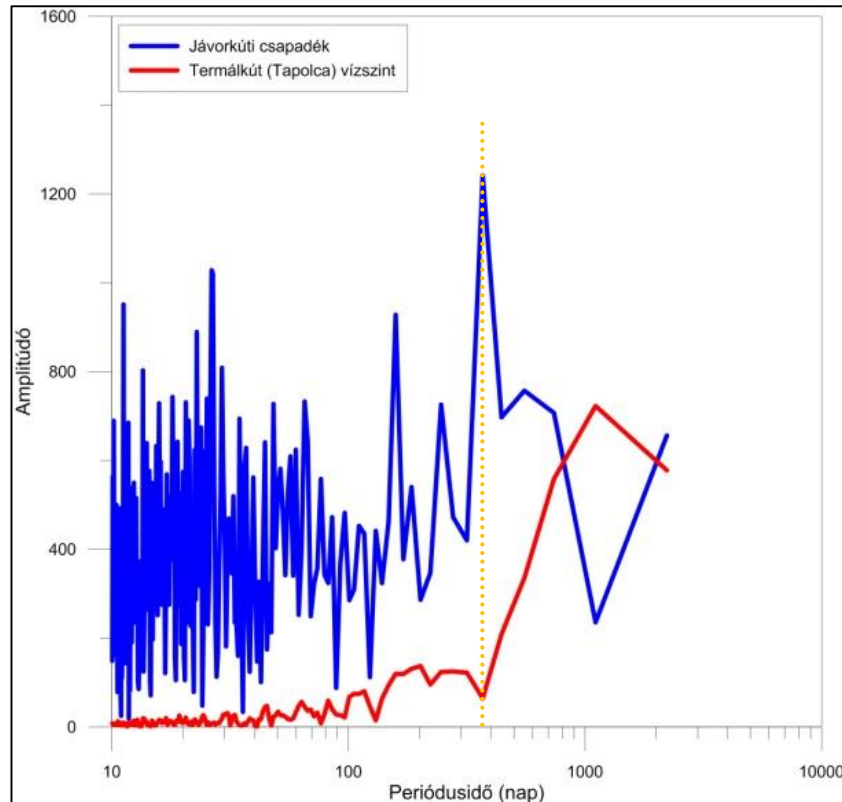
- Irodalmi áttekintés
- Fourier transzformáció
- Autokorrelációs vizsgálatok
- Keresztkorrelációs vizsgálatok
- Kereszt spektrum és fázis függvény
- Koherencia
- Gain függvény
- Recessziós görbe elemzések
- Periodicitás vizsgálatok
- Memória effektus
- Késleltetési idők, áramlási sebességek
- Áramlási típusok határai
- Jól karsztosodott zóna határa
- Vízsztint előrejelzés
- Kalibráció

KUTATÁSI TÉMÁK

VÍZSZINT – CSAPADÉK ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA FOURIER TRANSZFORMÁCIÓVAL

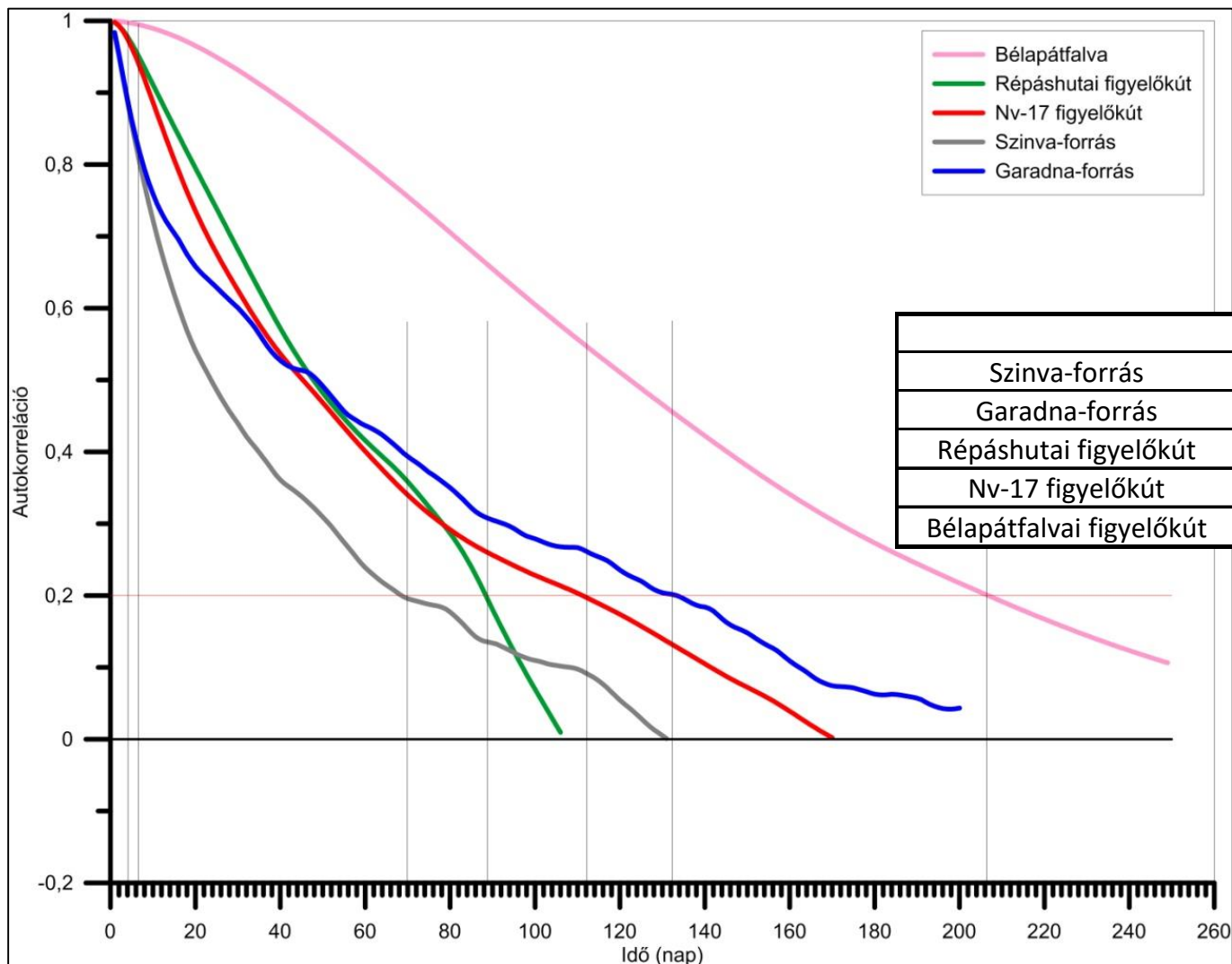


VÍZSZINT – CSAPADÉK ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA FOURIER TRANSZFORMÁCIÓVAL



A Fourier-transzformációval végzett periodicitás vizsgálat karsztos területen alkalmas annak megállapítására, hogy az egyes mérőhelyek utánpótlódás szempontjából azonos vízrendszerhez tartoznak-e.

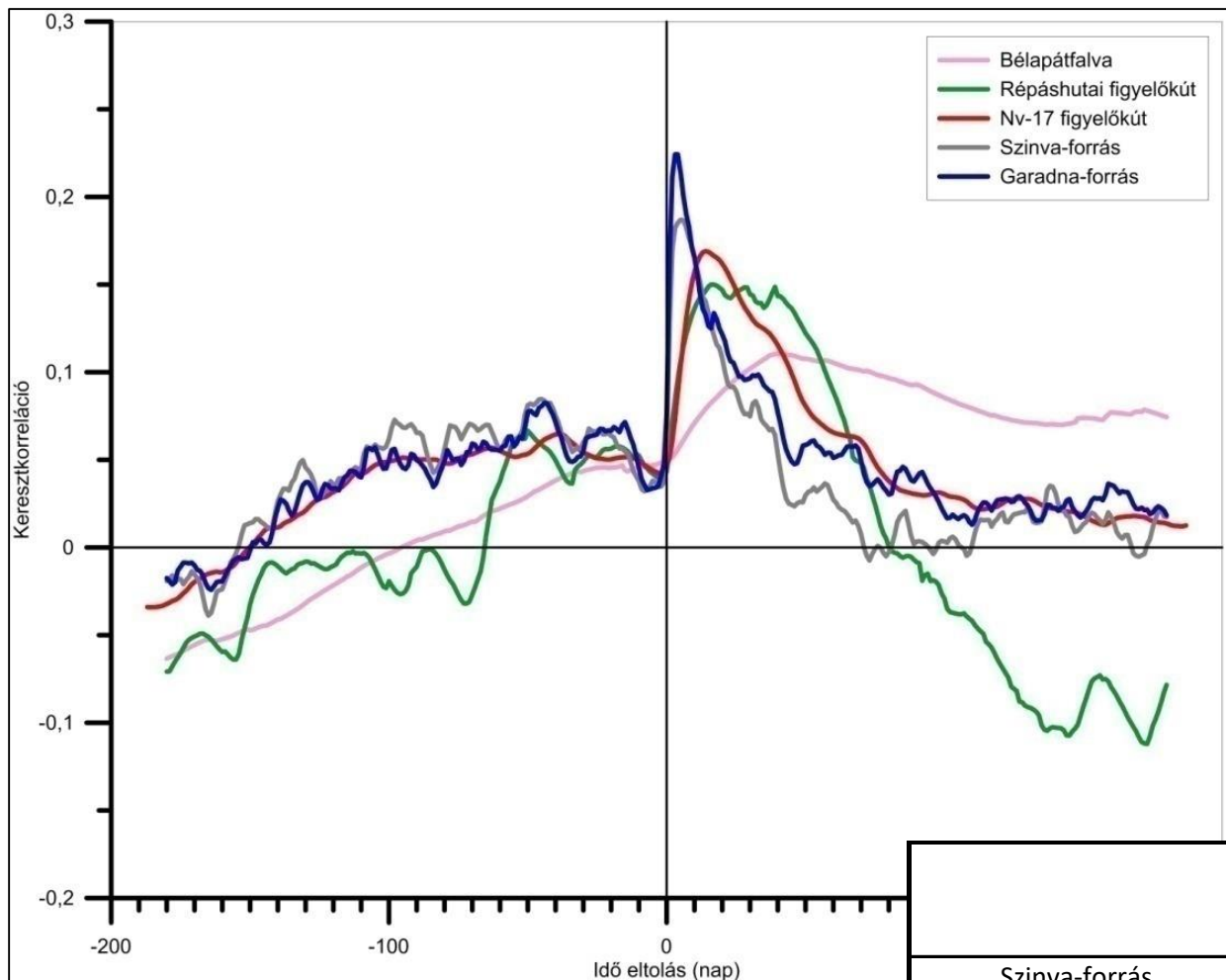
A VÍZSZINTEK AUTOKORRELÁCIÓS VIZSGÁLATAI



	Memória effektus (nap)
Szinva-forrás	70
Garadna-forrás	132
Répáshutai figyelőkút	89
Nv-17 figyelőkút	112
Bélapátfalvai figyelőkút	206

- Memória effektus (0,2)
- A karszt-rendszer fejlettsége
- Tározási jellemzők

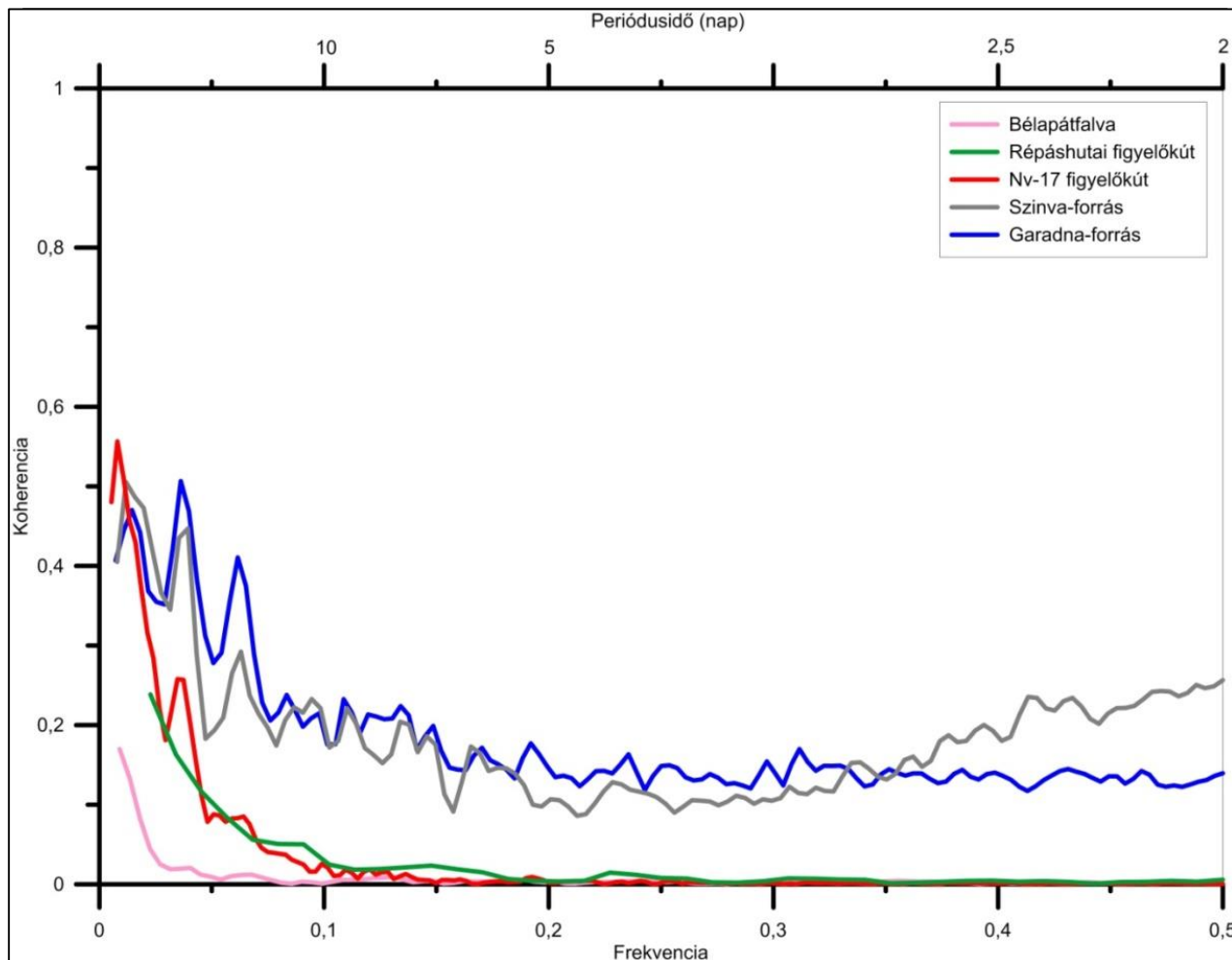
KERESZTKORRELÁCIÓ



- A maximumok origótól való távolsága - késleltetési idők
- Nv-17 csak vertikális áramlás, vertikális áramlási sebesség $17 - 18 \text{ m/nap}$.
- Répáshuta esetében átlagos áramlási sebesség határozható meg, ami $8,5 - 9 \text{ m/nap}$.

	Keresztkorrelációból következő késleltetési idők (nap)
Szinva-forrás	4-5
Garadna-forrás	3-4
Répáshutai figyelőkút	15-16
Nv-17 figyelőkút	13-14
Bélapátfalvai figyelőkút	38-44

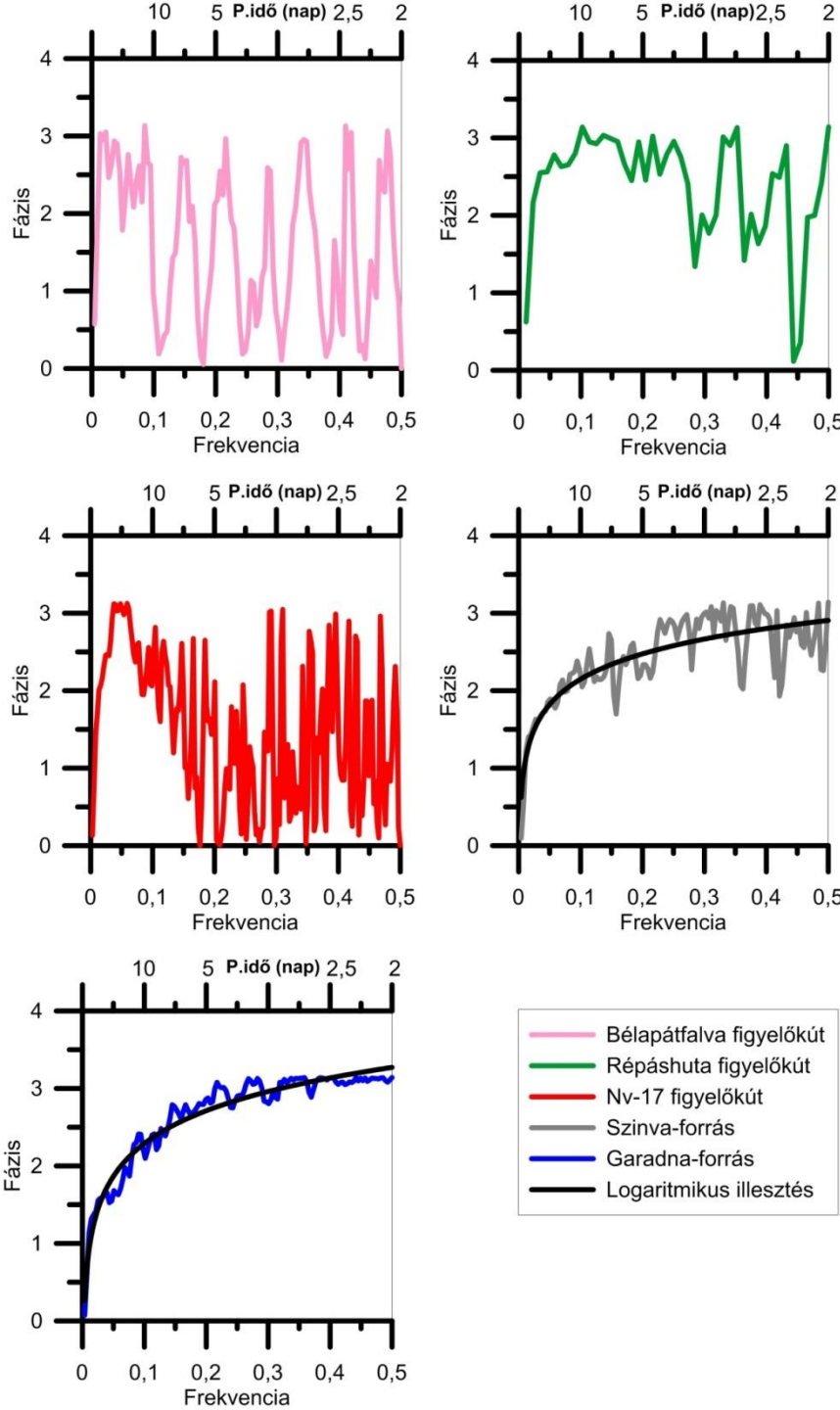
KERESZTAMPLITÚDÓ, KOHERENCIA



- Periódusidők
 - 16, 25-27 (26)
- Gyors áramlási komponens megléte
 - 0,15-0,2 közötti frekvencia tartomány
 - Koherencia

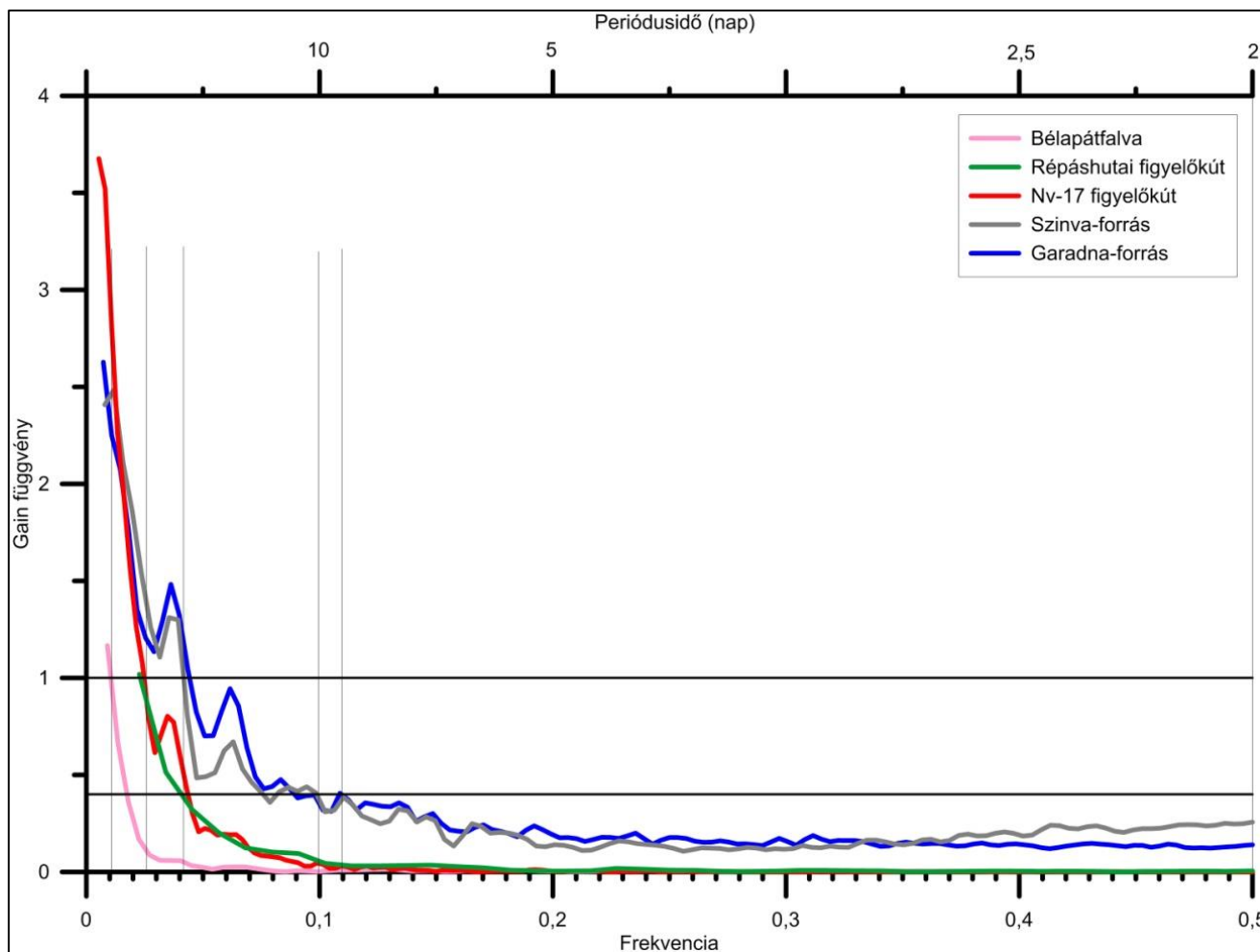
FÁZIS FÜGGVÉNY

A BKÉR vízszint-csapadék idősorain végzett keresztkorrelációs vizsgálatok és a fázis függvény elemzések segítségével elérési időkből áramlási sebességeket határoztam meg, ami az Nv-17 figyelőkút esetében és a központi Bükkben lévő lefolyástalan terület egészére vertikális áramlási sebesség: 17 - 22 m/nap. Répáshuta Tbp-1 figyelőkútra átlagos áramlási sebesség 8,5 - 10 m/nap.



	A fázis függvényből következő átlagos késleltetési idők (nap)
Szinva-forrás	1,5
Garadna-forrás	1,7
Répáshutai figyelőkút	13
Nv-17 figyelőkút	10,8
Bélapátfalvai figyelőkút	43

GAIN FÜGGVÉNY

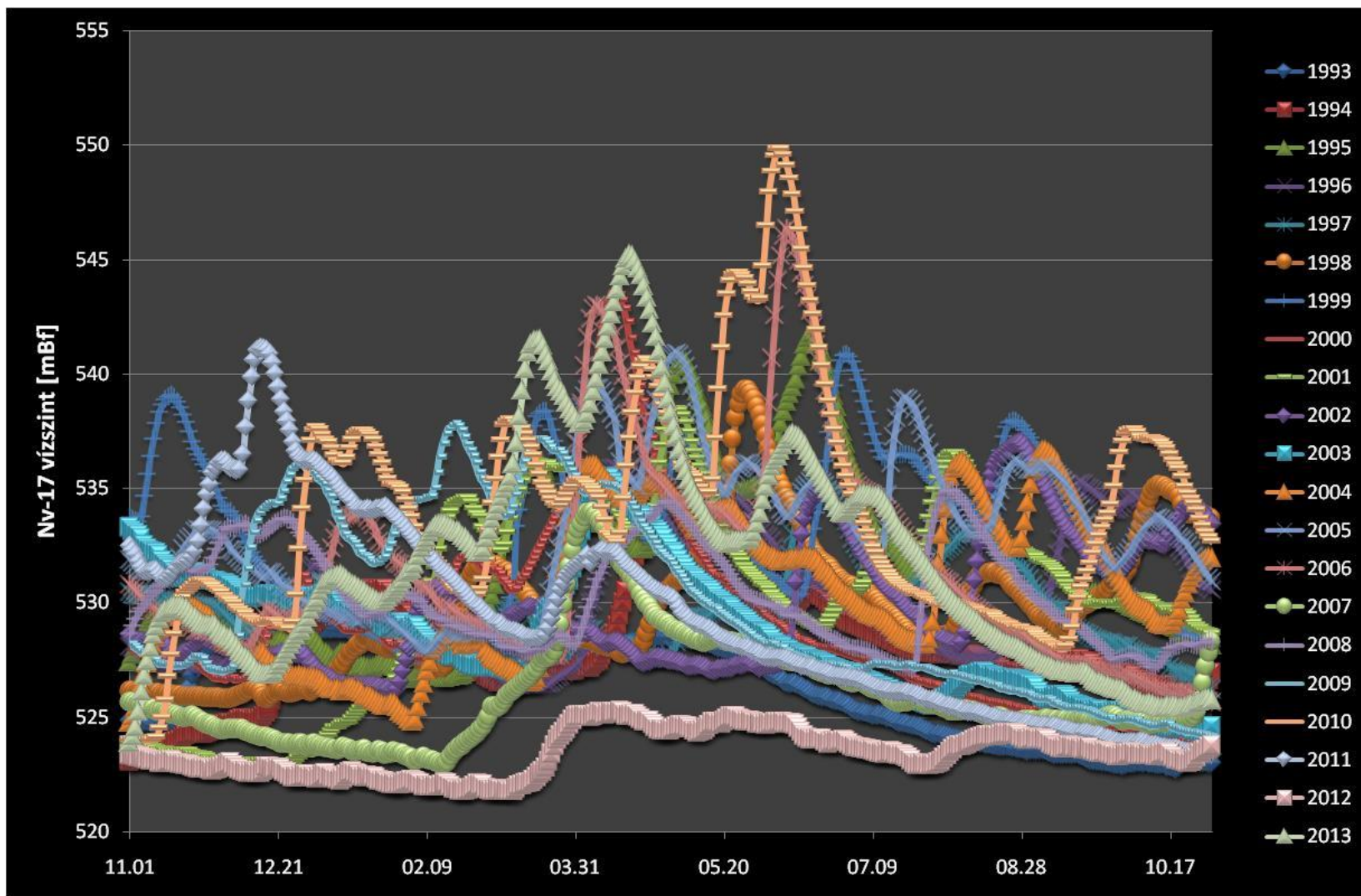


○ 2 jellegzetes pont:

- 0,4: gyors áramlási szakasz
- 1: alap áramlási szakasz

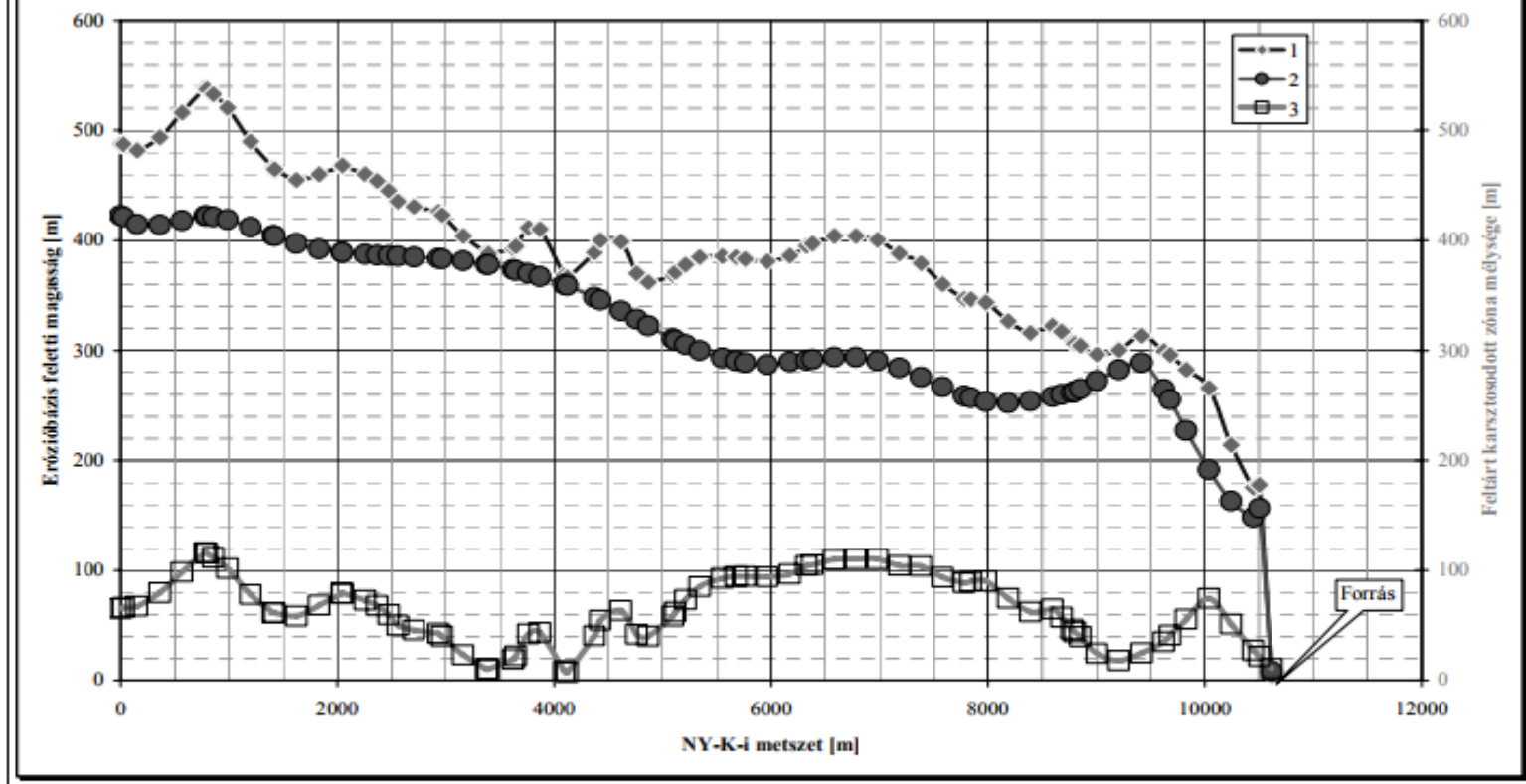
	Gyors áramlás időtartama (nap)	Alap áramlás kezdeti időpontja (nap)
Szinva-forrás	10,2	23,8
Garadna-forrás	9,2	23
Répáshutai figyelőkút	-	44
Nv-17 figyelőkút	-	41,5
Bélapátfalvai figyelőkút	-	109

JELLEGGÖRBÉK



A JÓL KARSZTOSODOTT ZÓNA VERTIKÁLIS MÉLYSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

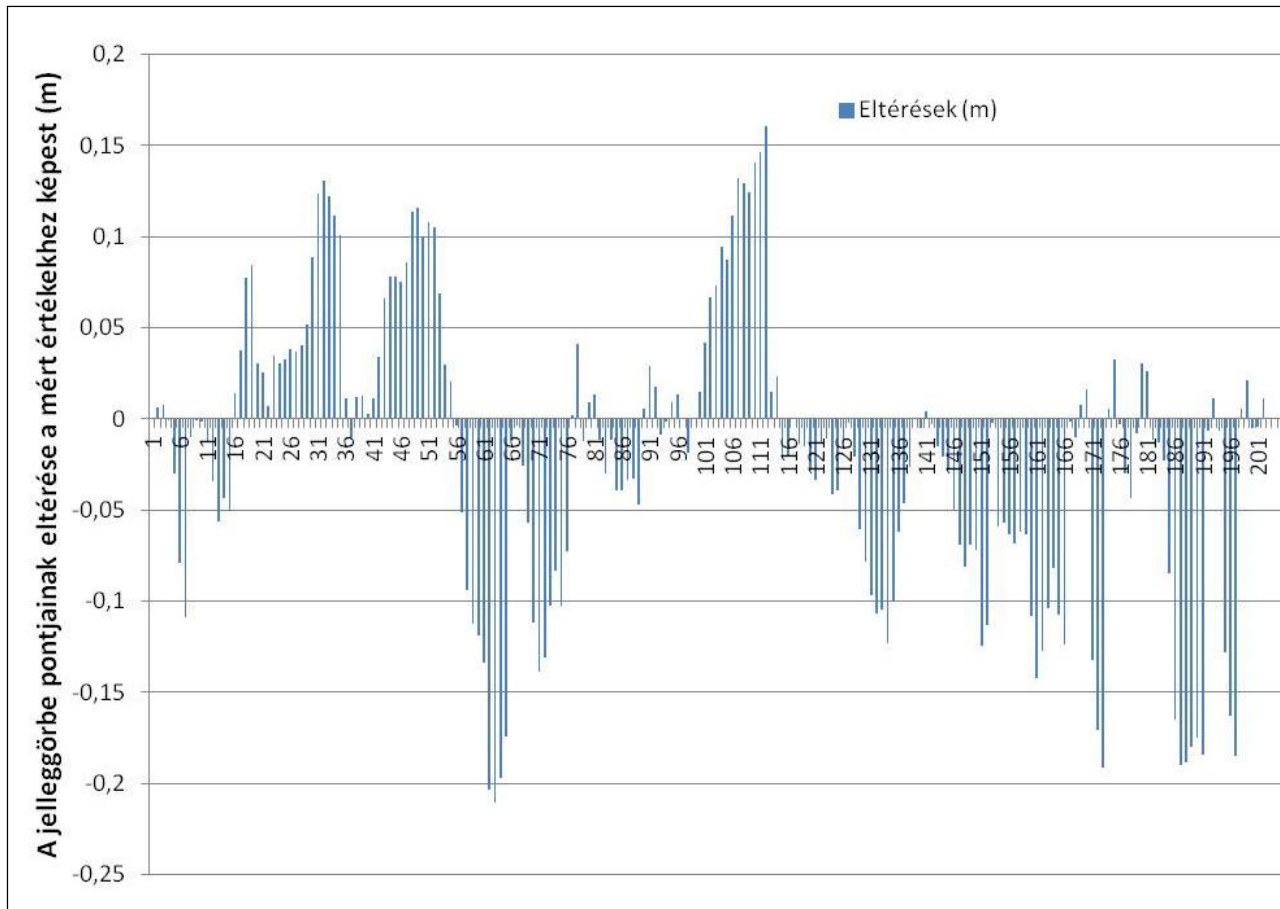
Hernádi et al. 2012



13. ábra: A vízgyűjtők erózióbázisa fölött eddig feltárt karsztosodott zóna [m], A Szinva-forrás rész-vízgyűjtőjéhez tartozó metszet (Lénárt, Hernádi 2011) Jelmagyarázat: 1 barlangbejáratok, víznyelők (töbrök) szintadatai; 2 barlangjáratok, barlangi végpontok szintadatai; 3 eddig feltárt barlangjáratok zónája

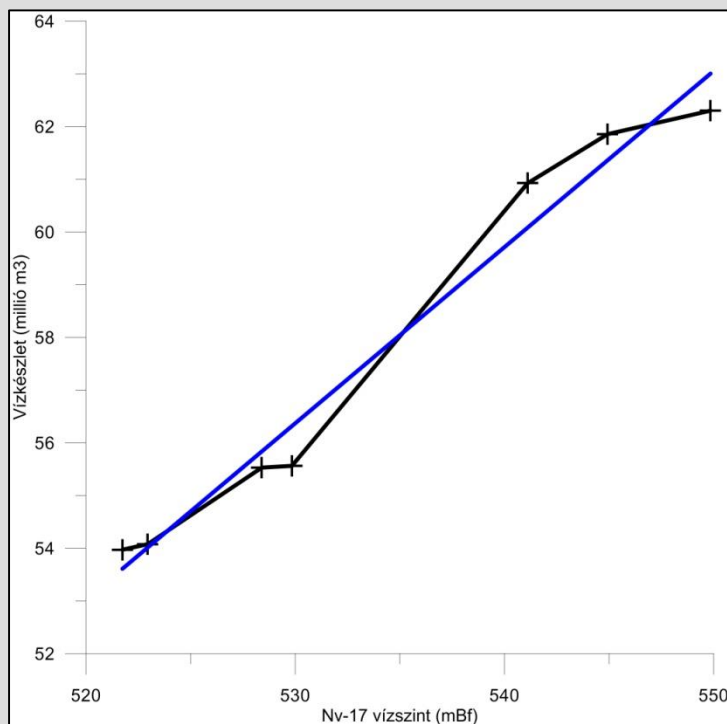
JELLEGGÖRBÉK - ELŐREJELZÉS

- Havi vízkészlet becslés a legrosszabb eset feltételezésével



EREDMÉNYEK - TÉRFOGATSZÁMÍTÁS

Függvénykapcsolatot állítottam fel a Bükkben az Nv-17-figyelőkút vízszintje és a vízkészlet között. A függvényt meghatároztam, (V_k a gyorsan utánpótlódó vízkészlet (millió m^3), V_{sz} az Nv-17 monitoringpont vízszintje (mBf)) ezáltal a dinamikus gyorsan utánpótlódó készlet mennyisége egyetlen vízszintadat alapján bármely időpillanatra kiszámítható.



A vízkészlet és az Nv-17 vízszintje közötti függvénykapcsolat

$$V_k = 0,334 * V_{sz} - 120,7$$

ahol

- V_k a gyorsan utánpótlódó vízkészlet (millió m^3)
- V_{sz} az Nv-17 monitoringpont vízszintje (mBf)

JELLEGGÖRBÉK - ELŐREJELZÉS

- Csapadékmentes időszakban az Nv-17 jelleggörbéje az eddigi mérési tartományon belül (549,8 - 520,5 mBf közötti vízállás esetén, maximum 397 napra) alkalmas a csökkenő vízszintek megbízható (+/- 1 %) előrejelzésére és ezáltal a csapadékmentes időszakban várható gyorsan és lassan utánpótlódó dinamikus készletek változásának előrejelzésére is.





KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!