

# A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) történetének, felépítésének, műszerezettségének, adatmennyiségének áttekintő összefoglalása

Lénárt László<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem (ME), Miskolc

<sup>2</sup>Víz tudományi és Vízbiztonsági Nemzeti Laboratórium, Miskolci Egyetem, Miskolc

\*hgll@uni-miskolc.hu

## Kivonat

A BKÉR-t az ME 1992-ben hozta létre az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság (ÉVIZIG) kérésére, Stéfán Márton főmérnök vezetésével, bükk-i ivóvíztermelők segítségével, a Böcker Tivadar által megkezdett monitoring rendszer folytatásaként. A fő mérési területünk a bükk-i hideg (k.2.1; k.2.3) és a bükk-i termálkarszt víztest (kt.2.1). A műszereket a vízművek által biztosított pénzből az ME vásárolta és helyezte el. A méréseket, feldolgozásokat az ME végzi az érintettek részére. A „projektesedés” miatt többször bővítettük a mérőrendszert, valamint intézményi és vállalati méréseket is átvettünk. A figyelő, hideg vagy meleg karsztvizet termelő kutakat, forrásokat, nem víztermelő forrásokat, barlangok vizeit mérjük. A nem termelő termálkarszt kutak mérőrendszerbe való bevonása a legújabb projektünk célja. A meteorológiai adatok zöme átvett vagy vásárolt. A méréseink döntő mértékben műszerezettek, folyamatosak. Zömük 15 perces, de az 1 percestől a 4 óráig mindenféle előfordul. A műszerpark döntően DATAQUA. A vízszint/víznyomás alapadat, sokszor a víz hőmérsékletet, újabban vízvezetőképesség mérünk. Csapadékot, lég- és talajhőmérsékletet folyamatosan is mértük, kézi mérésekkel a csapadék mennyiségét, halmazállapotát. A mérések közül a 30-32 éves adatsoraink a legjelentősebbek. A projektek időtartamában folyt mérések néhány évesek. A kutatások két tucatnyi tématerülethez sorolhatók. A publikációk száma 100 feletti, s hasonló mértékű a diplomatervek, TDK, PhD dolgozatok, ill. önálló előadások száma. A munkánk támogatóinak rendszeres havi és évi jelentéseket adunk. A kutatásunk végső célja az összes, mintegy 120 helyen, 20 (!) millió mért adat minden kutató vagy döntéshozó számára való teljes elérhetőség.

**Kulcsszavak:** Bükk, karsztvíztestek, mennyiségi monitoring, vízszint/nyomásszint, víz hőmérséklet, víz vezetőképesség, maximum 32 éves adatsok, mintegy 120 hely, 20 millió mért adat

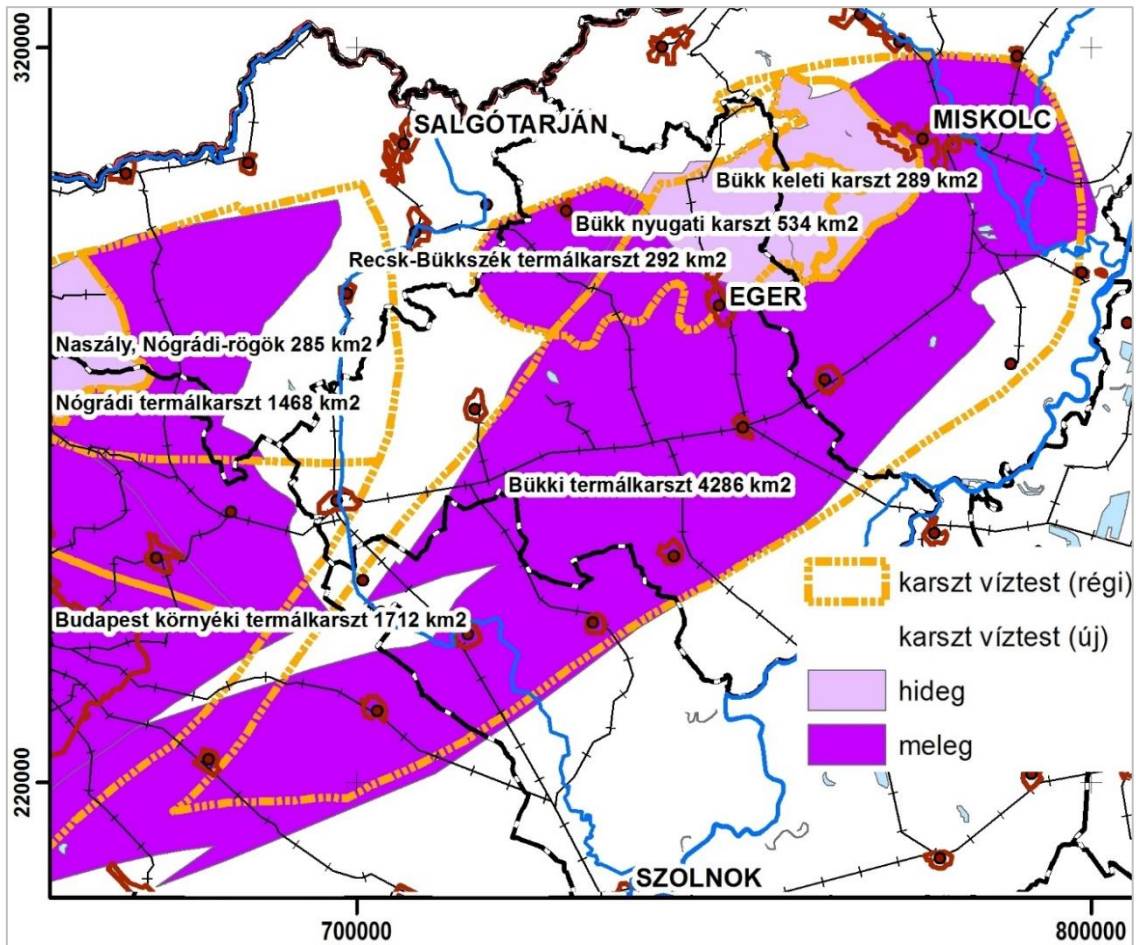
## A BKÉR FELÉPÍTÉSE, MŰKÖDÉSI TERÜLETEI

### 1. A vizsgált terület (1. ábra)

- 1.1. A bükk-i hideg karsztvíz testek (k.2.1 és k.2.2)
- 1.2. A bükk-i termál karsztvíztest (kt.2.1)
- 1.3. A Recsk-bükk-széki termál karsztvíztest (kt.2.5)
- 1.4. Egyéb, főleg karsztos területeken, szakmailag kapcsolódó mérések helyei

### 2. A mérő-feldolgozó rendszer elemei

- 2.1. A Miskolci Egyetem (ME) önálló terepi mérései és azok feldolgozásai bükk-i víztermelők megbízásából (1. táblázat)
  - 2.1.1. Miskolci Vízművek (Rt.), Kft. (MIVÍZ) 1992-2011
  - 2.1.2. Heves Megyei Vízmű Zrt. (HMV) 1992-2019
  - 2.1.3. Északmagyarországi Regionális Vízművek Zrt. (ÉRV) 1992-ma is
  - 2.1.4. Mezőkövesdi Városgazda (Rt.) Zrt. 1999-ma is
  - 2.1.5. Miskolci Egyetem 2002-2007
  - 2.1.6. Recski Ércbányák Rt. 2002
  - 2.1.7. PannErgy Nyrt. 2012-ma is
- 2.2. A ME közös terepi mérései és azok egyetemi feldolgozásai projektek keretében
  - 2.2.1. NATO SQUASH projekt, 2000-2004



1. ábra. A vizsgált víztestek (VKI 2014 alapján Hernádi B., 2017)

	1992	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Gyurkó Péter önk. képvis.	T																															
MIVÍZ-1 (hidegvíz) (Rt.) Kft.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	
HMV (Rt.) Zrt.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
ÉRV (Rt.) Zrt.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Mezőkövesdi VG (Rt.) Zrt.								V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
NATO - Tudomány a békéért								P	P	P	P	P																				
Smaragd-GSH Kft. - VIMORE									P	P	P	P	P	P	P	P																
Miskolci Egyetem										V	V	V	V	V	V																	
Recski Ércbányák Rt.										P																						
MIVÍZ-2 (hévíz)(Rt.) Kft.													V	V	V	V	V	V	V	V												
Bükk - Karsztvízbiztonság																P																
Miskolc - Diagnosztika																	P	P	P													
HUSK/1001/2.1.2/0058																		P	P	P												
PannErgy Nyrt.																			G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Bükk - Kútfő																				P	P	P										
Innovíz																											P	P	P	P		
Nemzeti Vízlabor																															P	P

1. táblázat. A BKÉR és a MKGM (Mályi-Kistokaji Geotermikus Monitoring) támogatottsága (Jelmagyarázat: V: A BKÉR víztermelők általi támogatása; G: A MKGM PannErgy Nyrt. általi támogatása; P: Projekt támogatások; T: Egyéni támogatás)

2.2.2. VIMORE projekt, 2001-2008

2.2.3. Karsztvízbiztonság és miskolci diagnosztika projektek, 2007-2011

2.2.4. HUSK árvízi projekt, 2011-2013

2.2.5. Kútfő projekt 2013-2015

2.2.6. Innovíz projekt 2018-2021

- 2.2.7. Nemzeti vízlabor projekt 2022-2023
- 2.3. Egyéni kutatások keretében végzett rövid idejű, „expedíciós” mérések
- 2.4. Kapott terepi mérések, miskolci egyetemi feldolgozások
  - 2.4.1. MÁFI mérések (Hór-völgy, úszós mérések)
  - 2.4.2. Távlati vízbázis mérések (Kisgyőr)
  - 2.4.3. ÉRV Zrt. mérések (Hór-völgy, felújított MÁFI kutakban DATAQUA mérések, Huta-kút, kácsi figyelőkút kézi mérései)
  - 2.4.4. HVM Zrt. mérések (Felsőtárkány, Sz-4, Eger, Petőfi-tér 1. kút, Lök-völgyi kutak, kézi mérések)
  - 2.4.5. MIVÍZ Kft. mérések (a diagnosztikai vizsgálatok kutjainak egy részéből)
- 2.5. DNY-i Bükk egyéni mérései, egyéni kapcsolatok keretében (Egerszalók, Demjén)
- 2.6. Üzemi mérések, melyek teljessé tehetnék a mérési rendszert
  - 2.6.1. MIVÍZ, a diagnosztikai vizsgálatok további kutjainak folyamatos mérési adatai
  - 2.6.2. ÉRV figyelőkutak folyamatos mérési adatai
  - 2.6.3. HVM figyelőkutak folyamatos mérési adatai
  - 2.6.4. Termásvíztermelő kutak mérési adatai, akikkel még nincs élő kapcsolat
  - 2.6.5. Használton kívüli termelő és figyelő kutak mérései (Nemzeti Vízlabor keretében folyamatban lévő mérési hely bővítések)

### 3. Mérési helyek típusai

- 3.1. Karsztvízszint figyelő kutak (2b. ábra)
- 3.2. Karsztvíz termelő kutak
  - 3.2.1. Hideg karsztvizet termelő kutak
  - 3.2.2. Meleg karsztvizet termelő kutak (2c,d,e. ábra)
- 3.3. Karsztvíz termelő források
  - 3.3.1. Hideg karsztvizet termelő források (2a. ábra)
  - 3.3.2. Meleg karsztvizet termelő források
- 3.4. Karsztvíz termelésbe be nem kapcsolt források
- 3.5. Barlangok vizei (2f. ábra)



2a. ábra. DATAQUA mérőműszer a Garadna-forrásban; 2b. ábra. Az NV-17 karsztvízfigyelőkút kútfeje a DATAQUA és a kézi mérőeszközzel (Fotó: Lénárt László)



2c,d. ábra. Becsavarozott DATAQUA mérőeszközök termálkarsztkutak kútfejein  
(Fotó Lénárt László)



2e. ábra. Alul becsavarozott, felül a tolózárig belógatott DATAQUA mérőműszer termálkarsztkút kútfején (Fotó Lénárt László);

2f. ábra. Barlangban elhelyezett DATAQUA mérőeszközök (Fotó Juhász Béla)

#### 4. Mérési formák

##### 4.1. Műszeres, folyamatos

4.1.1. Dataqua, DATAQUA 2000 (azokon belül is különböző típusok)

4.1.2. DIVER

4.1.3. HYDRA

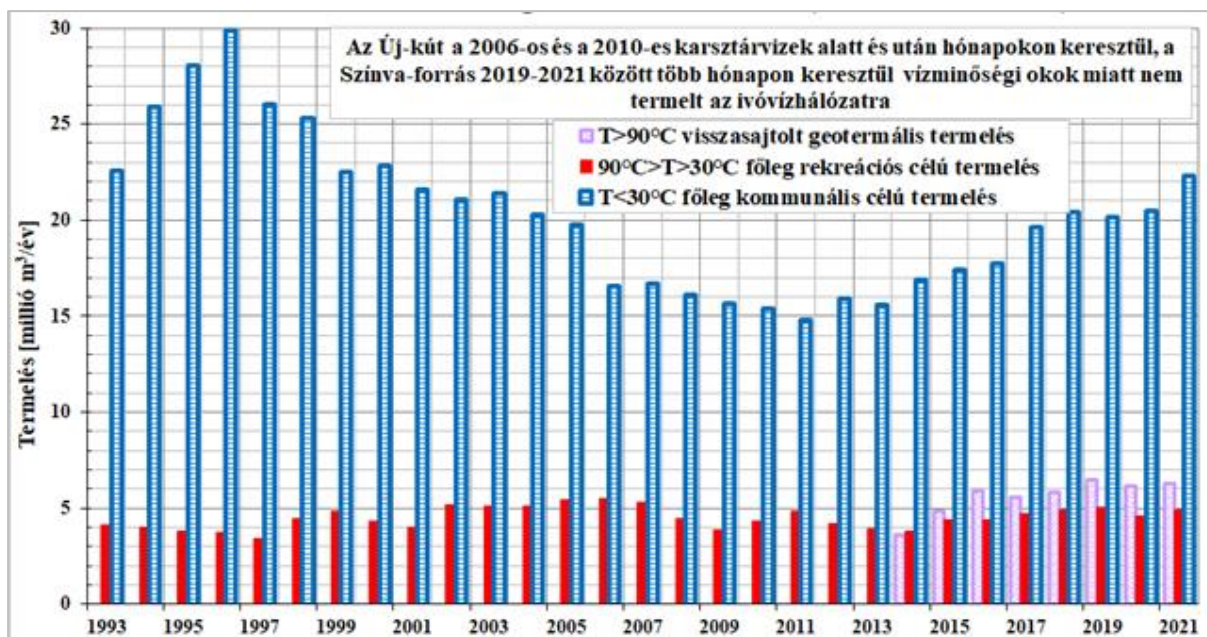
4.1.4. Automata csapadékmérő állomás mérései

##### 4.2. Összegző

4.2.1. Radon (Rn) filmek

4.2.2. Termelési adatok (3. ábra)

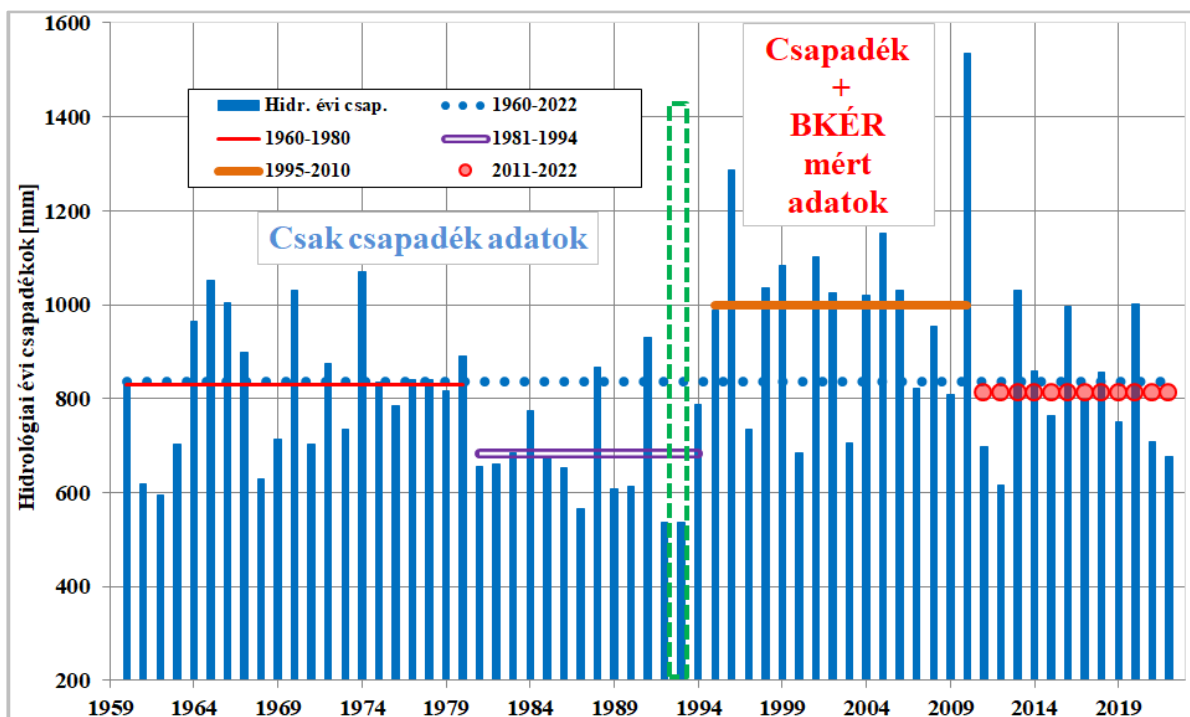
##### 4.3. Kézi szintmérések



3. ábra. Az ismert karsztvíztermelés és visszasajtolás a bükki víztestekben, hőmérséklet szerinti megoszlásban (Víztermelői adatok, BKÉR, 2023)

## 5. Mért paraméterek

- 5.1. Vízzint
- 5.2. Víznyomás
- 5.3. Vízhőmérséklet
- 5.4. Víz vezetőképesség
- 5.5. Víz Rn-tartalom
- 5.6. Csapadék mennyiség (4. ábra)

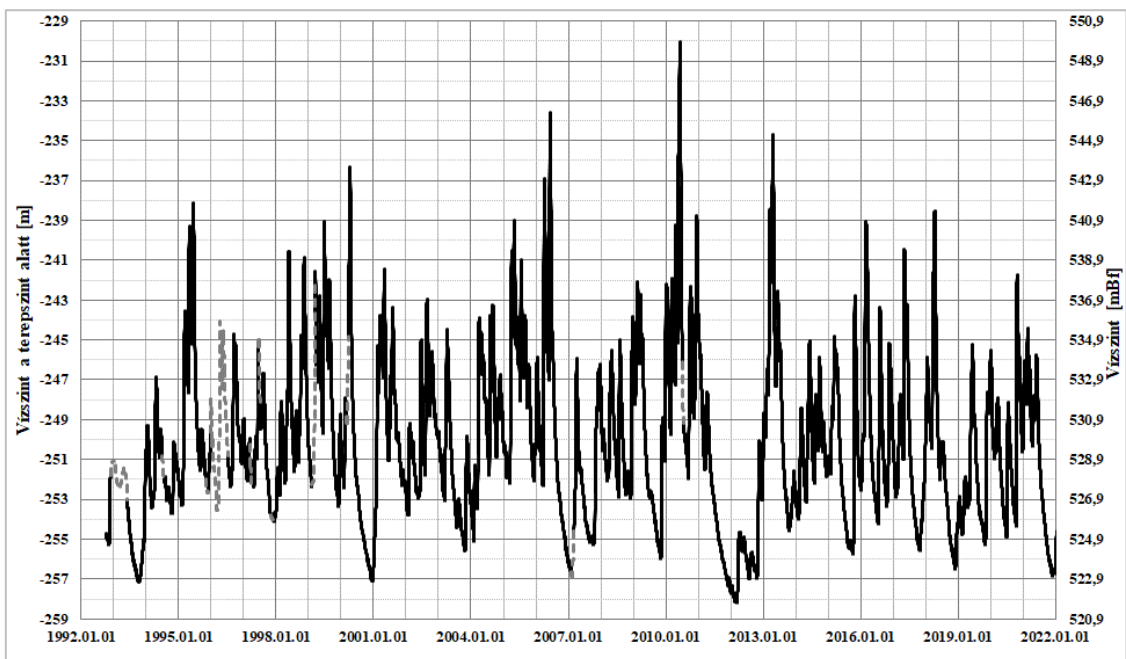


4. ábra. A jávorkúti (adathiány esetén bánkúti) csapadékmérő állomás hidrologiai évi értékei, a BKÉR mérési időszakának feltüntetésével

- 5.7. Csapadékforma
- 5.8. Léghőmérséklet
- 5.9. Talaj hőmérséklet

## 6. Mérési időtartam

- 6.1. Tartós, állandó mérések, feldolgozások (5. ábra)
- 6.2. Tartós, újraindított mérések, feldolgozások
- 6.3. Projekt időtartamát tekintve tartós mérések, feldolgozások
- 6.4. Projekt időtartamát tekintve eseti mérések, feldolgozások
- 6.5. „Expedíciós” jellegű mérések, feldolgozások
- 6.6. Próba mérések, feldolgozások
- 6.7. Szakmailag számunkra érdekes mérések a mi kölcsönadott műszereinkkel, saját feldolgozások



5. ábra. A BKÉR legfontosabb (alap) mérőhelye, az Nv-17 terep alatti és mBf-i vízszintekkel  
(Jelmagyarázat: folyamatos vonal: mért adatokból számított napi átlag; szaggatott vonal: adatpótlás)

## 7. Feldolgozási formák

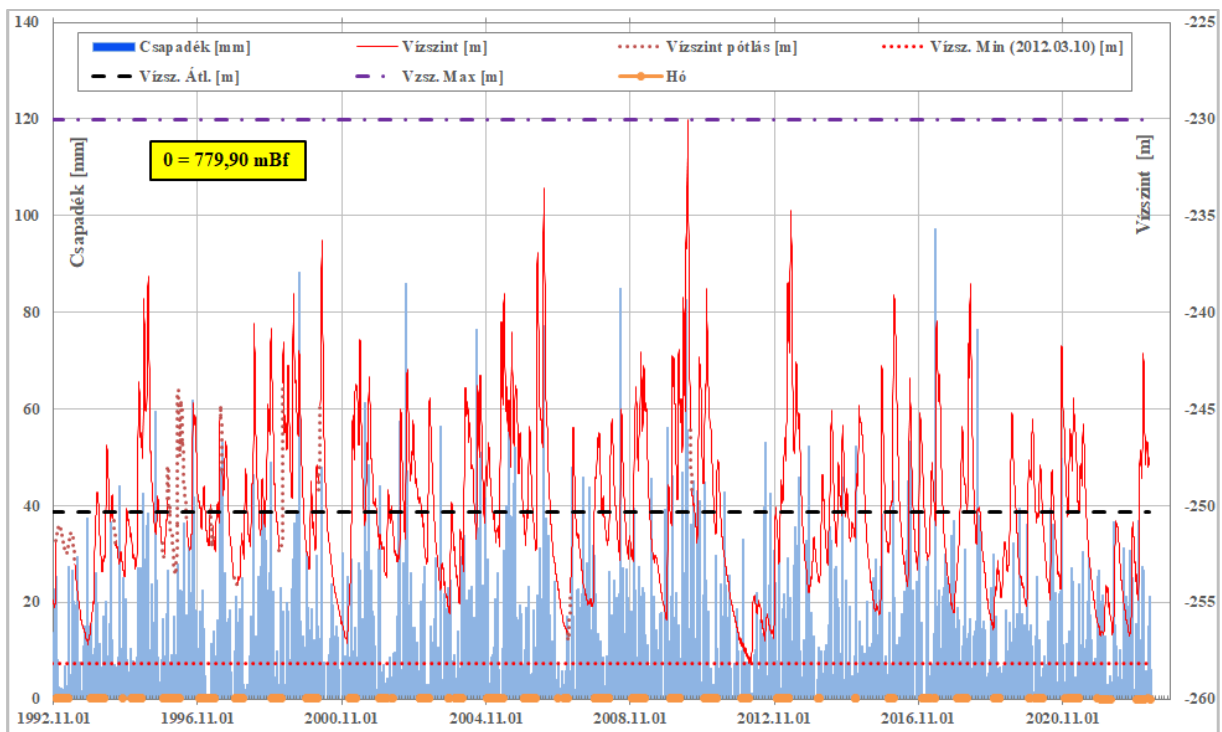
- 7.1. Műszerekből adatkinyerés, ellenőrzés, archiválás
- 7.2. Mérés utáni konvertálás, alapfeldolgozás (6. ábra)
- 7.3. Havi jelentéshez feldolgozás, előrejelzési céllal
- 7.4. Évi jelentés a megbízóknak és az Émvizig-nek
- 7.5. Egyéb jelentések (projektekhez, árvízvédelemhez)
- 7.6. Adatbázis építés
- 7.7. Publikációk, előadások számára célzott vizsgálatok
- 7.8. Egyetemi TDK, záró, diploma, PhD dolgozatokhoz adatok biztosítása
- 7.9. A BKÉR fenntartására fordított egyéb tevékenységhez dokumentációk készítése

Észlelési hely neve:	Kács-Tükör-forrás	Dátum	Napi átlag [m]	Napi átlag [°C]	Napi átlag [mS/cm]
file azonosító	3B4253A7	2018.08.30	-0,316	22,14	0,508
CSATORNA: 2	vízszint	2018.08.31	-0,319	22,13	0,508
CSATORNA: 0	hőmérséklet	2018.09.01	-0,318	22,10	0,509
CSATORNA: 4	fajl. vezető képesség	2018.09.02	-0,317	22,13	0,509
start:	2018.08.30. 9:00	2018.09.03	-0,314	22,15	0,509
stop:	2018.12.29. 18:30	2018.09.04	-0,311	22,13	0,507
adatok száma:	5828	2018.09.05	-0,312	22,15	0,506
mérési ciklus	30 perc	2018.09.06	-0,309	22,16	0,506
telep állapota:	87,2 % 3,18 V	2018.09.07	-0,309	22,13	0,507
Idő adatok nyári időszámítás szerint!		2018.09.08	-0,315	22,12	0,507
		2018.09.09	-0,317	22,13	0,506
		2018.09.10	-0,315	22,11	0,508
		2018.09.11	-0,315	22,11	0,507
		2018.09.12	-0,312	22,10	0,507
		2018.09.13	-0,305	22,06	0,509
		2018.09.14	-0,307	22,07	0,508
		2018.09.15	-0,310	22,10	0,507

6. ábra. Napi átlagokká konvertált adatok waq kiterjesztésű műszer file-ból xls file-ba

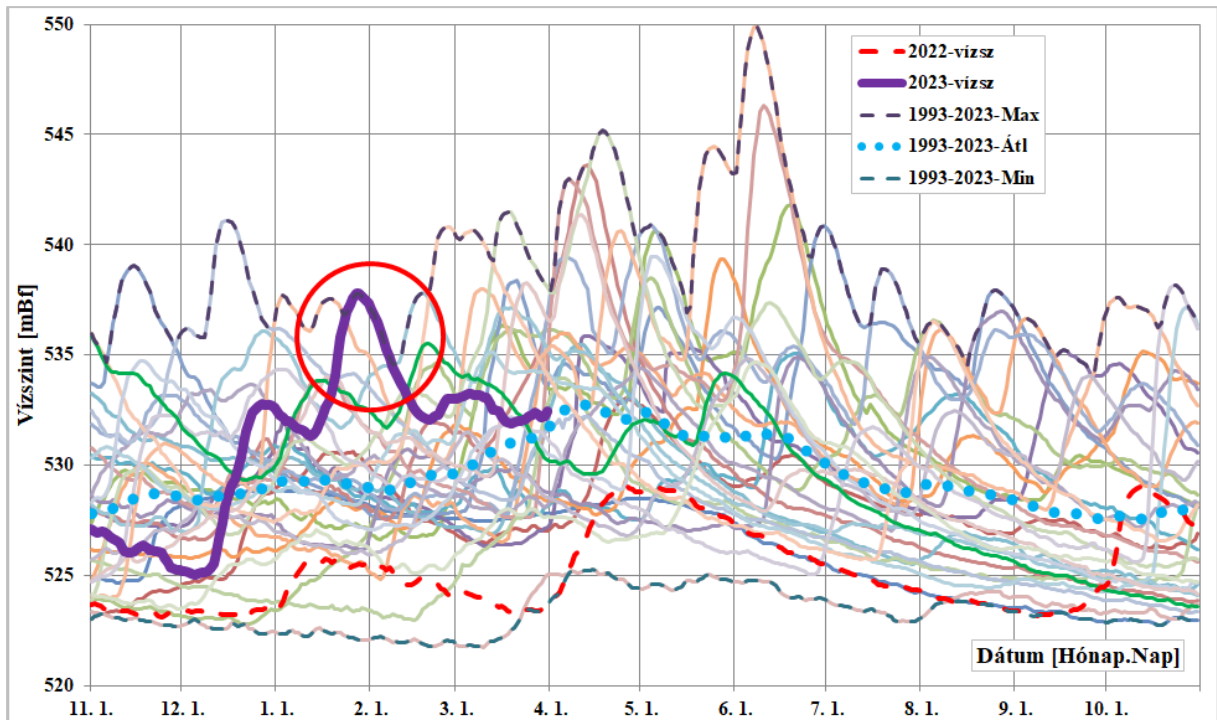
## 8. Összefoglaló munkaterv

- 8.1. Az összes műszer által mért adat archiválása
- 8.2. Az összes konvertált adat saját mérőhelyre való teljes feldolgozása
- 8.3. Minden mérőhely teljes adatsorának előállítását mért (rögzített) adatokkal és/vagy napi átlagokkal (7.- 8.- 9. ábra)

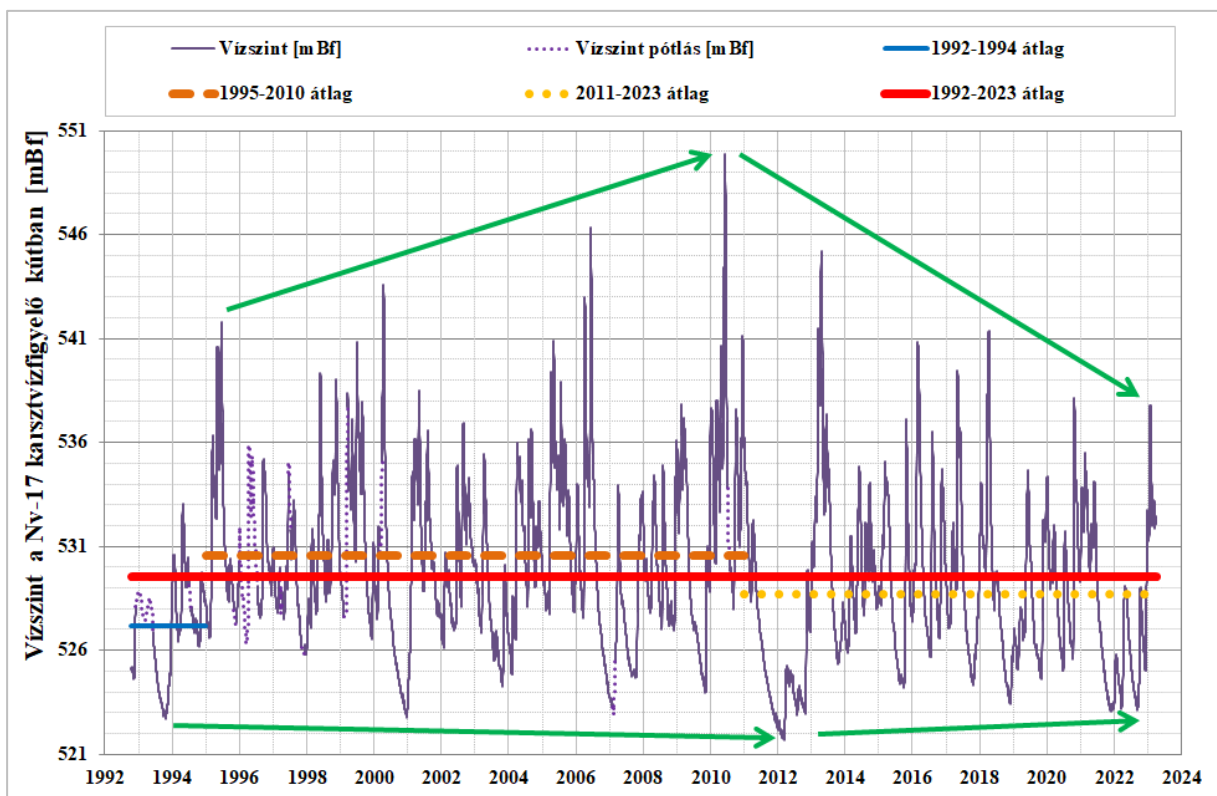


7. ábra. A BKÉR legfontosabb (alap) mérőhelye, az Nv-17, terep alatti vízszintekkel, a jávor-kúti csapadékmérőállomás adataival

(Jelmagyarázat: folyamatos piros vonal: napi átlagos vízszint; szaggatott: adatpótlás; kék oszlopok: napi csapadékösszegek; sárga pont: hó formában hullott csapadék)



8. ábra. A hidrológiai év azonos napjain mért vízszintek az Nv-17 figyelőkútban, az átlagok, valamint a maximumokból és minimumokból szerkesztett burkológörbék 1992-2023. (A 2023-as vízszint kiemelt szakasza abban az időben az azonos naptári napon mért vízszintek maximális értékeit jelzi)

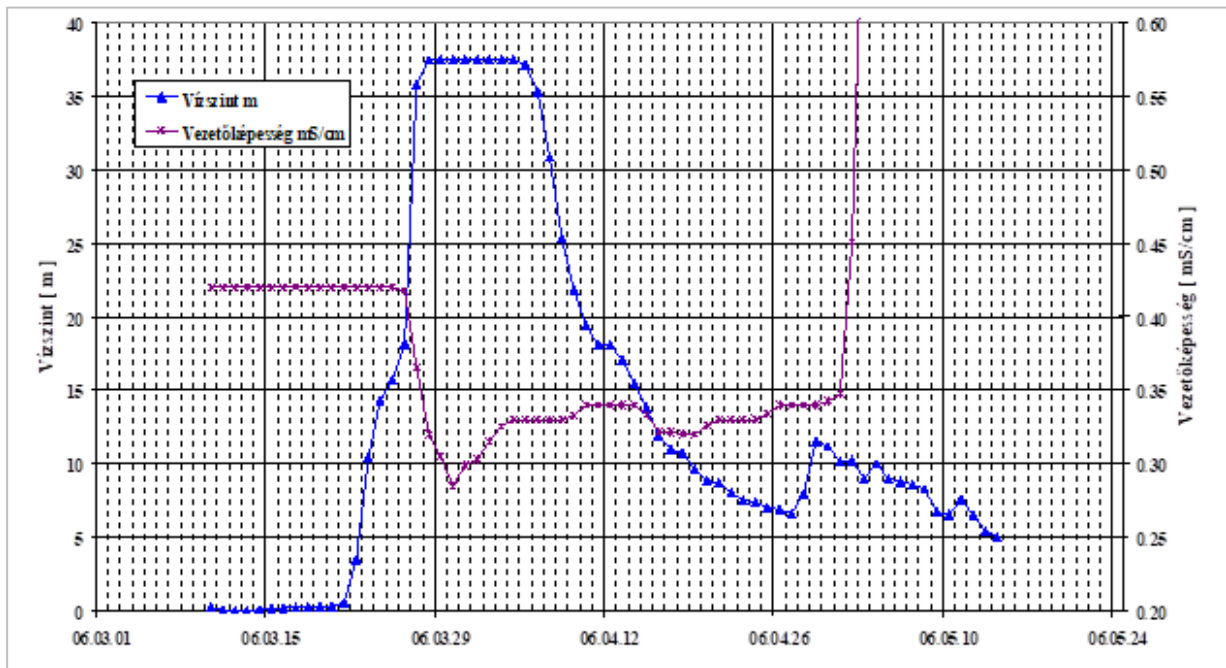


9. ábra. Az évi csapadékok alapján kijelölt szakaszokhoz illesztett vízszint szakaszok a Nv-17 karsztvízszint figyelő kútban 1992-2023 között

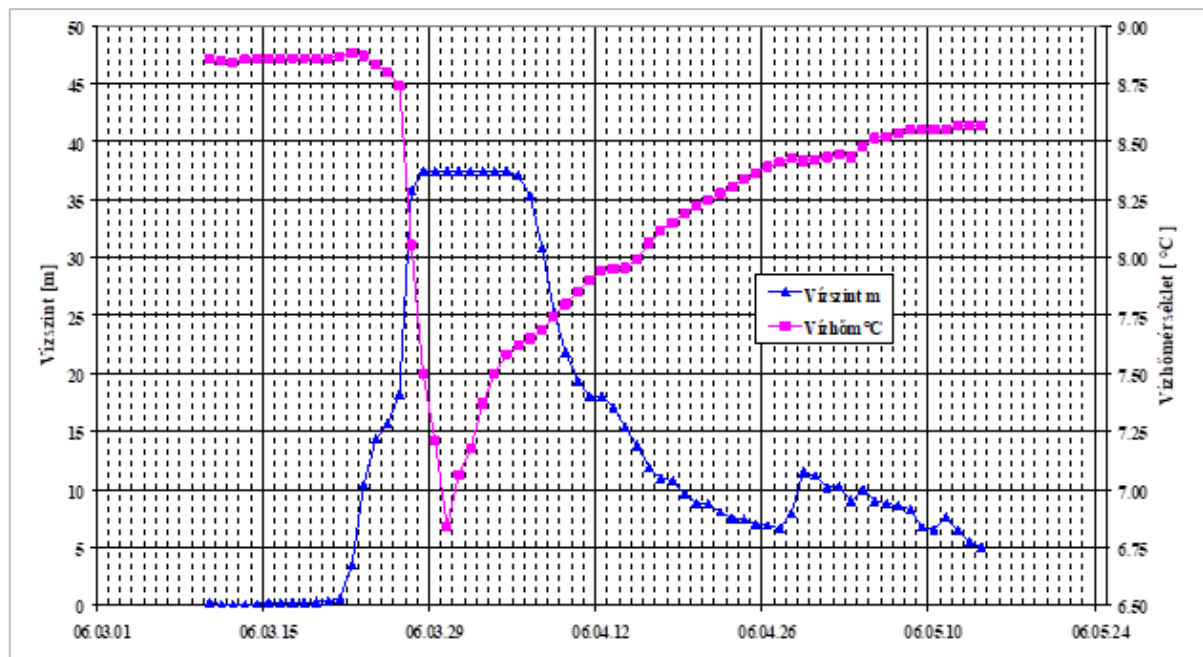


8.4. Egy mérőhely teljes adatsorából valamilyen szempontból jellemző rövidebb szakasz feldolgozása mért (rögzített) adatokkal (10.- 11.- 12. ábra)

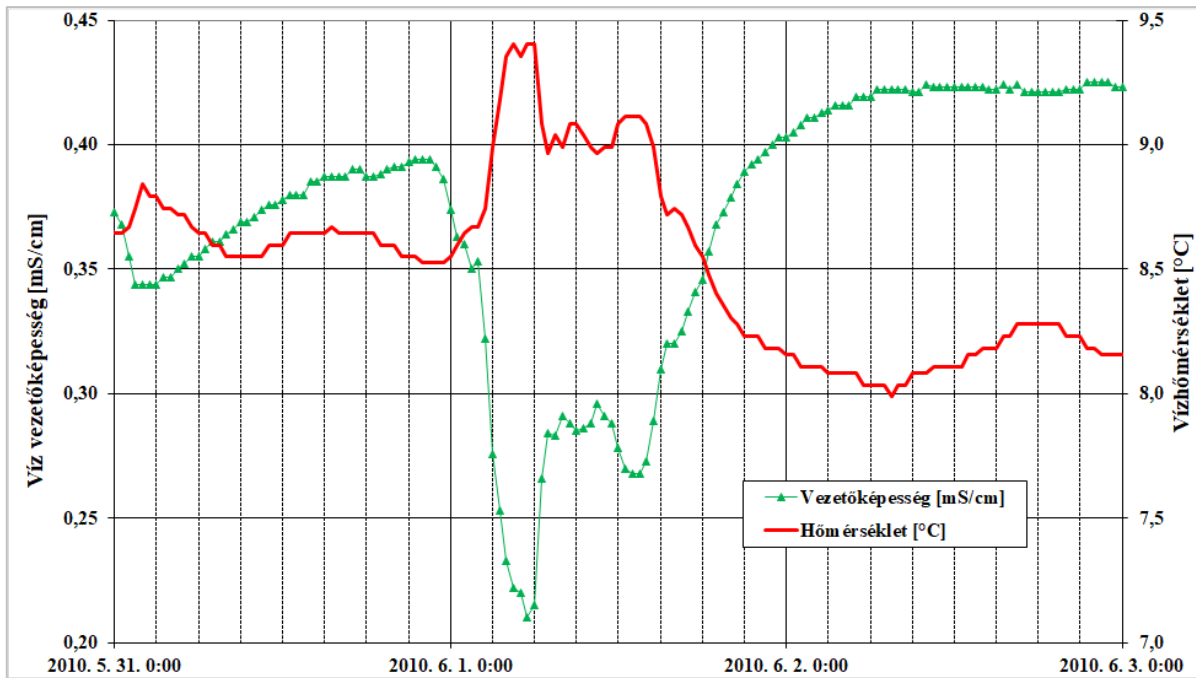
8.5. Több mérőhely valamilyen szempontból való együttes feldolgozása teljes adatsorokra napi átlagos adatokkal (13. ábra)



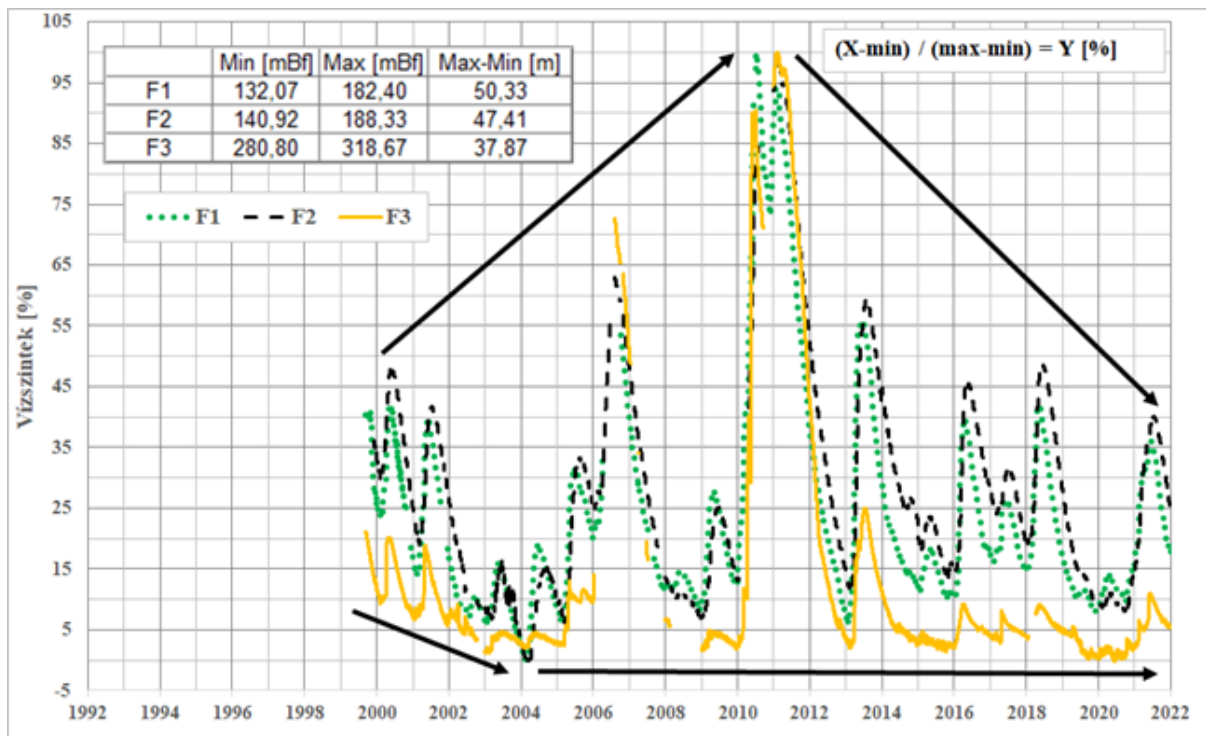
10. ábra. Az István-lápai-barlang 4. szifonjában mért relatív vízszint (a tetőpont a szifon felső pereme) és víz vezetőképesség változás a tavaszi hóolvadáskor 2006-ban



11. ábra. Az István-lápai-barlang 4. szifonjában mért vízszint és víz hőmérséklet változás a tavaszi hóolvadáskor 2006-ban

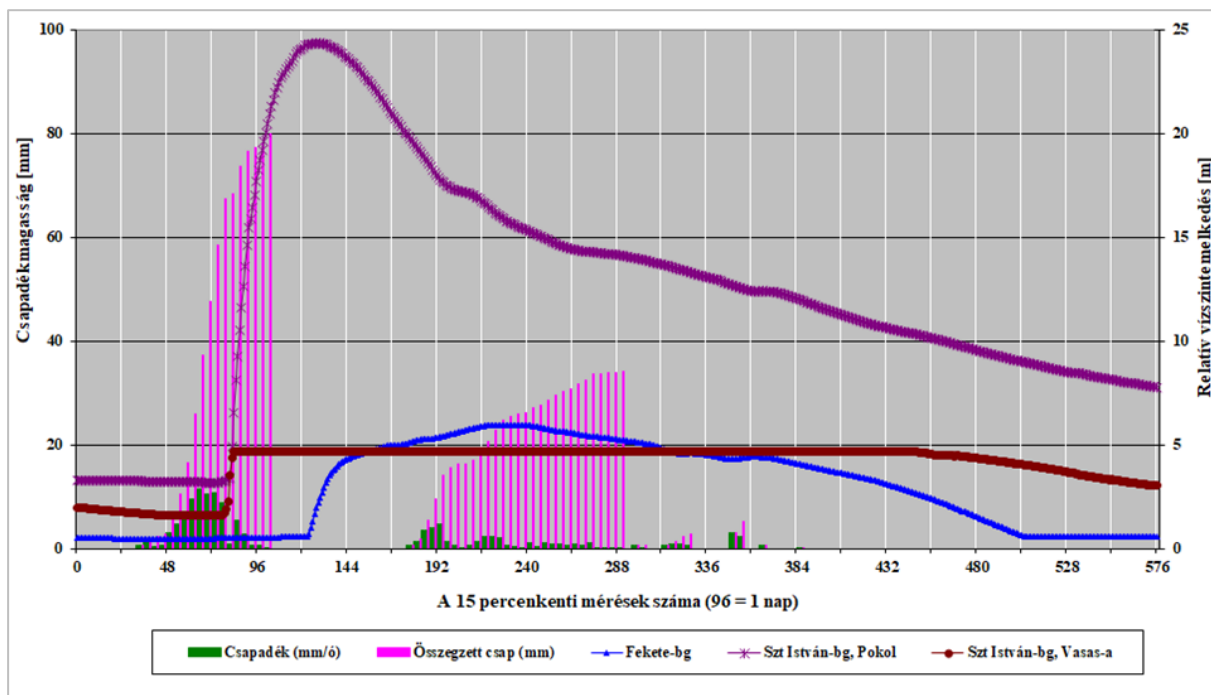


12. ábra. Nyári karsztárvíz során mért vízhőmérséklet és víz vezetőképesség változás barlang patakos ágában

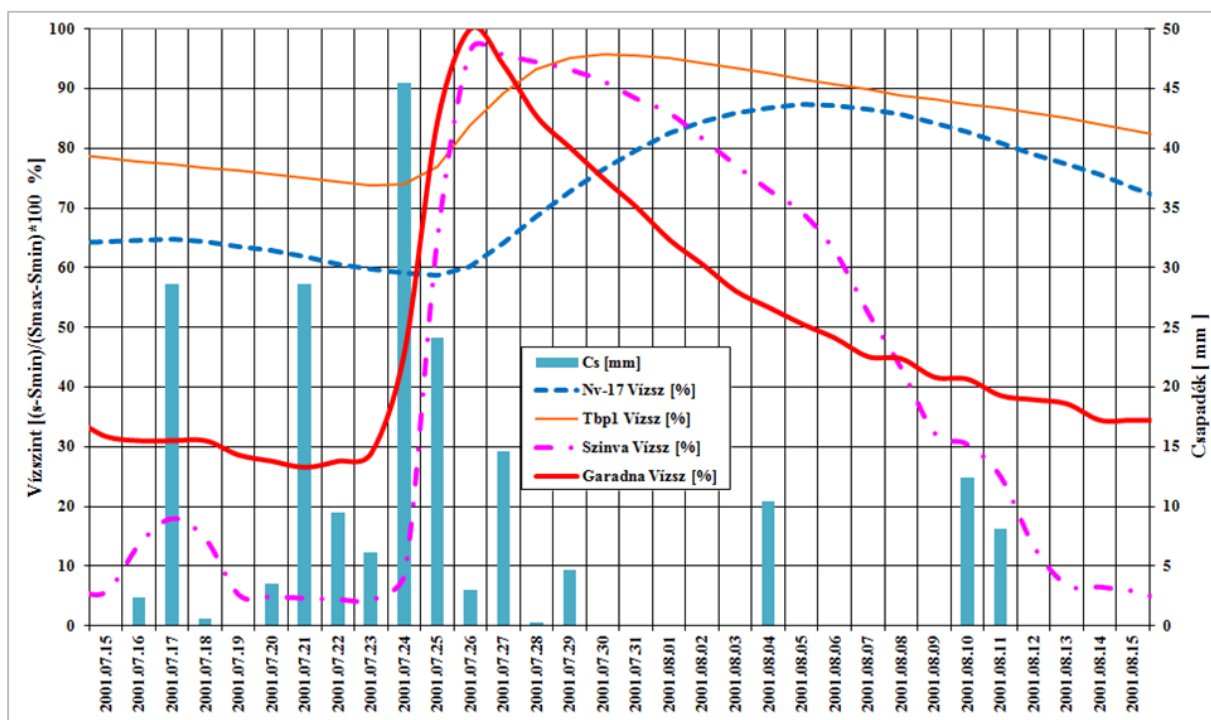


13. ábra. A kisgyőri távlati ivóvízbázis figyelő kutjaiban mért vízszintek együtt ábrázolva

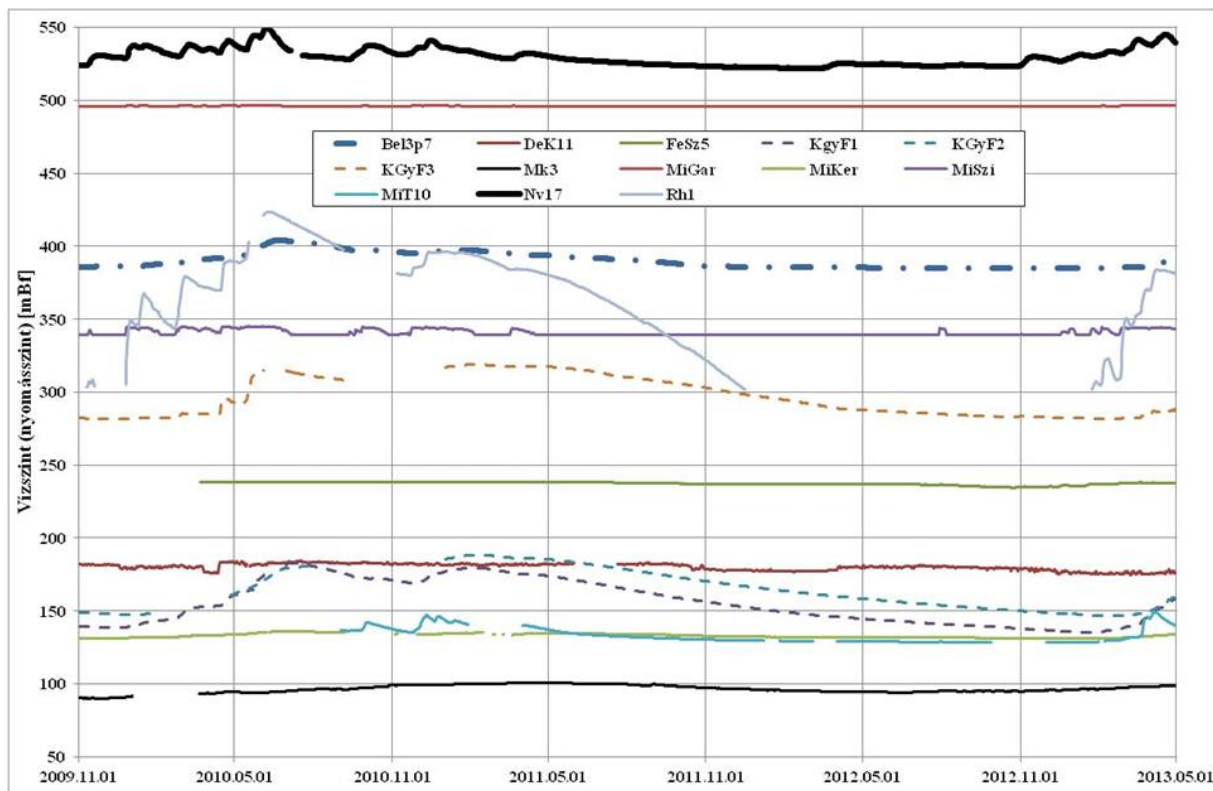
- 8.6. Több mérőhely valamilyen szempontból való együttes feldolgozása jellemző, rövidebb adatsorokra mért (rögzített) adatokkal (14.- 15.- 16. ábra)
- 8.7. Az összes adatsor teljes adatsorának közlése napi átlagokkal nyomtatott és/vagy digitális formában
- 8.8. Jellegzetes (pl. karsztárvíz esetében) kialakult ár hullámok bemutatása a mérési (rögzítési) gyakoriságú adatokkal nyomtatott és/vagy digitális formában



14. ábra. A 2006. évi nyári karsztárvíz barlangi mérőhelyeken, a 15 perces mérések adataival



15. ábra. Figyelőkutak (Nv-17; Tbp1) és források (Szinva; Garadna) reagálása a jávorkúti csapadéokra



16. ábra. 13 mérőhely napi átlagos vízszintjei mBf-i szintben megadva a tetőhelyzeti és a legalsó mért szintek között

## A BÜKKI KARSTVÍZSZINT ÉSZLEŐ RENDSZERT (BKÉR) KIALAKÍTÁSA, FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE, KAPCSOLÓDÁSAI

A Bükki Karsztvízszint Észleő Rendszert (BKÉR-t) a Miskolci Egyetem 1992-ben hozta létre az Észak-magyarországi Vízügyi Igazgatóság (ÉVIZIG) kérésére, Stéfán Márton főmérnök vezetésével, a bükki ivóvíztermelő szervezetek segítségével, a Böcker Tivadar által megkezdett monitoring rendszer felhasználása, folytatása, továbbfejlesztése céljából.

A figyelő (monitoring) rendszer szükségességét az is alátámasztotta, hogy 1981-1994 között a Bükkben nagyon csapadékhiányos időszak volt (4. ábra), mely a biztonságos karsztvíztermelést nagymértékben veszélyeztette. Szükségessé vált a meglévő (1978-1981 között mélyített, Böcker-féle) karsztvízszint figyelő kutak és egyéb mérőhelyek műszerekkel való felszerelése, folyamatos észlelése, az adatok rendszeres felhasználása a karsztvíztermelés szabályozásában. (A Böcker-féle kutakban az elkészülte után csak többé-kevésbé rendszeres kézi mérések történtek a műszeres figyelő rendszer kiépítéséig.)

Ez a rendszeres, műszeres mérési és feldolgozási munka ma is tart, részben más szereplőkkel is (1. táblázat). Ez azt jelenti, hogy az indulást és anyagi támogatást biztosító vízművállalatok száma lecsökkent és a kiesetteket csak részben sikerült pótolni. A gazdasági nehézségeket különböző egyetemi projekteken való kisebb-nagyobb szerepvállalással (és a projektvezetők támogató hozzáállásával) részben csökkenteni tudjuk pl. a műszerjavítások, műszerbeszerzések projektbe való beépítésével, megbízásokkal, de pillanatnyilag a mérőrendszer működtetése a kezdetekhez képest sokkal nehezebb.

A mérőrendszer „életben tartásában” pillanatnyilag meghatározó a BKÉR és a PannErgy Nyrt-cégei által finanszírozott Mályi-Kistokaji Geotermikus Monitoring (MKGM) működtetésének részbeni átfedése, illetve a mérőrendszerben aktív mérő-feldolgozó résztvevők szakmai elhivatottsága.

Sajnálatos módon a figyelő rendszert „kitaláló” ÉVIZIG (ma ÉMVIZIG) szakmai érdekvédelmi tevékenységének helyzete 1992-höz képest jelentősen megváltozott, ill. a vízművállalatoknál a napi pénzügyi problémák miatt csökkent a hosszútávú gondolkodásra fordítható kutatási összeg.

Mindezek ellenére a mérések folynak, az adatcserék (csapadékadatok, termelési értékek, vállalati, intézményi mérésű vízszintek átadása-átvétele) a résztvevők között – sokszor a kiértékeléseket jelentősen megnehezítő hiányosságokkal – megtörténnek, a havi jelentéseket és a kötelező mérési adatszolgáltatásokhoz az adatokat a vízművek és az ÉMVIZIG megkapják, valamint a megbízó vízművek és az ÉMVIZIG az éves jelentéseket is megkapják. (Ez utóbbi elkészítésénél késések sajnos az utóbbi időben előfordulnak.) A kapcsolódó projektekben jelentéseket, jelentés részeket készítünk, valamint a Miskolc MJV árvízvédelmi tevékenységét – kérsre – a meglévő adatainkkal és a várható karsztvízszintek közlésével segítjük.

A BKÉR és a MKGM mérési rendszeréhez szakmailag kapcsolódó további vállalati adatokat (vízszint/víznyomás, víz hőmérséklet, víztermelés) igyekszünk megszerezni (részben saját mérésünkkel) és azokat igyekszünk a kutatásainkban együtt vizsgálva felhasználni. (Régebben pl. a „SQUASH Tudomány a békéért” magyar-román érintettségű, belga vezetésű, 2000-2004 között folyt NATO projektből olyan műszereket is sikerült beszerezni, melyekből még erdélyi barlangos mérésekre is tudtunk műszert kölcsönadni – adatért cserébe. Bár az említett mérések nem képezik sem a BKÉR, sem a MKGM törzs részét, az adatokat elmentjük, azok tapasztalatait felhasználjuk és a tervezett közzététel során ezekkel is számolunk.)

Feltételezzük, hogy a bükki karszt és a mátrai vulkanitok alatti karszt hidraulikailag nem teljesen független egymástól a Darnó-zóna ellenére, ezért a recski aknában és a mátradereskei Rm-18-as figyelőkútban is megindítottuk a méréseinket a Recsk-Bükkszék termálkarszton, (kt.2.5 termálkarsztos víztestben), de ez a munka sajnos elhalt. Pillanatnyilag a bükkszéki termálkarszt figyelőkút adatainak a felhasználásával szeretnénk továbblépni ebben a kérdéskörben.

Sajnos, a közös munkák nem mindig jártak sikerrel. A MÁFI 20-30 évvel ezelőtti Hór-völgyi mérési adatainak méréstechnikai problémáit nem sikerült visszamenőleg orvosolnunk, így azok örökre elvesztek. (Ilyen gondok miatt igyekszünk minden értelmezhető adatot elmenteni még akkor is, ha az nem tartozik szorosan az általunk végzett bükki mérésekhez, ill. a feldolgozás köztes lépcsőit is megtartjuk adat biztonsági okokból.)

A mérési terület a két bükki hideg karsztvizet adó víztesten (k.2.1 és k.2.3) és a bükki termálkarszt víztesten (kt.2.1) van (1. ábra), de esetenként – különböző, főleg szakmai okok miatt – a jelzett területen kívül is voltak méréseink, melyek adatait megőrzés céljából a BKÉR-en belül is nyilvántartjuk.

Eredetileg a mérési rendszert működtető vízművek által biztosított pénzből a ME által vásárolt műszerek lettek elhelyezve az adott vízművekhez tartozó mérési helyekre. A méréseket és a feldolgozásokat az ME végezte a vízművek és az Émvizig részére.

A „projektesedés” (1. táblázat) miatt a mérőrendszer bővítése is többször megtörtént, ami a mérési eredményekhez való hozzáférések körét bővítette. Vannak vállalati mérések, amiket rendszeresen vagy időszakonként megkapunk, ill. olyan önálló méréseink, aminek az eredményei a rendszerbe többé-kevésbé beilleszthetők a tulajdonosok jóvoltából. (A rendszer még nem teljes, sok üzemi mérés nem történik meg, vagy az adatok nem kerülnek el az érintettekhez. Jelenleg sajnálatos módon a víztermelőknek alapvetően a saját érdekeik érvényesítése történik, a magyar fenntartható vízgazdálkodás érdekeinek az érvényesítése nem kellően hatékony.)

A mérési helyeink eredeti céljainak megfelelő karsztvízszint figyelő kutak (Böcker-féle kutak, a diagnosztikai vizsgálatok keretében készített kutak), hideg vagy meleg karsztvizet termelő kutak, tartalék és figyelő kutakká átminősített hideg és meleg karsztvíztermelő kutak, hideg és meleg karsztvizet termelő források, karsztvíz termelésbe be nem kapcsolt források, barlangok „álló” és folyó vizei (2. ábra).

Pillanatnyilag a termelésbe be nem vont termálkarsztvizet termelő kutak mérésre való felszerelése és tartós mérése az egyik projektünk célja. (Ezen kutak egy része túlfolyó üzemmódban a természet számára termeli a termálkarsztvizet, más része le van zárva.) A projekt e téren csak akkor lehet sikeres, ha a kutak tulajdonosait sikerül meggyőzni a mérés fontosságáról, így a komoly és mindkét fél részére hasznos szakmai kapcsolatok kialakítása nélkülözhetetlen.

A meteorológiai méréseket sem hanyagoljuk el, de az adatok zöme átvett vagy vásárolt. Stabil, jól mérő állomást (akár csak egyedül a csapadékra vonatkozót is) hosszú időszakra „találni” vagy kialakítani nem könnyű. Sajnálatos módon az automata mérőállomások üzemeltetése még akkor is sokszor problémás, ha a pénzügyi lehetőség rendelkezésünkre áll.

A méréseink döntő mértékben műszeres, folyamatos mérések. Az alap a 15 perces mért és rögzített adat, de mind a saját rendszerünkben, mind a kapott adatok között az 1 percestől a 4 óráig mindenféle előfordul. (Van, ahonnan nyers, van, ahonnan feldolgozott – pl. napi egy – adatot kapunk.) A műszerpark döntő mértékben a DATAQUA mérőrendszer különböző tagjaiból áll, de vannak időnként és helyenként egyéb mérő műszerek is. A vízszint méréseinket kézi mérésekkel is ellenőrizzük a terepen minden kinyeréskor és az alapfeldolgozás keretében elvégezzük a szükséges korrekciókat! (A mérések kezdetén általában jelentősebb eltérések voltak, manapság a korrigálandó hibák az esetek túlnyomó részében elhanyagolhatók.

A mérési időszak alatt műszerekben, mérő személyekben, a mérési rendszerben résztvevőkben, az értékelési szempontokban bekövetkezett változások miatt az adattömeg nagyfokú heterogenitást mutat, aminek egyértelmű azonosítása (főleg a régebbi időben kapott nyers, vagy csak konvertált adatok esetében) időnként nehéz. Az értékelésbe bevont mérőhelyek számára pontos meghatározását az is megnehezíti, hogy pl. az egy mérőhelyen több, különböző mélységben vagy helyen elhelyezett mérőeszközt külön-külön tartjuk-e számon, vagy csak a mérő helyet, mint egy egységet vegyük figyelembe. A rendszerünkben meglévő elnevezésekre – részben a mérőeszközök típusaihoz igazodva – az alábbi példákat mutatjuk be:

A műszerek nyers adatai, file nevei, kiterjesztése, időbeni változás szerint

- T-654.062 (kinyeréskori dátum, külön a hőmérsékletre vonatkozó adatok)
- W-654.062 (kinyeréskori dátum, a külön a vízszintre vonatkozó adatok)
- W-Szinva-2007-05-04.waq (Indítási vagy kinyerési dátum, a mindenkori mérőtől függ, vízszintre vonatkozik)
- MiKer1P-2014-11-30.waq (Indítási vagy kinyerési dátum, a mindenkori mérőtől függ, víznyomásra vonatkozik)
- De-K11-20100103.REC (W=vízszint; WT=vízszint + vízhőmérséklet; WTC= vízszint + víz-hőmérséklet + vízvezetőképesség; P= nyomás; PT=víznyomás + vízhőmérséklet –a mű-szer adatainak alap kiterjesztése mérőhely és műszerfüggő, a helyszíni ellenőrzésre és archiválásra szolgál, általában kicsi file)
- De-K11-20100103.DXT; (W; WT; WTC; P; PT – mérőhely és műszerfüggő az előzőek szerint, ebből konvertálhatjuk táblázatkezelő formára a mért adatokat)
- De-K11-20100103.TXT (W; WT; WTC; PT – mérőhely és műszerfüggő az előzőek sze-rint, ebből konvertálhatjuk táblázatkezelő formára a mért adatokat, az előzővel azo-nos hosszúságú, adott esetben jelentős nagyságú file)

Konvertált állomány (táblázatkezelő), időbeni változás szerint

- Csf-Hajn-St.WQ1
- Csf-Hajn-St.WB1
- Mi\_Szi\_2012.01.13-2012.03.31-WTC-WTCn; PT-PTn.xls (a mért vízszint, vízhőmérsék-let, vízvezetőképesség adatok, ill. n-el jelölve a napi átlagos adatok, a kinyert adatok kezdetét és végét jelölve)
- Mi\_Szi\_2012.01.13-2012.03.31-WTC-WTCn; PT-PTn.xlsx (a mért vízszint, vízhőmérsék-let, vízvezetőképesség adatok, ill. n-el jelölve a napi átlagos adatok, a kinyert adatok kezdetét és végét jelölve)
- Kgy\_F1\_2022.01.03\_2022.03.31-WTC-WTCx; PT-PTx.xlsx (Egy-egy mérési szakasz ma-ximális, minimális, vagy adott időpontban mért értékei – pl. déli 12 óra, feldolgozótól függő forma)

Összefűzött állomány (táblázatkezelő), alapállapotban napi átlagokat használva

- Mi\_Szi\_2012.01.13-2012.03.31.xls (napi átlagokból, egy mérőhelyre)
- Mi\_Szi\_2012.01.13-2012.03.31.xlsx (napi átlagokból, egy mérőhelyre)
- Mi\_Demj\_Egerszal\_2012.01.01-2018.01.01.xlsx (napi átlagokból, több jellemzőre)

A csapadékadatok 30-60 percesek (automata műszerek esetén) vagy napiak (kézi mérések esetén). Elvértve összegző méréseink is voltak, ilyeneket ma már nem használunk.

Az állandóan mért paraméterek a vízszint/víznyomás, nagymértékben a vízhőmérséklet, az utóbbi időkben vízvezetőképesség, de volt néhány folyamatos mérésünk a víz radon (Rn)-tar-talmának meghatározására is. (A víz Rn tartalmát hosszú időn keresztül összegző nyomdetek-toros módszerrel mértük.)

A klímaadatok közül a csapadékot, a lég és talajhőmérsékleteket mértük folyamatosan, a kézi mérések csak a csapadék mennyiségére, halmazállapotára terjedtek ki.

A mérési idősoraink közül a kevés adathiánnyal bíró, hosszú mérések a legjelentősebbek, de vannak a megbízók kérésére újraindított méréseink is. Projektek esetében a mérések a pro-jektek időtartamában folytak, de azon túlnyúló, esetenként kötelezettségből folytatott mérés-

sek is voltak. Néhány esetben próba méréseket végeztünk, melyeket nem követett tartós, folyamatos mérés. (A karsztvízszint figyelő kutakból 30-32 éves adatsoraink is vannak, az egyes, projektekhez köthető mérési helyeinkről – pl. barlangokból – a projekt időtartamára vonatkozó hosszúságúak az adatsorok, de előfordulnak rövidebb, expedíciós jellegű mérések is.)

A termelési adatokat a víztermelőktől kapjuk meg, havi bontásban, ami a nagyobb összefüggések feltárására alkalmasak, de bizonyos, érthetetlennek tűnő változások értékeléséhez nem adnak kellő támpontot. (Miótán a mai felfogás szerint a termelési adatok bizalmas, érzékeny adatokká váltak, részletesebb adatokra csak esetenként, nagyon célzott vizsgálatokra kapunk.)

A mérési adatokból származó kutatások, publikációk mintegy két tucatnyi szakmai tématerülethez sorolhatók. A publikációk száma 150 feletti (nem jut el hozzám minden olyan publikáció híre, amiben BKÉR adatok feldolgozása vagy átvétele is megtörtént), s nem sokkal kisebb mértékű a TDK dolgozatok, szakdolgozatok, diplomatervek és PhD dolgozatok száma is.

A mérési, kutatási tevékenységünk végső, legfontosabb célja az összes mért adat minden kutató számára való felhasználhatóságának biztosítása nyomtatott és/vagy digitális formában. A közölni kívánt adatokat település és mérőhely szerint a (2. táblázat) tartalmazza.

## 2. táblázat

### A BKÉR mérőhelyei (1992-2023)

(A 30 évet elérő hosszúságú adatokat tartalmazó mérőhelyek kivastagított, dőlt betűvel vannak közölve)

Település	Objektumnév
Andornaktálya	At-8 hévízkút
Arnót	K-16 hévízkút, Bénó Gábor 1. sz. hévízkút
Bélapátfalva	IX. telep BF-1 figyelőkút
Bélapátfalva	IX. telep BF-2 figyelőkút
Bélapátfalva	IX. telep BF-222 figyelőkút
<b>Bélapátfalva</b>	<b>IX. telep III/7 figyelőkút</b>
Bükkszentkereszt	BK-1 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-1 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-10 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-11 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-12 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-2 figyelőkút
Cserépfalu	Hór-völgy CSF-9 figyelőkút
Cserépfalu	Hajnóczy-barlang, Stromfi-ág
Cserépfalu	Hajnóczy-barlang, Tsitsogó
Demjén	K-10 Hegyeskői hévízkút
Demjén	K-11 Kenderföldi hévízkút
Demjén	K-12 Korona borházi hévízkút
Demjén	K-13, Demjén Termál fürdő Kft. II. sz. hévízkút
Demjén	K-15 Árpád vezér hévízkút
Eger	Almári vízmű AF-13 figyelőkút
Eger	Almári vízmű AF-5 figyelőkút
Eger	Almári vízmű. 0. j. karsztkút
Eger	Almári vízmű. 1. j. karsztkút
Eger	B-127, Egri Csillagok 1. kút
Eger	B-128, Egri Csillagok 2. hévízkút
Eger	Csomós-tanya, K-26 figyelőkút



Eger	Petőfi-tér vízmű I. sz. ivóvíztermelő kút
Eger	Petőfi-téri vízmű, IV. sz. ivóvíztermelő kút
Egerszalók	De-42 hévízkút
Egerszalók	De-42/a hévízkút
Felsőtárkány	Barátréti vízmű B-11 figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízbázis L-2/a figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízbázis L-2/b figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízbázis L-2/c figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízmű B-12 figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízmű B-9 termelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízmű L-1 figyelőkút
Felsőtárkány	Barátréti vízmű SZ-4 figyelőkút
<b>Felsőtárkány</b>	<b>Barátréti vízmű SZ-5 figyelőkút</b>
Felsőtárkány	Bervai vízmű 1. sz. ivóvíztermelőkút
Felsőtárkány	Bervai vízmű 2. sz. ivóvíztermelőkút
Felsőtárkány	Bervai vízmű BEF-1 figyelőkút
Felsőtárkány	Bervai vízmű BEF-2 figyelőkút
Kács	1. sz. (Gyereküdülői)-forrás
Kács	2. sz. (Dísz)-forrás
Kács	Tükör-forrás
Kisgyőr	Kisgyőri vízbázis F-1 figyelőkút
Kisgyőr	Kisgyőri vízbázis F-2 figyelőkút
Kisgyőr	Kisgyőri vízbázis F-3 figyelőkút
Kisgyőr	Kgy-14 figyelőkút
Mályi	MAL-PE-01 hévízkút
Mályi	MAL-PE-02 hévízkút
Mátraderecske	Rm-18 figyelőkút
Mezőkövesd	Zsóry fürdő III. hévízkút
Miskolc	1. sz. Egyetemi hévízkút
Miskolc	1/a (=2). sz. Egyetemi hévízkút
Miskolc	Anna-vízmű foglalt forráscsoport
Miskolc	Diabáz-víznyelőbarlang
Miskolc	Fekete-barlang, I. szifon
<b>Miskolc</b>	<b>Garadna-forrás, Ómassa</b>
Miskolc	István-lápai-barlang, I. szifon
Miskolc	István-lápai-barlang, II. szifon
Miskolc	István-lápai-barlang, III-IV. szifon között
Miskolc	István-lápai-barlang, IV. szifon
Miskolc	István-lápai-barlang, Középső-szifon
Miskolc	Jáspis-barlang, végponti szifon
Miskolc	Létrási Vizes-barlang, I. lejárati, Tó
Miskolc	Margit-forrás
Miskolc	M-6 figyelőkút
Miskolc	Miskolctapolca, T-10 figyelőkút
Miskolc	Miskolctapolca, Vízmű, 2. sz. (B-176) figyelőkút (46294/2 hrsz)
Miskolc	Miskolctapolca, Olasz-kút vízmű foglalt forrás
Miskolc	Miskolctapolca, Parki-kút
Miskolc	Miskolctapolca, T-3. j. figyelőkút
<b>Miskolc</b>	<b>Miskolctapolca, Termál-forrás vízmű</b>
Miskolc	Miskolctapolca, Termál-forrás vízmű 8 db műszer függélyként
<b>Miskolc</b>	<b>Miskolctapolca, Új-kút vízmű foglalt forrás</b>
Miskolc	Miskolctapolca, T-1. j. kút (45007/2 hrsz), B-172 figyelőkút
Miskolc	Miskolctapolca, T-2. j. kút (45007/2 hrsz), B-174 figyelőkút
Miskolc	MIVIZ központi telepi (Kertészeti/Fonoda utcai) hévízkút, csava-

Miskolc	MIVIZ központi telepi (Kertészeti/Fonoda utcai) hévízkút, lógatva
<b>Miskolc</b>	<b>Nagymező (Bükk) Nv-17 (=Nv-8) figyelőkút</b>
Miskolc	Selyemréti strandfürdő I. hévízkút
Miskolc	Selyemréti strandfürdő II. hévízkút
Miskolc	Speizi-barlang, patak, bukóhoz
Miskolc	Speizi-barlang, végponti szifon
Miskolc	Szabadság téri (Erzsébet fürdő) hévízkút
Miskolc	Szeleta-zsomboly, patakos-ág, akna becsatlakozás
Miskolc	Szent György-forrás, vízmű, foglalt
Miskolc	Szent István-barlang, Pokol
Miskolc	Szent István-barlang, Vasas-akna
Miskolc	Szepesi-Láner-barlangrendszer, Láner lejárát, Homokszifon
Miskolc	Szepesi-Láner-barlangrendszer, Szepesi lejárát, Tó
Miskolc	Szepesi-Láner-barlangrendszer, Szepesi lejárát, bukóhoz
Miskolc	Szerelem-szigeti-hévízkút
<b>Miskolc</b>	<b>Szinva-főforrás, vízmű foglalt forrás</b>
Miskolc	Szinva-parti-mésztufabarlang (Soltész-akna), szifon
Miskolc	Tavi-forrás vízmű foglalt forrás
<b>Mónosbél</b>	<b>Mónosbél, vízmű foglalt forrás</b>
Noszvaj	2. sz. figyelőkút (tartalék, volt termelő)
Noszvaj	Síkfőkút, 3. sz. figyelőkút
Recsk	Recski bánya, 1. akna
<b>Répáshuta</b>	<b>Csúnya-völgy, TB-1 (RH-1) figyelőkút</b>
Répáshuta	Varroda, patak
Répáshuta	Balla-völgyi-víznyelőbarlang (Békás-barlang)
Sály	Vízfő-forrás, vízmű foglalt forrás
Szilvásvár	Szalajka-forrás tárója, tolózár alatt
Szilvásvár	Szalajka-forrás tárója, tolózár felett (aknából)
Miskolc	Jávorkúti automata csapadékmérő állomás
<b>Miskolc</b>	<b>Jávorkúti 629. sz. kézi csapadékmérő állomás</b>
Miskolc	Egyetemi csapadékmérő állomás
Miskolc	Ómassai csapadékmérő állomás
Miskolc	Rejteki csapadékmérő állomás
Répáshuta	Herman Ottó u. 66., csapadékmérő állomás
Szilvásvár	Bánkúti automata csapadékmérő állomás
Vízművek	Termelési adatok
Erdély	Valea Rea-barlang

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg.