

**A GVOP 3.1.1.-2004-05-0530/3.0 VIMORE PROJEKT KERETÉBEN
VÉGZETT BÜKKI, BARLANGI KARSZTHIDROLÓGIAI
MÉRÉSEK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE**

LÉNÁRT LÁSZLÓ¹ - LÉNÁRT EMESE ILDIKÓ²

¹ Miskolci Egyetem, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék,
3515 Miskolc-Egyetemváros; hgl@uni-miskolc.hu

² 3517 Miskolc, Palota u. 2

Abstract: We had measured water level and water temperature in 13 caves of Bükk on 17 measuring sites between December 3, 2005 and the summer of 2007, and in some cases until today; and on four sites, water conductivity. The measurement took place partly in cave streams, partly in syphons (syphon lakes). (The actual measurements were done by the Marcel Loubens Cave Research Association, led by Béla Juhász and László Kiss. They contributed to the measurements greatly. Emese Ildikó Lénárt and Péter Sűrű also took part in it as university students. The data processing was done fully by László Lénárt.) During the job partly measurement data series, partly reactions to precipitation was evaluated. (How fast the given measuring site reacted to external precipitation, and how great was the fluctuation, and how long was the decreasing and the increasing side of the flow diagram.) Finally the charts were compared to the values measured in the monitoring wells and springs of the Bükk Karst Water Monitoring System. Based on the measurement data was decided in which cave do we wish to (able to) continue the measurements.

1. Bevezetés, a VIMORE projekt ismertetése

2005 elején a Smaragd-GSH Kft vezetésével, a Miskolci Egyetem és az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság részvételével elnyertünk egy GVOP pályázatot „Vízgazdálkodási döntéseket támogató monitoring rendszer megvalósítása a Bükk-vidéken a fenntartható fejlődés érdekében” (VIMORE) címmel.

A vizsgálat sorozatnak felszíni és felszín alatti hidrogeológiai-hidrológiai mérések elvégzése is része volt, s ennek keretében 2005 legvégétől – amikor elkészültek a barlangi mérésekre alkalmas eszközök – a Bükk 13 barlangjának 17 mérőhelyén vízszintet és vízhőmérsékletet, négy helyen pedig víz vezetőképességet mértünk. A tényleges méréseket Juhász Béla és Kiss László vezetésével és rendkívül aktív közreműködésével a Marcel Loubens Barlangkutató egyesület végezte. Az egyetemi hallgatók közül Lénárt Emese Ildikó és Sűrű Péter vett részt a mérésekben, az utóbbi több előadást is tartott különböző fórumokon a mérésekről.

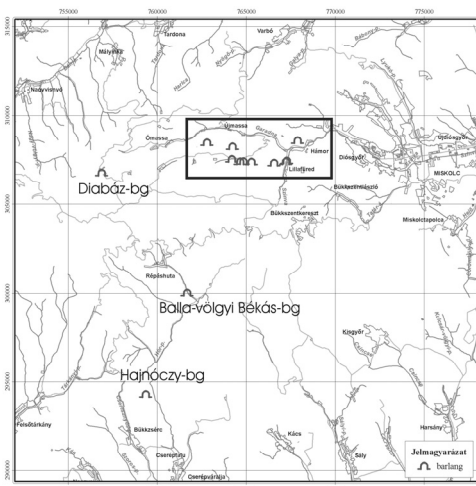
A projekt 2008.02.12-én zárult, az alábbi tartalmú 8 kötetes dokumentációval, melyet egy önálló térképmelléklet – melyet a konferencián poszterként is bemutattunk – tett teljessé:

- vízhozam körbemérések,
- adatbázis, térinformatikai rendszer,
- *monitoring tevékenység a VIMORE projekt alatt,*
- javaslatétel a vízháztartási elemek észlelőhálózatának kialakítására
- vízjogi létesítési engedélyezési terv a bükki egységes észlelőrendszer vízhozam mérő műtárgyainak telepítéséhez,
- Bükk karsztjának vízháztartási felülvizsgálata (a bükk éghajlati adottságainak általános jellemzése),
- Bükk karsztjának vízháztartási felülvizsgálata (a vízkészlet számítás egyes elemeinek meghatározása, vízkészlet számítás bemutatása),
- Bükk karsztjának vízháztartási felülvizsgálata (töbörjellemzők hidrogeológiai értelmezése, *felszíni és barlangi törmelékmozgás vizsgálata, karsztvíz-szintek észlelése barlangok, források és figyelőkutak vizeiben* – ezek alapján a karsztvízkészlet meghatározása),

Jelen anyagunk a dőlttel kiemelt fejezetrészekhez illeszkedően készült.

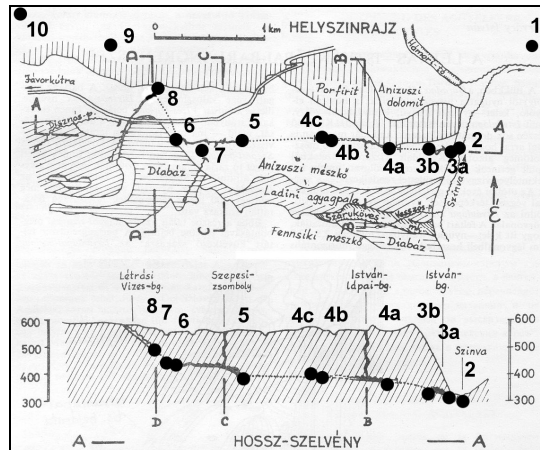
2. A mérések helyszínei

A mérések helyeit az alábbi táblázatban foglaljuk össze. A mérőhelyeket az 1-3. ábrákon láthatjuk, valamint a mérések-mérőhelyek jellegéről néhány képet az 1-2. képeken is közlünk.



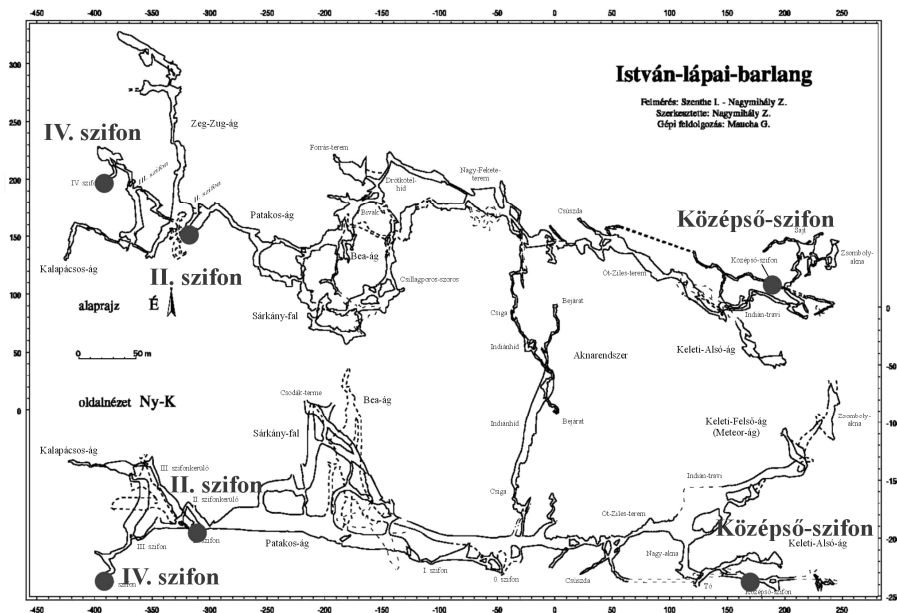
1. ábra. A barlangi mérések helyei [Smaragd-GSH 2007 alaptérképét felhasználva Lénárt, 2008] (A négyeszetben lévő barlangok neveit lásd a következő ábránál)

Figure 1. Cave measurements sites [Lénárt, 2008, based on the base map of Smaragd-GSH 2007] (See the names of caves in the square at the next figure)

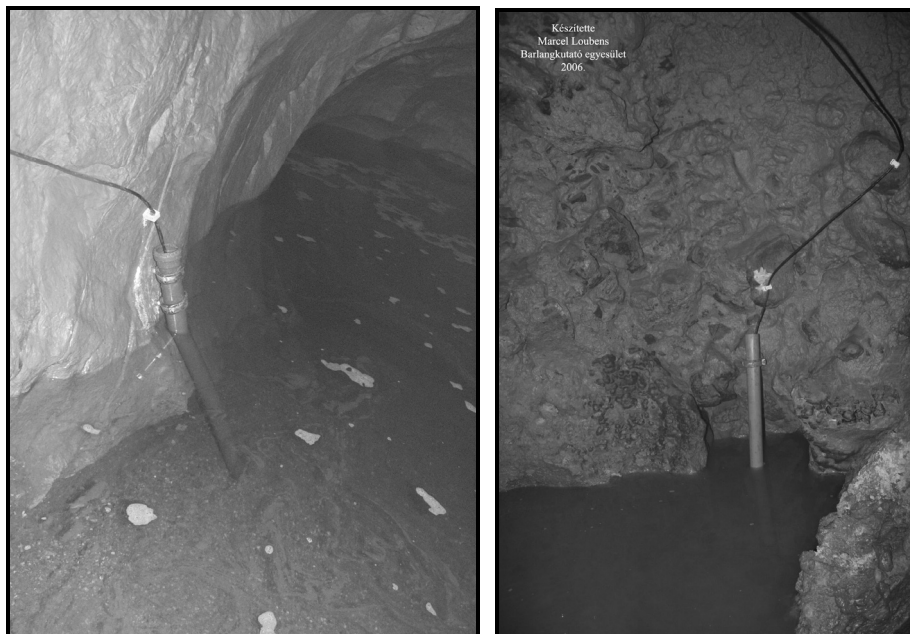


2. ábra. Jávorkút-Szinva-völgy közötti barlangi mérőhelyek [Sárváry 1969 alaptérképét felhasználva Lénárt, 2008] (A barlangok számozása: 1: Szeleta-zs, 2: Soltész-akna = Szinva-parti-bg, 3: Szt István-bg, 3a: Vasas-akna, 3b: Pokol, 4: István-lápai-bg, 4a: Keleti-ág, Középső-szifon, 4b: Nyugati-ág, II. szifon, 4c: IV. szifon, 5: Szepesi-Láner-bgrends, Szepesi-rész, Tó, 6: Szepesi-Láner-bgrends, Láner-rész, Homokszifon, 7: Speizi-bg, 8: Létrási Vizes-bg, 9: Jáspis-bg, 10: Fekete-bg.)

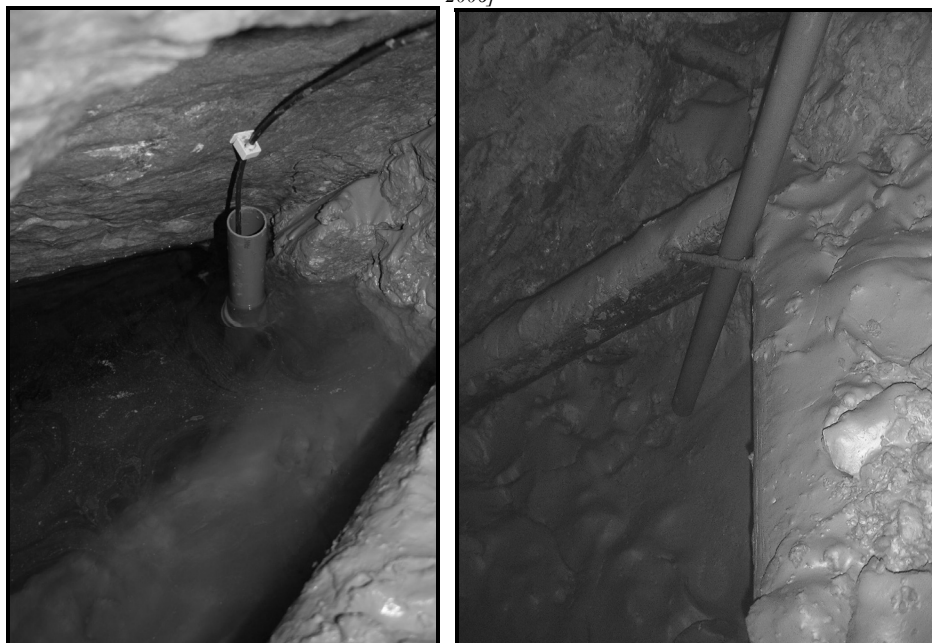
Figure 2. Cave measuring sites between Jávorkút and Szinva-völgy [Lénárt, 2008 based on the base map of Sárváry 1969] (Numbering of caves: 1: Szeleta shaft cave, 2: Soltész shaft cave = Szinva-parti cave, 3: Szt István-cave, 3a: Vasas-shaft, 3b: Pokol, 4: István-lápai cave, 4a: Keleti-ág, Középső-syphon, 4b: Nyugati-ág, II. szifon, 4c: IV. szifon, 5: Szepesi-Láner cave system, Szepesi area, Tó, 6: Szepesi-Láner cave system, Láner area, Homoksyphon, 7: Speizi cave, 8: Létrási Vizes cave, 9: Jáspis cave, 10: Fekete-cave.)



3. ábra. Mérőhelyek az István-lápai-barlangban [Szenthe -Nagymihály alaptérképét felhasználva Lénárt, 2008]
Figure 3. Measuring sites in István-lápai-cave [Lénárt, 2008, based on the map of Szenthe -Nagymihály]



1. kép. Barlangi mérőhelyek (István-lápai-bg, IV. szifon; Soltész-akna (Szinva-parti-bg) [Juhász, 2006]
 Picture 1. Cave measuring sites (István-lápai cave, IV. syphon; Soltész shaft cave (Szinva-parti cave) [Juhász, 2006]



2.kép. Barlangi mérőhelyek [Szt. István-barlang, Pokol (vízzel kitöltve ill. „szárazon”)] [Juhász, 2006]
 Picture 2 . Cave measuring sites [Szt. István-cave, Pokol (filled up with water and "dry")] [Juhász, 2006]

I. táblázat
Table I.

Barlangi mérőhelyek
In-cave measuring sites

Barlang, barlangrész, mérőhely neve	Kataszteri szám	Mérési pont: y	Mérési pont: x	Mérési pont: z
Balla-völgyi-víznyelőbarlang (Békás-barlang) alja	5381-29	761690	300045	373
Diabáz-barlang, 30-as akna aljáról elmenő ág	5331-9	756842	306741	757
Fekete-barlang, I. szifon (végpont)	5372-8	762807	308584	405
Hajnóczy-barlang, Sromfi-ág, végpont	5382-2	759215	294340	379
Hajnóczy-barlang, Tsitsogó, csepegő víz összegyülekező helye	5382-2	759273	294345	404
István-lápai-barlang, II. szifon	5372-6	766233	307230	355
István-lápai-barlang, IV. szifon	5372-6	766160	307207	345
István-lápai-barlang, Középső-szifon	5372-6	766757	307180	315
Jáspis-barlang, végponti szifon	5372-100	764288	308378	393
Létrási-Vizes-barlang, Tó, végpont	5372-2	764383	307898	504
Speizi-barlang, végponti szifon	5372-47	764754	307576	463
Szeleta-zsomboly, patakos-ág, akna becsatlakozásánál	5363-51	767896	308649	270
Szent István-barlang, Pokol	5372-1	767053	307436	312
Szent István-barlang, Vasas-akna	5372-1	767173	307452	316
Szepesi-Láner-barlangrendszer, Láner rész, Homokszifon	5372-3	764834	307485	450
Szepesi-Láner-barlangrendszer, Sze- pesi lejárát, Tó, végpont	5372-3	765401	307433	405
Szinva-parti-mésztufabarlang (Soltész-akna), szifon, végpont	5391-57	767270	307455	316

3. A mérés módszer, a mérési eszközök, a mérések feldolgozása

A méréseket DATAQUA 2002 típusú és egy esetben – a Fekete-barlangban – Eijkelkamp DIVER típusú mérőeszközökkel végeztük. A mérés gyakorisága 15-20-30 perc volt, az adatokat általában 3 havonta olvastuk ki laptoppal vagy PSION kinyerő egységgel. Minden esetben helyszíni, kézi – kalibráló – vízszintmérés is történt (természetesen, ha volt víz).

A kinyert adatok elmentése a mérést végzők és a feldolgozó részéről is mindig megtörtént.

A nyers adatokat gyári programmal konvertáltuk s a továbbiakban vagy a mérésenkénti adatokat használtuk fel, vagy a mérésekből készített napi átlagokat. (A részletesebb elemzéseknél az előbbieket, a hosszabb időre – több évre – vonatkozó vizsgálatoknál az utóbbiakat.)

4. Néhány jellemző mérési eredmény

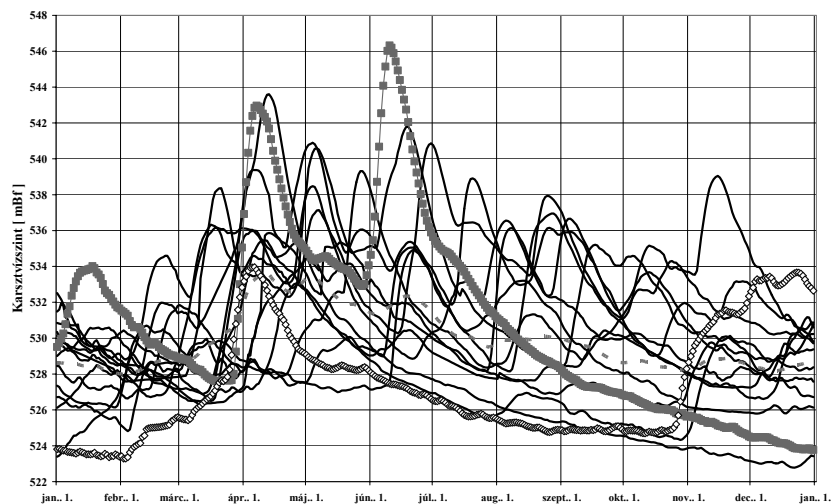
A barlangi mérési eredmények bemutatása előtt nézzük meg a 4. ábrán látható sokéves karsztvízszint ingadozás mértékét a Nagymezőn lévő Nv-17 karsztvízszint figyelő kútból. A 2006-2007-es év eredményeit kiemeltük a többi közül egyrészt azért, mert a barlangi mérések e két évet fogták át, másrészt mert ebben a két évben egymáshoz képest is rendkívül eltérő módon mozgott a tetőhelyzetben lévő karsztvízszint.

2006-ban három nagy áradási csúcs volt, melynek május legvégi – június legeleji tagja az utóbbi 35 év legmagasabb karsztvízszintjét produkálta, komoly vízminőségi problémákat okozva Miskolcon. A harmadik árvízcsúcs után viszont az egyenletesen apadó ág csaknem 9 hónap hosszúságú volt és átnyúlt a 2007-es év elejére is. (Érdekes, hogy a hatalmas árvízcsúcs ellenére az évi átlagos vízszint közepesnek mondható és ha az azonos napi átlagokhoz viszonyítjuk a mért értékeket, az év 12 hónapjából összesen 5,5 hónapnyi időben átlag alatti volt a vízszint.)

A 2007-es év két árvízcsúccsal volt jellemezhető. Az első a tavaszi árvízcsúcsok közül a legkisebbek közé sorolható, de a decemberi csúcs – a vizsgált 17 év legmagasabb téli értéke – extrémnek mondható. (Ennek az volt az oka, hogy a csapadék nem hó, hanem eső formájában hullott ebben az időben a Bükkben.) A vizsgált időszak legalacsonyabb éves átlaghozama mellett 9,75 hónapban volt a vízszint az átlag alatt.

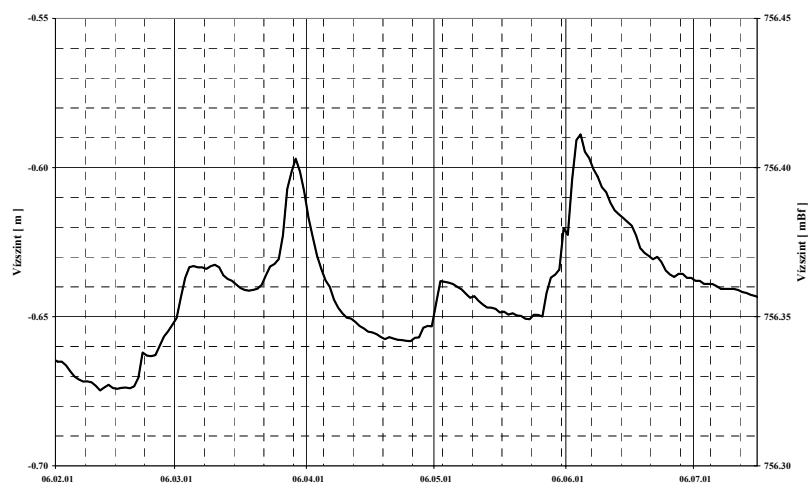
A Diabáz-barlangban a 2006. év első felében mért eredményeit az 5. ábrán mutatjuk be. Jól látható, hogy mind a tavaszi, mind a nyári árvíz idején relatíve magas vízszint volt a barlangrészben, de két kisebb árvízcsúcs is látszik, ami az Nv-17 mérőhelyen nem, vagy csak igen kis mértékben jelenik meg.

Az István-lápai-barlang IV. szifonjában a 2006. évi tavaszi áradás nagyon szépen látszik (6-8. ábrák). A vízszintemelkedés csaknem 40 m volt 7 nap alatt és utána tartósan azonos szinten volt 9 napig. Ez úgy képzelhető el, hogy a szifon vize valahol egy megcsapoló litoklázison – barlangágon? – át távozott. Viszont ez azt is jelenti, hogy amennyiben az a megcsapolás nem lett volna, a vízszint még magasabbra emelkedett volna.

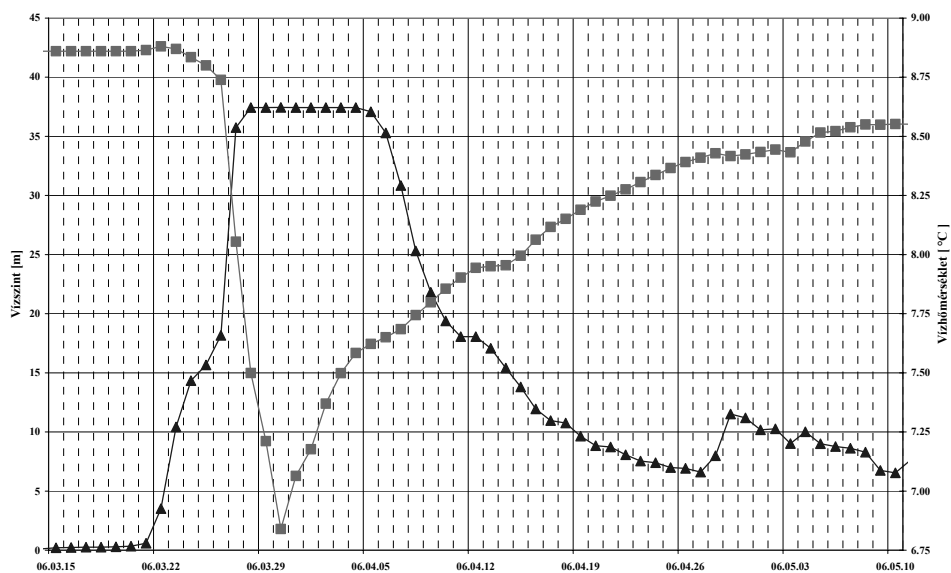


4. ábra Azonos napra rendezett vízszintek az Nv-17 karsztvízfigyelő kútban (Vastag szaggatott vonal: 1993-2008 átlag; négyzet és vékony vonal: 2006-os év; üres négyzet: 2007-es év; fekete közepes vonal: az összes többi év) [Lénárt, 2008]

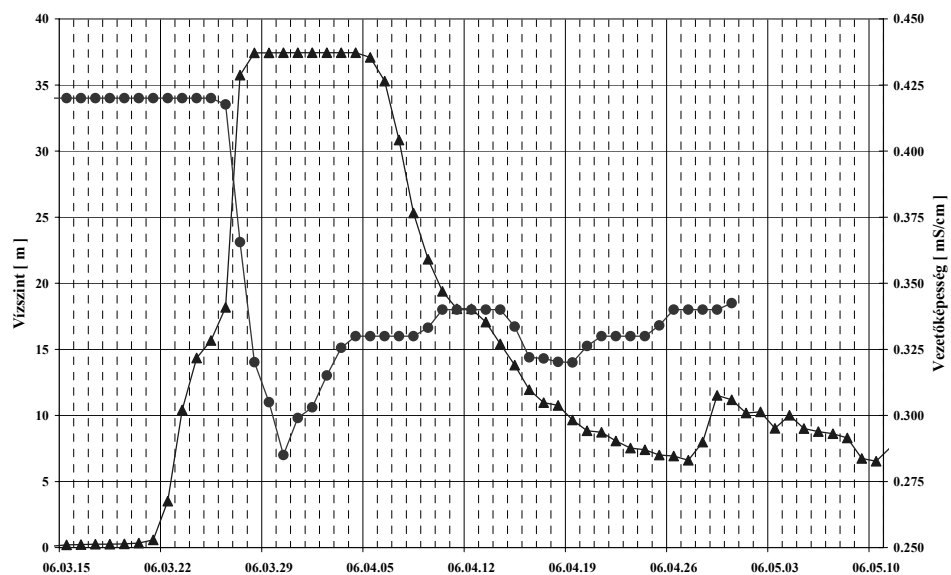
Figure 4. Water levels arranged for the same day in the NV-17 karst water monitoring well (Thick broken line: 1993-2008 average; square and thin line: 2006; empty square: 2007; black medium line: all other years) [Lénárt, 2008]



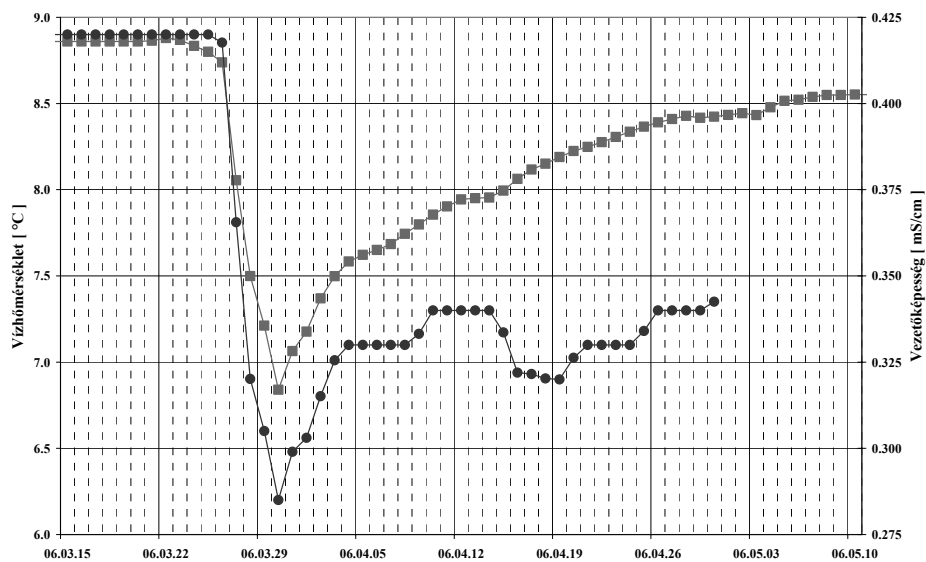
5. ábra. Diabáz-barlang, Nagy-akna talpa. 2006. évi tavaszi és nyári vízszint [Lénárt, 2007]
Figure 5. Diabáz-cave, bottom of Nagy shaft. Spring and summer of 2006 water level [Lénárt, 2007]



6. ábra. Tavaszi vízszint az István-lápai-barlang IV. szifonjában (Háromszög: napi átlagos vízszint; négyzet: napi átlagos víz hőmérséklet) [Lénárt, 2006]
 Figure 6. Spring water level in the IV. syphon of István-lápai-cave (Triangle: daily average water level; square: daily average water temperature) [Lénárt, 2006]

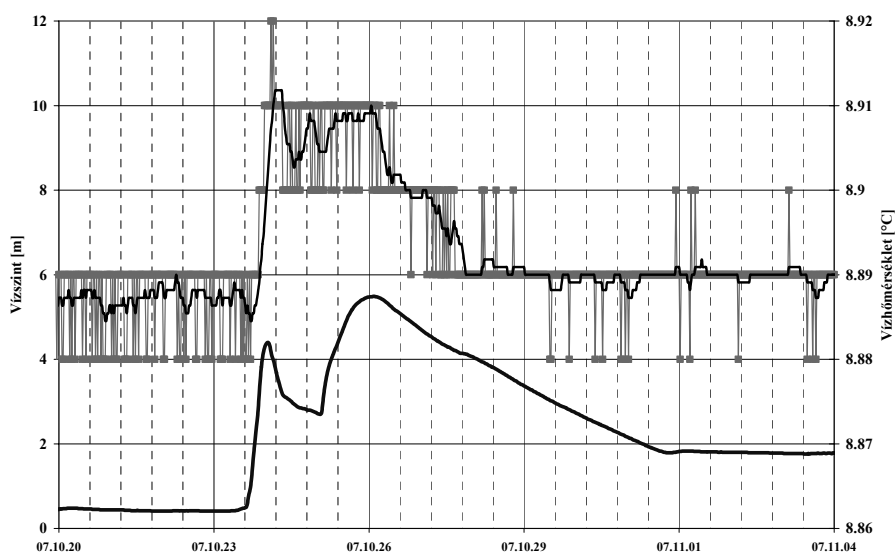


7. ábra. Tavaszi vízszint az István-lápai-barlang IV. szifonjában (Háromszög: napi átlagos vízszint; pont: napi átlagos vízvezetőképesség) [Lénárt, 2006]
 Figure 7. Spring water level in the IV. syphon of István-lápai-cave (Triangle: daily average water level; dots: daily average water conductivity) [Lénárt, 2006]



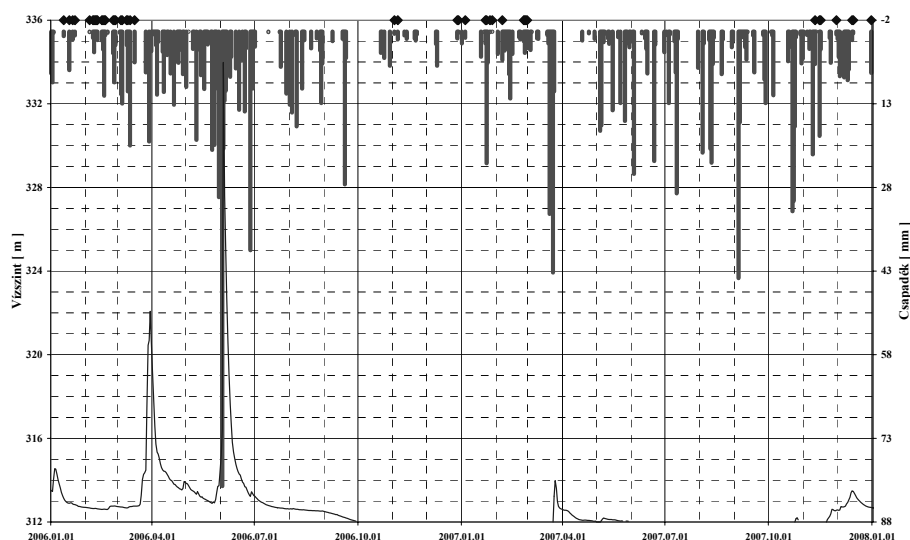
8. ábra. Tavaszi vízszint az István-lápai-barlang IV. szifonjában (Pont: napi átlagos vízvezetőképesség; négyzet: napi átlagos vízhőmérséklet) [Lénárt, 2008]

Figure 8. Spring water level in the IV. syphon of István-lápai-cave (dots: daily average water conductivity; square: daily average water temperature) [Lénárt, 2008]



9. ábra. Őszi vízszint és vízhőmérséklet változás az István-lápai-barlang IV. szifonjában (Folyamatos, vastag vonal: vízszint; vékony vonal négyzet jelölővel: vízhőmérséklet; mindkettő 30 percenkénti adat; folyamatos vékony vonal: 11 pontos csúszó átlag) [Lénárt, 2008]

Figure 9. Autumn water level and water temperature changes in the IV. syphon of István-lápai-cave (Continuous thick line: water level; thin line with marker: water temperature; both are data recorded at ever 30 minutes; continuous thin line: 11 point moving average) [Lénárt, 2008]



10. ábra. A Szt. István-barlang, Pokol-ág vízszintje (vékony vonal) és az ómassai csapadék (vastag függőleges vonal) kapcsolata (Rombusz: hó) [Lénárt, 2008]

Figure 10. Relationship between the water level of Pokol-ág of Szt. István-cave (thin line) and the precipitation of Ómassa (thick line) (diamond: snow) [Lénárt, 2008]

Megvizsgáltuk a vízszint és a vízhőmérséklet összefüggését is. Az látható (6. ábra), hogy a vízszint emelkedésével a vízhőmérséklet először fokozatosan, majd ugrásszerűen hűl, melynek a legnagyobb értéke 2°C -t is meghaladta. A tavaszi, hóolvasdásból (10. ábra) származó víz hőmérséklete rövid idő után emelkedni kezdett, fokozatosan átvéve a közet hőmérsékletét, ill. a barlangba leérkeztek a melegebb, eső formájában hulló csapadékok is.

Teljesen hasonlóan reagált a víz vezetőképessége is (7. ábra). A magasabb érték az alacsonyabb vízszintnél volt, amikor a hosszú tartózkodási idő alatt több anyag tudott beoldódni a kőzetből. Viszont a gyors mozgású olvadékvizek oldóképessége kisebb lehet, ezért jelentősen csökkent a vezetőképesség. Később az eső formájában érkező csapadék hatására a vezetőképesség emelkedni kezdett.

A vízhőmérsékletet és a víz vezetőképességet együtt a 8. ábrán mutatjuk be. A teljesen párhuzamos mozgás jól látszik. Sajnos, a víz vezetőképesség mérő egység meghibásodott, így a görbe vége értelmezhetetlen volt, elhagytuk. De április elejéig jó és érdekes adatokat nyertünk erről a helyről is.

A tavaszi helyzettel szemben (amikor a vízszint emelkedése hőmérsékletcsökkenéssel jár) ősszel fordított módon történik a vízhőmérséklet vál-

tozása. Az előző helyzethez képest nem túl jelentős, mindössze 4 m körüli vízszintváltozással párhuzamosan vízhőmérséklet emelkedés történik (9. ábra). Igaz, ez csak tized fokokban mérhető, de egyértelműen kimutatható. (Ez annak a csapadékcsoportnak a kezdő része, amely a 2007-es év végén jelentős karsztvízszint emelkedést okozott a Bükkben.)

A 2006-2007-es esztendő karsztvízszintjét a 10. ábrán mutatjuk be a Szt. István-barlang Pokol nevű részén lévő mérőhelyről. A csapadékokra való reagálás kitűnően látszik, valamint az is, hogy jelentős mértékű vizet tartalmazó csapadékcsoport szükséges ahhoz, hogy egyáltalán a víz megjelenjék a barlang adott részén. (Csak érdekességként: itt a barlangban ez a „megjelenési szint” – ami a bontás alját jelenti – 312 mBf-i értékű. A Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszerben – röviden BKÉR – lévő Tbp-1 karsztvízfigyelő kút talpmélysége 302,5 mBf-i értékű, s gyakran süllyed a karsztvízszint a kút talpa alá. Azaz a méréseknek sokszor ilyen „fizikai korlátai” is lehetnek.)

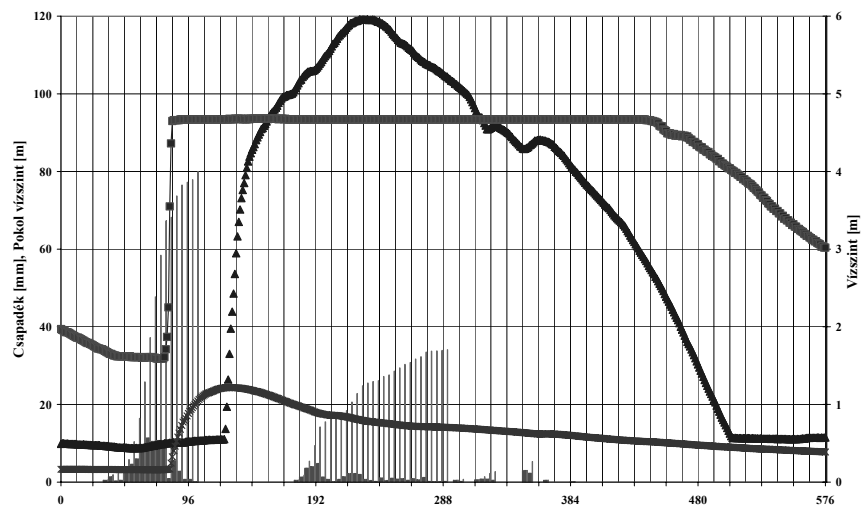
5. A nagy csapadékcsoportok és barlangi vízszintek összefüggése

A nagy (hatékony) csapadékcsoportoknak nevezzük azokat a csapadékokat, amikor egymást követő napon – maximum egy, esetleg két napos szünettel – hullik legalább 40-50 mm eső.

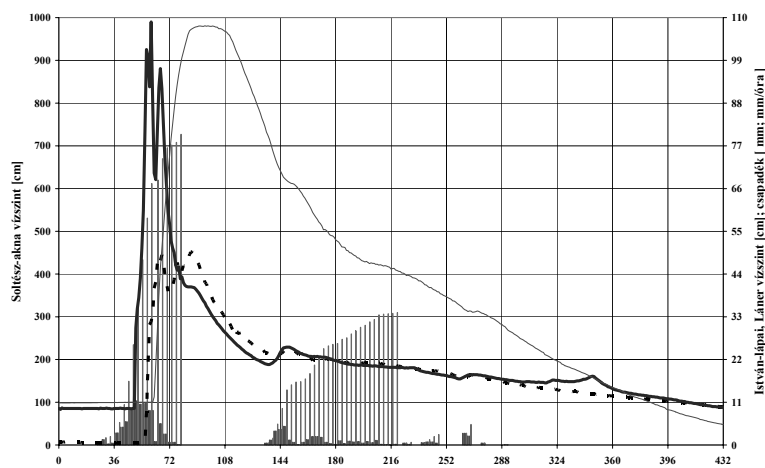
A 11-13. ábrákon barlangi vízszintek reagálását vizsgáljuk nagy (hatékony) csapadékcsoportok hatására. A vízszintek mérése itt 15-20 percenként történt, az összehasonlításhoz az óránkénti csapadékadatokat használtuk fel. A 11-12. ábrákon azt látjuk, hogy a vízszint emelkedése ugrás szerűen történik, a tartóssága viszont különböző. Két esetben megtörténik a vízszint „lefejezése” is. A Szt. István-barlang Vasas-aknájának az elvezető részét még nem találtuk meg, de a Soltész-akna esetében annak árvízi túlfolyója vezeti le az árhullám legfelső részét. Ami az összes mérőhelyhez tartozó barlangban azonos, hogy egyiknek sincs aktív víznyelője.

A csapadékokra való reagálás ideje eltérő, de általában jellemző, hogy már a csapadékhullás időtartama alatt bekövetkezik, kivéve a Fekete-barlangot, ahol ez több órával később történik. Az árhullám erősen aszimmetrikus és a következő napon hulló csapadék hatása nem mindenütt látszik.

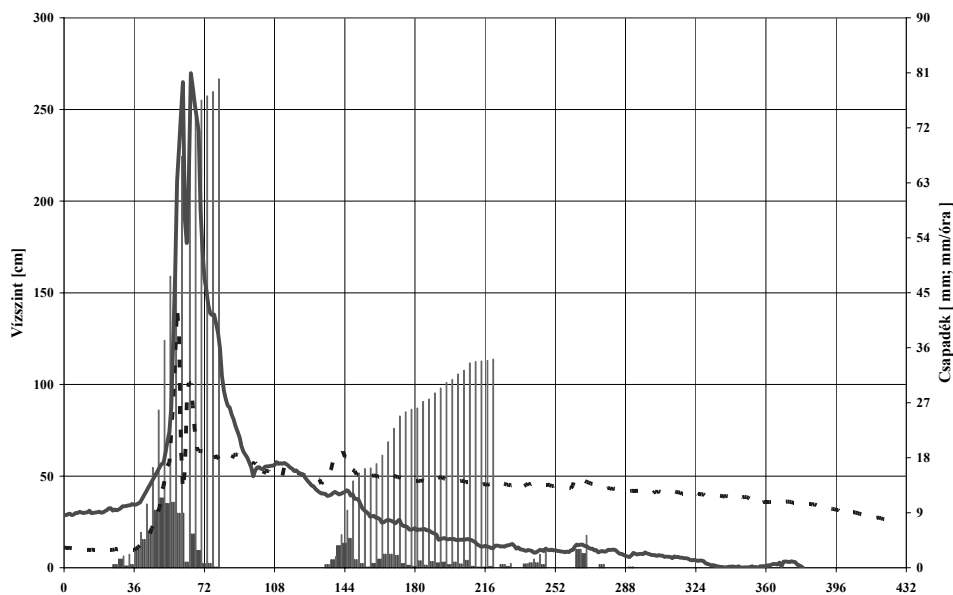
Ezzel szemben a 13. ábrán látható árvízcsúcsok aktív víznyelő barlangokban alakulnak ki. Látható, hogy az árvízcsúcs nagyon éles, az árhullám csaknem szimmetrikus, de az árhullám indulása folyamatos. A következő napi csapadékra reagálnak, bár közel sem azonos mértékben, mint az előzőre.



11. ábra. A Szt. István-barlang Pokol-ág (kereszt), a Szt. István-bg Vasas-akna (négyzet és vékony vonal), a Fekete-barlang (háromszög) vízszintje és a jávorkúti óránkénti csapadék (vastag függőleges vonal), az összegzett csapadék (vékony függőleges vonal) 2006.06.02-06.07 között (15 perces mérések, 1 osztás 4 óra) [Lénárt, 2008]
 Figure 11. Relationship between the water levels of Pokol-ág of Szt. István cave (cross), Vasas shaft of Szt. István cave (square and thin line), the Fekete-cave (triangle) and the hourly precipitation measurement of Jávorkút (thick line), and the totaled precipitation (thin line) between 2006.06.02-06.07 (measurements in every 15 minutes, 1 marker is 4 hours) [Lénárt, 2008]



12. ábra. Az István-lápai-barlag II. szífon (vastag szaggatott vonal), a Láner-barlang (vastag folyamatos vonal), a Soltész-akna (vékony vonal) vízszintje és a jávorkúti óránkénti csapadék (vastag függőleges vonal) valamint az összegzett csapadék (vékony függőleges vonal) kapcsolata 2006.06.02-06.07 között (20 percenkénti mérések, 1 osztásköz 12 óra) [Lénárt, 2008]
 Figure 12. Relationship between the water level of István-lápai cave II. syphon (thick broken), Láner-cave (thick continuous line), Soltész shaft cave (thin line) and the hourly precipitation measurement of Jávorkút (thick line), and the totaled precipitation (thin line) between 2006.06.02-06.07 (measurements in every 20 minutes, 1 marker is 12 hours) [Lénárt, 2008]



13. ábra. A létrási Vizes-barlag (vastag szaggatott vonal), a Speizi-barlang (vastag folyamatos vonal) vízszintje és a jávorkúti óránkénti csapadék (vastag függőleges vonal) valamint az összegzett csapadék (vékony függőleges vonal) kapcsolata 2006.06.02-06.07 között (20 percenkénti mérések, 1 osztásköz 12 óra) [Lénárt, 2008]

Figure 13. Relationship between the water level of Létrási Vizes cave (thin line), Speizi-cave (thick line) and the hourly precipitation measurement of Jávorkút (thick line), and the totaled precipitation (thin line) between 2006.06.02-06.07 (measurements in every 20 minutes, 1 marker is 12 hours) [Lénárt, 2008]

6. A barlangi mérések integrálhatósága a BKÉR mérőrendszerébe

A fentiek alapján látható, hogy a BKÉR mérőrendszerbe a barlangi mérések jól beilleszthetők, mivel további, pontosító információk nyerhetők a segítségükkel. Amennyiben a folytatásra módot találunk, az összedolgozást el fogjuk végezni.

7. A mérések folytatási lehetősége

A címben jelzett projekt előírása, hogy a méréseket – vagy annak legalább egy részét – folytatni kell. A Marcel Loubens Barlangkutató Egyesület segítségével 8-10 helyen fogjuk a méréseket folytatni. (Mivel erre már nincs támogatás, ezért azt szakmai érdeklődésből és a műszerek állapotától függően tudjuk elvégezni.)

Következtetések

- A barlangi mérések jól beilleszthetők a BKÉR mérőrendszerbe, azokkal sok esetben pontosító információk nyerhetők.
- Mivel a barlangban a vízmozgás sokkal erőteljesebb, mint a karsztvízfigyelő kutakban, a víz hőmérsékletnek és a vízvezetőképességnek a vízszinttel való összefüggése lényegesen jobban vizsgálható.
- Több esetben sikerült árvízcsúcsok „lefejezését” is kimérni, ami további barlangjáratok feltárhatóságát is jelzi.
- A nyílt víznyelővel rendelkező barlangok esetén az árvízcsúcs kialakulásának jellege erősen eltérő a nyílt víznyelővel nem rendelkező barlangokhoz képest.

IRODALOM

SMARAGD-GSH Kft. – Miskolci Egyetem – Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (2008): Vízgazdálkodási döntéseket támogató monitoring rendszer megvalósítása a Bükk-vidéken a fenntartható fejlődés érdekében (benne: *Juhász B. fotói; Lénárt L. szerkesztett ábrái* 2006-2008)

SÁRVÁRY I. (1969): A Létras-Istvánlápai-barlangrendszer = Karszt és Barlang, II. 53-54.

GAZDA A. (2003): Az István-lápai-barlang geológiai viszonyai és fejlődéstörténete Szakdolgozat, ELTE (benne: Szenthe-Nagymihály térkép).