

**A VÍZVÉDELEM ÉRDEKÉBEN VÉGZETT BARLANG ÉS TÖBÖRVIZSGÁLATOK EREDMÉNYEINEK BEINTEGRÁLÁSA A BÜKKI KARSZTVÍZ ÉSZLELŐ RENDSZER (BKÉR) VIZSGÁLATI RENDSZERÉBE**

**INTEGRATING THE TEST RESULTS OF CAVE AND DOLINA STUDIES CARRIED OUT FOR WATER PROTECTION INTO THE TESTING SYSTEM OF BÜKKI KARST WATER DETECTION SYSTEM (BKÉR)**

HERNÁDI BÉLA - BALLA BÉLA - CZESZNAK LÁSZLÓ - HORÁNYI-NÉ CSISZÁR GABRIELLA - SÚRÚ PÉTER - TÓTH KATALIN

Miskolci Egyetem hernadib@t-online.hu, belarnd@gmail.com, czeszna@freemail.hu, horanyine@miviz.hu, surupeter84@gmail.com, katalin.toth@mert.hu

*Abstract: We present a geographic information system in this article. System which includes on the hydrogeological profile of Miskolc Waterworks (MIVÍZ) surveyed caves, recruitments, and been operating for 20 years BKÉR elements. A geographic information system for locating points are assigned to files and graphics processing were installed. The article explains that the combined use of the two data sets of the same GIS system provides new opportunities to study the flow of water entering the karst. Knowledge of these relationships crucial importance, and further research is absolutely necessary karst flood control and water conservation.*

## **1. Bevezetés**

1998-ban Répáshuta alatt egy víznyelőt hűtőszekrénynek néztek. Rapsicok (orvvadászok), műanyag zsákokban több 10 kg vadhúst rejtettek el és felejtettek ott.

Mivel a barlang a Miskolci Vízművek foglalt karsztforrásainak (továbbiakban MIVIZ) és a Kács-Sályi védőidom határán található ezért felmerült a kérdés; a többi barlangban, víznyelőben, töbrben hol és milyen tényleges és potenciális szennyezés fordul még elő?

A kérdés megválaszolására 1998-ban a Karsztvízgazda Bt. irányításával, a MIVIZ támogatásával, a MIVIZ védőidomán megindult a barlangok, majd később a töbrök szennyezés szempontú felmérése.

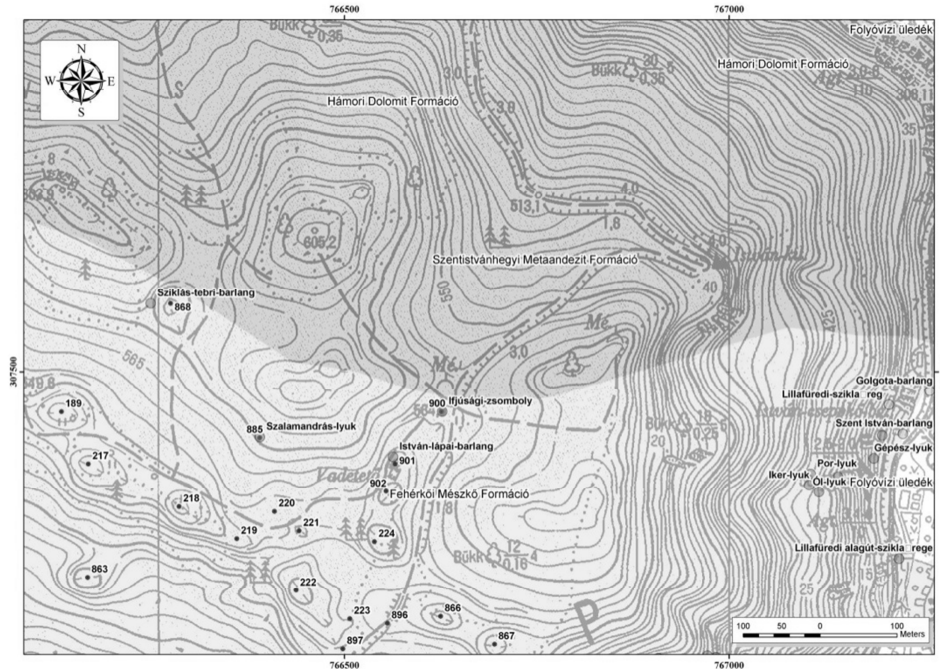
A nagymennyiségű adat feldolgozására 2008-ban térinformatikai adatbázist kezdünk építeni, mely csakhamar a felmérés irányításában és az eredmények tematikus térképen történő ábrázolásában is egyre nagyobb sze-

repet kapott. A felmérési eredményeinkhez adatbázisokat kapcsolunk, így 2011-től napjainkig:

- Lehatároltuk a vízgyűjtőket és a területükre eső nagyobb potenciális szennyező forrásonként kiválasztottuk a vizsgálatainkhoz legalkalmasabb vízmintavételi helyeket.
- Vízgyűjtőnként meghatároztuk a barlangokkal feltárt erózióbázis feletti karsztosodott zóna vastagságokat, melyek az Nv-17-es (Nagyvisnyó-17) figyelőkútnál (ld. BKÉR tagja) végzett leürülés vizsgálathoz szolgáltatottak hasznos információt.
- Felépítettük a Bükk Karsztvíz Észlelő Rendszer (BKÉR) elemeivel kibővített adatbázist, melynek segítségével foglalkozunk a karsztárvides előrejelzés lehetőségével is.

## 2. A felmérés irányítása

A víznyelő, töbrök és barlangi felméréseknél a MÁFI (LESS 2002) és a FÖMI (FÖMI, 1983) alaptérképeinek segítségével az értelmezési tartomány kijelölésre került, ezen belül a töbrök és a víznyelők nagy része meghatározható volt, melyeket a térképen számokkal azonosítottunk.

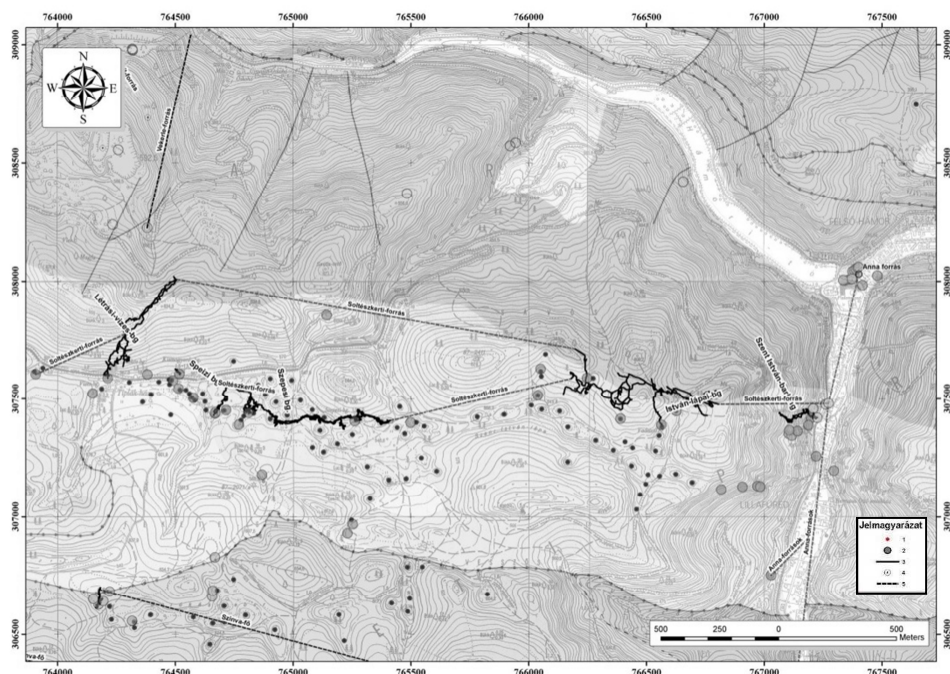


I. ábra Barlangok és töbrök térképe MÁFI-s, FÖMI-s alaptérképen  
 Figure 1. Caves and sinkholes map shown on the geological MÁFI map, and on the base map of FÖMI

Terepen a felmérést az azonosítókat tartalmazó, részben kitöltött adatfelvivő űrlapokkal végeztük. A helyszíni bejárásakor talált további töbrök is azonosítót kaptak és felmérésre kerültek. Az adatok Exceles adatbázisban rögzítésre kerültek, melyből a Word körlevél funkciót felhasználva a felmérési űrlapok letisztázva megjeleníthetők.

A barlangok időszakos felmérésekor átvettük és a térképen feltüntettük a barlangkataszter adatbázisát (KVVM, 2008). Ezen adatbázisból egy az előző állapotot tartalmazó, kitöltött űrlapon már csak a változásokat kellett feltüntetni (1. ábra).

### 3. Az adatbázis kiegészítése



2. ábra: A Soltész-forráshoz tartozó barlangrendszer, barlang bejáratok, víznyelők, víznyomjelzési eredmények, MÁFI-s földtani és  $M=1:10\,000$ -es FÖMI-s alaptérképen ábrázolva (Lénárt–Hernádi 2011)  
Jelmagyarázat: 1 víznyelő, töbör; 2 barlang bejárat; 3 barlangi alaprajz; 4 víznyomjelzés helye; 5 víznyomjelzési eredmény

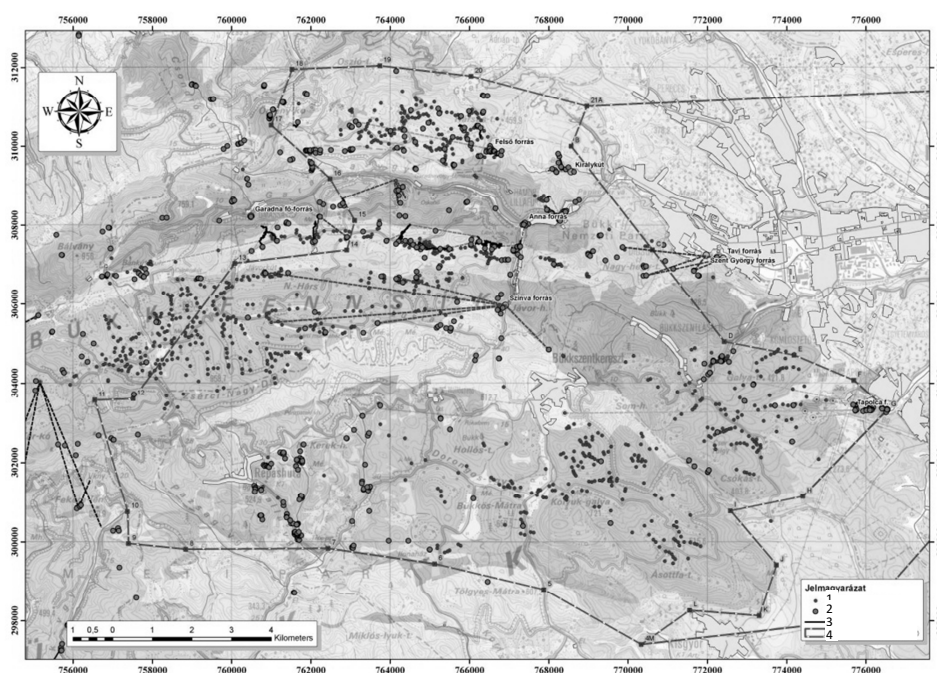
Figure 2. Cave system, cave entrances, sinkholes and water trace results belonging to the Soltész spring, shown on the geological MÁFI map, and on the base map of FÖMI,  $M=1:10\,000$  (Lénárt–Hernádi 2011)  
Legend: 1 sinkhole, recruitment; 2 cave entrances; 3 cave layout; 4 water tracer at; 5 water trace results belonging

A kitöltött, kiegészített űrlapok adatait adatbázisban rögzítettük és azt kiegészítettük még:

- forráskataszteri adatokkal (VITUKI, 2002),
- a barlangbejáratokhoz hozzákapcsoltuk egy pontos illesztéssel a különböző felmérő csoportok közölt munkáiból a raszteres barlangtérképet (KVVM, 2012),
- az illesztett raszteres barlang térképet letisztáztuk, vektorizáltuk.

A vektoros barlangi alaprajzi térképek, víznyelők, töbrök egy egybe-függő barlangrendszer sejtetnek a jól karsztosodó Fehérkői Mészke Formációban. A víznyomjelzési adatokkal (SÁSDI 2000) kiegészített adatbázis pedig barlangrendszereket igazolt a MIVIZ védőidomán (2. ábra).

#### 4. Tematikus térképek készítése



3. ábra A MIVIZ védőidomán barlangok, töbrök („víznyelők”), víznyomjelzési eredmények MÁFI-s földtani és M=1:100 000-es FÖMI-s alaptérképen ábrázolva (Lénárt—Hernádi 2011).

Jelmagyarázat: 1 víznyelő, töbör; 2 barlang bejárat; 3 barlangi alaprajz; 4 MIVIZ védőidoma  
 Figure 3. The delineated on the MIVIZ protected zone; caves, sinkholes (dolinas) and water trace results, shown on the geological MÁFI map, and on the base map of FÖMI, M=1:10 000 (Lénárt, —Hernádi 2011.)  
 Legend: 1 sinkhole, recruitment; 2 cave entrances; 3 cave layout; 4 the MIVIZ protected zone

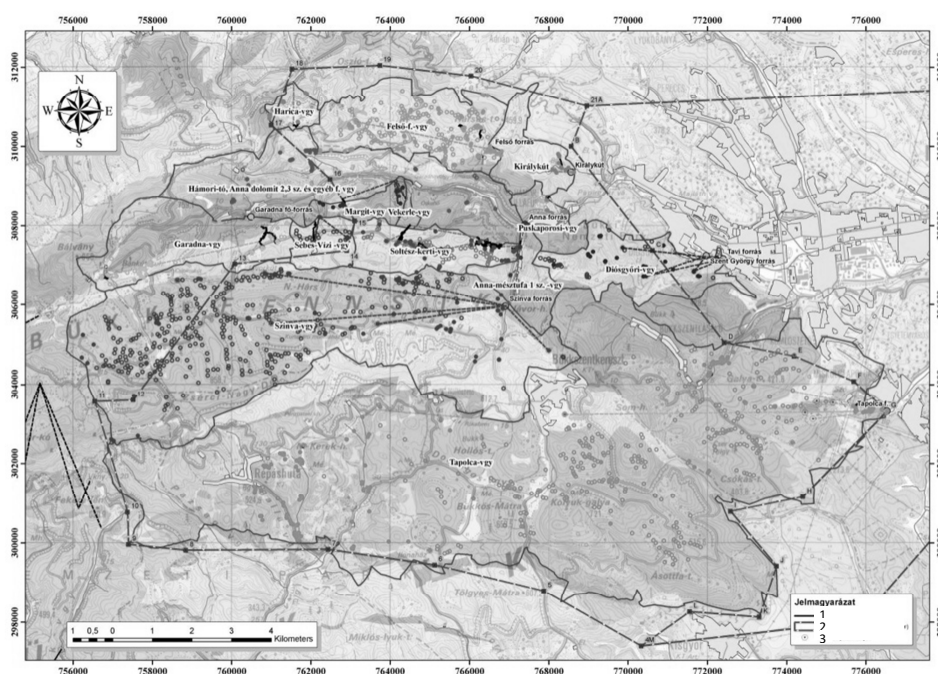
Az előzőekben ismertetett térinformatikai adatbázisra építve lehatároltuk a



MIVIZ védőidomán található jelentősebb forrásokhoz tartozó vízgyűjtőket. Vízgyűjtőnként meghatároztuk a vertikális karsztosodás mértékét és erre az alagra építve néhány tematikus térképet is készítettünk.

#### 4.1. Vízgyűjtők lehatárolása

A MIVIZ védőidomát az ALUTERV 1983-as Böcker féle térképe alapján (BÖCKER–VECSERNYÉS 1983) vastag szaggatott vonallal ábrázoltuk (3. ábra jelmagyarázat 4 sz. jele). Ebben a lehatárolásban látható az a hiba, hogy a Szinva-forrás vízgyűjtőjének Ny-i része és a Garadna-forrás vízgyűjtőjének egésze a MIVIZ védőidomán kívül esik (3. ábra).



4. ábra : A MIVIZ védőidomán 14 vízgyűjtő lehatárolása, barlangok, töbrök („víznyelők”), víznyomjelzési eredmények, MÁFI-s földtani és  $M=1:100\,000$ -es FÖMI-s alaptérképen ábrázolva (Lénárt–Hernádi 2011)

Jelmagyarázat: 1 barlangi alaprajz; 2 MIVIZ védőidoma; 3 víznyomjelzés helye;

Figure 4. 14 catchment delineated on the MIVIZ protected zone; caves, sinkholes (dolinas) and water trace results, shown on the geological MÁFI map, and on the base map of FÖMI,  $M=1:10\,000$  (Lénárt–Hernádi 2011)

Legend: 1 cave layout; 2 the MIVIZ protected zone; 3 water tracer at

A MIVIZ védőidomán és környezetében a FÖMI-s domborzati és MÁFI-s alaptérképen felmérésre, ábrázolásra került (ld. 3. ábra):

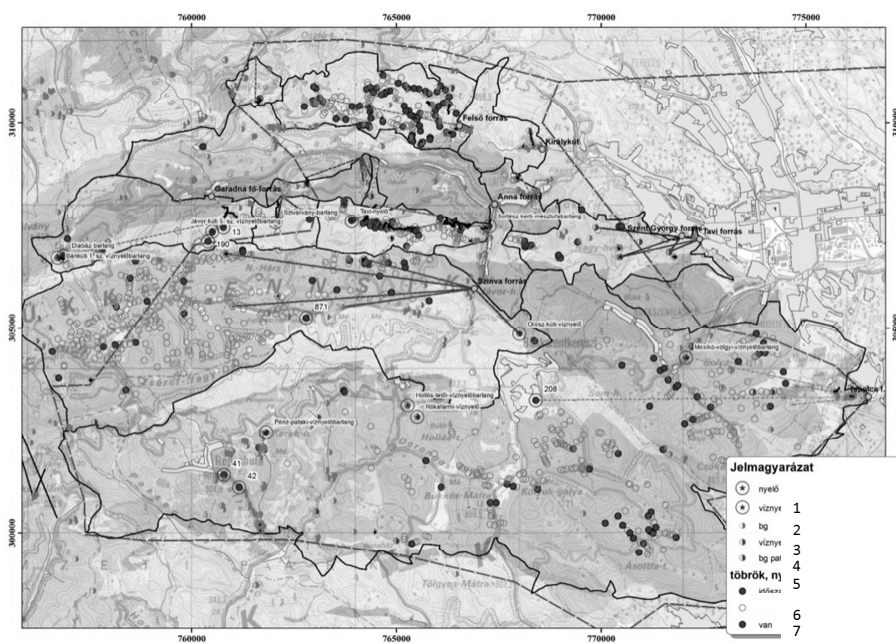
- 1998-2011 közt 700 db barlang. Ebből különböző gyakorisággal, de rendszeresen visszaellenőrzött 95 db (kör jel).

- 2006-2011 közt 1 138 db víznyelő, töbör (pont jel).
- Nagyobb barlangok alaprajza (folytonos vonal jel).
- Több mint száz víznyomjelzési vizsgálat (szaggatott egyenes vonal jel, LÉNÁRT 2011).

Az így megszerkesztett térképen (4. ábra) jól látható a 14 db forrás-hoz tartozó vízgyűjtőterület:

- Tapolca- és a Szinva-forrás pontosított vízgyűjtő területe,
- valamint, az új lehatárolású vízgyűjtők, melyek a következők: Garadna-forrás vízgyűjtője, Anna mésztufa I.-forrás vízgyűjtője, Hámori-tó, Anna dolomit II. III. és egyéb források vízgyűjtője, Sebes- Vízi- forrás vízgyűjtője, Soltész kerti-forrás vízgyűjtője.
- és a kisebb forrásokhoz tartozó vízgyűjtők, mint a Margit-forrás, Vekerle-forrás, Puszkaporos-forrás, Harica- forrás, Felső forrás, Király-kút forrás, Di-ósgyőri forrás.

#### 4.2. Vízgyűjtőnkénti potenciális szennyező források alatti mintavételi helyek meghatározása



5. ábra Jelentősebb potenciális szennyező forrás alatti mintavételi helyek  
 Jelmagyarázat: 1 kiválasztott víznyelő töbör; 2 kiválasztott barlang; 3 barlang; 4 víznyelőbarlang; 5 barlang pa-  
 takos ággal; 6 időszakosan nyelő töbör; 7 töbör; 8 állandóan nyelő töbör  
 Figure 5. Monitoring points under significant potential source of pollution.  
 Legend: 1. selected sinkhole; 2. selected cave; 3. cave; 4. sinkhole cave; 5. cave with stream branch; 6. periodi-  
 cally drain sinkhole; 7. sinkhole; 8. constantly drain sinkhole

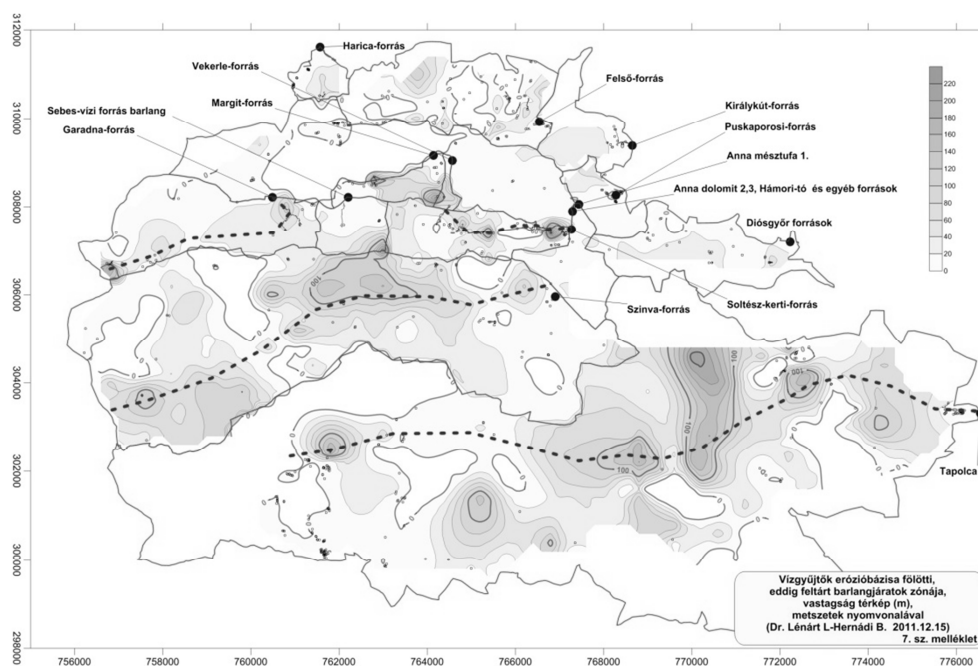
Vízgyűjtőnként a jelentősebb potenciális szennyező források alatti mintavételi helyek meghatározásához leválogattuk (5. ábra) az alábbiakat:

- a töbör kataszterből az állandó és időszakos víznyelőket (ld. a térképen körökkel jelölten);
- a barlangkataszterből a víznyelőket és az aktív patakossággal bírókat (ld. a térképen félkörökkel jelöltük).

A potenciálisan szóba jöhető szennyező források alatt lévők ezek közül kerültek kiválasztásra. A térképen jelöltem továbbá a kiválasztott víznyelőket (ld. Jelmagyarázat 1), a barlangokat (ld. Jelmagyarázat 2). A kiválasztott barlangok azonosítása névvel, a víznyelőké pedig számmal történt.

A leválogatás alapján Tapolca, Szinva, Garadna, Soltészkeri, Sebes-Vizi vízgyűjtőkhöz kötötten 11 db mintavételi helyen (nyelő, barlang) végeztünk iszapsminta vételt, melynek a vizsgálata jelenleg is folyik.

#### 4.3. Vízyűjtők erózióbázisa felett feltárt barlangjáratok zónájának meghatározása



6. ábra A vízgyűjtők erózióbázisa fölött eddig feltárt barlangjáratok zónája [m], a metszetek nyomvonalával (Lénárt, Hernádi 2011)

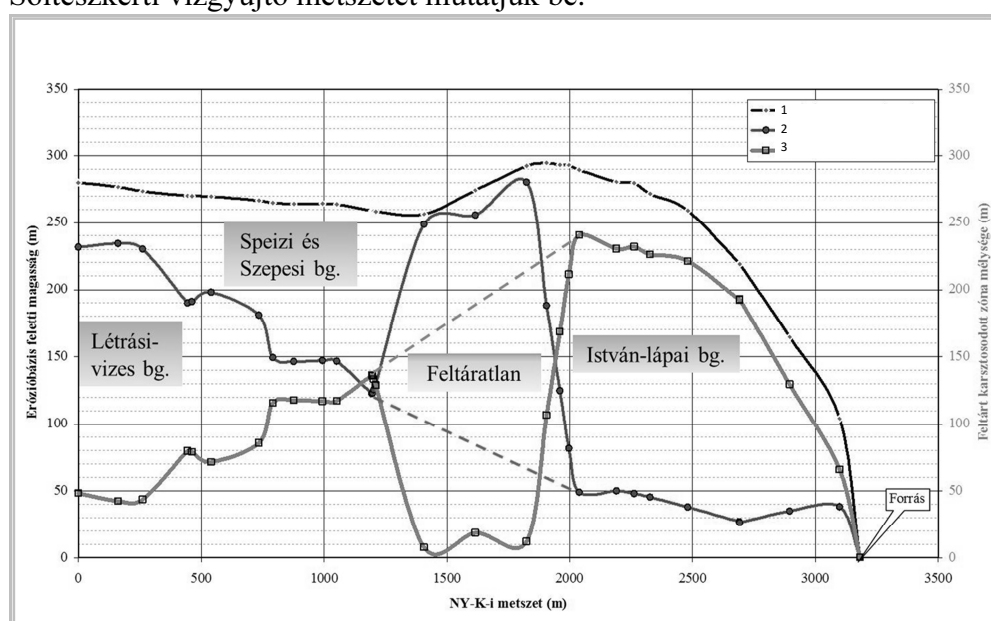
Figure 6. Zone of explored cave passages [m] above the erosion base of the catchment areas, with the traces of the section (Lénárt, Hernádi 2011)

A vízgyűjtők lehatárolásával vizsgáltuk az egyes erózióbázisok fölött az eddig feltárt barlangi járatok zónáját. Ehhez az erózióbázis felett:

- a barlangbejáratok, töbrök, víznyelők szintadataiból egyszerűsített felszíni,
- a barlangi végpontok és patakos ágak szintadataiból pedig mélységi térképet szerkesztettünk.

Az így kapott különbségtérkép a barlangokkal eddig feltárt karsztosodott zóna vastagságát mutatja (6. ábra).

A vertikális karsztosodás metszetek mentén is bemutatható (ld. 6. ábrán szaggatott görbe vonal jelöli a metszeteket). Ezek közül a 7. ábrán a Soltészkeri vízgyűjtő metszetét mutatjuk be.

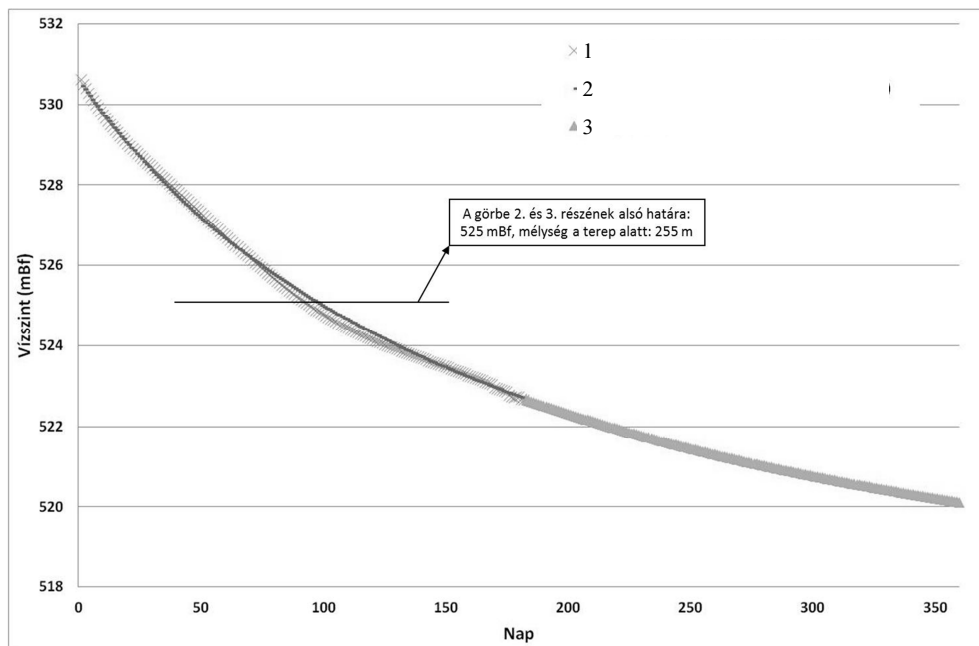


7. ábra: A vízgyűjtők erózióbázisa fölött eddig feltárt karsztosodott zóna [m], a Soltész-forrás rész-vízgyűjtőjéhez tartozó metszet (Lénárt, Hernádi 2011). Jelmagyarázat: 1 barlangbejáratok, víznyelők (töbrök) szintadatai; 2 barlangjáratok, barlangi végpontok szintadatai; 3 eddig feltárt barlangjáratok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

Figure 7. Karsted zone [m] above the erosion base of the catchment areas, section belonging to the partial catchment area of the Soltész spring (Lénárt, Hernádi 2011). Legend: 1 cave entrances, sinkhole, recruitment levels data; 2 flights cave, cave level data endpoints levels data; 3 zone has been explored underground caverns

A Soltész-kerti forráshoz tartozó barlangrendszer a Bükk-hegység legjobban feltárt rendszere. Az ábrán jól látható, hogy a vizsgált Ny-K-i irányú 3,3 km hosszú metszet mentén a karsztosodott zóna vastagsága fokozatosan nő, és a Fennsík peremén, az István-lápai barlangnál eléri a 240 m-t. Vizsgálataink alapján a többi vízgyűjtőnél sem haladja meg a 300 m-t. Ez a nagyobb hézagterefogattal bíró tér a szárazabb periódusokban szinte teljesen leürül és az alatta lévő kisebb hézagterefogójú részben a karsztvízszint csökkenés időben lelassul. A következő ábrán (a BKÉR részeként) az NV-17-es

figyelőkút 20 éves adatsorából (ezen belül a hosszabb száraz periódusokból szerkesztett leürülési görbe 2. 3. szakasza (SZEGEDINÉ DARABOS-LÉNÁRT 2013) jól szemlélteti az előbb leírtakat (8. ábra).



8. ábra Az NV-17-es figyelőkút szárazidőszaki leürülési görbéjének 2. és 3. szakasza (készítette: Lénárt -Szegediné Darabos 2013.) Jelmagyarázat: 1 mért pontokból előállított jelleggörbe; 2 saját képlet alapján számított jelleggörbe; 3 extrapoláció

Figure 8. The 2. and 3. phase curve of running dry of NV-17 monitoring well (Lénárt – Szegediné Darabos 2013.) Legend: 1. characteristic curve generated from measured points; 2. calculated based on own characteristic curve formula; 3. extrapolation

#### 4.4. A Bükki Karsztvíz Észlelő Rendszer (BKÉR) kialakulása és elemeinek bemutatása

1992-ben a Miskolci Egyetem keretein belül kialakított (és a „bükki víztermelők” által anyagilag támogatott) automata vízszint (helyenként hőmérséklet és vezetőképesség) monitoring rendszer alapját a Böcker Tivadar által 1983-ban tervezett és kivitelezett kutak jelentették.

Az évek során összesen több, mint 80 helyen – termelő kutakban, megfigyelő kutakban, barlangokban és forrásokban – zömében 15-60 perces,- gyakoriságú mérések zajlottak, ill. zajlanak ma is, melyekből mintegy 16.000.000 adat keletkezett.

A teljes észlelő rendszer közel száz objektumából (víznyelő, barlang, forrás, figyelő és termelő kutak) beérkező információkat rendszerünkbe integráltuk és a hatékonyabb felhasználás érdekében a papír alapú korlátokat feloldó ArcReader ingyenes térképnézegető programmal tettük használhatóbbá a nagyközönség számára is.

A BKÉR objektumokhoz kapcsolt Word.doc állományok a következőket tartalmazzák:

- állapotrögzítő fotók;
- műszaki adatok;
- egyes barlangok alaprajzi térképei,
- műszaki tervek,
- 2008-as, 2009-es, 2010-es és 2011-es, ill. az 1992-2011 közötti Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) mérési adataiból készített grafikonok.

#### *4.5. Karsztárvíz előrejelzés lehetőségének vizsgálata*

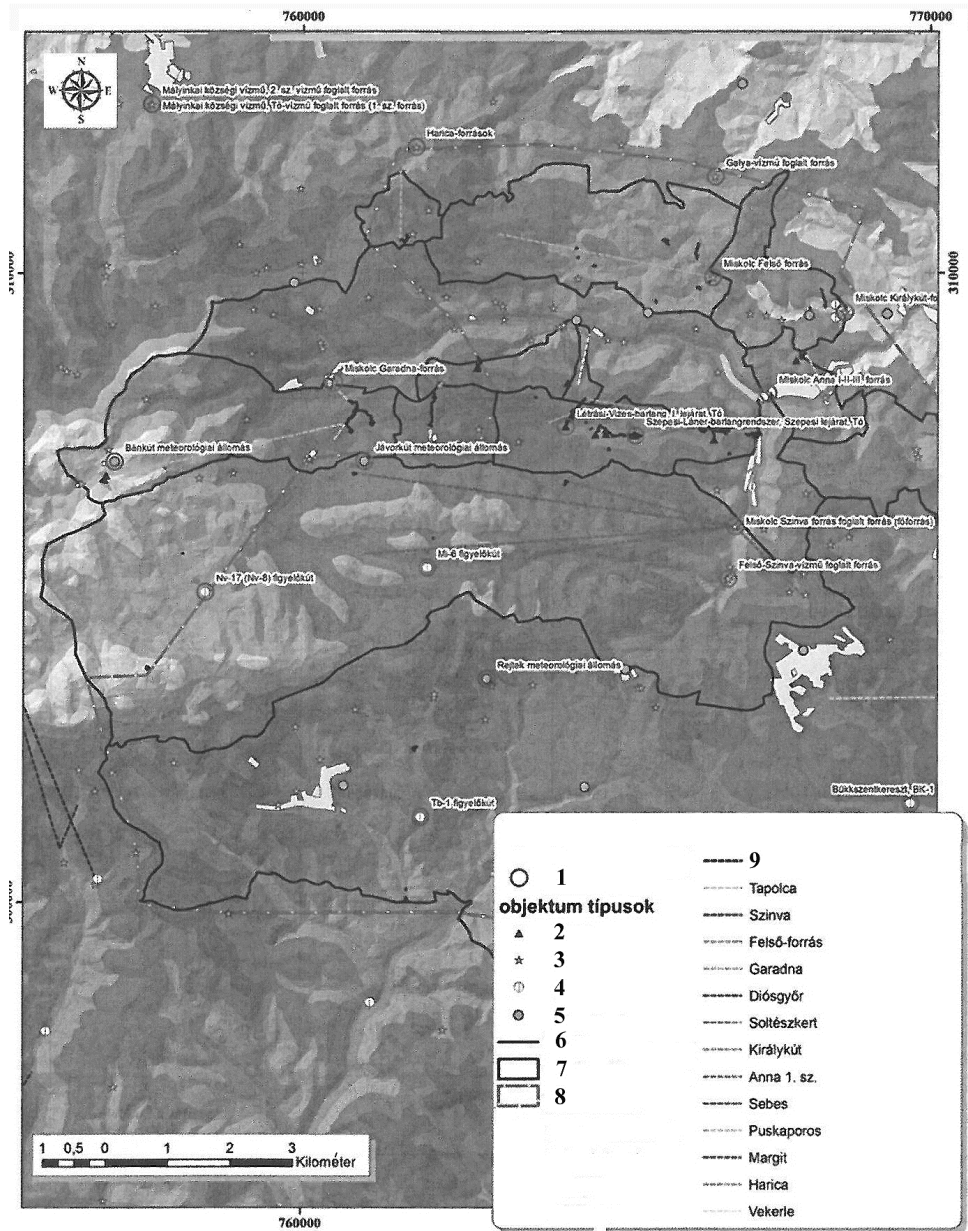
Miskolc Város karsztárvíz védelmi előrejelzését az árvízvédekezés szempontjából meghatározzák a Garadna és a Szinva völgy és a hozzá tartozó Garadna és Szinva források vízgyűjtői (9. ábra).

Az említett vízgyűjtőkön a BKÉR objektumait, és ezen belül a 2012-ben vizsgáltakat bekarikáztuk (ld. jelmagyarázat 1). Ezekre az adatokra építve javasolható egy több szintű előrejelzési rendszer kiépítése, melynek alapja egy központi gépre beérkező online adatfolyam, melyből. Ezzel az alábbiak adhatók meg:

- A karsztra hullott és beszivárgó csapadékmennyiség karsztvízszint növelő hatása a figyelő kutakban és a barlangok patakos főágában.
- A Szinva és Garadna forrásokban megjelenő víz hozama.
- A Garadna és a Szinva völgyében a már meglévő, kialakított mérőszelvényekben, részben a forrásokból származó, részben a felszíni vízgyűjtőkről lefolyó vízszint és hozam.

A rendszer felállítását követően a mérési adatsorokból a mércekapcsolatok meghatározhatók és ezzel az egyes szelvényekben a várható árvízi szint előre jelezhető





9. ábra BKÉR karszthidrogeológiai mérési objektumok Szinva, Garadna források vízgyűjtőin. Jelmagyarázat: 1. kiválasztott objektumok; 2. barlang; 3. forrás; 4. figyelőkút; 5. meteorológiai állomás; 6. barlangi alaprajz; 7. vízgűjtő; 8. védőidom; 9. víznyomjelzés

Figure 9. BKÉR karst hydrogeology measuring objects Szinva, Garadna sources basins. Legend: 1. selected objects; 2. cave; 3. source; 4. monitoring well; 5. meteorological station; 6. cave floor plan; 7. protective blocks; 8. protective blocks; 9. water tracer

## 5. Összefoglalás

A kialakított térinformatikai rendszerbe nemcsak a MIVÍZ védőidomán a felmért barlangok és töbrök kerültek integrálásra, hanem a már 20 éve működő Bükki Karsztvízszint Észlelő Rendszer (BKÉR) elemei és az észlelési pontokhoz rendelt adatállományok, ill. azok grafikus feldolgozásai is. Bemutattuk, hogy a két adatállomány azonos térinformatikai rendszerben történő együttes használata újabb lehetőségeket nyújt a karsztba bekerülő vizek áramlási rendszereinek vizsgálatára, mely összefüggések ismerete karsztár-vízvédelmi és vízbázisvédelmi szempontból meghatározó fontosságú és további kutatásuk feltétlenül indokolt.

**Köszönetnyilvánítás:** A tanulmány, a Miskolci Egyetemen működő Fenn tartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű „KÚTFŐ” projektjének részeként, az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

- BÖCKER, T. - VECSENYÉS, GY.* (1983): Miskolc város vízellátására foglalt karsztforrások védőidomának víz- és környezetvédelmi atlasza - Hungalu Budapest.
- FÖMI* (1983): EOV (Egységes Országos Vetület) térképek M= 1:10 000, M=100 000 méretarányban, Budapest.
- LESS Gy.* (szerk.) (2002): A Bükk hegység földtani térképe 1:50 000, MÁFI, Budapest.
- LÉNÁRT L.* (2011): A miskolctapolcai vízműforrások védőidomán található barlangok és víznyelők szennyezettségi állapotának ellenőrzése (10), - Karsztvízgazda Bt., Kézirat, Miskolc.
- KVVM Barlangtani és Földtani Osztály* (2008): Barlangkataszter, Budapest. <http://www.termeszetvedelem.hu/>
- KVVM* (2012): A jelentősebb barlangok alaprajzi térképei, a különböző felmérő csoportok munkáiból, Budapest., <http://www.termeszetvedelem.hu/>
- SÁSDI L.* (2000): A bükki víznyomjelzések és eredményeik. - Térképi mellékletek, Budapest.
- SZEGEDINÉ DARABOS ENIKŐ – LÉNÁRT LÁSZLÓ* (2013): Karsztvízszint előrejelzés a Bükk hegységben, Kézirat, Miskolc

*VITUKI* (2002) Vízföldtani információs Rendszer (VIFIR) - Felszín alatti vízminőségi adatbázis forráskataszteri része, Budapest.