

Tavaly újraindultak a mérések

A budavári barlang hidrológiai vizsgálata

A budai Várbarlang területén közel tíz év után újra elkezdett hidrológiai vizsgálatok két területen mutatnak változást. A kutak vízszintje emelkedett a korábbi időszakokhoz képest, a csepegő vizek intenzitása viszont csökkent.

1. Bevezetés

A budai Vár alatt húzódó üreg- és barlangrendszer hidrológiai vizsgálatát az 1970-es évek elején Kessler Hubert kezdte meg. Vizsgálatait a kilencvenes évek közepétől folytattuk, mérve a barlangi kutak vízállását, vízhőmérsékletét, áramlási viszonyait, valamint elemeztük a vizek kémiai tulajdonságait. Az eredmények publikálása után (Hajnal 2003) hosszú évekig nem folytatta senki a hidrológiai kutatásokat. A BME Építőmérnöki Kar Vízépítő Körének hallgatóival 2008 októberétől újra lehetőségünk nyílt a vizsgálatok folytatására; a legújabb eredményekről számolunk be az alábbiakban.

2. Barlangok, üregek, pincék

A budai Várhegy mésztufaüregi eredeti kifejlődésükben szabálytalan, alacsony képződmények voltak, s ezeket az ember a történelem folyamán saját hasznára kívánta formálni. Ha kemény volt, akkor a főté és az oldalfalak irányában terjeszkedtek. Utóbbiakat sok helyütt felfalazták, a főtét pedig pillérekkel alátámasztották (Kadi 1942). Az üregekbe befolyó víz összegyűjtésére kutakat ástak, melyeket sokszor a főtétől a felszínig légaknákkal tettek könnyen hozzáférhetővé. A fent bemutatott folyamatok következtében mára számos elnevezés vált használatos-

sá az üregek tekintetében. Hívjuk őket barlangnak, üregnek, pincének, mély-pincének, barlangpincének, törökpincének, sziklapincének.

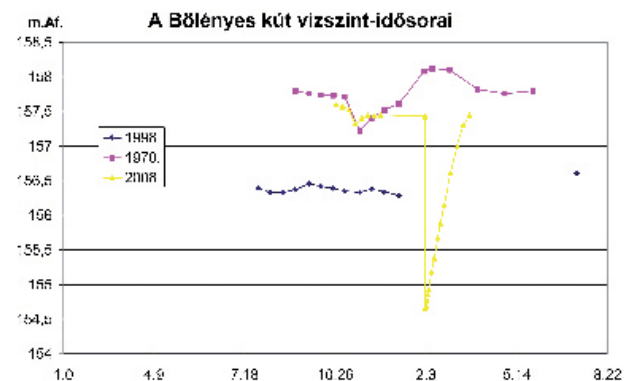
Az összefüggő barlangpincék összesen alapterülete körülbelül 18 ezer m², a különálló üregek összterülete körülbelül 4 ezer m². Jelenlegi ismereteink szerint természetes eredetű üregek csak a Polgárváros alatt találhatóak (1. ábra).

3. Barlangi kutak vizsgálata

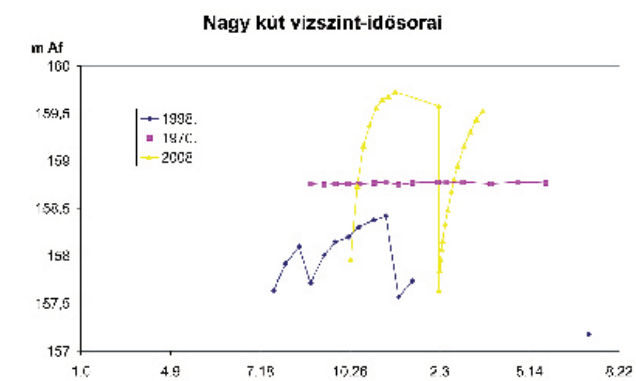
A megtalálható és azonosítható kutak száma folyamatosan csökkent az idők folyamán. A XVII. század derekán 75 (Zolnay 1961), 1908-ban 28 kútról írtak (Szontagh 1908), 1938-ban már csak 13 kutat vizsgáltak (Horusitzky 1939), egy 1951-es térképeken 26 kutat jelölt meg. A kilencvenes években összesen 20 kút került a látókörünkbe. Már a Kessler H. által 1971-ben feltárt kutak közül is több azonosíthatatlanná vált.

Kessler H. vizsgálatai idején a kutakat beszintezték, ám az adatok-

3. ábra. A Bölényes kút vízszint-idősorai



4. ábra. A Nagy kút vízszintidősorai



nak nyomuk veszett. Az újabb vizsgálatoknál a kutak számokkal való jelölését elvetettük, mivel a régi vizsgálatok alakalmával minimum 5 féle számozást vezettek be (2. ábra) (Horusitzky 1938, Kessler 1971, Debreceni Búvárklub 1994, 1996, Hajnal 1995).

3.1. Vízszint

A barlangi kutak vízállásainak mérése viszonylagos rendszerességgel eddig három időszakban történt. Az első időszak 1970. szeptember 6-tól 1971. május 30-ig tartott (Kessler 1971). E kilenc hónap alatt heti gyakorisággal mértek 12 kutat. A második alkalom 1994. április elejétől közel egy évig tartott, amikor 7 kútra (Labirintus, Mamutfogas, Hadik, Német, Mérőórák, Barlangos, É-Labirintus) vízszintmérő műszert szereltünk fel. A műszerek elvileg folyamatos regisztrációra voltak képesek (Hajnal 1995).

A harmadik időszakban 1998 júniusától 2000 januárjáig mértük a vízszinteket, körülbelül havi egy méréssel tíz kút vízállását regisztráltuk. Az első időszak adatainak elemzése alapján próbálkoztunk a második időszakban a vízszintmérő műszerek telepítésével. Ezeknek a műszereknek ugyanis a szerkezeti kialakításuk miatt közel 5 cm-es holtjátékuk van a damil nyúlásából következően, ám Kessler H. mérései több esetben is ennél az értéknél jóval nagyobb vízszintingadozást mutattak egy-egy kútnál. A legkisebb heti változás 3,3 cm (Barlangos kút), a legnagyobb pedig 170 cm volt (Bölényes kút). Ennek ellenére a második időszakban kizárólag konstans vízállásokat sikerült regisztrálnunk, ezért a műszereket egy

év után leszereltük. (Igaz, csak 5 kút – Mamutfogas, Hadik, Német, Mérőórák, Barlangos – volt azonos a vizsgálati periódusokban. Sajnos a kutak vizsgálatait nem a tudományos célkitűzések határozták meg, hanem a mélypincékbe való lejutási lehetőségek.)

2008 októberében újrazekdtük a méréseket, heti gyakorisággal hat kútnál (Kávészó, Bölényes, Nagy, Világtengegy, Vendégeknyves, Mély). Ezek közül négynél volt arra lehetőség, hogy a vízállásokat összevegyük a korábbi eredményekkel.

Fontos megjegyezni még, hogy az első periódus vízszintjei csak grafikus ábrázolásokon maradtak fenn, táblázatos formában az adatok nem álltak rendelkezésre, mérési jegyzőkönyveknek, konkrét adatoknak nincs nyomuk. Ezért az adatfeldolgozás és az ábrázolás rendkívül nehézkes volt.

Az első mérési időszakban a Bölényes és a Vendégeknyves kútnál történt "vízkimerítés" (Kessler 1971) 1970 novemberének első napjaiban. Előbbi kút vízállása 1971 elejétől több mint 0,6 m-t emelkedett, majd egy hosszabb csökkenő periódus után ismét gyorsan emelkedett (3. ábra). Ez az áprilisi-hoz képest közel ötszörös májusi csapadéknövekedés hatására következett be. A saját méréseink idején még egyértelműbben követte a kút vízállása a csapadék mennyiségét, ami a ritkább észlelések ellenére is egyértelműen megállapítható. A kút átlagos víznívója az első két mérési időszak között 1,40 m-t esett.

Az ábráról jól látható, hogy napjainkban a Bölényes kút vízszintje a hetvenes évekhöz áll közelebb, körülbelül egy méteres vízszintemelkedés történt az elmúlt tíz évben.

A hetvenes években a Nagy kút vízjátéka volt az egyik legkisebb (a maximális heti változás 3,8 cm volt), az 1998-ban kezdődő adatsor jóval szélesebb (4. ábra). A csapadékmennyiség változásainak megfelelő előjellel változtak a vízállások, ennek mértéke az összes kút közül itt volt a legnagyobb. Az előjelhelyesség az 1999-es júniusi csapadékmaximum alkalmával felborult, ugyanis a kút vízállása minden addigi mértéket meghaladón süllyedt, mégpedig az addig feltételezett 157,6 mAf kútfenékszint alá (!) közel 40 centiméterrel. Ez azonban csak úgy volt lehetséges, ha a kút fenekét időközben újból kitisztították, amiről konkrét adatok nem állnak a rendelkezésünkre. Valószínűsíthetően a tisztítás idején a vizet folyamatosan szivattyúzták. Bár lehetséges, hogy a víz mozgását csak a csapadék mértéke befolyásolta a többi mérés időpontjában, fontos figyelembe venni, hogy ez a kút van az egyik legjobban kitéve a nem kívánt emberi beavatkozásoknak. A kút átlagos vízszintje közel 1,0 métert süllyedt az első két mérési időszak között.

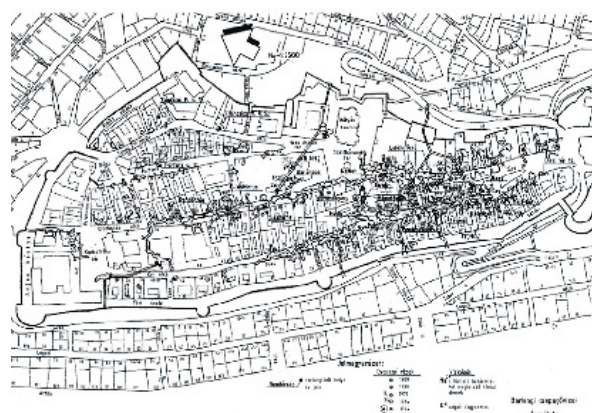
Mára a Nagy kútban a hetvenes évekhez képest is egyméteres vízszintemelkedés következett be. A Labirintus üzemeltetőinek szóbeli közlése alapján a kútból rendszeresen ki kell szivattyúzniuk a vizet, hogy ne öntsön ki.

A Kávészó kút – ahogy a neve is elárulja –, a másik legveszélyeztetettebb vízálló a Nagy Labirintusnak, mivel egy vendéglátóipari egység területén található. A legtöbb szemét, cigarettacsikk, papír stb. ebben a kútban szokott előfordulni. Az első mérési időszakban változóan reagált a csapadékra, mivel a novemberi magas értékeket rugalma-

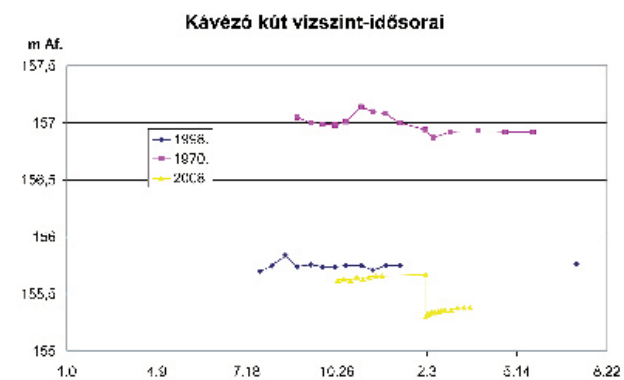
1. ábra. A budai Várhegy helyszínrajza



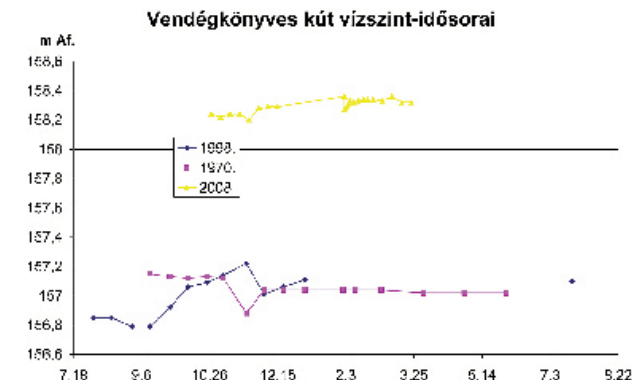
2. ábra. A barlangi kutak elhelyezkedése



5. ábra. A Kávézó kút vízszintidősorai



6. ábra. A Vendégkönyves kút vízszintidősorai



san követte a vízállás, míg az 1971. májusi magas csapadékra semmilyen változás nem következett be (5. ábra). A több mint 1,2 m-es víznívócsökkenést szenvedett kút vízállása az újabb mérések idején csak nagyon kis mértékben változott, s egyáltalán nem reagált a júniusi csapadékmaximumra.

Ez a kút volt az egyetlen, melyben a vízszint nem változott az 1998-as mérésekhez képest.

A Vendégkönyves kút az egyetlen, amelynek nem csökkent a víznívója az első két mérési időszak között, sőt, néhány cm-rel meg is emelkedett (6. ábra). Érdekes, hogy mindkét mérésorozat elején érzékenyen reagált a vízállás a csapadékra, s mindkét sorozat második felében hatástalanok maradtak a nagyobb csapadékok is. Ez azonban nem magyarázható semmilyen természeti jelenséggel, ugyanakkor a Labirintus D-i részének legnedvesebb pontján helyezkedik el ez a kút.

Legújabb méréseink tanúsága szerint körülbelül egy méteres emelkedés történt a korábbi mérésekhez képest.

A 2008-as mérési időszak kezdete óta az OMSZ honlapjának adatai szerint többször is hullott a sokévi átlagot meghaladó csapadék Budapest területén. Decemberben három egymást követő napon 10 mm-t meghaladó csapadék hullott, 2009 februárjában is több volt a néhány mm-es csapadékos napok száma. A kutakban történt kis vízszintes utáni enyhe emelkedés megfigyelhető a vízszinteknél, de a csapadék hatásának kimutatására hosszabb adatsorokra lenne szükség.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy az összehasonlítás alá vonható négy kútból háromnál egyértelmű vízszintnövekedés tapasztalható a kilencvenes évekhez képest. Rendszeres mé-

résekre van szükség annak megállapítására, hogy ennek mi az oka!

3.2. Hőmérséklet

A múlt század elején egy-két alkalommal megmérték néhány kút vizének hőmérsékletét, többségük 12 °C-os volt (Szontagh 1908).

Ugyancsak néhány adat áll rendelkezésre 1938-ból (Horusitzky 1938), amikor 13 kút víz hőmérsékletét regisztrálták. Az értékek 10,5 és 13,85 °C között változtak. Ebben a mérési időszakban 8 és 11 °C volt a levegő hőmérséklete az üregekben.

Az első hosszabb adatsor 1970-71-ben született (Kessler 1971); akkor a kútvizek hőmérséklete 10,6 és 15,8 °C között változott, és a víz hőmérséklet többé-kevésbé követte a levegő hőmérsékletváltozását. A mérések eredményei itt is csak grafikus formában feldolgozva maradtak meg. A görbékről

1. táblázat. A barlangi kutak víz hőmérséklete

Kutak	1970 - 1971.		1998 - 1999.		2008-2009	
	min. °C	max. °C	min. °C	max. °C	min. °C	max. °C
Bövényes	13	14	13,7	16,0	13,3	15,4
Nagy	14	15	14,3	18,0	14,2	16,8
Kávézó	13	14	16,2	17,6	15,4	17,7
Vendégkönyves	12	13	15,3	17,2	15,5	16,6
Mamutfogas	14	15	12,0	14,0	-	-
Hadik	15	16 (15,8)	10,0	14,5	-	-
Török	12	14	11,5	14,0	-	-
Német	13	14	12,0	14,3	-	-
Mérőórás	13	14	13,0	14,8	-	-
Barlangos	11 (10,6)	13	14,1	16,0	-	-
Mély	-	-	-	-	13,3	14,3
Világtengely	-	-	-	-	14,7	18,5

leolvasott minimum és maximum értékeket közöljük (kerekítve) kutanként. Az 1998-as méréseket körülbelül havi gyakorisággal végeztük, a legújabb mérési időszakban hetente mértünk (1. táblázat).

A legalacsonyabb értéket a Hadik kútban (10 °C), a legmagasabbat a Vendégkönyves kútban (18,5 °C) mértük. A minimum értékeket kivétel nélkül az 1999. január 4-i regisztrálás alkalmával mértük, a maximumok a nyári hónapokban, vagy kora ősszel születtek. Az első mérésorozat adatai jóval kiemelkedőbb képet mutatnak a másodikénál. Az egyes kutak minimumai között 4 °C, a maximumok között csupán 3 °C, míg az újabb mérésornál a minimumoknál 6,2 °C, a maximumoknál pedig 4 °C volt a különbség. (Érdekes, hogy a Hadik kútban volt az első esetben a maximum, a második esetben a minimum hőmérséklet. Ennek okát abban látjuk, hogy ez a kút, illetve bar-

1. A Mély kút vízszintjének mérése
2. A Bövényes kút a leszívás után



langszakasz közvetlen kapcsolatban van a felszínnel a főtében található nyitott kürtön keresztül. Ezért a léghőmérséklettel egyidejűleg a víz hőmérséklet is érzékenyebb lehet a meteorológiai hatásokra.)

Megfigyelhető, hogy a maximumoknál 2 °C-os növekedés történt. A későbbi adatsorok egyenlenségei között megfigyelhető az a tendencia, hogy a Labirintus D-i, vizsgálataink idején hasznosított, és így helyenként a fűtött részen a víz hőmérsékletek átlagosan 2 °C-kal magasabbak, mint a Labirintus É-i részén található kutaknál.

3.3. Vízadóképeség

A barlangi kutak vízadóképeségét 1970-ben vizsgálták először (Kessler 1971), majd az 1990-es évek közepén a

Debreceni Búvárklub (DBK) szakemberei végeztek méréseket több alkalommal is (Debreceni Búvárklub 1994a, 1994b, 1996) (2. táblázat).

2009 februárjában három kút (Bövényes, Nagy, Kávézó) szivattyúzására volt lehetőségünk. A leszívás-visszatöltés folyamata jól követhető a 3-6. ábrákon.

A Bövényes kút átmérője közelítőleg 1,46 m. A benne lévő 2,77 m-es vízszlopot 40 l/p hozamú szivattyúval ürítettük ki 89 perc alatt. A visszatöltődés egyenletes volt, a kút vízadóképesége 127 l/nap. Ez egy nagyságrenddel nagyobb érték a korábban mértekhez képest. Ennek pontos okát csak megismertelt vizsgálatokkal lehet kideríteni.

A Nagy kút közelítő átmérője 1,34 m. A kútból 1,94 m-es vízszlopot szívunk le, ugyancsak 40 l/p hozammal 70 perc

alatt. Ahogy már jeleztük, és a 4. ábrán is látszik, a kutat korábban többször is le kellett szívni. Sajnos ezekről nem készült dokumentáció, korábbi adatok pedig nem állnak rendelkezésre. A kút vízadóképesége 141 l/nap.

A Kávézó kút átmérője 0,90 m. A kút szívását 10 l/p hozamú búvárszivattyúval végeztük. A 37 cm-es vízszlopot 30 perc alatt sikerült leszívni. A kút fenekete tele volt hulladékkal és szeméttel. Több hét elteltével is csak néhány centiméteres vízszintemelkedés következett be, így a kút vízadóképesége nem becsülhető.

A Vendégkönyves kút szivattyúzására nem volt lehetőségünk. Közelítő számítás úgy tudunk végezni, hogy vödörrel kimertünk annyi vizet, hogy tíz centimétert süllyedjen a vízszint, és mértük a visszatöltődést. A vízadóképeség 23 l/napra adódott.

A 2. táblázatból látható, hogy nagyon kevés mérés történt, és ezek csak rövid ideig tartottak. A vízhozamokat a leszívott kutak visszatöltődési idejéből számították. Ennél az eljárásnál fokozottan igaz az "egy mérés, nem mérés" elve.

A meglévő eredményekből mégis levonható egy fontos következtetés. A Polgárváros É-i részén található kutak vízadóképesége két-három nagyságrenddel nagyobb, mint a D-i részen található kutaké. Ennek pedig egyértelműen földtani oka van, ugyanis az északi részen nagy kiterjedésben megtalálható az Ördögárok terasz kavicsa, míg a déli részen jóval kötöttebb talajok fordulnak elő az édesvízi mészkő alatt.

Fontos volna részletesebben megvizsgálni ennek a területnek a földtani adottságait, mind a vízadó rétegek, mind pedig az esetleges törések szem-

2. táblázat. A barlangi kutak vízadóképesége

Kutak	1971.	1993.	1994.	1996.	2009.
vízadóképesége	(l/nap)				
Dísz tér 15.	-	-	480,0	1008	-
Mély	3,9	-	3,8	-	-
Bövényes	16,0	-	14,4	-	127
Vendégkönyves	43,0	-	-	-	23
Labirintus	-	1296	744,0	720	-
Mamutfogas	-	-	43,2	-	-
Mérőórás	-	744	480,0	-	-
Barlangos	-	552	38,4	-	-
Ciszterna	9,3	-	-	-	-
É-i Labirintus	-	-	89,1	528	-
Rendőrség	-	-	5.400,0	7.200	-
Táncsics M. 5.	-	-	10.080,0	12.000	-
Táncsics M. 15.	-	-	13.000,0	12.000	-
Nagy	-	-	-	-	141
Fortuna 21.	-	-	1.440,0	1.440	-



3. kép. A Nagy kút szivattyúzása
4. kép. A szeméttel teli Kávészó kút

pontjából. Rendszeresen kellene mérni a kutak vízáradókéességét is.

3.4. Vízkémia

A barlangi kutak vizeinek múlt század eleji kémiai vizsgálatainak eredményeit több tanulmány is rögzíti (Szontagh 1908, Horusitzky 1938).

Az 1970-es átfogó kútvizvizsgálatok alkalmával a Főmterv Rt. vegyi laboratóriumában végezték az elemzéseket. Az 1994-es vizsgálatok a BME Vízellátás-Csatornázás Tanszék laboratóriumában (Hajnal 1995), míg 1998-tól ismét a Főmterv Rt. laboratóriumában készültek.

A Várbarlang kútveit néhány kémiai komponensre vizsgáltuk gyorsesztekkel, valamint konduktométerrel.

A csapvízzel összehasonlítva jól látható, hogy az erősen szennyezett kútveik nem ebből a dunai vízbázisból származnak. A Bölényes, Kávészó és Nagy kút mintái igen hasonló összetételűek, csupán a nitrát ion mennyi-

sége tér el jelentősen. Az összes keménységet okozó kalcium és magnézium ionok valószínűleg a környező kőzetekből oldódtak ki, míg a magas kloridtartalomért az utak sózása tehető felelőssé. A nitrát ion fokozott jelenléte korábbi szerves szennyezések utal.

A Vendégkönyves kút vize jelentősen eltér az előzőektől. Ennek magyarázatát jelenleg nem tudjuk, az okok feltárása további vizsgálatokat igényelne.

3.5 Csepegő vizek

A csepegő vizek intenzitását korábban csak Kessler H. mérte. Hat csepegési helyen 1,4-től 200 l/p-ig változott a hozam. Mi három helyen tudtunk mérni, az értékeket a 4. táblázatban tüntettük fel. A régebbi és a mostani időszakban történt helyszíni bejárások alapján egyértelműen megállapítható, hogy kisebb területen történik vizesedés mint korábban, ami a folyamato-

san felújított közműhálózatoknak köszönhető. Ugyanakkor egy-egy rejtett hibahely következtében így is vannak állandó csepegő helyek. Pontosabb és több mérésre lenne szükség!

Mindegyik csepegési hely még a kútveknél is jóval magasabb összes keménységgel és klorid tartalmával tűnik ki. A szennyezések eredete valószínűleg azonos a fent említettekkel. Feltűnő, hogy az egyes helyek között is jelentős eltérések tapasztalhatók.

4. Összefoglalás

A budai Várbarlang területén közel tíz év után újra elkezdett hidrológiai vizsgálatok két területen mutatnak változást. A kutak vízszintje emelkedett a korábbi időszakokhoz képest, a csepegő vizek intenzitása viszont csökkent.

A korábbi megállapításokkal egyező eredményeink, hogy egy kútban sincs ivóvíz minőségű víz, valamint hogy a déli részen kisebb vízáradókéességű kutak találhatóak, mint az északi.

A kútveik hőmérséklete szorosan összefügg a léghőmérséklettel.

Ismételten javasoljuk monitoringrend-szer kiépítését, amely lehetővé tenné a további, egyidejű vizsgálatok elvégzését. Megfelelő számú adat ismeretében lehetővé válna a rendszer olyan mélységű modellezése, mely a gyakran bekövetkező havária események (útbeszakadások, csőtöré-

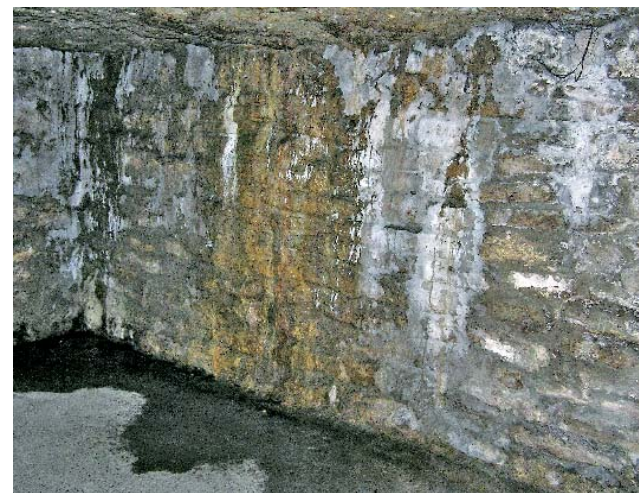
4. táblázat Csepegés intenzitások

Mérőhely	Hozam (l/nap)
1.	0,21 – 0,86
2.	2,10 – 2,52
3.	3,24 – 5,04

3. táblázat Vízkémiai vizsgálatok eredményei 2009. február 2.

A dőlt betűvel szedett számok a 2000.01.19. végzett vizsgálatot jelölik.

Kút neve	Vezetőképes-ség mS/cm	Összes keménység nK°	Klorid mg/l	Nitrit mg/l	Nitrát mg/l
Bölényes	2,61	38	675 923	0	100 118
Nagy	2,10	28	475 533	0	75 168
Kávészó	2,36	36	575 249	0	0 0
Nagy szív	2,02	27	425	0	75
Vendégkönyves	1,08	13	200 107	0,05 0,5	50 16
Csapvíz	0,42	18	25	0	0



5. kép. Vízkimerés a Vendégkönyves kútból

6. kép. Csepegés intenzitás mérése a Labirintusban

7. kép Átvizesedett falazat mészkiválással

sek, kőzetmozgások) gyors orvosolását is segítené. Ha erre nincs mód, akkor rendszeres mérések elvégzése szükséges.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Budavári Labirintus munkatársainak munkánkhoz nyújtott segítségét.

Hajnal Géza kutatómunkájához anyagi támogatást nyújt a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO00063/08/6).

Hajnal Géza,
Farkas Dávid,
Máté Szabolcs,
Mészáros Zoltán,
Póth Zoltán

5. táblázat Csepegő vizek vízkémiai vizsgálata

Csepegési hely	Vezetőképes-ség mS/cm	Összes keménység nK°	Klorid mg/l	Nitrit mg/l	Nitrát mg/l
1	6,80	60	2025	0,15	75
2 (02.02.)	4,17	51	1300	0,15	100
2 (02.03.)	4,53	50	1450	0,5	100
3	2,85	18	850	0	50
Csepegési helyek vízkémiai vizsgálata, 2009. február 2-3.					
Csepegési hely	Vezetőképes-ség mS/cm	Összes keménység nK°	Klorid mg/l	Nitrit mg/l	Nitrát mg/l
1	6,70	59	1950	0,25	75
2	4,58	72	1250	1,0	100
3	2,75	18	800	0,15	50
2009. február 19.					

Irodalom

Hajnal, G. (1995): A budai Várbarlangok hidrológiája, Karszt- és Barlangkutató, 10. pp. 211-223.

Hajnal G. (2003): A budai Várhegy hidrogeológiája, Akadémiai Kiadó, Budapest

Horusitzky, H. (1939): Budapest Duna - jobbparti részének geológiai viszonyai. Hidrológiai Közlemény, 18 (1938), p. 404.

Kadi, O. (1942): A budavári barlangpincék, a várhegyi barlang és a Barlangtani Gyűjtemény ismertetése. Barlangvilág, 12 (3-4), pp. 49-75.

Kessler, H. (1971): A budai Várbarlangban végzett hidrológiai mérések értékelése. Kézirat (FŐMTERV 30.891)

Szontagh, T. (1908): A budai várhegyi Alagút hidrogeológiai viszonyai - Jelentés a Várhegyi Alagút vizesedésének okairól. Bp., p. 23.

Zolnay, L. (1961): Buda középkori vízművei. Történelmi Szemle, pp. 16-55.

Debreceni Búvárklub jelentései: Összefoglaló jelentés a budai Várbarlang 1993. máj. 29. - 1994. jan. 28. között vizsgált és tisztított kútjainak hidrogeológiai megfigyeléseiről (kézirat, 1994.)

Jelentés a Tánácsics u. 15. sz. kút állapotfelméréséről, összefüggés-vizsgálatáról és próbaszivattyúzásáról (kézirat, 1994.)

Jelentés a budai Várnegyed 8 kútjának és 2 forrásának vizsgálatáról, melynek célja a vizek hálózati részarányának meghatározása (kézirat, 1996.)