

JELENTÉS

A BEKEY IMRE GÁBOR BARLANGKUTATÓ CSOPORT 2010. ÉVI MUNKÁJÁRÓL

FELTÁRÓ TEVÉKENYSÉG

Kutatócsoportunk 2010. év folyamán a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság 513/2/2003 és 509/2/2003. sz. engedélyei alapján végezte a Pál-völgyi-Mátyás-hegyi-barlangrendszer (kat. sz.: 4762/2) feltáró kutatását. Összesen 4 ponton végeztünk bontási munkákat az ismert szakaszok mögött feltételezhető további járatok feltárása érdekében.

Kutatási pontok:

Vetkőztető-folyósó Elefántláb oldalág

A Barlangtani Intézet munkatársai térképezés során megtalált 8-10 m járat kutatására 5 munkaórát fordítottunk, további feltárásra lehetőség nem mutatkozik.

Lapátolható szálkő folyósó végpontja

Az év első szakaszában a végponti omladék bontását csörlő segítségével, a bejárati szakasz biztosítása után kezdtük meg. A kutatással ezen a végponton eddig 60 munkaórát töltöttünk el, folytatását tervezzük.

Meseország bontás

Az előző évben elkezdett bontást idén folytattuk. Egy 10 méteres kürtő kibontásával egy 15 méteres járatot találtunk. Felértünk az omladék tetejére ahol ÉNY –i irányba folytatjuk a kutatást, innen már lefelé haladva. Ezen a ponton 130 munkaórát töltöttünk el.

Sün óvoda

A Barlangtani Intézet munkatársai térképezés során megtalált 50 m járat végpontján kezdtünk bontási munkálatokat. A bejárati szűkület kitégítésével kezdtünk, míg a csapat másik fele az agyaggal feltöltött szakasz bontását kezdte meg. A munkálatok folyamán egy 2 méteres légteres járatba jutottunk, mely egy kovás végpontba végződött. 85 munkaórával 20 méter hosszan bontottunk be, melynek feltárása jelenleg is folyik.

TUDOMÁNYOS VIZSGÁLATOK

Ebben az évben is átfogó denevérszámlálás történt a Pál-völgyi-barlangban.

Vizsgálat a Pál-völgyi-barlang vízkémiájáról, melynek elhelyezése és rendszeres cseréjét csoportunk segítségével történt

A Pál-völgyi- barlang csepegővizeinek vizsgálati eredményei 2009 november-2010 április

SpeleoHungary100 – 100 éves a Szervezett Magyar Barlangkutató Konferencia 2010. május 07-09

Átfogó denevérszámlálás a Pál-völgyi-barlangban

A Pál-völgyi-Mátyás-hegyi-barlangrendszer Pál-völgyi részén telelő denevérállomány immár 25 esztendő óta visszatekintő átfogó felmérésére az eddigi gyakorlat szerint, február első dekádjában (2010. február 8.) került sor. A kb. 7 km hosszúságú „központi” zónát lefedő számlálást 9 brigádban összesen 20 fő végezte, ami az alábbi eredményeket hozta:

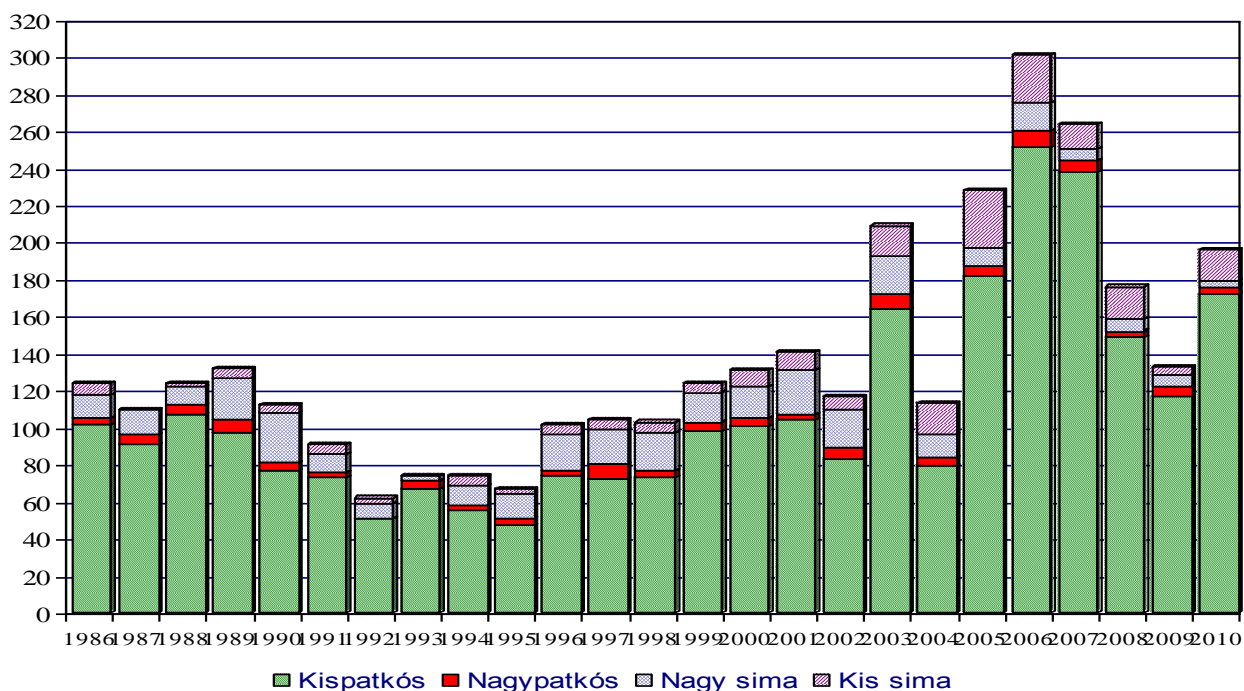
	kis patkós-denevér	nagy patkós-denevér	kistermetű simaorrú d.	nagytermetű simaorrú d.	Összesen
Régi Rész	64	3	2	1	70
Decemberi-szakasz	83	1	8	1	93
Térképész-ág	13	-	-	-	13
Negyedik Negyed	8	-	1	-	9
Déli-szakasz	-	-	6	1	7
Keleti-zóna	-	-	-	-	-
1993. évi feltárások	4	-	-	-	4
Összesen	172	4	17	3	196

A 2002-ig terjedő és viszonylag kiegyenlített, 100±40 példányos állományokkal jellemezhető időszakot követő hét év néhány kimagasló értéke között a most észlelt **összesen 196 példány** közepesnek nevezhető, aminél az utóbbi hét esztendőben jóval magasabb (2006: 301 db, 2007: 264 db), de jóval alacsonyabb (2004: 113 db, 2009: 133 db) értékek is előfordultak.

Az állomány **faj(csoport)ok szerinti összetételét** (1. ábra) értékelve, a domináns kis patkósdenevérek (172 db), illetve a kistermetű simaorrú denevérek (17 db) létszáma ezen hét év viszonylatában szintén közepesnek minősíthető, a nagy patkósdenevéreké (4 db) pedig a teljes vizsgált időszak átlagának felel meg. Arra azonban mindaddig csak 1993-ban (74 db-os összlétszám mellett) volt példa, hogy a nagytermetű Myotisok ez utóbbiaknál is alacsonyabb példányszámban legyenek jelen; a most észlelt mindössze 3 példányuk sajnos tovább erősíti a fajcsoport 2003. óta jelentkező radikális létszámcsökkenésére vonatkozó megfigyeléseinket.

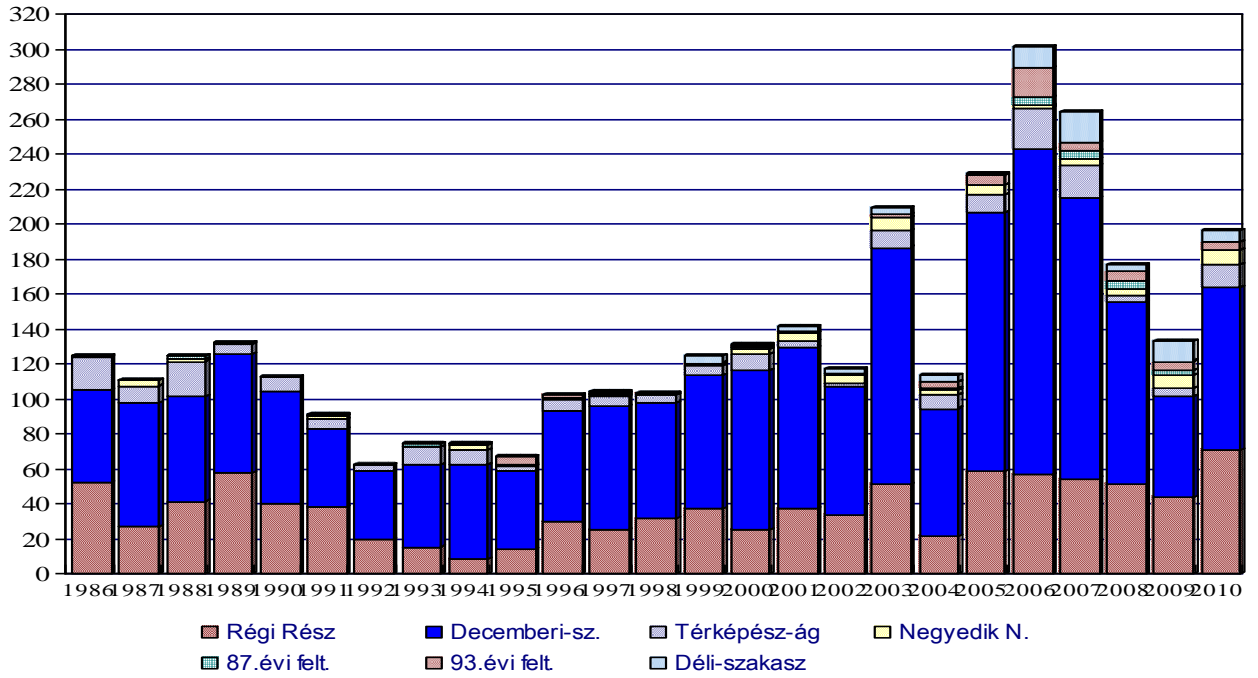
Az állatok **területi megoszlásában** (2. ábra) feltűnő a Régi Részen tartózkodó denevérek minden eddiginél magasabb száma (70 db). A mindenkori legnépesebb körzetnek számító Decemberi-szakasz létszáma (93 db) arányaiban – a tavalyi évhez hasonlóan – most ismét nem érte el az 50 %-ot, ami korábban csak vizsgálataink kezdetén (1986, 1988, 1991) fordult elő. Ugyancsak viszonylag sok denevér tartózkodott a barlang két további „bejáratközeli” szakaszán, a Térképész-ágban (13 db) és a Negyedik Negyedben (9 db) is, mely utóbbi itt abszolút csúcsot jelent. A külső szakaszok felé történt „eltolódás” esetleg a január első felében beköszöntött tavaszi időjárással magyarázható, az ennek hatására átrendeződött állomány feltehetően a visszatérő hidegek dacára sem költözött már vissza a belsőbb szakaszokba.

A Pál-völgyi-barlang denevérállományának faj szerinti megoszlása februárban



1. ábra

A Pál-völgyi-barlang denevérállományának területi megoszlása februárban



2. ábra

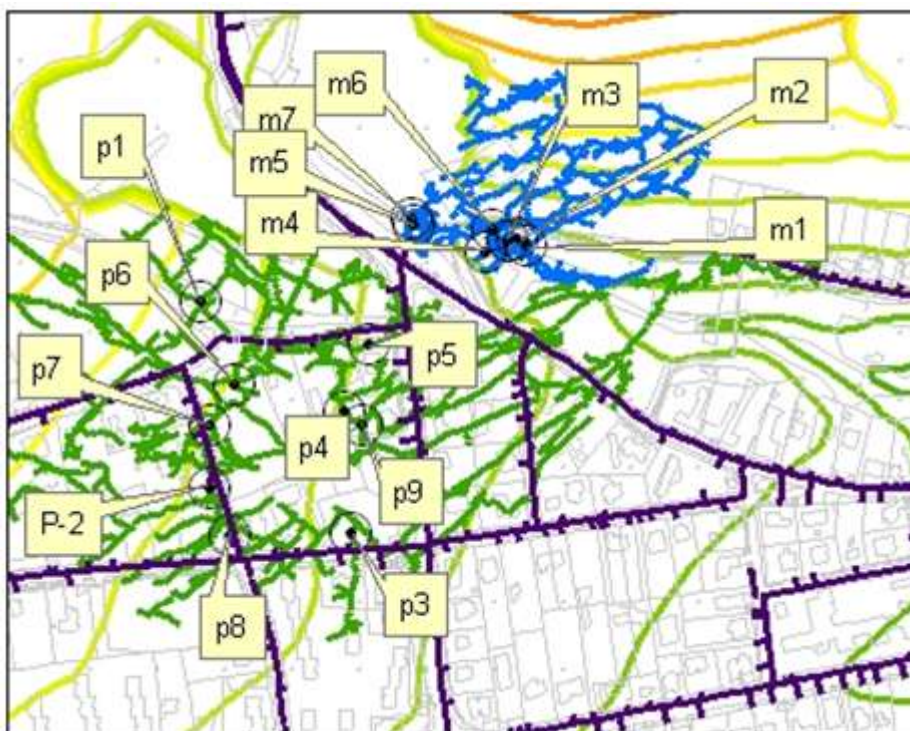
Összefoglaló: Takácsné Bolner Katalin

Vizgálat a Pál-völgyi-barlang vízkémiájáról

A Pál-völgyi-barlangban, összesen 9 mintavételi pontban (1. táblázat, 1. térkép) vizsgáltam a beszivárgó vizek alábbi paramétereit: pH, fajlagos vezetőképesség, keménységformák, kalcium-, magnézium-, hidrogénkarbonát-, klorid-, szulfát-, nitrát-, nitrit-, ammónium- és ortofoszfát-ion, nátrium- és káliumtartalom.

Jel	Név
p1	Meseország
p2	Y-folyosó
p3	Csurgatórium
p4	Rockenbauer-terem
p5	Térképész-ág
p6	Pentacon
p7	Gyöngyös-folyosó
p8	H.O.S.E-terem
p9	Óriáskifli

1. táblázat: A Pál-völgyi-barlang mintavételi pontjai



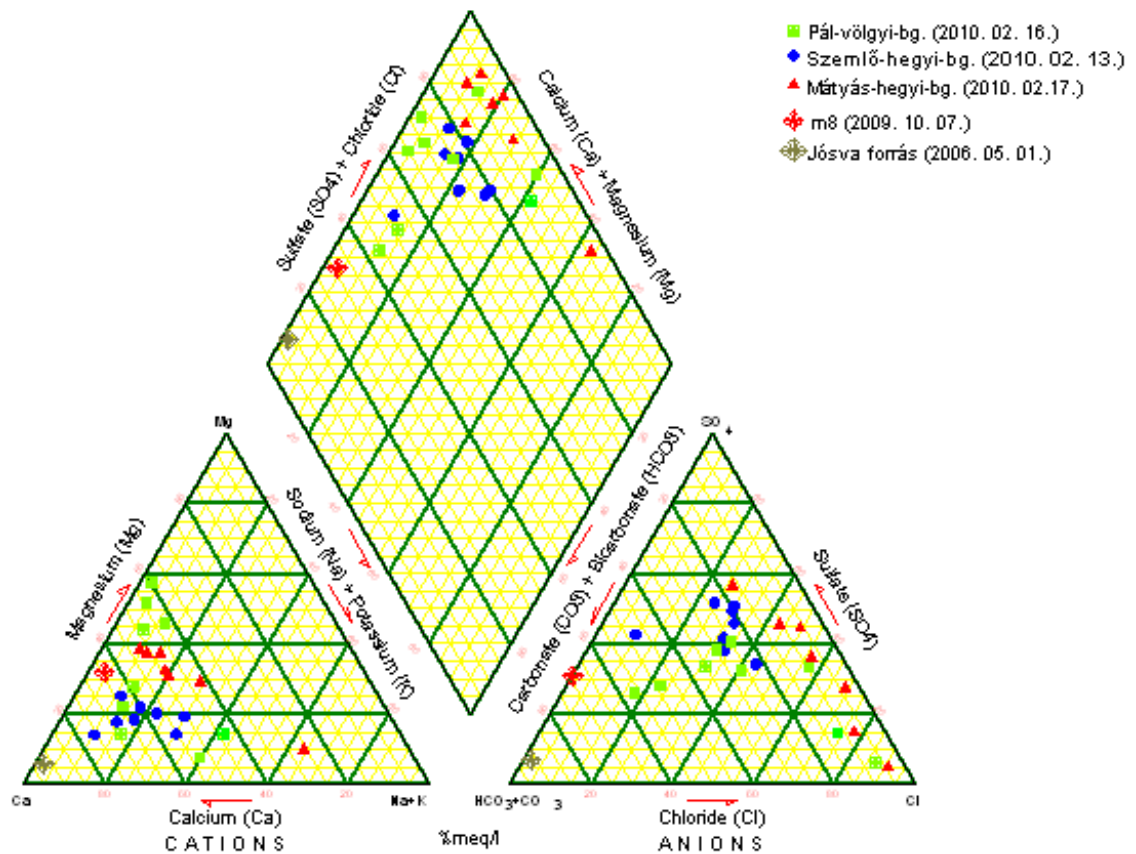
1. térkép: Mintavételi pontok a Pál-völgyi- (és a Mátyás-hegyi-) barlangban

A mintavételezést a 2009. ősz – 2010. április közötti időszakban havi rendszerességgel végezték a Bekey Imre Gábor és a Pagony Barlagkutató Csoport tagjai. A mintákat klasszikus (titrimetria) és műszeres analitikai (UV-VIS abszorpciós spektrofotometria, lángfotometria) módszerekkel elemeztem az ELTE-TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék Vízföldrajzi Laboratóriumában. Az értékeléshez felhasználtam a barlangban 1987 óta időszakosan végzett vízvizsgálatok eredményeit is. A korábbi és az új adatsorok együttes kiértékeléséhez többváltozós statisztikai módszert (hierarchikus klaszteranalízist (2. táblázat)) és grafikus megjelenítéseket (1. ábra) alkalmaztam.

A csoportszám növekedésével az oldott anyag tartalom (és a szennyezés mértéke) nő.

csoporthatár	jel	db arány (csoporthatár/összes)	idő	csoporthatár	jel	db arány (csoporthatár/összes)	idő
1	s70	10/11	1992-2010	3	s10	4/11	1994-2005
1	s40	7/8	1994-2010	3	s40	1/8	2000. 06.
1	s30	4/10	2009-2010	3	s10	4/11	1994-2005
1	s60	4/11	2009-2010	3	s40	1/8	2000. 06.
1	s10	1/11	1992. 07.	3	p9	1/5	2008. 11.
1	p9	4/5	2009-2010	3	p4	1/7	2001. 08.
1	p1	4/6	1992-2001	4	s20	8/9	1994-2010
1	p2	6/6	1992-2010	4	s80	10/10	1999-2010
1	p3	6/6	1992-2010	4	s10	6/11	2007-2010
1	p6	4/4	2008-2010	4	s50	4/11	2009-2010
1	p8	1/6	2009. 03.	5	p5	5/5	1992-2010
1	p4	6/7	1992-2010	5	m6	3/3	2008-2009
1	m5	9/9	1987-2010	6	p1	2/6	2009-2010
2	p8	5/6	1999-2010	6	m4	11/11	1987-2010
3	s60	7/11	1992-2008	6	m3	11/11	1987-2010
3	s50	7/11	1992-2008	6	p7	4/4	2008-2010
3	s20	1/9	2000. 06.	6	m7	4/4	2009-2010
3	s70	1/11	2000. 06.	7	m1	6/6	2008-2010
3	s30	6/10	1990-2008	7	m2	10/10	1987-2010

2. táblázat. A klaszteranalízissel elkülönített csoportok és az egyes csoportokba tartozó mintavételi pontok (vastag betűvel kiemelve a Pál-völgyi-barlang pontjai)



1. ábra. A beszivárgó vizek Piper-diagramja – összehasonlítva egy, az Aggteleki-karszton vett, a karsztos eredetre utaló - jellemzően Ca-Mg-HCO₃⁻-os - forrásmintával (Jósua-forrás), valamint a Mátyás-hegyi-barlang egy alacsony intenzitású csepegéssel rendelkező mérőpontjával (m8). Zöld színnel a Pál-völgyi-barlang mintái.

Az elvégzett kémiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a mintázott csepegővizek jellegüket tekintve nem tipikus karsztvizek. A más karszterületek beszivárgó vizeitől eltérő (1. ábra) egyedi kemizmust a márgás fedőréteg jelenléte és a barlangokat ért szennyeződések együttesen okozzák. Az általam vizsgált – nagyobb mélységű felszín alatti vizek esetében nem feltétlenül szennyezőnek számító – ionok egy részének megjelenése és koncentrációjának növekedése itt, a beszivárgó vizek zónájában egyértelműen antropogén hatásokról árulkodik, s a szennyezés jó indikátorának tekinthető.

A klasztercsoportokból jól látható ugyanakkor, hogy a Pál-völgyi-barlangban a többi budai barlanghoz képest a szennyezés kisebb mértékű: a legtöbb mintavételi pont az 1-3. csoport tagja.

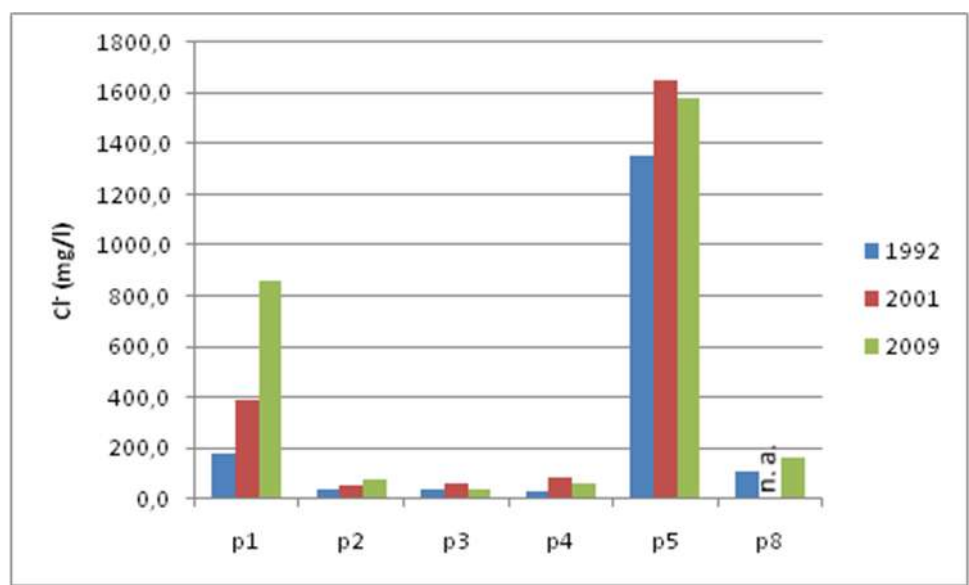
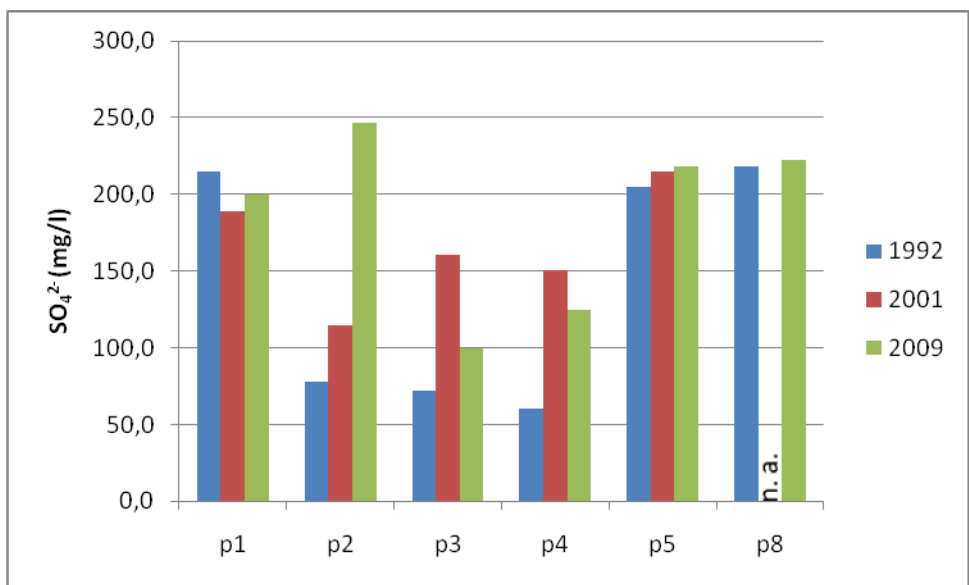
Térbeli összehasonlítás

A mintavevő pontok lankás hegyláb felszín alatt húzódnak, a fedő márgaréteg vastagsága déli irányban nő (kb. 20-ról 80 m-re).

A nagyarányú felszíni beépítettség ellenére a barlangi minták többsége a természetes állapotokhoz közeli vízminőséget mutat: a klaszterezés során az *1. csoportba* került a *p2*, *p3*, *p4*, *p6* és *p9* illetve a *korábbi években a p1* pont. Az itt vett mintákban előforduló 40-90 mg/l értékű nitrát kisebb mértékű felszíni eredetű szennyeződést jelent, ami szennyvízből illetve a kertek műtrágyázásából egyaránt származhat. A minták nitrit-, ammónium- és foszfáttartalma kimutatási határ alatt maradt. A kismértékű, 110 mg/l-es kloridtartalom kisebb részben a márgában található ásványok természetes mállásából is eredhet, de a barlang feletti villanegyed több telkéhez tartozik fürdőmedence, amelyek a fertőtlenítésükhöz használt hipokloritokkal szintén növelik a karszt terhelését.

A barlang általam nem vizsgált szakaszaiban egyes időszakokban, sokszor a szárazság ellenére több helyen észlelhető (volt) esőzés-intenzitású vízbefolyás (pl. Cseppkő-kanyon, 1999. 05. - 2002. 02.). Az ezeken végzett vizsgálatok (TAKÁCSNÉ - KISS A. 2002) kimutatták, hogy a vízbeszivárgás ivóvíz-hálózati eredetű. Az ilyen időszakos vízbetöréseket az elavult közműhálózat meghibásodása okozza. Másrészt a legutóbb épült lakóparkoknál a kert gondozása többnyire automata öntözőberendezések segítségével történik, ami folyamatos, zápor jellegű utánpótlást jelent.

A geológiai adottságok különbözőségeit mutatják pl. a szulfát- és magnézium-értékekben tapasztalható különbségek (pl. *p3* vs *p4* ill. *p3* vs *p9*). A magasabb, 150-250 mg/l körül mozgó szulfáttartalmakat természetes okokkal (a barlang falán is észlelhető gipszkiválások) magyarázták (KVI jelentés 1984). Ezt az állítást indokolhatja, hogy a nagyobb szulfáttartalmú mérőpontok értékeiben az elmúlt évtizedekben stagnálás tapasztalható (*2. ábra*). Emellett megfigyelhető, hogy a *p2*, *p3*, *p4* pontok szulfátkoncentrációja korábban valóban alacsonyabb volt (különösen a *p2*-é nőtt meg ugrásszerűen), a növekedés okának felderítésére további kutatások szükségesek.



2. ábra. Szulfát- és kloridtartalom a Pálvölgyi-barlang beszivárgó vizeiben

A forgalmasabb utak alatt elhelyezkedő pontok, közülük is a Mátyás-hegyi-barlangot leginkább megközelítő, a tektonikailag töredezett Szépvölgyi-árok zónájában és mindössze 17 m mélységben található, - m6 ponthoz hasonlóan - kloriddal terhelt *p5* pont (*5. csoport*) (jelenleg 1800 mg/l) bizonyult a legszennyezettebbnek. A *p7* mérőpont (*6. csoport*) a klorid (479 mg/l) mellett jelentős szulfáttartalommal is rendelkezik, melynek eredete kérdéses (272 mg/l). A korábban kis, ma egyre nagyobb autóforgalommal terhelt Pálvölgyi út alatt helyezkedik el a *p1* pont (jelenleg *6. csoport*). Kloridterhelésében az utóbbi időszakban jelentős romlás tapasztalható. Veszélyeztetettségét a felette lévő vékony, csupán 24 m vastag márgaréteg is növeli. Nitráttartalma a többi mérőpontnál jóval alacsonyabb, kisebb mint 10 mg/l, ugyanis az úttól északra és délnyugatra húzódó terület beépítetlen, így innen kommunális eredetű szennyezés nem éri a karsztot.

A *p8* pont (*2. csoport*) vízmintáit a többi mérőponthoz képest több mint kétszeres hidrogénkarbonát-tartalmuk (medián: 422) miatt külön kategóriába kellett sorolnom. A vastag fedőrétegen (73 m) átszivárgó agresszív víz a falon korábbiakban kivált karbonáttartalmú ásványok (kalcit, magnezit) oldásával telítődik (*3. ábra*). A mintavételi pont többi paramétere (kivéve a valószínűleg közettani adottságokat tükröző magasabb magnézium-tartalmat) az 1. csoport mintáihoz hasonló.



3. ábra. H.O.S.E-terem (*p8*), kalcitmedres oldalág (fotó: Benkovics B.)


































Időbeli változások

Az időbeli változások vizsgálatát nem tudtam elvégezni a hidrogénkarbonátra, az adatsorban előforduló nagy tömegű adathiány miatt. Az 1990-es években nem mért p6, p7 és p9 pontokat szintén kihagytam az értékelésből.

Az összesítő táblázat (3. táblázat) alapján a nitrát a legtöbb mérőhely esetében stagnál, ami a kommunális szennyezés visszaszorulását jelzi. A klorid az 1990-es évek elejéhez képest a legtöbb ponton kismértékben bár, de romlik (2. ábra). A barlang egyes pontjain erősödő kloridterhelés mutatható ki (p1, p8).

Jelmagyarázat:



	Lúgosság	Vezető-képesség	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Na
	mg/l	µS/cm	mg/l				
p1	—					—	
Min - max Median	2,9 - 3,8 3,4	789 - 4160 1464	67 - 1660 350	3 - 16 8,5	170 - 281 203	—	34 - 279 103
p2	—					—	
Min - max Median	3,2 - 4,0 3,7	500 - 1272 677	20 - 149 42	14 - 77 55	78 - 246 111	—	13 - 30 21
p3	—				 	—	
Min - max Median	3,0 - 4,5 4,2	624 - 909 764	29 - 78 50	28 - 106 64	72 - 161 127	—	14 - 49 28
p4	—			 	 	—	 
Min - max Median	3,2 - 4,8 4,1	511 - 971 735	25 - 84 49	12 - 110 47	53 - 183 101	—	10 - 55 22
p5	—					—	
Min - max Median	1,5 - 3,8 1,8	610 - 6320 4950	485 - 3200 1778	15 - 86 37	172 - 231 195	—	266 - 915 610
p6	—	—	—	—	—	—	—
Min - max Median	2,1 - 4,3 3,9	1210 - 2070 1328	37 - 425 191	44 - 79 60	109 - 304 181	—	8 - 17 9
p7	—	—	—	—	—	—	—
Min - max Median	1,9 - 4,0 2,1	951 - 2230 2050	73 - 479 418	43 - 74 70	183 - 373 282	—	9 - 72 54
p8	—					—	
Min - max Median	3,8 - 7,6 6,8	1128 - 1952 1495	107 - 305 177	48 - 201 84	205 - 279 227	—	13 - 68 18
p9	—	—	—	—	—	—	—
Min - max Median	2,1 - 2,6 2,2	899 - 999 927	103 - 145 110	53 - 95 75	118 - 165 130	—	11 - 44 26

3. táblázat. Egyes paraméterek időbeli változásai (1987- 2010) a Pál-völgyi-barlang mérőhelyein

Összefoglaló: Kiss Klaudia

A Pál-völgyi- barlang csepegővizeinek vizsgálati eredményei (2009 november-2010 április)

A mintavételezést 5 ponton végeztük (Meseország, Y-folyosó, Csurgatórium, Rockenbauer-terem, Térképész-ág). A vizsgálatokhoz szükséges vízminták begyűjtését a Bekey Imre Gábor Barlangkutató Csoport kivitelezte, a mérések az ELTE-TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék Vízföldrajzi Laboratóriumában a Magyar Ivóvíz-vizsgálati Szabványnak megfelelően Fehér Katalin vezetésével történtek. A vizsgálatokhoz viszonyítási alapként a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Barlangtani és Földtani Osztályának nyilvántartásának 1987-1994 évi adatait használtuk fel.

A **Meseországban** gyűjtött csepegővizek pH-ja állandónak tekinthető, 7,8-7,9 közötti értékek jellemzik. Fajlagos elektromos vezetőképessége 1346 és 4160 $\mu\text{S}/\text{cm}$ között változott, ingadozása jelentős 2814 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A csepegővizek lúgossága nagyon kis mértékben változott 3,4-3,83 mgeé/l értékek közt mozogva. Keménységi tényezőit megfigyelve elmondható, hogy összkeménysége 8,9 mgeé/l és 16,1 mgeé/l közt ingadozott, továbbá állandó keménység esetén a legkisebb mért érték 5,5 mgeé/l, míg a legmagasabb 12,7 mgeé/l, keménységi hányadosa: 4,06.

A fő kationok és anionok jelenlegi értékeinek alakulását az 1. táblázat mutatja be

	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	TDS mg/l
Minimum	52,4	2,3	135,5	23,8	234	207,7	5,49	150,1	861,8
Maximum	278,5	7,75	248,1	48,6	1106	233,6	8,56	208,5	2097,9
Ingadozás	226,1	5,45	112,6	24,8	872	25,9	3,07	58,4	1236,1
Medián	211,6	6,1	219,7	34,5	875,61	207,7	8,29	198,5	1766,6

1. táblázat: Az ionok mennyiségi változásai Meseországban

Anionok (nitrát, szulfát, hidrogén-karbonát, klorid) tekintetében megállapítható, hogy az elmúlt évek során jelentősen megnőtt a koncentrációjuk a csepegő vizekben. Ez részben alátámasztja a vezetőképesség növekedését is.

A mért kationok közül a nátrium és kalciumionok koncentrációjában mutatkozik meg a legnagyobb növekedés, de a kálium és magnéziumionok mennyisége is emelkedett. Ennek megfelelően a víz összkeménysége (benne oldott kalcium és magnézium sók) és állandó keménysége is növekvő tendenciát mutatnak

Az elmúlt évtizedek során a vizsgált minták klorid-, kalcium- és nátriumion-koncentrációi jelentős növekedést mutatnak.

Az **Y-folyosóról** származó minták pH-ja közel azonos, 7,8-8,1 közötti értékeket vett fel. Fajlagos vezetőképességükben már nagyobb változások voltak tapasztalhatók: a legkisebb érték 880 $\mu\text{S}/\text{cm}$, míg a legmagasabb 1272 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mediánja így 1074,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ingadozása pedig 392 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A lúgosság értékei 3,19 és 4 mge/l között mozogtak, míg keménységi tényezői közül összkeménysége 8,1 -10,4 mge/l , állandó keménysége 4 és 6,3 mge/l értékek között mozgott. Keménységi hányadosa 2,61.

A fő kationok és anionok jelenlegi értékeinek alakulását a 2. táblázat mutatja be. A nitrit-, ammónium- és foszfát-ionok koncentrációja a kimutatási határ alatt volt.

	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	TDS mg/l
Minimum	13,1	1,7	80,2	46,3	78	194,7	67,93	141,8	623,7
Maximum	19,1	2,2	117,9	63,18	148,9	246,6	84,63	246,3	928,8
Ingadozás	6	0,5	37,7	16,88	70,9	51,9	16,7	104,5	305,1
Medián	15,9	1,95	93,9	54,05	120,5	220,7	73,41	172,15	752,5

2. táblázat: Az ionok mennyiségi változásai az Y-folyosón

A jelenlegi 1074,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ érték a korábbi maximumhoz (713,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) képest is jelentős növekedést mutat. Az anionok közül a klorid-, nitrát- és szulfát-ion tartalmak 1995-ig közel azonos értékeket jeleznek, azonban napjainkra koncentrációjuk (főleg a klorid és szulfát) erősen emelkedett. A hidrogén-karbonát koncentráció is jelentős növekedést mutat a korábbi mérési adatokhoz képest. A kationok változásában a főszerepet a kalcium és a magnézium játssza, koncentrációjuk erős növekedést mutat, míg a kálium és a nátrium közel azonos értéket mutat, sőt koncentrációjuk kis mértékben csökkent is. Az elmúlt évtizedekben tehát mind a kationok, mind az anionok mennyiségében növekvő tendenciáit figyelhettünk meg. Legnagyobb változás a klorid, szulfát, és hidrogén-karbonát koncentrációban történt. A kationok közül a kalcium- és magnéziumion-koncentrációk növekedésének megfelelően az összkeménység is emelkedett. Néhány kivételtől eltekintve az egyes paraméterek és koncentrációk a korábbi évek maximumait jócskán meghaladták.

A **Csurgatórium**ból származó minták pH-ja gyakorlatilag állandó, 8,00-és 8,20 értékek közt változott, ezzel szemben fajlagos vezetőképessége igen tág határok közt változott, legkisebb értékét április hónapban vette fel, 494 $\mu\text{S/cm}$, míg maximumát 848 $\mu\text{S/cm}$ -t februári hónapban mértem. Lúgosságát tekintve is nagyobb változásokat figyelhetünk meg, minimuma 2,98 mgeé/l, míg maximuma 4,47 mgeé/l. Összkeménysége a vizsgálat ideje alatt 6,20-7,34 mgeé/l között ingadozott. Az állandó keménység ennél nagyobb kilengéseket mutat, legkisebb értéke 1,9 mgeé/l, legnagyobb értéke pedig 4,28 mgeé/l, keménységi hányadosa 1,66.

Az egyes anion- és kation-koncentrációk alakulását a 3. táblázat foglalja össze:

	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	TDS mg/l
Minimum	14,2	1,1	45,8	38,2	35,5	181,7	30	83,4	430
Maximum	21,6	1,55	68,7	54,84	49,63	272,6	58,3	149,3	672,52
Ingadozás	7,4	0,45	22,9	16,64	14,13	90,9	28,3	65,9	246,62
Medián	15,85	1,2	58,1	44	39	240,11	47,44	103,08	548,78

3. táblázat: Az ionok mennyiségi változásai a Csurgatóriumban

Ammóniumot két alkalommal mutattunk ki, 1,58 és 0,2 mg/l mennyiségben. Az ammónium megjelenése ebben az esetben friss szennyezésre (szennyvíz) utal.

Az egyes anionok koncentrációit külön is megvizsgálva, láthattuk, hogy a klorid, szulfát- és nitrátionok mennyisége csökkent. A hidrogén-karbonát koncentráció jelenlegi értékét (240,34 mg/l) a korábbi évek eredményei közül csupán az 1999-ben mért 250,1 mg/l illetve az 1992-ben mért 268,4 mg/l haladta meg.

A kation-koncentrációk alakulása igen hasonló a vezetőképesség változásához, vagyis 1994-ben érte el maximumát (174,7 mg/l) amihez képest ma már alacsonyabb értéket (119,5 mg/l) tapasztalunk. A korábbi mérésekhez képest a legnagyobb csökkenés a kalcium-, magnézium-, és nátriumion koncentrációkban jelentek meg.

A nitrát és szulfát mennyisége azonban jelentősen csökkent. A többi ion mennyisége még ezekhez képest is igen alacsony. Ezek az eredmények kismértékű tisztulási folyamatot jelezhetnek.

A vizsgálat hat hónapja alatt a **Rockenbauer-terem** csepegő vizeinek pH értéke 8,1 és 7,7 értékek között változott, vagyis nagyon kis mértékben ingadozott. Vezetőképességének legkisebb értéke 856 $\mu\text{S/cm}$, maximuma 946 $\mu\text{S/cm}$, a minták lúgosságának minimuma 3,09 mgeé/l, maximuma 4,47 mgeé/l, míg az összkeménység 6,4 és 9,1 mgeé/l, az állandó keménység 2,4-6,0 mgeé/l értékek közt változott. Keménységi hányadosa 1,7.

A 4. táblázat a különböző ionok koncentrációinak maximum, minimum, medián értékeit, valamint a kapott eredmények ingadozását foglalja össze. A nitrit-, ammónium-, és foszfácionok kimutatási határ alatti értéket képviseltek.

	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	TDS mg/l
Minimum	6,8	1,5	84,5	11,6	53,2	188,2	46,1	105,8	497,7
Maximum	22,4	3,7	118,3	59,6	63,8	272,6	93,78	181,7	815,9
Ingadozás	15,6	2,2	33,8	48	10,6	84,4	47,68	75,9	318,2
Medián	21,9	3,5	106,9	18,82	60,27	240,6	53	134,5	639,5

4. táblázat: Az ionok mennyiségi változásai a Rockenbauer-teremben

Az egyes anionokat külön vizsgálva hullámzó koncentrációváltozást tapasztaltunk. A legnagyobb csökkenés az 1995-ös évhez képest a nitrát és hidrogén-karbonát koncentrációknál figyelhető meg, míg a klorid és szulfát értékek közel azonosak.

Kationok esetében a kalcium és nátrium koncentrációk csökkenése jelentősebb, míg a kálium és magnézium csak enyhe csökkenést mutat.

A minták vizsgálata alapján megállapítható, hogy a szulfát koncentrációt leszámítva, más ion mennyiségének növekedése nem következett be. A szulfátot a barlangjáratok feletti márgarétegek jelentős kioldható szulfáttartalmának is tulajdoníthatnánk, azonban az elmúlt évtizedek során a csepegő vizekben mért koncentrációja kétszeresére nőtt (már 1993-ban is), ezért antropogén forrásokra is számíthatunk.

A **Térképész-ág** mintáinak pH-ja igen kis mértékben változik 7,5 és 7,75 értékek között mozog, gyakorlatilag változatlan, lúgossága már nagyobb változásokat produkál, legkisebb értéke 1,7 mgeé/l, míg maximuma 3,83 mgeé/l volt. A minták összkeménysége a 25,9 mgeé/l koncentráción érte el maximumát, míg minimuma 20 mgeé/l volt, állandó keménységükre sem jellemző a nagy ingadozás (4,6 mgeé/l), értékei 18,3 és 22,9 mgeé/l közt mozogtak. Keménységi hányadosa 13,2.

A vizsgálat hat hónapja során a minták fajlagos vezetőképességében jelentős változások zajlottak le. Minimuma 5190 µS/cm, míg maximuma 6120 µS/cm, vagyis az ingadozás 930 µS/cm, középértéke pedig 6035 µS/cm.

Az 5. táblázatban az egyes ion koncentrációk minimum, maximum, medián értékeit, továbbá a koncentrációk ingadozását foglaltam össze mg/l, illetve mgeé/l mértékegységekben megadva.

Nitritet két (0,092 és 0,034 mg/l), míg ammóniumot három alkalommal (2,01; 0,38; 0,79 mg/l) is észleltünk.

	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	TDS mg/l
Minimum	301,65	3,3	356,9	19,4	1524,4	103,8	74,51	142,6	2526,56
Maximum	409	3,8	438,9	82,6	1829,2	233,6	100,49	209	3306,59
Ingadozás	107,35	0,5	82	63,2	304,8	129,8	25,98	66,4	780,03
Medián	384	3,6	374,3	65,8	1786,7	110,3	79,15	199,6	2619,45

5. táblázat: Az ionok mennyiségi változásai a Térképész-ágon

Az elmúlt évtizedek alatt csak az 1989-ban mért érték (2371 mg/l) lépte túl az anionok jelenlegi magas koncentrációját (2171,22 mg/l). Az egyes anionokat külön is megvizsgálva megállapítható, hogy a korábbi évekhez képest a klorid, valamint a nitrát koncentrációk növekedtek, míg a szulfát és hidrogén-karbonát mennyisége csökkent, bár utóbbi a múltban igen széles skálán változott.

A Térképész-ág mintái az elmúlt évtizedek során is igen nagy mennyiségű összes oldott sókoncentrációval (TDS) bírtak, és ez a tendencia napjainkra sem változott, növekvő, közel 3000 mg/l értékkel jellemezhető. Mind a TDS, mind a vezetőképesség növekedése egyrészt a magas klorid koncentrációnak (ami az elmúlt évtizedekben is jelentős mennyiségben volt jelen), másrészt a növekvő kalcium, valamint a közel kétszeresére növekvő nitrát tartalomnak tulajdonítható. A többi iont és paramétert kisebb-nagyobb csökkenésekkel jellemezhetjük. A magas TDS értékből itt is szennyezésre, – főleg klorid és nitrát – következtethetünk.

A mintavételi pontok összehasonlítása

A következőkben az egyes mintavételi pontokat egymással kívánjuk összehasonlítani a mért ionarányok (mgeé/l) alapján. A különböző helyeken mért koncentrációkat mg/l-ből átváltottuk mgeé/l-re, majd az így kapott eredmények mediánját számítottuk (6. táblázat).

	Ca ²⁺ meq/l	Mg ²⁺ meq/l	NH ₄ ⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Na ⁺ meq/l	HCO ₃ ⁻ meq/l	Cl ⁻ meq/l	SO ₄ ²⁻ meq/l	NO ₃ ⁻ meq/l	NO ₂ ⁻ 0
Meseország	10,96	2,83	0	0,15	9,2	3,4	25,42	4,13	0,14	0
Y-folyosó	4,68	4,45	0,00	0,05	0,69	3,62	3,50	0,90	1,18	0
Csurgatóriu m	2,90	3,62	0,05	0,03	0,69	3,94	1,13	0,54	0,77	0
Rockenbauer	5,33	1,55	0,00	0,09	0,95	4,04	1,75	0,7	0,78	0
Térképész-ág	18,68	5,41	0,01	0,09	16,70	1,81	51,86	1,04	1,28	0,06

6. táblázat: A mintavételi pontokon mért ionkoncentrációk mediánja mgeé/l-ben kifejezve

A mintavételi pontok egymással történő összehasonlítása során látható, hogy a csepegő vizek pH-ja 7,7 (Térképész-ág) és 8,1 (Csurgatórium) között változnak.

A vezetőképesség az öt pont között igen nagy különbségeket (esetekben egy nagyságrendnyi eltérést) mutat. Maximális értékét a Térképész-ágban, míg minimumát a Csurgatóriumban mértük.

A legnagyobb összkeménységet a legnagyobb vezetőképességű mintákban, a Térképész-ágban, míg legkisebb értéket a Csurgatóriumban mértünk.

A kalciumionok legnagyobb koncentrációját szintén a Térképész-ágban kaptuk. A magas kalcium-tartalomhoz magas nátrium-, szulfát- és klorid-koncentráció párosul. A Csurgatórium mintái tartalmazták a legkevesebb kalciumot.

A magnéziumion esetében ismételen a Térképész-ágban vett mintákban mértük a legnagyobb koncentrációt, legkisebb mennyiségben pedig a Rockenbauer-teremben volt jelen.

A nátriumion mennyiségében jelentős különbségek mutatkoztak, a legnagyobb mért érték (Térképész-ág, 384 mg/l) a legkisebb koncentráció (Csurgatórium, 15,85 mg/l) húszszorosát is meghaladta. A magas nátrium-koncentrációk külső szennyezésre utalhatnak, amit a hozzájuk párosuló magas klorid-koncentráció megerősít. A nátrium és klorid fő antropogén forrása a téli időszakban az utak csúszósságát gátló sózás, de a nátrium utalhat szennyvíz jelenlétére is.

A kálium-koncentrációk 1,2 (Csurgatórium) és 6,1 mg/l (Meseország) között változtak az egyes mintavételi pontokon.

A csepegő vizek hidrogén-karbonát tartalma viszonylag magas értékeket mutat. Maximális értékét a Rockenbauer-teremben, legalacsonyabb koncentrációt a Térképész-ágon kaptuk.

A legnagyobb szulfát-tartalmat a Térképész-ágon, illetve a Meseországban mértük. Korábban a PHARE programban a magas szulfát-tartalmat a barlang feletti márgarétegekből kioldható szulfátnak tulajdonították, azonban az antropogén forrásokat sem zárhatjuk ki.

Az egyes mintavételi pontok között a legnagyobb különbségeket a kloridion koncentrációk mutatták. A legkisebb (Csurgatórium, 39 mg/l) és legnagyobb koncentrációk (Térképész-ág, 1786,7 mg/l) két nagyságrendben tértek el egymástól. A magas klorid tartalmak magas szulfát, nátrium és kalcium koncentrációkkal párosultak. Ennek okaként a NaCl-os vizek jobb oldókéességét, vagy a nátrium- és a kloridionok részben természetes eredetét említik, azonban az utak sózása nem elhanyagolható tényező.

A legnagyobb nitrát-koncentrációt a Térképész-ág csepegő vizeiben mértük, míg a Meseországban közel tizedakkora mennyiséget mutattunk ki. A korábbi tapasztalatok (PHARE 134/2) szerint a nitrát 20-50 mg/l koncentrációi még csak lassú és alacsony hozamú szivárgást jeleznek, komoly szennyezést nem.

Ammóniumot két helyen – Csurgtórium és Térképész-ág – egy-egy alkalommal mutattunk ki, jelenléte mindkét esetben friss szennyezésre utal (például csatornahiba, műtrágya).

Az összes mintavételi pont közös tulajdonsága, hogy a foszfácion koncentrációi a kimutatási határ (0,1 mg/l) alatt voltak. A mért értékeket a 7. táblázat tartalmazza.

Barlangi csepegő vizek	Meseország	Y-folyosó	Csurgtórium	Rockenbauer	Térképész
pH	7,88	8,07	8,1	8	7,7
Vezetőképesség (µS/ cm)	3330	1074,5	742,5	872	6035
Összes keménység (mgeé/l)	13,75	9,45	6,55	6,9	23,85
Lúgosság (mgeé/l)	3,4	3,62	3,94	4,05	1,8
Kalcium (mg/l)	219,7	93,9	58,1	106,85	374,3
Magnézium (mg/l)	34,5	54,05	44	18,85	65,8
Nátrium (mg/l)	211,6	15,9	15,85	21,91	384
Kálium (mg/l)	6,1	1,95	1,2	3,53	3,6
Hidrokarbonát (mg/l)	207,7	220,65	240,34	246,6	110,3
Klorid (mg/l)	875,62	120,5	39	60,25	1786,7
Nitrát (mg/l)	8,29	73,41	47,44	53	74,51
Szulfát (mg/l)	198,5	172,15	103,05	134,5	199,65
Ammónium (mg/l)	-	-	0,89	-	0,78
Nitrit (mg/l)	-	-	-	-	0,062
TDS (mg/l)	1762	752,49	548,98	645,47	3000

7. táblázat A mintavételi pontokon mért eredmények összehasonlítása.

Az egyes mintavételi pontokat összevetve megállapíthatjuk, hogy közülük a Térképész-ág a legszennyezettebb. Számos ion koncentrációjának (klorid, nitrát, nátrium, szulfát) ezen a ponton mértük maximális értékét. Fontos szempont, hogy az öt mintavételi pont közül a Térképész-ág közelíti meg legjobban a felszínt, a Szépvölgyi-utat, valamint a Mátyás-hegyi-barlangot, melynek szennyező forrását már feltárták (Fenyőgyöngye melletti csapadékelvezető árok).

Nagy valószínűséggel ez a víz hatással van a Térképész-ágra is, de a Szépvölgyi útról beszivárgó víz sem elhanyagolható. A magas klorid-, nátrium- és nitrát-koncentrációk antropogén hatást jeleznek (útsózás, szennyvíz stb.). Ennek megfelelően nőtt a vezetőképesség, az anionok és kationok mennyisége.

A második legszennyezettebb pontnak a Meseország tekinthető. Jelentősen növekvő klorid- és nátrium-koncentrációkat állapítottuk meg, melyeket főleg az utak sózásával

magyarázhatunk (a kloridionok koncentrációja közel ötszöröse a korábbi években mérteknek). Ennek köszönhetjük oldott sóinak, illetve vezetőképességnek a növekedését. Nitrát tartalma a többi szennyezőhöz képest elhanyagolható. A megnövekedett kalcium és hidrogén-karbonát természetes eredetűnek tekinthető, azonban a szulfát esetén nem zárható ki az antropogén források létezése sem. Látható, hogy a Meseországot különösen télen éri jelentős szennyezés, azonban a tavaszi hónapokban mért klorid és nátrium koncentrációk sem elhanyagolhatóak.

A többi mintavételi pontunk közül az Y-folyosó klorid, szulfát és nitrát értékei az utóbbi évek során jelentősen emelkedtek, ez szintén antropogén forrásokra (pl. szennyvizek) vezethető vissza. A mintákban alapvetően a kalcium-, magnézium- és hidrogénkarbonát-ionok dominálnak, melyek forrása a barlang geológiai környezete, azonban a kloridionok közel azonos mennyiségben vannak jelen. Az elmúlt évtizedek során gyakorlatilag az összes ion koncentrációja növekedett, a korábbi évek maximumait meghaladta.

A Rockenbauer-teremben a legnagyobb mennyiségben kalcium és hidrogén-karbonát van jelen, mely a természetes beszivárgásokból származtatható. Az eddigi vizsgálatok során igen hullámzó eredményeket láthattunk, hol emelkedtek, hol csökkentek a mért értékek. Az elmúlt évekhez képest szinte minden ion koncentrációja, az eddigiekkel ellentétben, enyhén csökkenő tendenciát mutatnak. A legnagyobb csökkenést a nitrát koncentrációjában figyelhettük meg. Egyedül a szulfát-koncentráció okozhat aggodalmat, hiszen koncentrációjában már a korábbi mérések is jelentős növekedést mutattak, ami minden bizonnyal az antropogén szennyező források jelenlétére utal.

A legkevésbé szennyezett pontunk a Csurgtórium. Mintáiban legnagyobb mennyiségben a természetes környezetből származó magnézium-, kalcium- és hidrogénkarbonát-ionok találhatóak. A jelenlegi mérések alapján minden ion koncentrációja (a hidrogén-karbonátot kivéve) csökkenő tendenciát mutatott, így az antropogén hatások minimálisnak tekinthetők, azonban létezésüket a vizsgálatok során megjelenő ammónium igazolja.

Láthattuk tehát, hogy a barlangban a kisebb antropogén hatás és a komoly szennyeződés egyaránt jelen van. Számos tényező, például a beépítettség, a közművek meghibásodása, utak sózása, területhasználat befolyásolja a csepegő vizek mennyiségét és a benne oldott ionok mennyiségét és összetételét, vezetőképességét és gyakran felülírja a természetes beszivárgások hatásait.

Összefoglaló: Hornyák Szilvia

***SpeleoHungary100 – 100 éves a Szervezett Magyar Barlangkutató Konferencia
2010. május 07-09***

2010. május 7–9. között nemzetközi konferenciára került sor a szervezett magyar barlangkutató megalapításának 100. évfordulója alkalmából. A rendezvényhez társult az V. Európai Speleofórumnak is valamint itt ülésezett az Európai Speleológiai Szövetség (FSE), és az Európai Barlangvédelmi Bizottság is.

A rendezvényen 21 országból (Anglia, Ausztria, Belgium, Bulgária, Csehország, Egyesült Államok, Franciaország, Görögország, Horvátország, Litvánia, Luxemburg, Magyarország, Németország, Olaszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Svájc, Szerbia, Szlovákia, Szlovénia) 214-en vettek részt. Magyarországról 81-en regisztráltak. A rendezvénynek két helyszín adott otthont: a Magyar Állami Földtani Intézet: ahol az előadások zajlottak és a Pál-völgyi kőfejtő, ahol a speleokemping volt. Innen indultak Buda jelentősebb barlangjaiba (József-hegyi barlang; Ferenc-hegyi barlang, Mátyás-hegyi barlang, Pál-völgyi barlang, Molnár János barlang) a barlangtúrák. Estéként itt voltak a színvonalas film és diavetítések is, ill. az utolsó esti zárófogadást is itt bonyolódott le, melyre a hazai barlangászok is szép számmal megjelentek (80 fő).

A rendezvény szervezésében és lebonyolításában a Bekey csoportból 8 fő vette ki intenzíven a részét: Kiss Attila; Kunisch Gyöngyvér, Laufer Csaba, Tamasi Dóra, Tóth Attila, Zentay Péter, Zentay Zoltán, Regős Szilárd. A tevékenységek kiterjedtek a rendezvény előkészületére, a helyszín kiépítésére és elbontására, a parkoló őrzésére, a rendezvény során a Pál-völgyi kőfejtőben felmerülő minden feladatra és a Pál-völgyi barlangba történő túravezetésre. A Pál-völgyi barlangba 2 féle meghirdetett túralehetőség állt a résztvevők rendelkezésére: a kis kör ill. a nagy kör. Ezekben 67 fő vett részt összesen, 16 túra időpont közül választva. Ezt a résztvevők nem használták ki teljes egészében: 4 túra időpontra nem regisztrált senki. Ezen kívül egy V.I.P. fő látogatta meg a Jubileumi részben a karácsonyfákat.

A rendezvény jó hangulatban telt, a hazai és külföldi résztvevők kellemes emlékekkel és lenyűgöző barlangi élménnyel távoztak, melyhez a Bekey csoport is nagymértékben hozzájárult.

Pál-völgyi barlang nagykör									
	Péntek 11:00	Péntek 14:30	Péntek 16:00	Szombat 10:00	Szombat 12:00	Szombat 15:00	Vasárnap: 9:30	Vasárnap 11:00 Jubileumi VIP	Vasárnap 13:00
Túrávezető 1	Tóth Attila	Zentay Zoltán	Tamasi Dóri	Zentay Péter		Laufer Csaba		Zentay Péter	Kunish Péter
Túrávezető 2	Kovács Marci		Hubert Kilián	Kunish Gyöngyvér		Dolgos Miklós	Hubert Kilián		Zentay Zoltán
1.	IGAZ CSABA	Katja Hirnickel	Kocsis Akos	Prem Eveline		Barbara Funk	Frederic Delegeue		KRESIMIR MOTOCIC
2.	KUCERA M	Dirk Boujong	Werner Haupt	Biermayer Peter		Brigitte Hermann	Manuel Freire		TEA SELAKOVIC
3.	ADAM MARCEL	Brigitte Macaria	Helmut Mohr	Bauer Leopold		Busu	Pedro Pinto	Jean-Claude Thies	DALIBOR PAAR
4.	MAGDOLEN PETER	Andreas Marchart	Vlcek Lukas			PITIC	Tiago Borralho		ANA BAKSIC
5.	ANCAK JOZEF		Surka Juraj	Pruszinsi Wolfgang		BRAUNCSAK	Carlos Lemos		stefan uhl
6.			Olsansky Mario	Wielander Barbara		CHACHULA	Orlando Elias		jutta uhl
7.				Brigitte Macaria		OPRISAN	Kutas Gyula		Balog Balázs
8.				Andreas Marchart		Lazar	Helmar Spier		
9.				Stefan Pfaffstaller		Kiss Tímea	Jarno Kunstel		
10.				Tina Trapper		Citrom			
				Wolfgang Gruber		Pas			
						Gerhard Rüegg			
Pál-völgyi barlang kiskör									
		Péntek 12:00	Péntek 17:00	Szombat 10:00	Szombat 13:00	Szombat 14:00	Vasárnap: 10:00	Vasárnap 13:00	Vasárnap 15:00
Túrávezető 1		Laufer Csaba	Kunish Gyöngyvér	Huber Kilián			Kunish Gyöngyvér		Tamasi Dóri
Túrávezető 2		Dolgos Miklós		Zentay Zoli			Zentay Zoli		Hubert Kilián
1.		Kocsis Akos	Ivana Ilijas	Brigitte Macaria			René Scherrer		Uros
2.			Morena Zelle	Andreas Marchart					Radmilla Pajovic
3.			Katarina Husnjak Malovec	Margit Gerstner					kristic zaklina
4.				Peter Ludwig					
5.				Rumpler Diana					
6.				Susanne Schörghofer					
7.									
8.									
9.									
10.									

Összefoglaló: Zentay Péter – Hajnal Ágnes

DOKUMENTÁCIÓS MUNKÁK

2010. évben is folytattuk a Pál-völgyi-barlang digitális fotódokumentálását. Térképezési munkákat folytattunk a feltárás elősegítésére.

EGYÉB TEVÉKENYSÉGEK

A csoport működésének fenntartása érdekében, 3 fő részt vett az MKBT által tartott 2010 őszi technikai 2 tanfolyamán.

Csoportunk az év folyamán barlangi kirándulásokat tett a Bükki és Alsóhegyi barlangokba.

A rendszeres hétvégi kutatómunka mellett augusztusban ismét kettő hetes expedíciót szerveztünk Montenegróba, a Kotori-öböl térségébe.

A Társulat egyéb rendezvényei közül a Szakmai napon, és a Barlangnapon képviseltük csoportunkat.

Több alkalommal biztosítottunk túravezetést a Pál-völgyi-barlang különböző szakaszaira engedélyezett látogatótúrákhoz.

Budapest, 2010. február 12.

Tóth Attila
csoportvezető

Kiss Attila
kutatásvezető