

**A 2012. évi Cholnoky Jenő  
Karszt és Barlangkutatói Pályázat**

*A Pál-völgyi-barlangban  
2011 –ben végzett feltáró és tudományos munkák  
dokumentálása*

*készítette:*

**a Bekey Imre Gábor Barlangkutató Csoport**



**Kiss Attila**  
*kutatásvezető*

**Tóth Attila**  
*csoportvezető*

*Budapest, 2012.március*

# Tartalom

<b>Tartalom</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Összefoglalás (Fritz Zsolt)</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1. Feltáró tevékenység</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2. Tudományos megfigyelések, vizsgálatok</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3. Dokumentációs munkák</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Feltáró tevékenység (Fritz Zsolt, Tóth Attila)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. Előzmények</b> .....	<b>7</b>
2.1.1. Meseország .....	8
2.1.2. Kis körforgalom .....	9
2.1.3. Ötösök-folyosója .....	11
2.1.4. Nyomdászprés .....	12
<b>2.2. A Pál-völgyi – Mátyás-hegyi- és a Harcsaszájú – Hideg-lyuk-rendszer összekötése</b> .....	<b>15</b>
<b>3. Tudományos megfigyelések és vizsgálatok</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1. Átfogó denevérszámlálás a Pál-völgyi-barlangban (Takácsné Bolner Katalin)</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2. Radonkoncentráció dinamikájának és forrásainak vizsgálata a Pál-völgyi-barlangban (Nagy Hedvig Éva ELTE TTK Doktori kutatás (2009-2012))</b> .....	<b>26</b>
3.2.1. Előzmények: .....	26
3.2.2. Eredmények: .....	26
3.2.2.1. Barlangi levegő radonkoncentrációjának vizsgálata.....	26
3.2.2.1.1. Hosszú távú radonkoncentráció monitorozás .....	26
3.2.2.1.2. Barlangi levegő radonkoncentrációjának vizsgálata nyomdetektorokkal .....	27
3.2.2.2. Meteorológiai paraméterek és a radonkoncentráció kapcsolatának vizsgálata .....	28
3.2.2.3. Radonkoncentráció forrásának vizsgálata .....	28
3.2.2.3.1. Agyagminták radioaktív izotóptartalmának és radon-exhalációjának vizsgálata .....	28
3.2.2.3.2. Beszivárgó vizek oldott radontartalmának vizsgálata.....	28
<b>3.2. Vízminőség-vizsgálatok (Fehér Katalin)</b> .....	<b>30</b>
3.2.1. Meseország (p01).....	30
3.2.2. Y-folyosó (p02) .....	31
3.3.4. Rockenbauer-terem (p04).....	32
3.3.5. Térképész-ág (p05).....	33
3.3.6. Pentacon (p06) .....	34
3.3.7. Gyöngyös-folyosó (p07) .....	35
3.3.8. H.O.S.E-terem (p08) .....	35
3.3.9. Óriáskifli (p09) .....	36



<b>3.4.</b>	<b>Kalcitlemez vizsgálatok a Pál-völgyi-barlangban (Leél-Őssy Szabolcs) .....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.</b>	<b>Morfológiai megfigyelések a Pál-völgyi-barlang 2011-ben felfedezett részeiben.....</b>	<b>42</b>
3.5.1.	Kis körforgalom – Hat barát-folyosó – Cseppkőtemető .....	42
3.5.2.	Nyomdászprés .....	45
3.5.3.	Meta-folyosó .....	45
3.5.4.	Kuttyogató .....	48
<b>4.</b>	<b><i>Dokumentációs munkák (Fritz Zsolt) .....</i></b>	<b>52</b>
4.1.	Térképdokumentáció .....	52
4.2.	Fotodokumentációs tevékenység.....	54
<b>5.</b>	<b><i>Egyéb tevékenységek.....</i></b>	<b>60</b>
5.1.	Csoportélet .....	60
5.2.	Adalékok a Pál-völgyi-barlangrendszerhez (Laufer Csaba) .....	60



# JELENTÉS

## A BEKEY IMRE GÁBOR BARLANGKUTATÓ CSOPORT 2011. ÉVI MUNKÁJÁRÓL

### 1. *Összefoglalás (Fritz Zsolt)*

#### 1.1. Feltáró tevékenység

Csoportunk a 2011. évi, a Pál-völgyi-barlangban végzett feltáró kutatási munkákat a Pál-völgyi – Mátyáshegyi és a Harcsaszájú – Hideglyuk barlangrendszer összekötésének rendelte alá. E cél érdekében a barlang régi részében, a Meseország – Ötösök-folyosója – Bekey-folyosó térségében négy végponton végeztünk feltáró kutatást.

A korábban már bontott **Meseország** mögötti végponton sikerült egy 10 m magas kürtőt kibontanunk a kitöltésben, majd az ennek tetején lévő omladék közt vízszintesen haladtunk előre 4 m-t. Ezután, a bontási és deponálási nehézségek miatt beszüntettük a munkákat ezen a kutatási helyen.

Májusban kezdtük meg a kutatást a **Kis körforgalom** két hasadékanak találkozásánál. 1,5 méternyi talpsüllyesztés után vízszintesen haladtunk előre 4 m-t a kovás hasadék mentén, majd a főte omladékát áttörve bejutottunk egy 60 m hosszú, ÉNy-DK-i irányú cseppköves folyosóba, melynek végén egy 14x9 m-es alapterületű terem (a Cseppkötemető) található. Ezután megkezdtük a terem ÉNy-i falából nyíló, teljes szelvényben kitöltött járat bontását, melyben az év végéig 8 m-t tudtunk előrejutni.

Szintén májusban indítottuk el az **Ötösök-folyosójának** ÉNy-i végpontjának bontását. Itt rövid idő alatt sikerült 20 m-t továbbjutnunk a Kuttyogtátnak elnevezett, helyenként tágas, cseppköves járatban. Sajnos, a folyosó végpontja szálkőben teljesen elszűkült, ezért a kutatását be kellett fejeznünk.

Ezzel egyidőben, a Bekey-folyosóból nyíló **Nyomdászprés** ÉNy-i végpontján is megkezdtük a feltáró munkát. Először a folyosó bejáratának közelében kibontottunk egy 3 m magas kürtőt. Az így létrejött kerülőjáratral sikerült megkönnyítenünk a Nyomdászprés végén található bontási helyhez való eljutást. A végponton viszonylag kevés munkával sikerült tovább jutnunk. Az itt felfedezett járatok hosszúsága – az oldalágakkal együtt – meghaladja a 40 métert.

December 11-én, a Nyomdászprés egyik ÉK-i irányú oldaljáratának (Meta folyosó) szűkületének kitágításával sikerült összekötnünk a Pál-völgyi – Mátyás-hegyi-barlangrendszert a Szabó József csoport által felfedezett, és a Harcsaszájú – Hideg-lyuk-rendszerrel összekötött kis barlanggal. Ezzel a maga 28,7 km-es hosszával a **Pál-völgyi-barlangrendszer** lett Magyarország leghosszabb barlangja.



## 1.2. Tudományos megfigyelések, vizsgálatok

Csoportunk 1986 óta végez a Pál-völgyi – Mátyás-hegyi barlangrendszer Pál-völgyi részén **átfogó denevérszámlálást** a telelő állomány létszám-alakulásának monitorozása érdekében. A tárgyévi felmérésre a kialakult gyakorlatnak megfelelően, február első felében (február 13-án) került sor, ami a kb. 7 km hosszú „központi” zónára terjedt ki. Az állatok regisztrálásában, 8 brigádban összesen 19 fő működött közre, ami az alábbi eredményeket hozta:

Összesen 165 példányt észleltünk. Ez a létszám ugyan nem érte el a 2003-2007 közötti „csúcsidezőkre” jellemző, 200 feletti értéket, de így is stabilan meghaladja a 2002-ig terjedő időszakban regisztrált 60-140 egyedszámot.

Újszerű tapasztalatok az állomány faj(csoport)ok szerinti megoszlását illetően sincsenek: kis patkósdenevérek: 134 db; nagyméretű Myotisok: 6 db; kistermetű simaorrú denevérek: 21 db; nagy patkósdenevérek: 4 db.

Az állatok területi megoszlásában visszatért a Decembéri-szakasz dominanciája (94 db), a Régi Részen 47 db-ot regisztráltunk, a csatlakozó további öt barlang-szakaszon 2-8 közötti egyedszámban tartózkodtak denevérek.

2011-ben is folytatódott a **radonkoncentráció dinamikájának és forrásainak vizsgálata** a Pál-völgyi-barlangban. A barlang több pontján nyomdetektorokat helyeztünk el, amelyeket átlagosan kéthavonta cseréltünk. Ezzel párhuzamosan 4 ponton mintákat vettünk a barlangba beszivárgó vizekből, a bennük oldott radontartalom mértékének meghatározása érdekében. Ezen módszerekkel vizsgáltuk a barlangi levegő radonkoncentrációját, a meteorológiai paraméterek és a radonkoncentráció kapcsolatát, a radonkoncentráció forrását, és a beszivárgó vizek oldott radontartalmát.

A Bekey Imre Gábor Barlangkutató Csoport és a Pagony Barlangkutató Csoport együttműködése keretében 2008. óta **vizsgáljuk a beszivárgó víz minőségét** a Pál-völgyi-barlangban. A mintavételt a Bekey csoport, a méréseket a Pagony csoport végezte az ELTE TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékének laboratóriumában a MSZ előírásai alapján. A vizsgált paraméterek: pH, fajlagos vezetőképesség, kalcium-, magnézium-, nátrium-, kálium-, hidrogénkarbonát-, klorid-, szulfát-, nitrát-, nitrit-, ammónium- és ortofoszfát-ion. A barlang kilenc pontján helyeztünk ki mintavevő edényeket. 2011-ben öt alkalommal történt mintavétel.

2011-ben befejeződött a Pál-völgyi-barlangban fellelhető **kalcitlemezek átfogó vizsgálat-sorozata**. A vizsgálati módszer fejlesztése, valamint tömegspektrométer alkalmazása megnövelte a kormeghatározás korábbi, 350.000 évre terjedő felső határát. A barlang 20-22 pontján történt mintavétel. Az összesen 34 minta kormeghatározása szerint 6 minta bizonyult 500.000 évesnél is idősebbnek, a többinél konkrét koradatokat kaptunk.

**A Pál-völgyi-barlang 2011-ben felfedezett járatainak morfológiai jellemzőinek megfigyeléseinek** keretén belül a Hat barát-folyosóban, a Cseppkőtemetőben, a Kuttyogtatóban, valamint a Nyomdászprés – Meta-folyosó zónájában – többszöri terepbejárás során – gyűjtöttünk információkat az adott barlangrészek formakincséről, valamint az ott előforduló képződményekről és fossziliákról.



### 1.3. Dokumentációs munkák

Elkészítettük az idei feltáró kutatások során felfedezett barlangrészek **térkép-dokumentációját**, melyek mindegyike a Pál-völgyi-barlang kiépített szakaszának É-ÉNy-i zónájában, az Ötösök folyosója – Kis körforgalom – Bekey-folyosó térségében található. A felmért szakaszok a következők:

- A Kis körforgalomból induló Hat barát-folyosó és az ebből nyíló Cseppkőtemető,
- **Az ötösök-folyosójának É-i végét lezáró omladék mögött lévő Kuttyogtató,**
- A Bekey-folyosó É-i falából nyíló Nyomdászprés – Csigabivak – Meta-folyosó zónája.

Elkészült a 2011-ben végzett feltáró kutatómunkáknak, valamint az újonnan feltárt barlangrészek **otódokumentációjá**, továbbá számos fotót készítettünk, melyek több tudományos kutatás illusztrációjául szolgáltak. Az idei évben csoportunk elkezdte korszerű, digitális technikával, valamint 2-4 szinkronizált vaku használatával a Pál-völgyi-barlang újrafotózását. A Kiss Attila vezette brigád az év végéig a barlang kiépített részén, a Decemberi-szakaszban és a Cseppkőtemetőben dolgozott. 2011 tavaszán megkezdtük csoportunk terjedelmes fotóarchívumának digitalizálását. Az év végéig mintegy 800 felvételt sikerült átírnunk, ha szükséges volt, feljavítanunk.



## **2. Feltáró tevékenység (Fritz Zsolt, Tóth Attila)**

### **PÁL-VÖLGYI – MÁTYÁS-HEGYI-BARLANGRENDSZER ÖSSZEKÖTÉSE A HARCSASZÁJÚ - HIDEGLYUK RENDSZERREL**

Csoportunk a 2011. évi, a Pál-völgyi-barlangban végzett feltáró kutatási munkákat a Pál-völgyi – Mátyáshegyi és a Harcsaszájú – Hideglyuk barlangrendszer összekötésének rendelte alá. E cél érdekében a barlang régi részében, a Meseország – Ötösök-folyosója – Bekey-folyosó térségében négy végponton végeztünk feltáró kutatást. Ezek közül három munkahelyen sikerült is új, eddig ismeretlen járatokat felfedeznünk, melyek egyikén keresztül (a Nyomdász-prés végpontjából) az év végén létre is jött az összeköttetés a szomszédos barlangrendszerrel.

#### **2.1. Előzmények**

2001. december 2-án, a Pál-völgyi – Mátyás-hegyi barlang összekötésének estéjén még nem gondoltuk volna, hogy 10 év múlva egy újabb nagy barlangrendszerrel köthetjük össze barlangunkat.

2008. július 21-én a köfeytő kisebb barlangjában dolgozó Barit barlangkutató csoportnak a Papp Ferenc csoport közreműködésével sikerült bejutnia a Harcsaszájú-barlang új, nagyméretű, több kilométer hosszú járáthálózatába. Ezt követően a köfeytő másik oldalán lévő, szintén nem nagy barlangot kutató Szabó József csoport 2009. november 25-én tárta fel a Hideg-lyuk folytatását szintén több kilométer hosszan. Az itt felfedezett járatok helyenként hatalmas méretűek, és bővelkednek cseppkő- és hidrotermális eredetű képződményekben.

A két, önállóan sem kisméretű barlangot 2010. március 6-án kötötték össze. Így született meg az akkor kb.8 km. hosszú Kis hideg-lyuk, Bagyura – Harcsaszájú - Hideg-lyuk barlang-rendszer, amely ezzel az országot 4. Leghosszabb barlangja lett.

Ekkor már felmerült bennünk, hogy vajon lehetséges-e a két nagy rendszer összekötése – mellyel megvalósulna Magyarország leghosszabb barlangjának felfedezése. A „Baritosok” és „Szabó Józsefesek” akkor úgy gondolták, hogy ez nem a legjobb ötlet, hiszen a nagy Pál-völgyi barlang „bekebelezi” az ő kisebb barlangjaikat. Később azonban megérett a gondolat, hogy mégiscsak meg lehetne próbálkozni az összeköttetés megteremtésével.

Közben, 2010-ben a Barlangtani Intézet munkatársai térképezés során a Hüledező környékén egy nagyon szűk járatra lettek figyelmesek. Egyikük átküzdötte magát a szűkületen és jelezte, hogy kb. 50 méter hosszú, eddig ismeretlen járat van mögötte. Ez a barlangrész később a Sün-óvoda nevet kapta, a falain található körömnymi tengeri sün fossziliákról. Kitágítva a járat szűkebb részeit megállapítottuk, hogy könnyen bontható a végpontja. Az iránya (kb. 280°) nem igazán a Harcsaszájú-barlang felé mutat, de a két barlang közti „fehér folt” felé vezet, és továbbjutás esetén harántolhat egy, vagy akár több keresztirányú hasadékokat. Nagyjából 25 méter hosszan ki is bontottuk, a végén már tömör, nehezen bontható agyaggal teljes szelvényben kitöltött levegőtlen járatot, de egyelőre nem sikerült átjutnunk az agyagkitöltésen. A nehézségek miatt a végpont kutatását határozatlan időre felfüggesztettük.

2010. második felében a Harcsaszájú-barlang csapatával közösen megvizsgáltuk a célnak leginkább megfelelő Kiskarácsony-ági végpontokat. Mi tudtuk, hogy a terület megközelítése eléggé embert próbáló feladat, és a végpontok sem túlságosan biztatóak. A közös terepbejárások és próbabontások is ezt a véleményt igazolták.



2011. elején több kutatótársunk jelezte nekünk, hogy a Harcsaszájú-barlang bejárata előtt, a kőfejtő falában található egy kis barlang, amelynek iránya rámutat a Pál-völgyi-barlang Ötösök-folyosójának akkor még névtelen végpontjára. Irányban és szintben is teljesen megegyeznek. A kettejük közötti távolság 40 méterre becsülhető. Felmerült az ötlet, hogy ezt a barlangot kellene összekötni a Pál-völgyi-barlanggal, majd a kis barlangot a Harcsaszájú-barlanggal. Kicsit meglepődtünk, hiszen eszünkbe sem jutott az Úgynevezett „régiben” gondolkodni, mindig csak az általunk feltárt részek jártak a fejünkben. Ezt a rövidke üreget a Bekey csoport is ismerte, a 80-as évek elején bontottuk is a végpontját.

A fenti tapasztalatok alapján úgy döntöttünk, hogy inkább a barlang kiépített részének ÉNy-i zónájában keresünk továbbjutással kecsegtető végpontokat. A barlang alaprajzának átvizsgálása és az adott barlangszakasz módszeres bejárása után négy kutatásra alkalmas végpontot találtunk:

- 1. a Meseország mögötti, már korábban is kutatott végpont
- 2. az Ötösök-folyosójából nyíló Kis körforgalom két hasadékának találkozása
- 3. az Ötösök-folyosójának ÉNy-i végét lezáró omladék mögötti terület
- 4. a Bekey-folyosóból nyíló Nyomdászprés végpontja

### **2.1.1. Meseország**

2011 januárjában ismét elkezdtük - a már korábban is bontott - a Meseország mögött DNy-ra, 40 méterre található végponton a munkát. A járat kitöltését alkotó omladékban felfelé haladva sikerült egy 10 m magas, biztonságosan járható kürtöt kibontanunk, melynek tetején néhány méter hosszú vízszintes járatba jutottunk. Itt ismét omladék állta utunkat. Az egymásra borult jelentős méretű kőtömbök között szívós munkával, nem kevés idő alatt sikerült biztonságos munkahelyet kialakítanunk. A bontott hasadék ÉNy-i iránya (305°) pontosan az innen 220-240 m távolságra lévő Harcsaszájú-barlang felé mutatott. Sajnos egyre körülményesebb lett a végponton kitermelt anyag deponálása, egyre nagyobb létszám kellett a munkához. Ezért úgy döntöttünk, hogy tartalék munkahellyé minősítjük ezt a kutatási területet, és csak akkor folytatjuk itt a bontást, ha a többi végpont teljesen befulladt.





### 2.1.2. Kis körforgalom

2011. május 2-án kezdtük el az Ötösök-folyosójából nyíló Kis körforgalom bontását. A járatot alkotó két hasadék találkozásánál a talpat kitöltő agyagban süllyesztetünk egy 1 m át-mérőjű kutatóaknát.



*A Kis körforgalom bontási gödre*

1,5 m mélységben vízszintesen folytattuk a bontást, a hasadék DK-i irányát követve. hosszú lapos, levegős járatba jutottunk, melynek főtétjét össze-cementálódott omladék és cseppkőtörmelék alkotta, talpszintjén száraz agyag és kisebb tömbök voltak. Abban bízunk, hogy ebben az irányban tovább haladva találunk egy kereszt-hasadékot, amely harántolja a Meseország mögötti bontásunk járatát. A kibontott anyag deponálásával nem volt gondunk, háromfős létszám elegendő volt a munkához. Elhatároztuk, hogy ahelyett, hogy a járat talpszintjét süllyesztjük, inkább megpróbáljuk áttörni a főtét alkotó összecementálódott törmeléket, abban bízva, hogy fölötte nagyobb szelvényű, levegős járatba jutunk.



*Beesett cseppkő a bontás főtétjében*

Négy műszak alatt vésőgéppel 1,2 m magasságig jutottunk felfelé a rendkívül kemény főtében. Június 12-én a főte vésése közben egy ponton egyre lazább lett az omladék, keskeny rések nyíltak meg a tömbök között és a légáramlás is megindult. Feszítővassal sikerült áttörni az omladékot, és bejutottunk egy 60 m hosszú, ÉNy-DK-i irányú, cseppkövekkel gazdagon díszített folyosóba (Hat barát-folyosó), melynek ÉNy-i végén egy 14 x 9 m alapterületű terem található. Ez a terem a „Cseppkőtemető” nevet kapta, a talpát borító nagy mennyiségű, lehullott cseppkőtörmelékről, melyekre sok helyen fiatal, „élő” sztalagmitok települtek.

A Cseppkőtemető ÉNy- oldalában tovább futó keskeny, oldott falú hasadékban június 16-án kezdtük meg a bontást. Reményeink szerint itt párhuzamos irányban tudunk haladni a barlang Kiskarácsony-ágával és a Harcsaszájú-barlang főirányával, és egy esetleges kereszt-hasadékon keresztül meg tudjuk közelíteni a szomszédos barlang nyugati zónájának egyik járatát. Abban is bízunk, hogy így könnyebben eljuthatunk a Kiskarácsony-ágot körülvevő jelentős méretű „fehér foltba”.

A bontás az első 4-5 méteren keresztül jó ütemben zajlott, laza száraz kitöltésben haladtunk előre, melyből kisebb omladéktömbök, cseppkőtöredékek és kalcitlemez-darabok kerültek elő. 5 méternyi bontás után ismét bekényszerültünk egy rendkívül kemény, össze-cementálódott törmelék alkotta főte alá. Az év végéig további 4-5 métert sikerült előrejutnunk, várva annak a lehetőségét, hogy felfelé át tudjunk törni a kemény kitöltésen. A munkát az is lassította, hogy abban az időben két, esetenként három végponton is dolgoztunk, így ritkábban került sor erre a munkahelyre.



*A Cseppkőtemető ÉNy-i végpontja*





*A depó hamarosan kinövi a termet*

### **2.1.3. Ötösök-folyosója**

Az Ötösök-folyosója ÉNy-i végpontjának kutatása egy időben kezdődött a Kis körforgalom bontásával. A Szabó József csoport tagjai terepbejárásuk után tájékoztattak minket, hogy a folyosót lezáró omladék mögötti oldott falú járatvég – amely már az 1910-es években ismert volt – könnyen bontható, és 313°-os irányával egyenesen rámutat a Harcsaszájú-barlang egyik végpontjára, amely légvonalban mindössze 53 m-re helyezkedik el az adott ponttól.

A munkahely könnyebb megközelítése érdekében a kiépített rész lépcsőfordulója fölé beépítettünk egy alumínium létrát, majd a Pál-völgyi-kőfejtő barlangjait kutató három csoport tagjaiból álló vegyes csapat megkezdte a végpont bontását. Viszonylag kevés munkával sikerült átbontanunk a szűkületet, és bejutottunk egy 15 m hosszúságú, tágas folyosóba, melynek végét omladéktömbök zárták el. Az újonnan felfedezett járat a „Kuttyogtató” nevet kapta – utalva a harcra horgászatánál használatos segédeszközre.

Két hétvége alatt sikerült az omladékot átbontani, amely mögött egy nagyon szép, cseppköves járatba jutottunk, melynek végpontját több műszakon keresztül bontottuk, de az fokozatosan elszűkült, ezért ezen a ponton be kellett fejeznünk a kutatást. Szerencsénkre, az ezzel egy időben bontott, a Bekey-folyosóból nyíló Nyomdászpés felmérése során kiderült,

hogy annak a végpontja 7 méterrel pontosan ez alatt a szűkület alatt van, és sokkal könnyebben bontható.



*Cseppköves szűkület a Kuttyogtatóban*

#### **2.1.4. Nyomdászprés**

Ezekkel a munkákkal párhuzamosan megkezdtek a barlang kiépített részének kijáratánál található Bekey-folyosó É-i falából nyíló Nyomdászprés kutatását is. Mivel ennek a végpontnak a megközelítése néhány szűk szakasz miatt rendkívül lassú és nehézkes volt, először a járat kezdete mögött 12 m-el kiástunk egy 3 m magas kürtőt. Ezen keresztül sikerült kikerülnünk a korábban használt szűk részeket és jelentősen megkönnyítettük a közlekedést.

A végponton viszonylag kevés munkával sikerült bejutnunk néhány kisebb oldalágba. Ezekben több hétvégén és éjszakán keresztül dolgoztunk, de egyikben sem sikerült továbbjutnunk. Ekkor jött az az ötlet a Szabó József csoport tagjaitól, hogy ne a Harcsaszájú-barlang irányába próbáljunk haladni, hanem ÉK-i irányba, a 15 m távolságra lévő Kis hideg-lyuk felé, amelyen keresztül valószínűleg könnyebben sikerül összekötni a két nagy rendszert.

Egy nagyon szűk, jellegtelen hasadék tűnt erre a célra a legmegfelelőbbnek. Az iránya (48°) ideális volt, ezért el is kezdtük benne a munkát. Amennyire lehetett, kitágítottuk az elejét, majd elkezdtük kiásni belőle az agyagot, amellyel teljes szelvényben ki volt töltve. Később, amikor létrejött az összeköttetés, ez az oldaljárat kapta a Meta-folyosó nevet.





*Cseppkőlefolyás a végpont közelében*



*A Nyomdászprés ÉNy-i végpontja*

A végponton kitermelt kitöltés elhelyezése egyre nehezebbé vált, az egész barlangszakasz szűk járatokból áll. Több kisebb depót kellett kialakítanunk, amelyek közt rendszeresen vándoroltattuk az anyagot. Gyakran 14-15 emberre volt szükség a depók áthelyezéséhez.

Október 28-30. között rendezte meg a Bekey, Barit, Szabó József és Papp Ferenc csoport a Szép-völgyi kutatótáborát. A több mint száz résztvevő hatalmas lendületet adott a munkának. Sikeresen megoldanunk, hogy a depók tartalmát a barlang kiépített részén keresztül egészen a felszínre hordjuk. Ez alatt a három nap alatt, a lelkes résztvevők segítségével több hónapnyi munkát sikerült elvégezni. A tábor után is folyamatosan dolgoztunk az oldalág tágításán, bontásán.



*Az őszi kutatótábor helyszíne*





*Tapasztalatcsere*



*Műszak előtt*



*Műszak után*

## **2.2. A Pál-völgyi – Mátyás-hegyi- és a Harcsaszájú – Hideg-lyuk-rendszer összekötése**

November közepén terepbejárás során felmértük a Kis hideg-lyuk végpontjában rejlő lehetőségeket. Az ott lévő életveszélyes omladék láttán azonnal megértettük, hogy miért hagyott fel itt a kutatással a Barit csoport. Feltehetően a bánya művelése során végzett robbantások miatt dőlt össze a járat, és a tetejébe még kapott egy jó nagy adag bányameddőt. A terepbe-járás során viszont a kőfejtő falán megtaláltuk a Kis hideg-lyuk törésének a folytatását (a bányászok e mentén fejtették le a hegyet). A Pál-völgyi barlang kijáratánál, a Bekey-folyosó É-i falában is megtalálható ez a törés, egy kb. 10 cm-es vastagságú hasadék formájában. A kőfejtő falában, az elbányászott járat egyetlen megmaradt oldalában egy gömbfülke-sort vettünk ész-re, amely agyaggal és törmelékkal volt kitöltve. Erről hamar kiderült, hogy egy DNy-i irányú keresztfolyosó eleje, és nagyjából a Nyomdászprés végpontjára mutat.



*A Meta-szakasz bejárata a kőfejtő falában*



*A Meta-szakasz középső termecskéje*





*A Meta-szakasz bejáratának bontása*



*Az „Átjáró” szűkülete előtt*

Még aznap este elkezdődött a bányafalon lévő gömbfülke-sor bontása. Ezt a munkát főként a Szabó József csoport tagjai végezték, némi Bekey-s segítséggel. Két hét alatt sikerült kibontani a bejáratit részt, amely mögött egy szűkület után egy kisebb oldott falú teremszke következett. Ennek a teremnek a hátsó falában feltárult egy rendkívül szűk járat, amely összeköttetésben áll a Nyomdászprés végpontjának általunk bontott oldalával.

Ettől kezdve mindkét oldalról folyt az összekötő járat bontása. A munka elsősorban vésésből, a szűkület tágításából állt. A Nyomdászprés felől hamarosan sikerült bejutni annak a hasadéknak a tetejébe, amely végén az „átjáró” szűkülete rejlik. Néhány nagyobb omladék-tömb kipiszkalása után már le lehetett bújni a hasadék alá. Ekkor már áthallatszott a másik brigád zaja. A rettenetesen szűk munkahelyen csak centiméterenként lehetett előrejutni. Nemsokára már beszélgetni is lehetett a túloldalon dolgozókkal. Eközben a Szabó József csoportnak sikerült átbontani az összekötő járat bejáratit részét a Kis hideg-lyukkal, egyiküknek sikerült is átmászni az omladékon, így a feladat egyik része teljesítve volt.

December 6-án késő estére, annyira sikerült két oldalról kitágítani a szűkületet, hogy a két brigád egy-egy tagja egy keskeny résen keresztül már kezét tudott fogni. A következő alkalommal már nem kellett sok munka hozzá, hogy az első ember keresztülmásszon az átjárón.



December 11-én, délelőtt rengeteg kutató jelenlétében kezdődött meg a munka. Néhány óras vésés után, 14,00 órakor az első kutatónak sikerült átbújni az átjárón. Ezzel megszületett a Pál-völgyi-barlangrendszer, (szinonimaként bejegyzésre került a Szép-völgyi-barlangrendszer is), amely 28,7 kilométeres hosszával Magyarország leghosszabb barlangja.



2.2.1. ábra Pál-völgyi-barlangrendszer felszínre vetített térképe

**Fotók:** Fritz Zsolt, Kiss Attila, Kunisch Gyöngyvér, Polyák Ádám, Tóth Attila

### 3. Tudományos megfigyelések és vizsgálatok

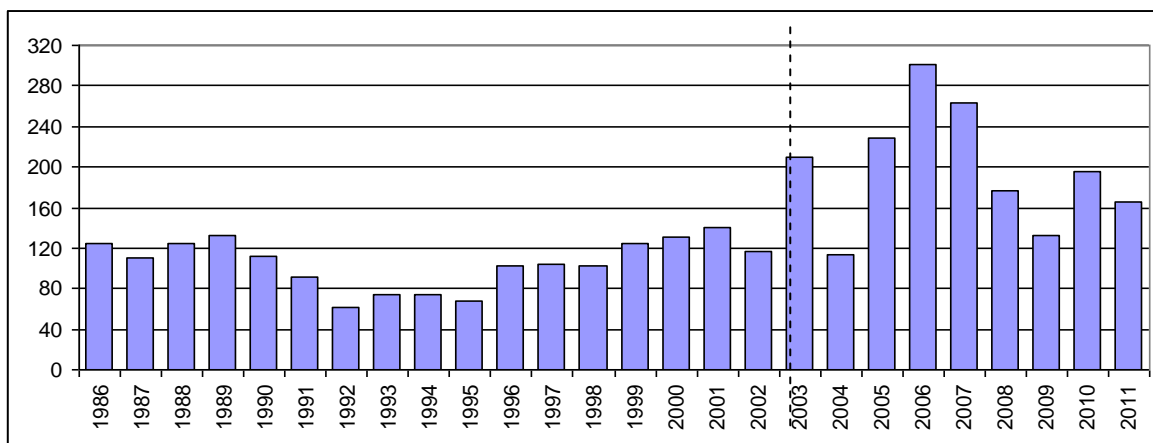
#### 3.1. Átfogó denevérszámlálás a Pál-völgyi-barlangban (Takácsné Bolner Katalin)

Csoportunk 1986 óta végez a Pál-völgyi-Mátyáshegyi-barlangrendszer Pál-völgyi részén átfogó denevérszámlálást a telelő állomány létszám-alakulásának monitorozása érdekében. A tárgyévi felmérésre a kialakult gyakorlatnak megfelelően, február első felében (február 13-án) került sor, ami a kb. 7 km hosszúságú „központi” zónára terjedt ki (a számlálásból minden évben kihagyjuk azokat a nehezen megközelíthető, távolabbi barlangszakaszokat, amelyekre az évközi munkatűrák tapasztalatai alapján a denevérek előfordulása amúgy sem jellemző). Az állatok érintése nélkül, kizárólag szemrevételezéssel végzett regisztrálásban 8 brigádban összesen 19 fő működött közre. Az észlelt denevérek elhelyezkedését az 3.1.1. ábra szemlélteti; a számszerű eredmények faj(csoport)ok és barlangszakaszok szerinti megoszlása a következő.

	Kis	Nagy	kistermetű	nagytermetű	Összesen
	patkósdenevér		simaorrú denevér		
Régi Rész	39	1	4	3	<b>47</b>
Decemberi-szakasz	77	2	12	3	<b>94</b>
Térképész-ág	8	-	-	-	<b>8</b>
Negyedik Negyed	5	-	1	-	<b>6</b>
Déli-szakasz	1	-	3	-	<b>4</b>
Keleti-zóna	-	1	1	-	<b>2</b>
1993. évi feltárások	4	-	-	-	<b>4</b>
<b>Összesen</b>	<b>134</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>165</b>

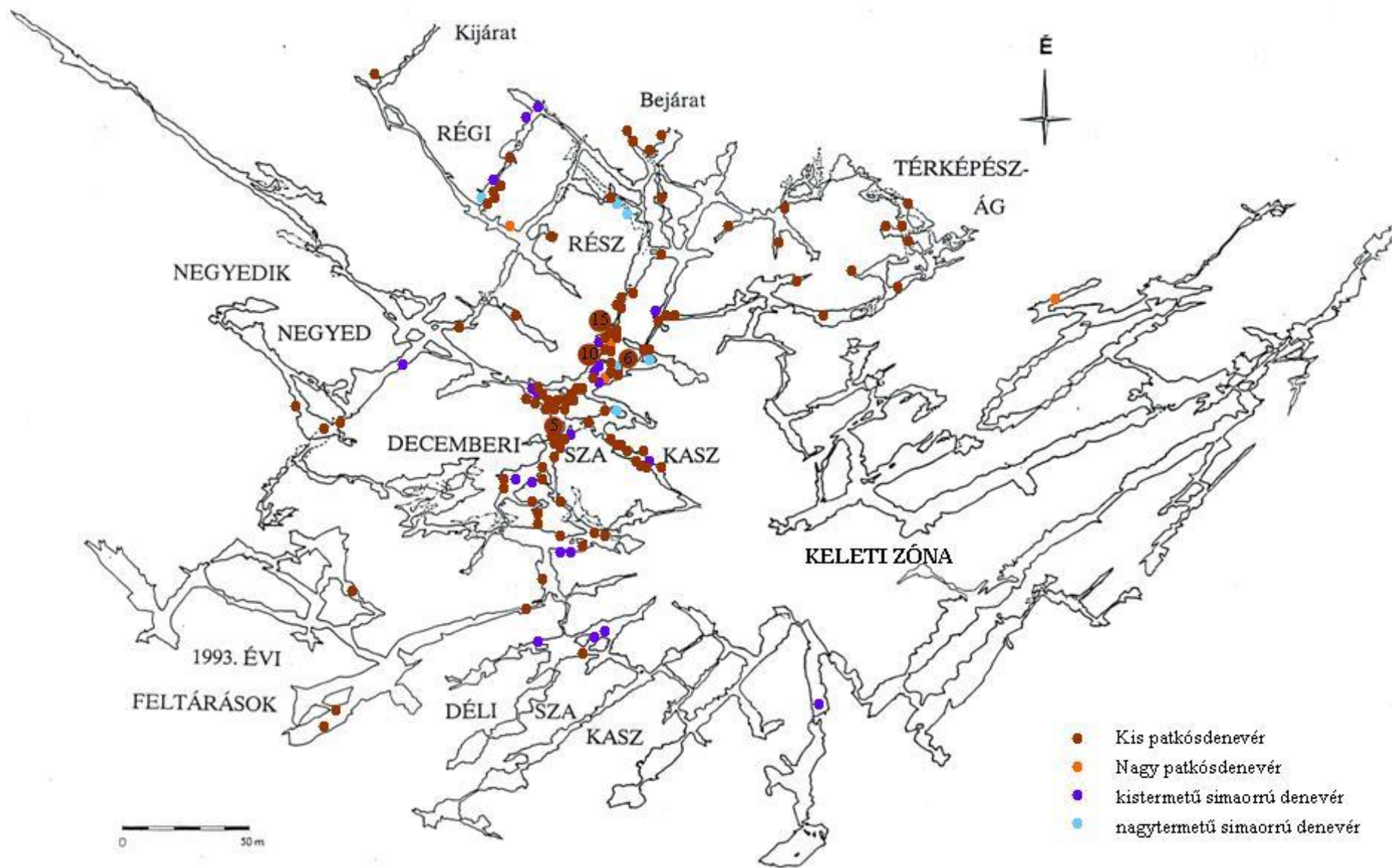
3.1.1. táblázat Az észlelt denevérek elhelyezkedése

Tekintettel arra, hogy a Cholnoky-pályázatra beadott utolsó csoportjelentésünk (2000-2001) óta, a barlang telelő denevérállományában jelentősnek nevezhető változások történtek, a tárgyévi eredmények értékelésénél indokolt ezekre is röviden kitérni. Az egyik ilyen változás a létszám immár tartósnak látszó, örvendetes megnövekedése. A tizenhét esztendőn át, egészen 2002-ig a 100±40 példányos tartományban mozgó létszám (átlagérték: 105 pld) ugyanis 2003-ban hirtelen 200 fölé emelkedett, ami 2007-ig még három ízben ismétlődött meg (sőt a csúcslétszám 2006-ban 301 példány volt!) és azóta sem csökkent 130 alá (3.1.2. ábra);



3.1.2. ábra: Az észlelt példányszám évenkénti alakulása



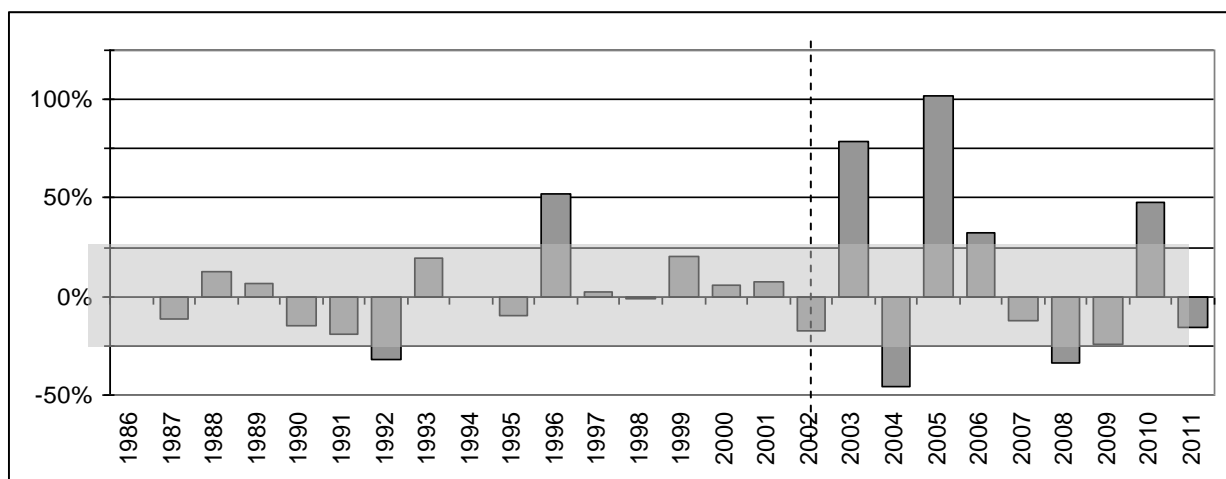


A denevérek elhelyezkedése a Pál-völgyi-barlangban 2011. február 13-án



így ez a 9 esztendőnyi időszak a korábinál közel kétszer akkora, 198 példányos átlagértékkel jellemezhető. A tárgyi számlálás során regisztrált **összesen 165 példány** ugyan elmarad ettől az átlagtól, de jól illeszkedik a legutóbbi három év 133-196 közötti példányszámainak sorába, és „természetesen” jóval felette van az első 17 esztendőben tapasztaltaknak.

A 2002-ig terjedő, illetve az azt követő időszak azonban nemcsak a jellemző létszámok, hanem az előző évhez képest bekövetkezett változások mértéke tekintetében is különbözik egymástól (3.1.3. ábra). Amíg az első 17 esztendőben mindössze két esetben fordult elő 25 %-ot meghaladó állomány-növekedés vagy -csökkenés, addig az utóbbi 9 évben pont fordítva, csupán két esetben maradtak a változások a  $\pm 25$  %-on belül. Ezek egyike éppen a tárgyév: a most regisztrált 165 példány a tavalyi 196-hoz képest 15,8 %-os csökkenésnek felel meg.



3.1.3. ábra: Az évenkénti változások mértéke az előző évhez viszonyítva

Az összlétszámnak az utóbbi 9 esztendőben tapasztalt, pozitív irányú változása ugyanakkor az állományt alkotó **faj(csoport)okat** nem egységesen érintette (3.1.4. ábra). A növekedés főként a vizsgálataink kezdete óta domináns kis patkósdenevérek egyedszámának örvendetes gyarodására vezethető vissza; mellettük szignifikáns létszámnövekedés – szintén 2003-tól kezdődően – csak a kistermetű simaorrú denevérek esetében következett be. A két nagytermetű Myotis-faj egyedeinek száma viszont ezekkel ellentétben határozottan csökkenő tendenciát mutat, ami különösen az utóbbi öt évben, azaz 2007-től vált feltűnővé (a kezdettől fogva néhány példánnyal képviselt nagy patkósdenevérek számában érdemi változás nem történt).

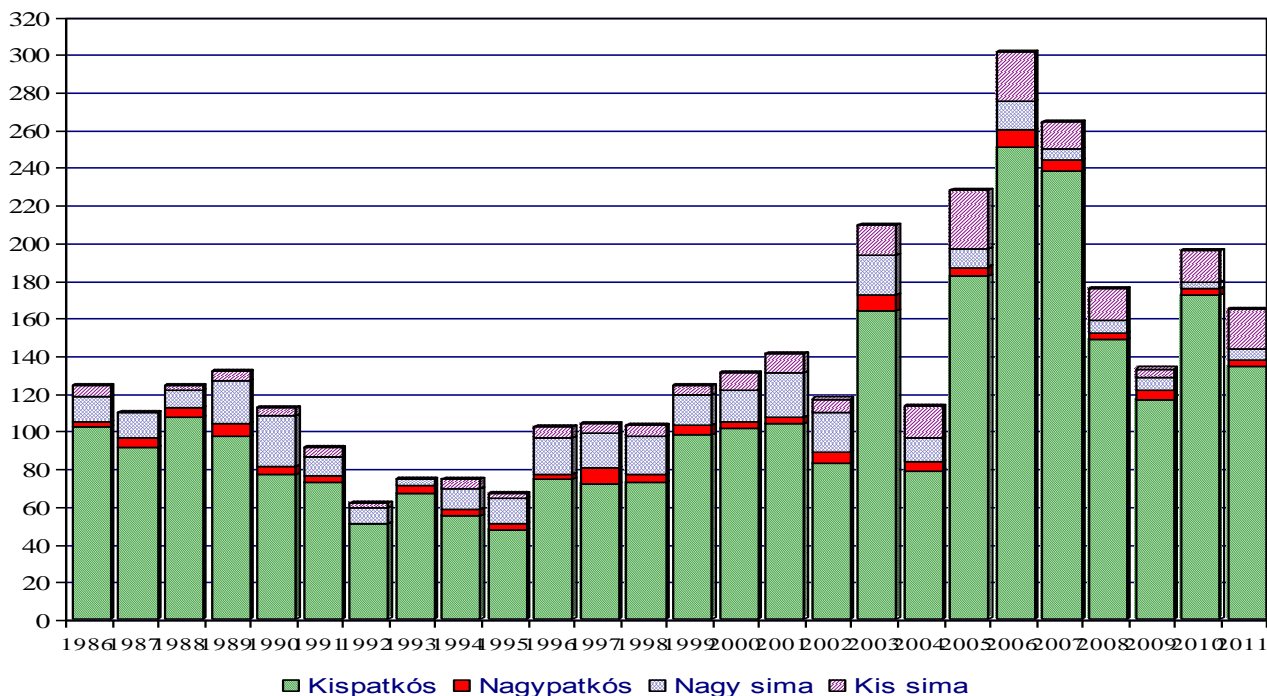
	Átlagos példányszámok				
	Kis patkósdenevér	Nagy patkósdenevér	kistermetű simaorrú denevér	nagy Myotisok	Összesen
1986-2002	80	4	5	16	<b>105</b>
2003-2011	165	5	18	10	<b>198</b>

Az átlagos példányszámok különböző mértékű és irányú változása következtében módosultak az egyes faj(csoport)ok állományon belüli arányai is, a kis patkósdenevérek mögött a második legnépesebb csoportot 2004. óta immár a kistermetű simaorrú denevérek alkotják:

	Állományon belüli arányok (%)			
	Kis patkós-denevér	Nagy patkós-denevér	kistermetű simaorrú denevér	nagy Myotisok
1986-2002	77	4	4	15
2003-2011	83	3	9	5

A 2011. évi adatok – az összlétszámnak megfelelően – faj(csoport)onként is jellemzően alatta maradtak az utóbbi 9 esztendő átlagának (kis patkósdenevér – 134 db, 81%; nagy patkósdenevér – 4 db, 2%; nagytermetű Myotisok – 6 db, 4%). Az egyetlen kivétel a kistermetű simaorrú denevérek jelentették, amelyek az átlag feletti 21 példányukkal most az állomány 13%-át alkották.

### A Pál-völgyi-barlang denevérállományának faj(csoport)ok szerinti megoszlása februárban

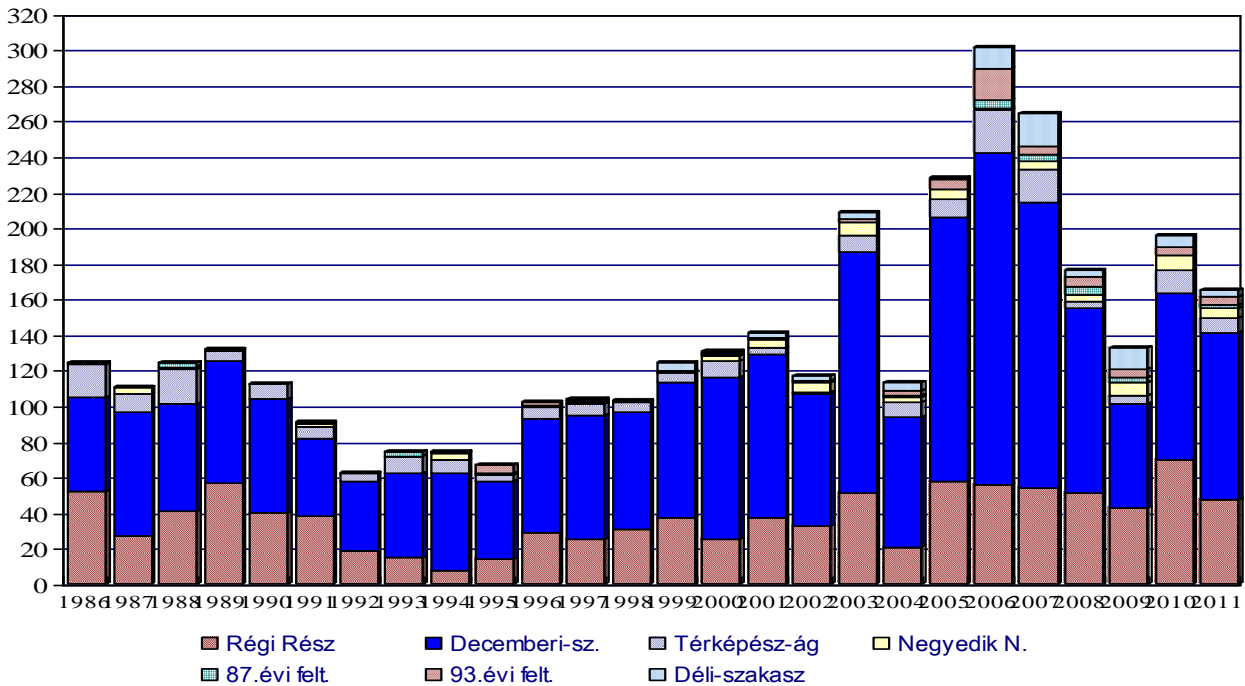


3.1.4. ábra A denevérállomány faj(csoport)ok szerinti megoszlása

Az átlagos példányszám és a faj(csoport)ok szerinti összetétel fenti változásai ugyanakkor az állatok **területi megoszlását** (3.1.5. ábra) érdemben nem befolyásolták. Bár a barlang belsőbb szakaszain, ahol korábban csak alkalmilag észleltünk pár denevért, a lakottság – a Keleti-zóna kivételével – az utóbbi kilenc esztendőben állandósult és néhány feltűnően magas egyedszám is előfordult. (pl. a Déli-szakaszon 2007-ben 18 példány; az 1993-ban feltárt járatokban 2006-ban 17 példány) A létszám-növekedés zöme a korábban is legnépesebb két barlangrészen, azaz a Decemberi-szakaszban (maximum 2006-ban 186 példány) és a Régi Részen (maximum 2010-ben 70 példány) jelentkezett, amelyek mögött a harmadik legnépesebb szakaszt továbbra is jellemzően a Térképész-ág képviseli.



## A Pál-völgyi-barlang denevérállományának területi megoszlása februárban



**3.1.5. ábra A denevérállomány területi megoszlása**

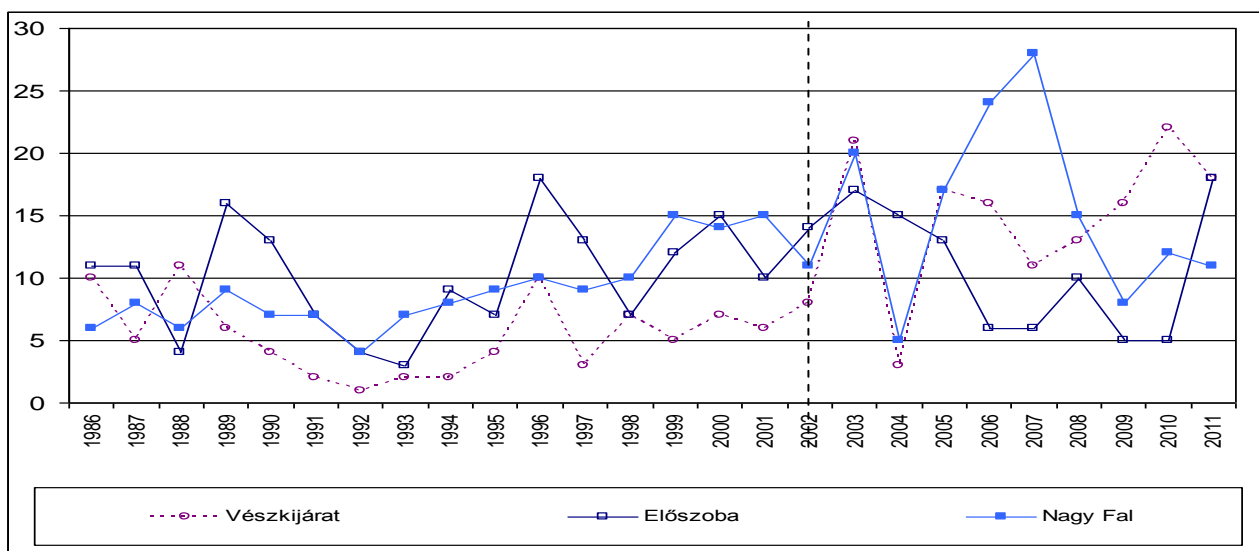
A táblázatos összehasonlító adatok a grafikonnál is szemléletesebben mutatják az utóbbi 9 esztendőben a vizsgált szakaszok mindegyikén megnyilvánuló létszám-emelkedést, ami viszont a területi megoszlás arányaiban legfeljebb 2-3 %-os módosulásokat eredményezett – ez a megítélésünk szerint szignifikáns változásnak még nem minősíthető.

	Területi megoszlás átlagos példányszámjai							Összes
	Régi Rész	Decemberi-szakasz	Térképész-ág	Negyedik Negyed	Déli-szakasz	Keleti-zóna	1993. évi feltárások	
1986-2002	31	63	7	1	1	1	1	<b>105</b>
2003-2011	50	117	11	5	7	2	6	<b>198</b>

	Területi megoszlás (%)						
	Régi Rész	Decemberi-szakasz	Térképész-ág	Negyedik Negyed	Déli-szakasz	Keleti-zóna	1993. évi feltárások
1986-2002	29	60	7	1	1	1	1
2003-2011	26	58	5	3	4	1	3

A területi megoszlás egy további vizsgálható jellemzője az adott év „legkedveltebb tanyahelye”, vagyis az a morfológiailag is elhatárolható üregrész (terem, folyosó), ahol a legnagyobb számban tartózkodtak a denevérek. Ezek köre ugyancsak nem változott, ám a bejárati fő törésirányra illeszkedő *Vészkiárat-hasadék* (Régi Rész) és az ehhez D-ről csatlakozó *Előszoba* (Decemberi-szakasz) jelentősége az utóbbi 9 évben láthatóan felcserélődött: amíg 2002-ig a legsűrűbben lakott üregrész általában ez utóbbi vagy az ún. Scholtz-bejárat fő törésirányát lezáró *Nagy Fal* járata volt (átl. 12 példány / kb. 20 m), addig 2003 óta a *Vészkiárat* és a *Nagy Fal* vált uralkodóvá (átl. 20 példány / kb. 20 m; (3.1.6. ábra)).





3.1.6. ábra: A denevérek által legsűrűbben lakott üregrész évenkénti alakulása

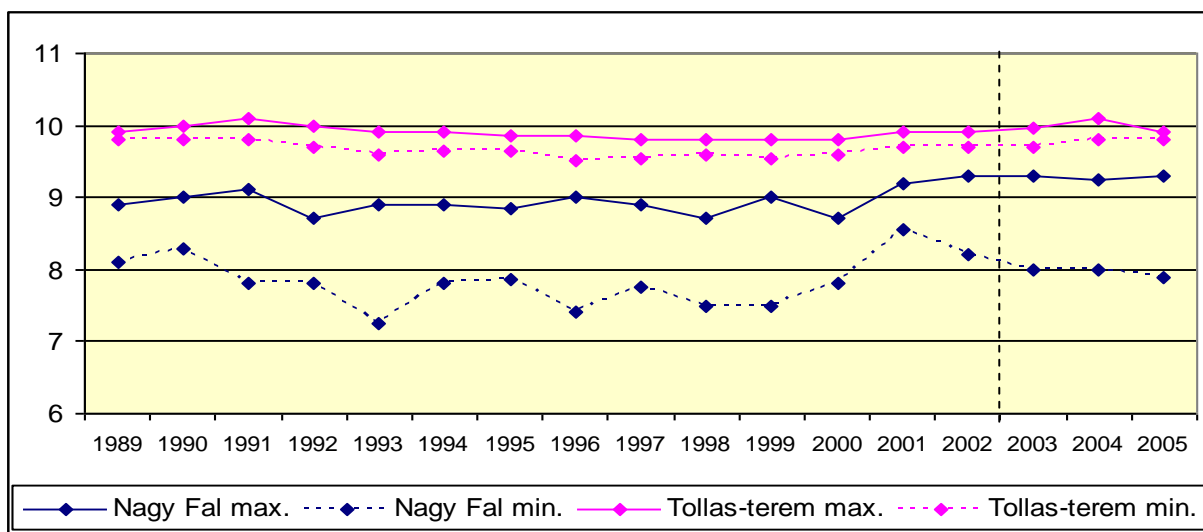
A tárgyévi számlálás a területi megoszlás tekintetében sem hozott újszerű tapasztalatokat. Az adatok úgy a példányszámok, mint az arányok tekintetében alapvetően a két időszak átlagai között helyezkednek el, azaz jelentősebb mennyiségű denevér ez alkalommal is csak a Decembertől kezdődő szakaszon (94 db, 57 %) és a Régi Részen (47 db, 28 %) volt regisztrálható. Az ezeket övező barlangszakaszokban jóval kisebb számban tartózkodtak az állatok (Térképész-ág 8 db, 5%; Negyedik Negyed 6 db, 4%; Déli-szakasz és 1993. évi feltárások 4-4 db, 2-2 %; Keleti-zóna 2 db, 1%); míg a legsűrűbben lakott üregrésznek ismét a Vészkiárat, illetve (az utóbbi 9 évben csupán második alkalommal) az Előszoba bizonyult (18-18 pld).



Kis patkós denevér

A 2002-ig terjedő, illetve az azt követő időszak között kimutatható határozott különbségek lehetséges okainak vizsgálatához sajnos arra vonatkozóan nem rendelkezünk információkkal, hogy a kis patkósdenevérek (illetve kisebb mértékben a kistermetű simaorrú denevérek) számának növekedése, illetve a két nagy Myotis faj létszámának csökkenése regionális avagy csupán lokális jelenség-e. Ám ha ez utóbbi, akkor az a barlangban és környezetében történt, általunk ismert változások egyikével sem magyarázhatók:

- A mikroklímát esetlegesen módosító változások közül a Pál-völgyi- és a Mátyás-hegyi-barlang összekötése 2001 decemberében történt, és az néhány héten belül tömör vasajtóval lezárásra is került; az idegenforgalmi szakasz felújítása pedig (a világítási rendszer energia-takarékos, kevesebb hőkibocsátással járó átalakításával együtt) ennél is korábban, 2001 tavaszán fejeződött be.
- Bár a Nagy Falnál és a Tollas-teremben a nyugalmi időszakban 1989-től 2005-ig végzett rendszeres hőmérsékletmérések alapján azok minimum- és maximumértékeiben egyaránt kisebb-nagyobb mértékű melegedés mutatható ki (3.1.7. ábra); e magasabb értékek mindkét helyen már 2000 ősztől jelentkeznek (sőt hasonlóakat mértünk 1989-1991 között is), azaz sem a fenti beavatkozásokkal, sem az állomány 2003-tól megfigyelhető változásaival nem hozhatók oksági összefüggésbe.



3.1.7. ábra: A novembertől áprilisig terjedő nyugalmi időszak hőmérsékleti szélsőértékeinek alakulása a rendszeresen mért pontokon (°C)



Denevérek mozgás közben a Nyomdászprésben



- Minthogy csoportunk rendszeres hétvégi kutatótúrái az utóbbi években ritkultak, lehetséges magyarázatként kínálkozna a mozgásunk általi zavarás csökkenése. Ennek azonban ellene mond, hogy az állománynak a leggyakrabban járt „rutinútvonalon” tartózkodó aránya érdemben nem változott (2002-ig átlag 40,1 %, 2003-tól átlag 41,5 %); továbbá hogy a létszám azokon a szakaszokon is látványosan gyarapodott, amelyeket korábban is kizárólag az átfogó számlálás alkalmával kerestünk fel (pl. Vészkijárat-hasadék).
- A kőfejtő két másik jelentős objektumában, a 2011. december 11. óta immár a Pálvölgyi-barlangrendszer részét képező Harcsaszájú-barlangban és Hideg-lyukban is csupán 2006-ban illetve 2008-ban kezdődtek meg az intenzív kutatások, így az azokból történő kényszerű áttelepülés létszámnövelő hatása ugyancsak kizárható.
- Egy szubjektív tényezőként felmerülhetne végül a számlálás időpontjának korábbra tolódása is, ám ez már 1998-ban bekövetkezett (előtte a dátumok átlaga február 19, utána február 7); és a fent említett „rutinútvonalon” 1987 ősztől kezdve egy-kéthetente végzett rendszeres regisztrálások adatai szerint ekkora időkülönbség a korábbi eredményeket sem módosította volna számottevően: a február eleji és az átfogó számláláskori adatok eltéréseinek átlagértéke mindössze 1 % !



*Nagy patkós denevér mozgás közben, a Nyomdászprésben*

**Fotók:** Fritz Zsolt, Kiss Attila, Kunisch Gyöngyvér

### 3.2. Radonkoncentráció dinamikájának és forrásainak vizsgálata a Pál-völgyi-barlangban (Nagy Hedvig Éva ELTE TTK Doktori kutatás (2009-2012))

Témavezetők:

Dr. Horváth Ákos ELTE TTK, Atomfizikai Tanszék

Szabó Csaba, Ph.D. ELTE TTK, Közettani és Geokémiai Tanszék, Litoszféra Fluidum Kutató Labor

#### 3.2.1. Előzmények:

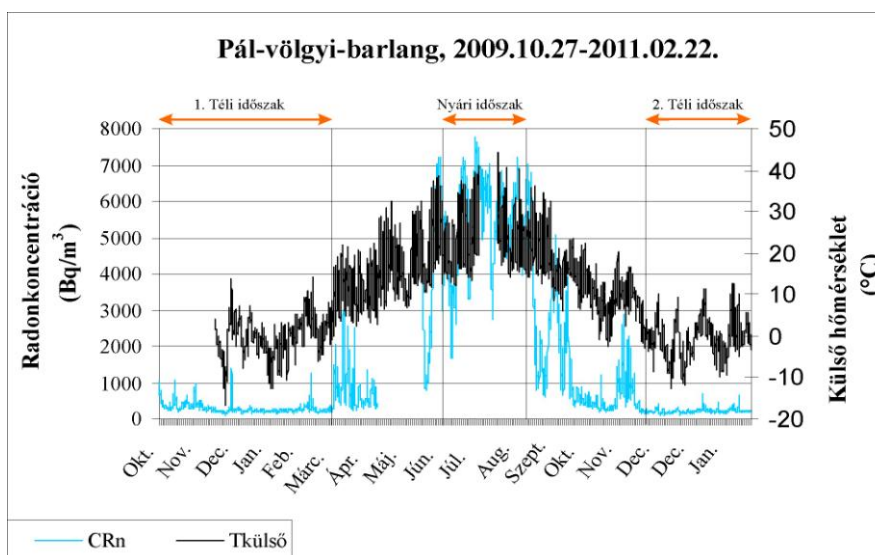
A Pál-völgyi-barlangban 2009 őszén megkezdett doktori kutatás 2011-ben folytatódott. A 2009. október 27-én kihelyezett folyamatos radonkoncentráció mérést biztosító radon monitort 2011. február 22-én hoztuk ki a barlangból véglegesen. 2010 novemberének végétől a barlang több pontján nyomdetektorokat helyeztünk el, amelyeket 2010. november 23. és 2012. január 17. között átlagosan kéthavonta cseréltünk. A nyomdetektorok cseréjével párhuzamosan a barlangba beszivárgó vízből is mintákat vettünk négy pontról és meghatároztuk azok oldott radonkoncentrációját.

#### 3.2.2. Eredmények:

##### 3.2.2.1. Barlangi levegő radonkoncentrációjának vizsgálata

###### 3.2.2.1.1. Hosszú távú radonkoncentráció monitorozás

A közel másfél éves folyamatos radonkoncentráció monitorozás (egyórás integrációs időközzel) eredménye alapján a Pál-völgyi-barlang kiépítetlen részén (a Nagy fal és a Pentacon terem közelében) a radonkoncentráció értéke  $104\text{-}7776\text{ Bq/m}^3$  között változik, évi átlagos értéke  $1,9\text{ kBq/m}^3$ . Egy jellegzetes, szezonális váltakozás figyelhető meg: a radonkoncentráció értéke télen és ősszel kicsi (átlagosan  $250\text{ Bq/m}^3$ ), ezzel szemben a nyári értékek átlaga  $5500\text{ Bq/m}^3$ . Ez a radonkoncentráció külső hőmérséklettől való függésével magyarázható. Ha a külső hőmérséklet a barlang állandó hőmérsékleténél ( $\sim 11\text{ }^\circ\text{C}$ ) kisebb (elsősorban télen) kívülről befelé áramlik a levegő, így kisebb radonkoncentrációjú levegő érkezik a barlangba. Ellenkező esetben, ha a külső hőmérséklet meghaladja a barlang állandó hőmérsékletét (főleg nyáron) a levegő a barlangból kifelé áramlik, így a barlangban megnő a levegő radonkoncentrációja. Az őszi és tavaszi időszakban a radonkoncentráció a téli és nyári időszakra jellemző értékek között változik.



3.2.1. ábra: A közel másfél éves radonkoncentráció monitorozás eredménye.

**Magyarázat:** a kék vonal a radonkoncentráció, a fekete vonal a hőmérséklet értékeinek változásait jelöli.

Időszak	Radonkoncentráció (Bq/m <sup>3</sup> )				
	AM	GM	STD	min	max
1. téli	285	267	124	104	1408
nyári	5504	5359	1139	1672	7776
2. téli	218	211	59	94	720

3.2.1. táblázat: A radonkoncentráció értékeinek változása az egyes időszakokban.

Jelmagyarázat: AM-számtani közép, GM-mértani közép, STD-szórás.

Az eredményekből Perrier et al. 2004-ben megjelent cikke alapján kiszámoltuk a nyári-téli radonkoncentráció rátát és a téli szellőzési indexet.

A nyári-téli radonkoncentráció ráta a nyári és téli időszakra jellemző átlagos radonkoncentrációk hányadosát jelenti.

$$\frac{A_{nyári}}{A_{téli}}$$

Nyári-téli radonkoncentráció ráta:  $\frac{A_{nyári}}{A_{téli}}$

ahol  $A_{nyári}$ - a radonkoncentráció átlagos értéke a nyári időszakban és  $A_{téli}$ - a radonkoncentráció átlagos értéke a téli időszakban.

Irodalmi adatok alapján mészkőbarlangokban a ráta értéke 1-10 között változik. A Pál-völgyi-barlangban ez az érték 21,8 volt.

Az ez alapján számolt szellőzési index értéke  $4,38 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ .

$$\text{szellőzési index} = \lambda \cdot \left( \frac{A_{nyári}}{A_{téli}} - 1 \right)$$

ahol  $\lambda$  - a radon bomlási állandója.

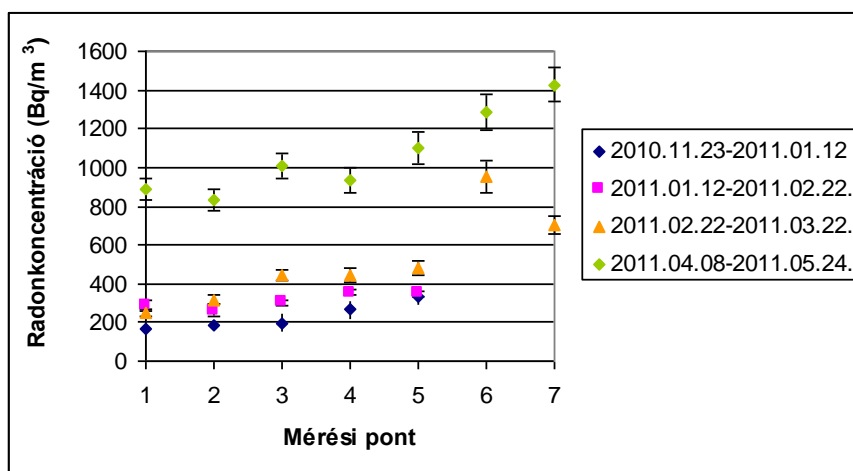
Ha meg tudnánk becsülni a terem pontos térfogatát, akkor annak ismeretében meghatározhatnánk, hogy egy másodperc alatt hány m<sup>3</sup> levegő cserélődik ki, azonban jelen esetben, mivel a mérési pont több járat kereszteződésénél található, valószínűleg egy nagyon bonyolult geometriájú alakzatot kapnánk, ennek következtében a számításunk nagy hibával lenne terhelt. Így a  $4,38 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$  szellőzési index érték azt jelenti, hogy egy másodperc alatt a vizsgált terem térfogatának  $4,38 \times 10^{-5}$ -ed részével azonos térfogatú levegő tud kicserélődni. Ez az érték gyors szellőzésre és a külső környezettel való szoros kapcsolatra utal.

Az évszakos periodicitás mellett a barlangi levegő radonkoncentrációjának értékeiben napszakos periodicitás is megfigyelhető. A periodicitás vizsgálathoz Fourier transzformációt használtuk, amelynek lényege, hogy tér-idő tartománybeli jeleket alakít át frekvencia alapú tartományba. Az analízist a StatGraphics Centurion Data Analysis and Statistical Software segítségével végeztük el. A radonkoncentráció értékeit tartalmazó adatsorban 12 és 24 órás periodicitást találtunk. A 24 órás periódusok a külső hőmérséklet napi ingadozásait követik, ami szintén jelzi a barlang és a külső hőmérséklete közötti szoros kapcsolatot.

### 3.2.2.1.2. Barlangi levegő radonkoncentrációjának vizsgálata nyomdetektorokkal

A Pannon Egyetem Radiokémiai és Radioökológiai Intézetével közös együttműködésnek köszönhetően a Pál-völgyi-barlang hét pontján 2010. november 23. és 2012. január 17. között passzív nyomdetektoros radon-mérések is folytak. A detektorok kiértékelése még folyik, ezért egyelőre nem áll az összes adat rendelkezésünkre. A meglévő eredmények alapján a passzív detektorokkal történt mérések alapján is megfigyelhető a radonkoncentráció szezonális váltakozása (nyári adatokkal még nem rendelkezünk, de a második ábrán megfigyelhető a radonkoncentráció értékének növekedése a tavaszi időszakban), illetve a radonkoncentráció értékének növekedése a bejárattól való távolság növekedésével (a mérési pontok sorszáma a barlang bejáratától távolodva nő, a bejárathoz legközelebb lévő mérési pont az 1-es, a legtávolabbi a 7-es).





3.2.2. ábra: Passzív nyomdetektorokkal történt radonkoncentráció mérések eredményei.

**Magyarázat:** Az első két mérési periódusban (2010.11.23-2011.01.12 és 2011.01.12-2011.02.22. között) a 6. és 7. ponton még nem helyeztünk el detektorokat, ezekre a pontokra csak később terjesztettük ki a méréseket).

### 3.2.2.2. Meteorológiai paraméterek és a radonkoncentráció kapcsolatának vizsgálata

Vizsgálataink során a radonkoncentráció mellett a külső meteorológiai paramétereket (hőmérséklet, légnyomás, páratartalom) is monitoroztuk, szintén egy órás integrációs időközzel, hogy meghatározzuk a radonkoncentráció értékét legerősebben befolyásoló külső tényezőket. A legerősebb korrelációt a radonkoncentráció és a külső hőmérséklet között fedeztük fel, a korrelációs koefficiens értéke itt 0,76. A radonkoncentráció és a külső páratartalom között nagyon gyenge, negatív kapcsolat figyelhető meg, a radonkoncentráció és a külső légnyomás között nem tapasztaltunk korrelációt.

Vizsgált paraméter	$T_{\text{külső}}$	$R\%_{\text{külső}}$	$P_{\text{külső}}$
Korrelációs koefficiens	0.76	-0.24	-0.06

3.2.2. táblázat: A külső meteorológiai paraméterek és a barlangi levegő radonkoncentrációja közötti korrelációs koefficiens értékek.

**Jelmagyarázat:**  $T_{\text{külső}}$ : külső hőmérséklet,  $R\%_{\text{külső}}$ : külső páratartalom,  $P_{\text{külső}}$ : külső légnyomás.

### 3.2.2.3. Radonkoncentráció forrásának vizsgálata

#### 3.2.2.3.1. Agyagminták radioaktív izotóptartalmának és radon-exhalációjának vizsgálata

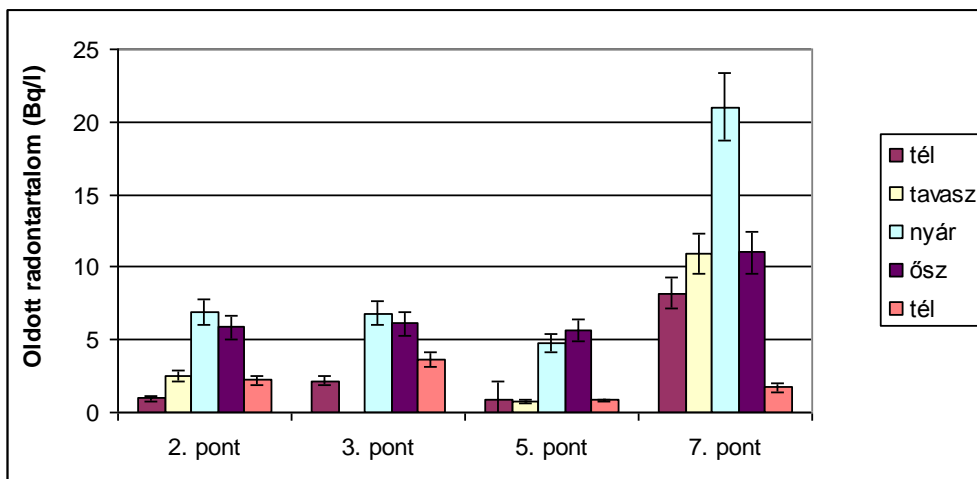
A Pál-völgyi-barlangban hat pontról gyűjtöttünk mintát a felszínközeli agyagos kitöltésből. A minták fajlagos  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  aktivitását és radon-exhalációját (radon kibocsátás) laboratóriumban határoztuk meg. Az eredmények átlagos talajokra jellemző értékeket mutatnak: a fajlagos  $^{226}\text{Ra}$  aktivitás 25-39 Bq/kg, a  $^{232}\text{Th}$  20-30 Bq/kg, a  $^{40}\text{K}$  pedig 239-386 Bq/kg között változik. A minták származási helye (a barlang Szépvölgyi mészkőben és Budai márgában elhelyezkedő szakasza) és fajlagos  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  aktivitásaik között nem tapasztaltunk összefüggést. Ezzel szemben a minták radon-exhalációjában megfigyelhető egy kis különbség. Míg a mészkővön képződött agyagok exhalációjának értéke  $1,6-5,4 \text{ s}^{-1}\text{kg}^{-1}$  között változik, a márgán képződött agyag radon-exhalációja  $12 \text{ s}^{-1}\text{kg}^{-1}$ . Ez a nagyságrendnyi különbség valószínűleg a márga nagyobb agyagtartalmával magyarázható, ugyanis a több kisebb átmérővel rendelkező szemcse növeli a fajlagos felületet és így nagyobb felületen történik maga a radon-exhaláció is.

#### 3.2.2.3.2. Beszivárgó vizek oldott radontartalmának vizsgálata

A barlangba beszivárgó vizekből 2011-ben öt alkalommal vettünk mintát (a barlangban összesen nyolc mérési pontunk van, amelyek a levegő radonkoncentráció mérés alapján lettek kijelölve és



ezek közül négy ponton (kettes, hármas, ötös, hetes) van csepegés, azaz lehetőség a beszivárgó vizek mintázására.). A csepegő vizekre jellemző, hogy kis oldott radontartalommal rendelkeznek, amely feltételezhetően a levegőből oldódik a vizekbe. Ezt a feltételezést támasztja alá, hogy a vízminták radontartalmában is megfigyelhető a levegő radonkoncentrációjára jellemző évszakos változás. A beszivárgó vizek radonkoncentrációja is nyáron mutatja a legnagyobb, télen a legkisebb értékeket.



3.2.3. ábra: A különböző évszakokban begyűjtött csepegő vizek oldott radontartalma az egyes mérési pontokon

A doktori kutatás a Pál-völgyi-barlangban 2012. január 17-én befejeződött. Ezúton is köszönjük azt a felbecsülhetetlen segítséget és lehetőséget, amelyet Kiss Attila, barlang vezetője, nyújtott az elmúlt két év során!

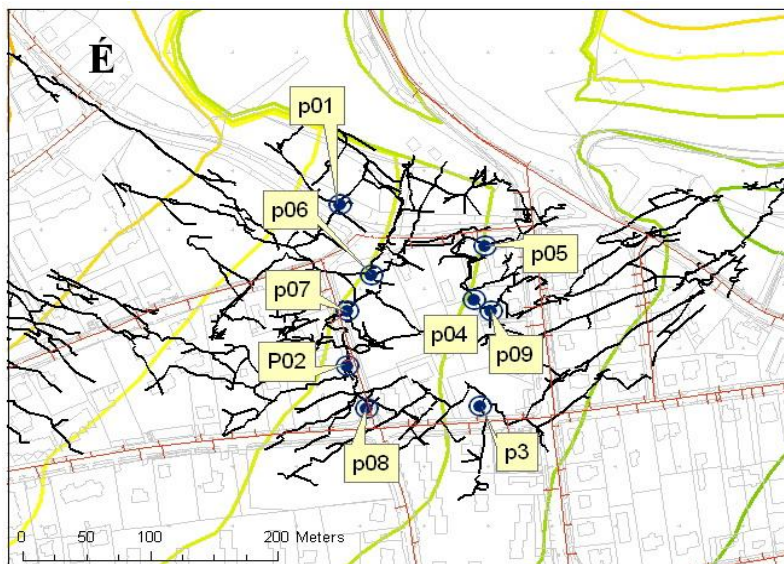
A Pál-völgyi-barlangban végzett kutatások eredményeiből eddig egy publikáció született, amelyet elfogadtak az *Isotopes in Environmental and Health Studies* című folyóiratba: Nagy, H.É., Szabó, Zs., Jordán, Gy., Szabó, Cs., Horváth, Á., Kiss, A. (2012) Time variations of  $^{222}\text{Rn}$  concentration and air exchange rates in a Hungarian cave. *Isotopes in Environmental & Health Studies*. (in press)



### 3.2. Vízminőség-vizsgálatok (Fehér Katalin)

2011-ben folytattuk a Pagony Barlangkutató Csoporttal együttműködve a Pál-völgyi-barlang beszivárgó vizeinek vizsgálatát. A felszín beépítettsége, az ebből adódó szennyezőforrások indokoltá teszik a monitoring jellegű vizsgálat sorozatokat a változások nyomonkövetése érdekében.

A mintavételt az előző években kialakított kilenc mintavételi ponton végeztük (öt alkalommal): Meseország (p01), Y-folyosó (p02), Csurgatórium (p03), Rockenbauer-terem (p04), Térképész-ág (p05), Pentacon (p06), Gyöngyös-folyosó (p07), HOSE-terem (p08), Óriás-kifli (p09) (3.2.1. térkép)



3.2.1. térkép A Pál-völgyi-barlang mérőpontjai

A mintavételeket fixen telepített edényekkel oldottuk meg, melyekben állandó vízcserét biztosítottunk. A vizek elemzése a Magyar Ivóvízszabvány előírásai szerint történt az ELTE TTK FFI Környezet- és Tájföldrajzi Tanszék laboratóriumában. A kapott eredményeket a 2010-es méréseinkhez hasonlítva értékeltük.

#### 3.2.1. Meseország (p01)

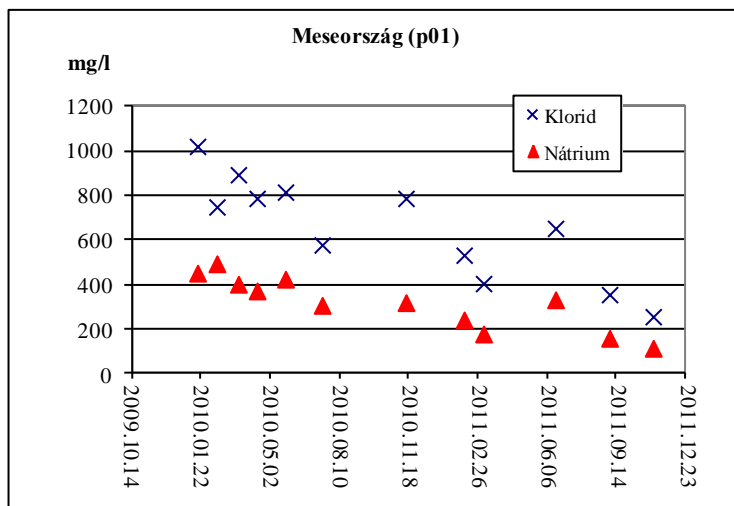
A 2011-es mérések eredményei minden paraméter esetében csökkenő tendenciát mutattak. A fajlagos vezetőképesség mediánja 3280  $\mu\text{S}/\text{cm}$  értékről 1907-re csökkent, maximuma 4160-ról 2760-ra. A keménység-formáknál kisebb mértékű csökkenés tapasztalható, a kalcium-ion esetében a medián 211,86 mg/l-ről 139,33 mg/l értékre változása jelentősnek mondható. A kálium medián értéke 12,02 mg/l-ről 6,38-ra csökkent (3.3.1. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2010</b>											
<b>minimum</b>	2570	3,40	207,65	11,40	180,36	23,84	577,84	5,56	185,57	8,91	306,19
<b>maximum</b>	4160	4,26	259,57	16,90	254,51	51,07	1020,96	8,80	250,80	13,52	493,08
<b>medián</b>	3280	3,83	233,62	12,75	211,86	29,18	786,99	7,94	204,07	12,02	401,17
<b>2011</b>											
<b>minimum</b>	1421	3,23	197,08	8,63	133,60	23,84	255,24	2,03	181,70	4,87	113,06
<b>maximum</b>	2760	3,94	240,47	10,73	169,43	30,11	652,28	6,59	203,45	8,62	331,23
<b>medián</b>	1907	3,60	219,61	9,24	139,33	27,64	404,13	5,51	194,90	6,38	177,36

3.3.1.táblázat Meseország (p01) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei



A klorid- és a nátrium-ion alacsonyabb, javuló értékei a bejutó szennyezés csökkenését jelzi (3.3.1. diagram).



3.3.1. diagram Meseország (p01) klorid- és nátrium-ion értékeinek változásai

A nitrát- és a szulfát-ionoknál egyértelmű változást nem lehet kimutatni.

### 3.2.2. Y-folyosó (p02)

A fajlagos vezetőképesség értékében kisebb csökkenés tapasztalható (medián 1159  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -ről 1028-ra), míg a hidrogén-karbonát-, a kalcium- és a magnézium-ionoknál a koncentrációk emelkedtek. 2011-ben mind a minimum, maximum értékek, mind a mediánok kisebbek voltak. A klorid-, a szulfát- és a nátrium-ionnál nem látható egyértelmű tendencia. A nitrát koncentráció továbbra is magas (medián 85,80 mg/l, ill. 88,02 mg/l), 2011-ben a minimum és maximum értékek között kisebb volt a különbség (3.3.2. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mgé/l	mg/l	mgé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2010</b>											
<i>minimum</i>	998	2,95	180,19	8,19	80,16	50,96	95,72	67,93	141,78	3,63	26,84
<i>maximum</i>	1299	4,47	272,55	11,50	120,24	66,88	148,89	101,22	203,40	4,16	41,20
<i>medián</i>	1159	4,04	246,59	10,39	110,22	61,99	127,62	85,80	185,30	3,97	34,24
<b>2011</b>											
<i>minimum</i>	935	2,68	163,30	7,91	80,16	46,43	95,72	86,30	152,55	3,34	27,25
<i>maximum</i>	1088	3,51	213,97	8,95	87,80	55,59	127,62	89,65	168,90	4,38	55,06
<i>medián</i>	1028	2,95	180,19	8,18	82,52	48,88	106,35	88,02	163,70	3,53	30,14

3.3.2. táblázat Y-folyosó (p02) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei



### 3.3.3. Csurgatórium (p03)

A fajlagos vezetőképesség kisebb terjedelemben változik 2011-ben 1064  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mediánnal. Ez a tendencia a keménység-formáknál, ill. a nitrát- és a szulfát-ionoknál is tapasztalható. A klorid- a kálium és a nátrium-ionok mennyisége sem mutat jelentős változást (3.3.3. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2010</b>											
minimum	494	2,86	174,56	5,90	45,81	39,34	35,45	40,61	83,40	2,20	21,83
maximum	1363	4,47	272,55	11,90	118,24	72,96	63,81	239,20	238,38	3,54	48,30
medián	738	4,04	246,59	7,25	58,94	49,86	49,63	78,60	142,56	2,57	36,63
<b>2011</b>											
minimum	745	2,58	157,67	6,37	53,05	45,30	42,54	143,00	160,68	2,21	28,45
maximum	1079	4,62	281,53	8,76	78,34	62,54	60,27	182,80	232,80	2,92	44,66
medián	1064	2,95	180,10	7,82	67,41	54,17	56,72	170,20	205,20	2,79	38,65

3.3.3. táblázat Csurgatórium (p03) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei

### 3.3.4. Rockenbauer-terem (p04)

Ezen a mérőponton a vizsgált paraméterek mind a két évben hasonló értékeket mutattak, változást nem tapasztaltunk (3.3.4. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg $\text{e}/\text{l}$	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
<b>2010</b>											
minimum	856	2,66	162,23	6,37	94,31	12,16	53,18	46,10	105,81	2,43	13,84
maximum	1006	4,47	272,55	9,12	182,72	59,61	109,90	100,00	238,20	6,87	54,23
medián	895	3,19	194,68	7,00	104,21	20,67	63,81	55,00	152,40	6,46	42,17
<b>2011</b>											
minimum	839	2,86	174,56	5,82	89,27	16,58	67,36	55,10	132,65	5,92	40,31
maximum	896	3,69	225,24	6,76	103,06	20,27	74,45	58,40	166,65	6,57	47,33
medián	888	3,43	209,15	6,57	98,24	19,69	67,36	57,53	158,60	5,99	42,91

3.3.4. táblázat Rockenbauer-terem (p04) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei



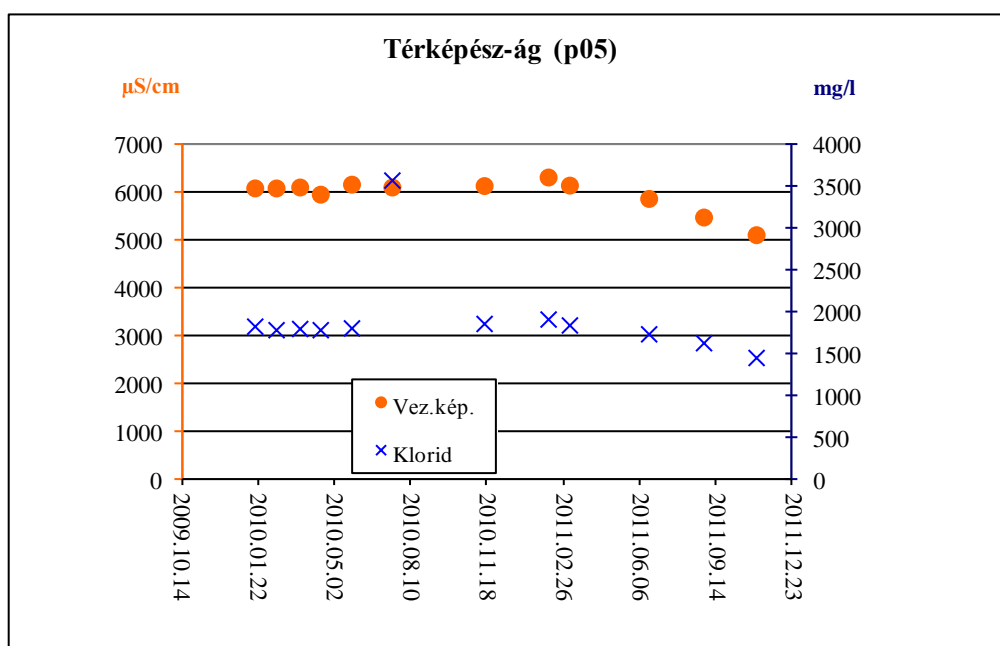


### 3.3.5. Térképész-ág (p05)

Az legtöbb oldott anyag esetében számottevő változás nem mutatkozik. A szélsőértékek közötti különbségek a lúgosság, a nitrát-, és a szulfát-ionok esetében 2011-ben csökkentek (3.3.5. táblázat). A fajlagos vezetőképességnél és a klorid-ionnál csökkenés tapasztalható (3.3.2. diagram).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	μS/cm	mge/l	mg/l	mge/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2010											
minimum	5970	1,49	90,85	22,67	362,64	41,34	1786,68	74,51	177,22	6,76	677,24
maximum	6180	3,83	233,62	27,20	460,92	79,04	3580,45	100,49	251,80	7,39	768,92
medián	6120	1,81	110,32	24,02	373,29	65,57	1807,95	85,00	208,50	6,91	737,61
2011											
minimum	5120	1,66	101,36	19,09	298,78	50,85	1453,45	76,50	189,90	6,40	658,68
maximum	6330	1,85	112,62	21,91	339,73	62,54	1914,30	84,05	225,05	7,03	768,16
medián	5880	1,81	110,38	20,20	310,43	59,70	1737,05	80,88	204,35	6,71	745,64

3.3.5. táblázat Térképész-ág (p05) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei



3.3.2. diagram Térképész-ág (p05) fajlagos vezetőképesség és klorid-ion értékeinek változásai



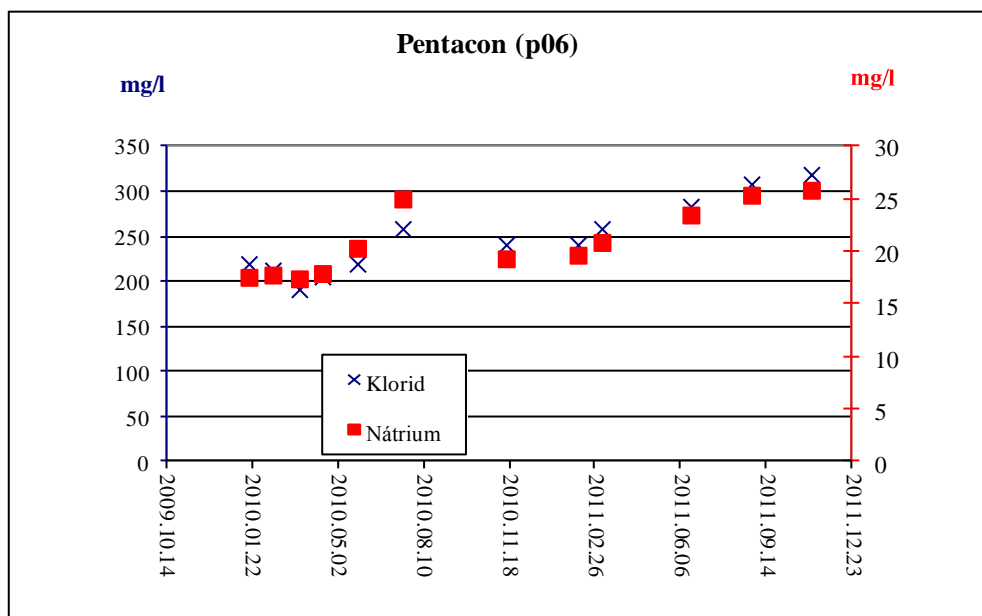
### 3.3.6. Pentacon (p06)

A fajlagos vezetőképesség értéke növekedett, 1388  $\mu\text{S}/\text{cm}$  medián értékről 1605  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -re. A keménység formák nem mutatnak jelentős változást. A nitrát-ion medián értéke 55,9 mg/l-ről 46,30 mg/l-re, a szulfát-ionnál 180,35 mg/l-ről 168,50 mg/l-re változott, enyhe csökkenést jelezve (3.3.6. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mgeé/l	mg/l	mgeé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2010											
minimum	1287	3,88	236,50	12,65	102,17	91,80	191,43	46,90	168,69	1,81	17,41
maximum	1525	4,15	253,08	14,20	112,22	107,01	258,79	70,90	230,13	2,03	25,02
medián	1388	4,04	246,59	13,33	108,22	96,12	219,79	55,90	180,35	1,95	17,92
2011											
minimum	1428	3,71	226,58	12,95	104,97	93,81	241,06	37,65	150,70	1,81	19,67
maximum	1634	4,06	247,76	15,10	113,95	114,45	319,05	56,20	177,20	2,15	25,85
medián	1605	4,06	247,76	13,71	106,88	99,49	283,60	46,30	168,50	2,02	23,50

3.3.6. táblázat Pentacon (p06) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei

A nátrium-ion mediánja 17,92 mg/l-ről 23,50 mg/l-re növekedett. A klorid-ion a 2010-es 191,43 mg/l minimum értékről 2011-ben 241,06 mg/l-re, a maximumuk 258,79 mg/l-ről 319,05 mg/l-re növekedtek (3.3.3. diagram). A klorid arányaiban magasabb értéke azt jelzi, hogy nem csak a nátrium-ionhoz kapcsolódva kerül a vízbe.



3.3.3. diagram Pentacon (p06) klorid- és nátrium-ion értékeinek változásai

### 3.3.7. Gyöngyös-folyosó (p07)

A keménység-formák közül a lúgosság kisebb mértékű növekedést, az összes keménység csökkenést mutat. A többi paraméter változásai nem tekinthetők jelentősnek (3.3.7. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	μS/cm	mgeé/l	mg/l	mgeé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2010											
minimum	2070	1,91	116,81	15,33	206,13	60,80	418,31	58,50	249,15	3,03	87,27
maximum	2390	2,22	135,14	17,20	235,76	69,31	510,48	72,45	380,99	3,24	151,05
medián	2240	2,13	129,78	16,76	228,46	63,23	478,58	66,05	292,80	3,12	120,64
2011											
minimum	1991	2,03	123,88	13,09	167,00	50,85	418,31	49,70	249,20	2,92	126,42
maximum	2250	2,50	152,49	14,76	202,31	67,95	478,58	54,85	325,50	3,31	141,38
medián	2150	2,31	140,77	13,92	178,54	56,75	457,31	51,80	286,90	3,03	134,73

3.3.7. táblázat Gyöngyös-folyosó (p07) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei

### 3.3.8. H.O.S.E-terem (p08)

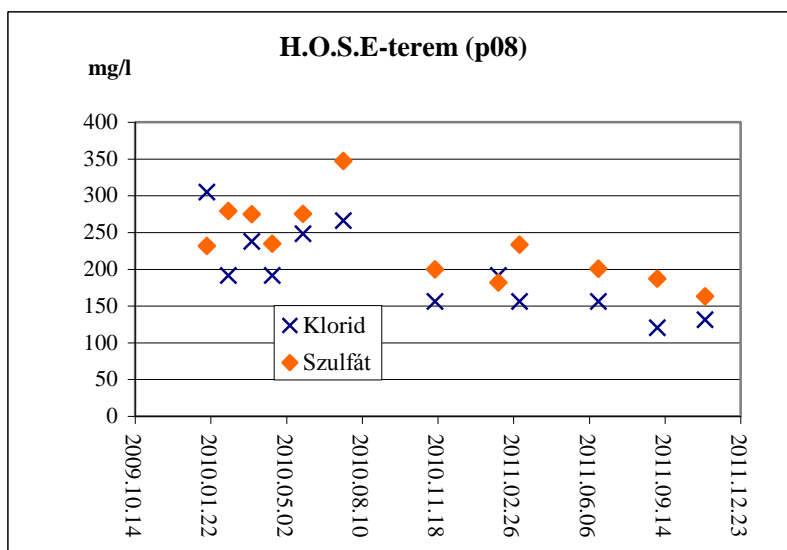
Az összes paraméter esetében az értékek csökkenése tapasztalható. A mediánok a fajlagos vezetőképességnél 1772 μS/cm-ről 1441 μS/cm-re a nitrát-ion esetében 85,35 mg/l-ről 59,50 mg/l-re változtak (3.3.8. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	μS/cm	mgeé/l	mg/l	mgeé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2010											
minimum	1508	6,06	369,89	14,10	133,60	90,33	155,98	68,05	199,85	3,12	24,74
maximum	1952	7,87	480,20	19,60	332,04	132,54	304,87	91,00	347,40	3,81	41,12
medián	1772	7,23	441,26	17,45	174,35	116,83	237,52	85,35	274,80	3,38	34,24
2011											
minimum	1335	6,18	377,27	12,55	111,13	77,38	120,53	52,75	163,10	2,67	24,15
maximum	1586	7,79	475,08	15,05	131,69	103,07	191,43	66,45	233,50	3,21	27,88
medián	1441	6,65	405,43	13,33	122,15	88,02	155,98	59,50	187,05	3,03	24,74

3.3.8. táblázat H.O.S.E-terem (p08) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei

A klorid-ion mediánja 237,52 mg/l-ről 155,98 mg/l-re, a szulfát-ioné 274,80 mg/l-ről 187,05 mg/l-re csökkent. A 3.3.4. diagrammon nyomon követhető, hogy 2010. novembere óta közel egyenletesen vesznek fel kisebb értékeket a vizsgált ionok.





3.3.4. diagram H.O.S.E-terem (p08) klorid- és szulfát-ion értékeinek változásai

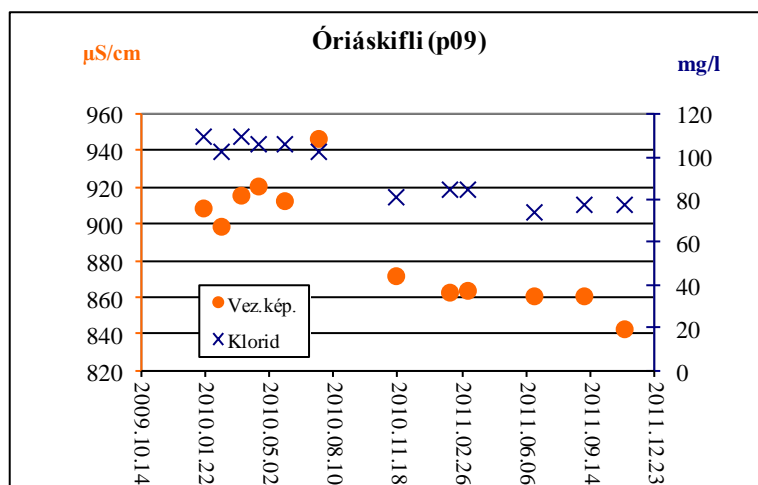
### 3.3.9. Óriáskifli (p09)

A lúgosság kisebb mértékű növekedést, az összes keménység pedig csökkenést mutat. A nitrát- és kálium-ion változásai elhanyagolhatók. A nátrium-ionnál kisebb csökkenés, míg a szulfát-ionnál emelkedés tapasztalható (3.3.9. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	HCO <sub>3</sub>	Összes-keménység	Kalcium	Magnézium	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	μS/cm	mgeé/l	mg/l	mgeé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
2010											
minimum	872	2,13	129,79	5,81	95,43	12,16	81,54	60,30	78,33	8,72	43,52
maximum	947	2,49	152,03	6,70	127,71	15,81	109,90	95,30	164,71	9,48	55,07
medián	913	2,34	142,77	6,40	106,21	14,31	106,35	89,50	125,10	9,35	51,75
2011											
minimum	843	2,31	140,77	5,36	91,09	9,95	74,45	56,85	111,14	8,49	43,16
maximum	864	2,88	175,95	6,08	98,24	15,06	85,08	91,40	152,76	9,29	46,32
medián	861	2,49	152,03	5,82	93,52	13,90	77,99	87,75	142,68	8,71	44,71

3.3.9. táblázat Óriáskifli (p09) mérőpont 2010-2011-es minimum, maximum és medián értékei

A fajlagos vezetőképességnek és a klorid-ionnak az előző mérőponton (p08) tapasztaltakhoz hasonlóan a 2010. év vége óta csökken az értéke (3.3.5. diagram).



**3.3.5. diagram Óriáskifli (p09)fajlagos vezetőképesség és klorid—ion értékeinek változásai**

A 2011. évi mérések mediánjai alapján a vizsgált mintavételi pontok közül a fajlagos vezetőképesség a Térképész-ágnál a legmagasabb (5880 µS/cm), az Óriáskiflinél (861 µS/cm) a legalacsonyabb.

A szennyezést indikáló ionok közül a klorid- (1737,05 mg/l) és a nátrium-ion (745,64 mg/l) értéke is a Térképész-ágnál mutat maximumot.

A nitrát-ion a Csurgatóriumban a legmagasabb (170,20 mg/l), de 80 mg/l feletti értékek tapasztalható még az Y-folyosóban, a Térképész-ágban és az Óriáskiflinél.

A keménységi formák közül a lúgosság a H.O.S.E-teremben kiemelkedően magas (6,65 mgeé/l), a Térképész-ágban a legalacsonyabb (1,81 mgeé/l), a többi mérőponton 2,3 és 4,0 mg/l között mozog. Szennyezést jeleznek a Meseország és a Gyöngyös-folyosó magas klorid- és nátrium-értékei is (3.3.10. táblázat).

	Fajlagos vezetőképesség	Lúgosság	Összes-keménység	Klorid	Nitrát	Szulfát	Kálium	Nátrium
	µS/cm	mgeé/l	mgeé/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Meseország	1907	3,60	9,24	404,13	5,51	194,90	6,38	177,36
Y-folyosó	1028	2,95	8,18	106,35	88,02	163,70	3,53	30,14
Csurgatórium	1064	2,95	7,82	56,72	170,20	205,20	2,79	38,65
Rockenbauer-terem	888	3,43	6,57	67,36	57,53	158,60	5,99	42,91
Térképész-ág	5880	1,81	20,20	1737,05	80,88	204,35	6,71	745,64
Pentacon	1605	4,06	13,71	283,60	46,30	168,50	2,02	23,50
Gyöngyös-folyosó	2150	2,31	13,92	457,31	51,80	286,90	3,03	134,73
H.O.S.E-terem	1441	6,65	13,33	155,98	59,50	187,05	3,03	24,74
Óriáskifli	861	2,49	5,82	77,99	87,75	142,68	8,71	44,71

**3.3.10. táblázat A mérőpontok 2011-es medián értékei**

A felszíni szennyezés hatása a Szépvölgy törmelékes zónája alatti mintavételi pontnál, a Térképész-ágnál mutatkozik legerőteljesebben. Magas fajlagos vezetőképessége, klorid- és nátrium-ion tartalma, ill. alacsony lúgosság értéke a szennyezés koncentrált beszivárgására utal. A többi pontnál nem találkozunk ilyen extrém értékekkel. Közepesen szennyezettnek tekinthetjük a Meseországot (Cl, Na), az Y-folyosót (NO<sub>3</sub>), Csurgatóriumot (NO<sub>3</sub>), a Gyöngyös-folyosót (Cl, Na) és az Óriáskiflit (NO<sub>3</sub>). Legtisztábbnak a Rockenbauer-terem és a H.O.S.E-terem bizonyult.



### 3.4. Kalcitlemez vizsgálatok a Pál-völgyi-barlangban (Leél-Őssy Szabolcs)

A rózsadombi barlangok kalcitlemezeinek korvizsgálatát már 1996-ban elkezdtük a József-hegyi-barlangban. Sajnos, ott viszonylag kevés kalcitlemez állt rendelkezésre, gyakorlatilag csak a fő járatszinten és az Üvegpalatóban volt ilyen kiválás előfordulás. A Bergenben végzett korhatározás után a módszert adaptáltuk itthon is, az ELTE-n, ill. a KFKI-ban lehetővé téve a nedves kémiai feltárás után a minták kiértékelését.

Az már az első bergeni vizsgálatknál kitűnt, hogy valamennyi barlangi karbonát kiválás közül a kalcitlemezek elemzése szolgáltatja a legjobb adatokat, hiszen – genetikájából következően – ez a képződmény, ill. a keletkezése a légteres barlangüregekben a meleg vizű tavak felszínéhez van kötve. A terület fokozatos kiemelkedése, ill. a források megcsapolási szintjének csökkenése következtében ezek a korok az egyre mélyebb szintre áthelyeződő karsztvíz szintről adnak felvilágosítást.

Később a Szemlő-hegyi-barlangban is sikerült több kalcitlemez előfordulást begyűjteni, de ezek is lényegében mind a fő járatszinthez kötődnek, az előfordulások között alig néhány méteres a magasság különbség.

Ezért helyeztük át a mintagyűjtést a Pál-völgyi-barlangba, ahol valamennyi rózsadombi barlang közül a leggyakoribb előfordulási forma a kalcitlemez. Derek Ford és Takácsné Bolner Katalin úttörő (hazánkban az első), itteni karbonát kiválás elemzése mind idősebb kort eredményeztek, mint a módszer akkori határa. Az időközben lezajlott Surányi Gergely-féle módszerfejlesztés, ill. a tömegspektrométer bevonása a korhatározásba kiterjesztette a módszer 350.000 éves felső határát. Az első Pál-völgyi-barlangi vizsgálatok alapján egyértelmű volt, hogy most érdemes újabb korhatározásokat végezni. A munkát Szanyi Gyöngyvér szakdolgozóként kezdte el (Surányi Gergellyel közös témavezetésünk mellett).



*Kalcit lemezek a Rockenbauer-teremben*

Takácsné Bolner Katalin által rendelkezésünkre bocsátott magassághoz adatok alapján kezdtük meg a szisztematikus gyűjtést. Az ICP-MS készülék bevonása lehetővé tette, hogy az egyes lelőhelyekről alig néhány grammnyi anyagot gyűjtsünk csak be, minimálisra csökkentve ezzel a környezeti károkozást.



A munkát 2008-2009-ben kezdtük, az előzetes eredmények már 2010 folyamán megjelentek (Földtani Közlöny, Karszt- és Barlang), de a korhatározást még 2011-ben is folytattuk, sőt, a végső cikkhez az utolsó méréseket, fényképeket csak 2012 februárjában készítettük el, de 2011 végére az összes adat a rendelkezésünkre állt, ami alapján tavaly adtuk le összefoglaló cikkünket a Quaternary Geochronology-ba.

Az elmúlt években a Karszt- és Barlang, valamint a Földtani Közlöny hasábjain több hasonló trémájú értekezés jelent meg, ezért fölöslegesnek tartom itt a módszert teljes egészében bemutatni. Az egész eljárás lényege néhány mondatban összefoglalható:

Mivel a karsztvíz pH értékének megfelelően csak az uránt képes oldatban tartani, a tóriumot ellenben nem, a karsztvízből kiváló képződményekre az uránsoros korhatározási módszer viszonylag egyszerűen alkalmazható. A minta tórium tartalma így ui. csak az urán bomlásából származtatható. A rózsadombi barlangok karsztvízből kiváló kalcit anyagú ásványai mindig rendelkeznek csekély, így az egészségre teljesen veszélytelen urán tartalommal. Ez (a radiometrikus korhatározáshoz szükséges állandók ismeretében) elegendő az uránsoros korhatározáshoz. A lemezes kalcit képződési kora a bomlási egyenletből meghatározható. A korhatározási eljárás az  $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$  izotóparány ICP-MS mérésén alapul, ami kis mintamennyiséget, és 400–450 ezer évre visszamenő korhatározást tesz lehetővé

Munkánk során eddig nem vizsgált előfordulásokból szisztematikusan gyűjtöttünk mintákat és határoztuk meg képződési korukat, kifejezetten csak az erre a célra legjobban megfelelő kalcitlemezeket. Mivel különböző tengerszint feletti magasságokban gyűjtött anyagot vizsgáltunk, lehetőségünk nyílt a paleovízszint változásának meghatározására, ill. ebből kiindulva a Budai-hegység fiatal kiemelkedésére is következtetést levonni.



*A kalcit szkalenoéderei a 102-es folyosóban*

*Kalcit-galéria*

A Pál-völgyi-barlang és a többi hypogén rózsadombi barlang keletkezése, ill. a Rózsadomb földtani felépítése ma már közismert, számos cikk foglalkozott vele a közelmúltban (legutoljára a 2010. őszén megjelent, a jelen vizsgálataink előzetes eredményeit bemutató cikkünk), ezért itt nem látom szükségesnek ennek a bemutatását.

Végül összesen 34 mintának a korát sikerült meghatározniuk 20-22 helyszínről (a bizonytalanság abból adódik, hogy nem egyértelmű: a néhány méterrel arrébb lebonyolított gyűjtést külön helyszínek számítsuk-e?). Ezek közül mindössze 6 minta bizonyult fél millió évnél is idősebbnek, a többről konkrét koradatokat kaptunk. Általában 160 m tszf. fölött csak egyes esetekben kaptunk eredményt, több esetben 500.000 év fölötti koradat **adódott**.

Eredményeink a következő táblázatban foglalhatók össze:

mintaszám	lelőhely a barlangban	megjegyzés	tszf. magasság (m)	kor (+ $\sigma$ ; - $\sigma$ ) (ezer év)
P2	Óriás-kifli vége	kalcitlemez	161–162	338 (+22; -18)
P3	Ajándék-ág	kalcitlemez	161	408 (+74; -25)
P4	Kalcit-galéria	kalcitlemez	163–165	372 (+32; -25)
P5	Osztrigás folytatás	kalcitlemez	164–166	323 (+18; -15)
P6	Karfiol-terem	kalcitlemez	152–153,5	294 (+13; -13)
P7	Karfiol2 VB eleje	kalcitlemez	152–153,5	298 (+21; -18)
P8	VB	kalcitlemez	152–153,5	313 (+22; -18)
P9	VB első párhuzamos	kalcitlemez	152	286 (+33; -27)
P10A	Bergman-cső	kalcitlemez	148–149	282 (+19; -27)
P10B	Bergman-cső, törmelékből	kalcitlemez	148–149	286 (+24; -20)
P11	Mellkas szorító	kalcitlemez	151–152	296 (+24; -19)
P12	Y-folyosó	kalcitlemez	152–153	281 (+13; -12)
P13	Tollas-terem, ny-i végpont	kalcitlemez	161	365 (+51; -36)
P14	Gyöngyös-átjáró	kalcitlemez	162–163,5	460 (+200; -70)
P15	Cserepes-folyosó	kalcitlemez	163–165	354 (+54; -37)
P16	Kút fölött	kalcitlemez	167	332 (+38; -30)
P17	Karácsonyfa	kalcitlemez	175	409 (+108; -56)
P18	Y-folyosó	kalcitlemez	152	288 (+26; -21)
P19	Műszer alatti	kalcitlemez	153–154	302 (+26; -22)
P20	K2 alatt, alsó létra alatt 5 m-rel	kalcitlemez	158	269 (+36; -29)
P21	Fodros folyosó, 1. oldalfülke apadási színlővel egy szintben	kalcitlemez	160	278 (+28; -23)
P22	Kút előtt	apadási színlő	159	255 (+18; -16)
P23	Kút fölött	apadási színlő	164	396 ( $\infty$ ; -69)
P24	Rockenbauer Pál-terem	kalcitlemez	164,5	512 ( $\infty$ ; -151)
P25	Rockenbauer Pál-terem	kalcitlemez	165	547 ( $\infty$ ; -161)
P27	VB	kalcitlemez	153,5	378 (+85; -48)
P28a	Gyöngyös-folyosó	kalcitlemez	163,5	> 500
P28b	Gyöngyös-folyosó	kalcitlemez	163,5	391 (+173; -69)
P29a	Gyöngyös-folyosó	kalcitlemez	162	> 500
P29b	Gyöngyös-folyosó	kalcitlemez	162	> 500
P30	Gyöngyös-folyosó	kalcitlemez, törmelékből	162-163,5	> 500
P31	Ajándék-ág	kalcitlemez	161	> 500
P32	Ajándék-ág	kalcitlemez	161	> 500

Mérései eredményeink megerősítették Ford és Takácsné Bolner korábbi eredményeit is, mivel a Kalcit-galériából és Gyöngyös-folyosóról származó minták koradatai (az ő eredményeikkel egyezően) a mi méréseink szerint is meghaladják a 350 ezer évet.

A táblázatból az is látható, hogy az idősebb lemezek koradatainak bizonytalansági faktora már rendkívül magas, ezért a 160 m tszf. fölötti (Kalcit-galéria, Osztrigás-folyosó, Gyöngyös-folyosó, Rockenbauer-terem) szintről származó kiválások adatait csak tájékoztató jelleggel vehetjük





figyelembe.

Ugyanakkor az alacsonyabb szintről (148-154 m között) gyűjtött minták fiatalabbak, így korukat (általában 310.000-280.000 évesek) sokszor 10% alatti bizonytalansággal tudtuk meghatározni. Tucatnyi ilyen koradatunk van, amik között mindössze max. 30.000 év a korkülönbség. Ez alapján egyértelmű, hogy a Pál-völgyi-barlangban ekkor a karsztvízszint a jelenleg kb. 150 m tszf. magasság körül elhelyezkedő folyosók és termek szintjén volt.

Sajnos, a kissé magasabbról (155-165 m tszf.) származó minták (a legtöbb rózsadombi nagybarlangnak ez a fő járatszintje) koradataiban már nagyobbak a hibák, a legidősebbek esetében pedig bizonytalannak minősíthetjük a koradatokat. A több mérés azonban egyértelműen bebizonyította, hogy ezek a minták valóban legalább 400–500 ezer évesek. A kapott korok széles, közel 200 ezer éves időintervallumot fednek le, kb. 500–310 ezer év között, ami stagnáló karsztvízszintre utal. A kalcitlemezek tanúsága szerint tehát (a nagy hibahatárok ellenére) kiviláglik, hogy ebben az időben a ma 155–165 m tszf. magasságban elhelyezkedő járatok szintjén volt a karsztvíz szintje.

Méréseinket a geológiában szokásos módon, a konkrét koradatok megismerésén túlmenően eszközként próbáltuk meg felhasználni a tágabb terület kiemelkedési sebességének meghatározására – hasonlóan nagynevű elődeinkhez (Pécsi, Scheuer-Schweitzer, stb.)

A különböző tengerszint feletti magasságokból származó kalcitlemezek korhatározása alapján Rózsa-dombnak és tágabb környezetének, a Budai-hegységnek szakaszos kiemelkedése valószínűsíthető. A méréseink végső korhatárát jelentő 500 évtől kezdődően, kb. 310 ezer évvel ezelőttig lassú emelkedés jellemezte a területet, ami a karsztvízszint helyzetének állandóságában nyilvánul meg, az emelkedési ráta becslése erre az időszakra a korhatározások jelentős hibahatára miatt nagyon bizonytalan. A 280–70 ezer éves intervallumban gyorsabban, átlagosan 0,16 mm/év-es ütemben emelkedett a terület, amennyiben a barlangok esetleges differenciált tektonikus mozgását nem vesszük figyelembe. Az elérhető csekély adatmennyiség miatt azonban erre az időszakra pontosabb információink nincsenek. Ezen adatunk tökéletesen egybevághat Ruszkiczay-Rüdiger és szerzőtársai eredményeivel (ők a Duna-teraszok kitettségi korhatározását végezték el, kozmogén <sup>3</sup>He izotópok segítségével) ők 360.000 évtől napjainkig az édesvízi mészkő szintek alapján 0,18 mm/év-es, a Duna-teraszok alapján pedig 0,14 mm/év-es kiemelkedési rátát számítottak. A mim koradatinkból az derül ki, hogy Ruszkiczay-Rüdiger és szerzőtársai felvetésével ellentétben nem 360 ezer éve, hanem valamivel később, kb. 310 ezer éve gyorsulhatott fel a Budai-hegység kiemelkedése.

**Irodalom:** Szanyi Gyöngyvér, Leél-Őssy Szabolcs, Surányi Gergely, Bada Gábor, Varga Zsolt (2009): Kalcitlemez koradatok a Rózsadomb környéki barlangokból. *Karszt és Barlang* (1-2): 27–40.

**Fotók:** Regös Szilárd



### **3.5. Morfológiai megfigyelések a Pál-völgyi-barlang 2011-ben felfedezett részeiben**

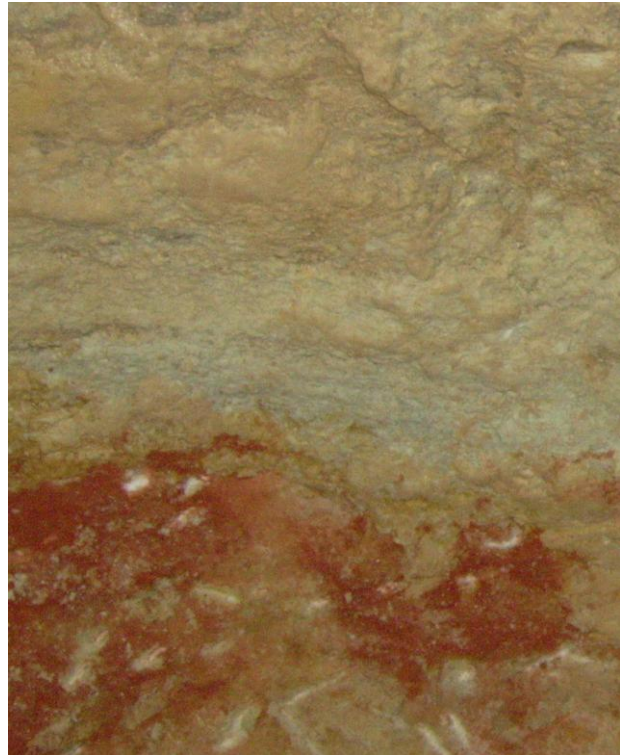
#### **3.5.1. Kis körforgalom – Hat barát-folyosó – Cseppkőtemető**

A barlangnak ebben a zónájában – ahogyan ez már az Ötösök-folyosójában is megfigyelhető – az átlagosnál lényegesen intenzívebb a felszíni vizek beszivárgása. Ennek köszönhetően az itt található járatok bővelkednek „élő” cseppkőképződményekben. Gyakran előfordulnak a járatfalakon kalcitlemezek, valamint elhanyagolható mennyiségben borsókő is megjelenik.

A két keskeny, oldott falú hasadék alkotta Kis körforgalom É-D-i irányú járatának Ny-i falát jelentős mennyiségű, a légáramlás által szállított portól sötétszürke felületű kalcitlemezek borítják 2-3 négyzetméteres felületen. A két hasadék találkozásánál a 20 cm szélességű kovás főte meredeken lebukik az agyagkitöltésbe. Az itt mélyített 1,5 m mélységű kutató-gödörben végig követhető a nedves, tömör, helyenként limonittal szennyezett okkersárga agyag.



*Kalcitlemezek a Kis körforgalomban*



*A limonitos agyag nyoma a munkagödör falán*

A munkagödör aljával egy szintben DK-i irányú, 0,6 - 1,2 m magasságú 6 m hosszú és 1,2 – 1,6 m szélességű oldott falú járat húzódik, melynek főtéjét cseppkövesedés által össze-cementálódott omladéktömbök, kalcitlemez- és kisebb-nagyobb cseppkődarabok alkotják. Az aljzatot kisebb méretű omladéktömbökkel tarkított száraz agyagkitöltés képezi. A járat ÉNy-i végén a főte kevésbé cementálódott részének áttörésével sikerült bejutnunk az ÉNy–DK-i irányú Hat barát-folyosóba, melynek első 5 m-es képződménymentes, oldott falú szakaszának talpa átlagosan 30° fokban emelkedik. A járat magassága itt 2,5 – 3,5; szélessége 0,35 – 0,60 m között váltakozik. A főtét itt is összecementálódott vegyes törmelék alkotja. Ezt a folyosó-részt egy 40 x 50 cm-es szűkület zárja le. A szűkület mögött, fent, a cementált törmelékfőte álfeneket képezve kettéosztja a járatot, így az fent visszafelé (DK-i irányban) kb. 20 m-en keresztül vezet tovább. Ez a felső járat rendkívül szűk, teljes felületét cseppkövek borítják.





*A Hat barát-folyosó szűkülete*



*Fiatal sztalaktitok – Hat barát-folyosó*

A folyosó ÉNy felé haladó 18 m hosszú szakasza 1,2 – 1,4 m-esre szélesedik, a járattalp fokozatosan lejt, mindkét falát, főtéjét, valamint az aljzatot borító cseppkőtörmelékét „fiatal”, aktív cseppkőképződmények borítják. Különös figyelmet érdemelnek az itt nagy mennyiségben előforduló szalmacseppkövek.



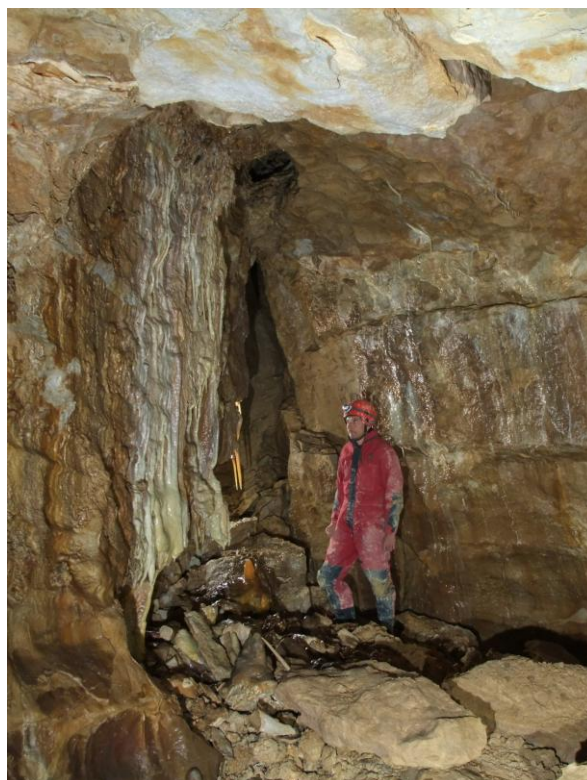
*„Két generációs” képződmény a Hat barát-folyosóban*

A járat ÉNy-i végének aljzatát cseppköves felületű omladékletjtő alkotja, melynek végén, mintegy 3 méter mélységben található a Cseppkőtemető. Ez a 8 x 13 m alapterületű terem két, egymással párhuzamos ÉNy–DK irányú és egy ezeket keresztező, ÉK–DNy irányú hasadék mentén oldódott ki. A kereszthasadék, amely a terem bejáratánál jelenik meg, a Bekey-folyosó DNy-i folytatásának tűnik. A terem falai szépen oldottak, több helyen fehér és vérvörös cseppkő bekérgeződéssel.





*Vörös cseppkölefolyás a terem falán*



*A Cseppkőtemető bejárata*

Az aljzatot omladék alkotja, melyet több helyen nagy mennyiségű cseppkőtörmelék borít. A kevés agyaggal fedett területen 25-30 cm átmérőjű kicsepegések találhatóak, közepükön kalcit kiválással. A terem főtéjében végig követhető az oldott falú, átlagosan 50 cm szélességű, ÉNy-DK-i irányú főhasadék, melynek ÉNy-i végét kalcit által összecementált vegyes összetételű omladék tölti ki.



*Emiatt lett a terem neve Cseppkőtemető*

Ezen a ponton kezdtük el a terem végének bontását, mellyel 7 m-t haladtunk előre az összecementált omladékföte alatt lévő agyagkitöltésben.



### 3.5.2. Nyomdászprés

Ennek, a Bekey-folyosó É-i falából nyíló ÉNy-i irányú járatnak jelentős része már 1904. óta ismert volt. 2011-ben, a járat végpontján a feltáró kutatás újraindításával sikerült felfedeznünk két ÉK-i irányú oldalágat, amelyek egyike (később a „Meta-folyosó” nevet kapta) tette lehetővé a Pál-völgyi kőfejtő- és környéke alatt húzódó két nagy barlangrendszer összekötését. Így 2011. december 11-én létrejött Magyarország leghosszabb barlangrendszere, a 28,7 km hosszú Pál-völgyi-barlangrendszer.

A Nyomdászprés járatának főtéjét – az ÉNy-i végpont 2–3 m-es szakaszától eltekintve – végig kalcitlemezek, illetve kovatörmeléből és agyaggumókból álló, a beszivárgó vizekből kiváló kalcit által összecementált breccsa alkotja. A járat teljes hosszában jellemzően szűk, keresztmetszete ritkán haladja meg az 50-60 cm-t.

A Bekey-folyosótól indulva a hasadék első szakasza erősen tektonikus jellegű, falain a víz oldó munkájának kevés nyoma látható. A járat kezdetétől számított 6 m-re a folyosó mindkét falán vékony kalcit bekérgeződés figyelhető meg. Tovább haladva a főte környékén kisebb oldásformák, gömbüstök jelennek meg, itt-ott „karfiolszerű” hidrotermális eredetű ásvány-kiválással borítva. Itt a folyosó K-i falán egy 10 cm szélességű, kipreparálódott kalcittelér fut végig.

Ezen a ponton található egy igen kitett mászással elérhető szűk átjáró, amely a Nyomdász-prés eredeti járóútvonalát alkotja. A könnyebb közlekedés megteremtése érdekében, az átjáró mögött 3-4 méterrel egy 3 m-es magasságú, biztonságosan kimászható kürtőt bontottunk a járatot teljes szelvényben elzáró, agyagból és kovatörmeléből álló kitöltésben. Az átbontott kürtő előtt 2 méternyire a főtében jelentős mennyiségű kalcitlemez található, melynek jelen-léte arra utal, hogy a szilárd anyag korábban szinte teljesen kitöltötte a járatot, csak egy keskeny rést hagyva a pangó víznek.

A Meta-folyosó torkolatánál, a járat Ny-i falán egy kb. 1-1,5 m átmérőjű gömbfülkében jelenleg is aktív cseppkölefolyás található (az egyetlen ilyen jellegű képződmény ebben a barlangrészben). Az itt észlelt csepegés erőssége gyorsan reagál a felszíni csapadékviszonyok intenzitásának változásaira. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a járat eme szakasza egy-re jobban megközelíti a jó vízáteresztő képességű, erősen lekopott felszínt.

Az átjáró (Meta-folyosó) repedésétől 1,5 m-re, ÉNy-ra egy eredetileg rendkívül szűk, később járható szelvényűre tágított, É-ÉK-i irányú, 9 m hosszúságú járat indul, melynek vég-pontját egy 15 cm szélességű, erősen huzatóló hasadék alkotja.

A Nyomdászprés egyenes irányú (ÉNy-i) végponti zónáját – melyet 7 m hosszan kibontottunk – teljes szelvényben laza kovatörmelék tölti ki, melynek főtéjében (a felszín közelségének bizonyítékául) gyökérszálak és vékonypados márgalapok jelennek meg. Ebből arra következtetünk, hogy itt, előttünk – fölöttünk járható méretű oldott járat már nem alakult ki.

### 3.5.3. Meta-folyosó

Ezt a barlangjáratot 2011-ben két irányból – a Pál-völgyi-barlang Nyomdászprés szakaszának egyik ÉK-i irányú oldalágából, valamint a kőfejtő Ny-i falában, a Bekey-folyosó kijáratától É-ra 30 m-re található, a bányaművelés során törmelékkel teljesen feltöltött gömb-fülkesor megbontásával – sikerült felfedeznünk. A járat kőbánya felőli végénél, viszonylag kevés munkával, összeköttetést találtunk a Harcsaszájú – Hideg-lyuk rendszer részét képező Kis hideg-lyuk barlanggal. Ez a járat töltötte be végül az „átjáró” szerepét a két nagy barlang-rendszer összekötésénél.





***A Meta-folyosó bejárata***



***Borsókövel borított gömbfülke***

A kőfejtő falától indulva, 4,5 m-en keresztül szépen fejlett gömbfülkesorral indul a járat. Az oldott falakat 3-5 mm vastagságú, borsóköves felületű ásvány bekérgeződés borítja, melyen keresztül jól láthatóak a kőzetben nagy mennyiségben található nummulitesek kipreparálódott vázai. A bejárat főtéjében található fejlett, 1,3 m átmérőjű gömbfülke közepén 12 cm hosszú, kipreparálódott tengeri sünn fosszília (*Echinolampas sp.*) látható.



***A főtéből „lógó” tengeri sünn***



***A bontás során előkerült rákpáncél***

Az ősmaradvány szinte teljesen körbeoldódott, a főtéhez csak egy vékonyka „kocsányszerű”, ívesen oldott szálkő-nyúlvánnyal kapcsolódik. Ennek a szakasznak a bontása közben, az agyagos-omladékos kitöltésből előkerült egy 4 cm hosszú rákpáncél fosszília (*Lophoranina bittneri*) is.



Ugyanebben a kitöltésben találtunk néhány 15-20 cm hosszú sztalaktit töredéket, valamint 30 x 25 cm-es, a Szemlő-hegyi-barlangból ismert „karfiolszerű” ásványtömböt. Ezekhez hasonló képződmények a Meta-folyosó többi részén nem fordultak elő.



*A Meta-folyosó bejárati szakaszának kitöltéséből előkerült sztalaktitok és „karfiol”*

A bejáratától 5 m-re a folyosó kitöltésében, a bontási munkák által feltárt érdekes, közepén „U” alakban megsüllyedt rétegsor mutatkozik, amely a járat több fázisú elárasztásáról, az egykori vizek által behordott anyagok és ásványkiválások sokféleségéről árulkodnak.



A rétegek anyaga sorrendben, fentről lefelé: agyag – kalcitlemez – agyag – kipergett, összetömörödött kova – agyag. A rétegsor összesen 25 cm vastagságú és „U” alakú formáját az alatta lévő vastag agyagréteg egykori megsüllyedése során kapta.

E rétegsor mögött egy 3 m hosszú szűkebb rész következik, amely egy 3 x 2,5 m alapterületű termecskébe torkollik. Ezt a szakaszt különböző méretű (befelé haladva egyre nagyobb) gömbfülkék alkotják. Az egyes gömbfülkéket egymástól elválasztó gerinceken jól megfigyelhetők a 4 -6 mm vastagságú, 1,5 – 2 cm-ig kipreparálódott kalcittelérek, amelyek „megvédték” a közvetlen környezetükben található kőzetet az intenzívebb kioldódástól.



*Jellegzetes, oldott járatszervény a Meta-folyosóban*

A termecske É-i oldalában egy 3 m magasságig húzódó, szűk, nehezen kimászható, oldott falú kürtő található, melynek teteje teljesen elszűkül. A terem végéből indul a két barlangrendszer összekötő szűk „átjáró”, melyet két, egymástól 1 m-re lévő, 230°-os irányú párhuzamos, és az ezeket keresztező, 302°-os irányú hasadék találkozása alkotja. A kereszthatadék a másik két járattal való találkozásánál járható szervényű, ettől távolodva mindkét irányban elszűkül.

A Nyomdászprésbe torkolló járat 15 m hosszú. Átlagos szélessége nem éri el a 35 cm-t. Oldalfalai oldottak, ásványkiválásoktól szinte teljesen mentesek, mindössze néhány ponton találunk kevés borsókő bevonatot, ami valószínűleg korábban nagyobb felületen borította a járatot, de már nagy része lemállott a falakról. Az aljzatot iszapolt agyag borítja, melynek rétegzettségét a járat több pontján végzett bontások szépen feltárták.

#### **3.5.4. Kuttyogtató**

Ez a járat, melynek kezdeti, 12 m hosszú szakasza már korábban ismert volt, az Ötösök-folyosójának ÉNy-i irányú folytatásának tekinthető. A folyosó elejét nagyméretű tömbökből álló omladék tölti ki, amely az omladék jobb oldala és az oldott szálkőfal közti keskeny résen keresztül átjárható. A behullott tömbök mintegy 5 m-es szakaszon találhatóak, az ezt követő 7 m-es járatrészt

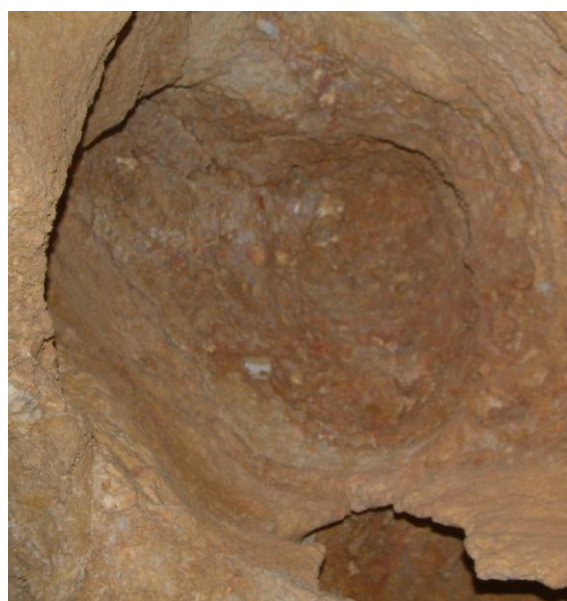


egyre szűkülő gömbfülke-sor alkotja, melynek 60 cm-esre szűkülő végpontjának bontásával – a talpat kitöltő agyagkitöltés süllyesztésével – 2011 júniusában, néhány kisebb, köztes bontással sikerült bejutnunk a folyosó mintegy 36 m hosszú új szakaszába.

A továbbjutási pontot követően, 6 m hosszan a járat É-i irányban halad tovább, majd – egy átbontott szűkületet követően – ismét ÉNy- irányban folytatódik. A két bontási hely közti szakasz főtétjét agyagból, kovadarabokból kalcittal összecementált breccsa alkotja. Ez alatt kalcitlemezekből álló réteg húzódik, majd ez alatt ismét az agyagos-kovadarabos breccsa következik, melyek rétegeit látványosan feltárják a bennük kioldódott gömbfülkék. A főte szerkezetéből arra következtethetünk, hogy a már teljesen kioldott járatban a víz több fázisban szállított és lerakott anyagot, majd ezután egy ismételt oldó periódus következett. Az alsó breccsás réteg jól mutatja, hogy a víz a máshonnan hozott anyagot lerakta, majd összecementálta. Ezután, a cementált réteg felett kialakult egy pangó vízfelület, melyek felületén kialakultak a kalcitlemezek, amik később összegyűltek a meder fenekén, majd összecementálódtak. Ezt követően egy újabb szállítási-lerakási fázis következtében kialakult a kalcitlemezzrétegre települt breccsa. Legvégül egy agresszív, intenzív oldó hatású víz megjelenésének köszönhetően kioldódtak a gömbfülkék a kitöltésben.



*Breccsában és kalcitlemezekben oldódott gömbfülke*



*Ebben a gömbüstben hiányzik a kalcitlemez réteg*

Ilyen jellegű kitöltésben kioldódott gömbfülkével eddig csak egy ponton, a Vetköztető-folyosóban találkoztunk, itt viszont több helyen is előfordulnak. Átmérőjük 40 – 60 cm közt változik, legnagyobb mélységük 70 cm.

A második bontási pontot követően a járat kiszélesedik, helyenként a 3 – 3,5 m-t is eléri a folyosó falainak távolsága. A főtében itt is megfigyelhetők az összecementálódott, breccsás kitöltésben kioldódott gömbfülkék, azzal a különbséggel, hogy itt a két breccsás réteg közül hiányoznak a kalcitlemezek. Ebben a zónában több ponton előfordulnak cseppkövek, és néhány helyen borsókövek is megjelennek.



*Borsóköves felületű oldásforma*



*Gömbfülke cseppkőkezdeményekkel*

A bontási ponttól ÉNy-ra, 6 m távolságra a főtében egy 5 m magasságig felnyúló, oldott falú kürtő található. Itt jelentős mennyiségű, és méretű borsóköves ásványkiválással, valamint egy – eddig még sehol sem tapasztalt – sztalaktitokra települt borsóköves, később visszaoldódott képződmény-csoporttal találkozunk.



*Cseppkövekre kivált borsókövek, melyek később visszaoldódtak*

Ez a képződmény feltehetően több fázisban jött létre. Először, a levegős járat mennyezetén sztalaktitok kezdtek növekedni, majd egy hidrotermális elöntésnek köszönhetően borsókő vált ki a cseppkövek felületén. Ezután ismét szárazzá vált a folyosó és a felülről beszivárgó, agresszív összetételű vizek oldó munkájának hatására a képződmények „magját” alkotó sztalaktitok központi csövecskéi végén indult meg a visszaoldódás, a borsókő által borított felülete pedig nem korrodálódott. Ezért láthatóak a képződmény-csoport alján, a központi csövecskék körül homorú, felfordított csésze alakú visszaoldódások. Az is megfigyelhető, hogy a vissza-oldott aljú képződmény-csoport környezetében „egészséges” borsóköves felületek találhatóak, visszaoldódás nélkül.





*„Szemlő-hegyi minőségű” borsókövek*

Innentől a járat továbbhalad ÉNy-i irányban. A folyosó szelvénye némileg szűkül, átlagos szélessége 1 – 1,5 m. Falai oldottak, több helyen, főleg a K-i falában fejlett, szépen oldott gömbfülkék találhatóak. A végpontnál a járat szálkőben járhatatlan méretűvé szűkül. Itt, a jobb oldali falon 1 – 2 cm élhosszúságú kristályokból álló, kipreparálódott barit telér található.



*Kis cseppkőoszlopok*

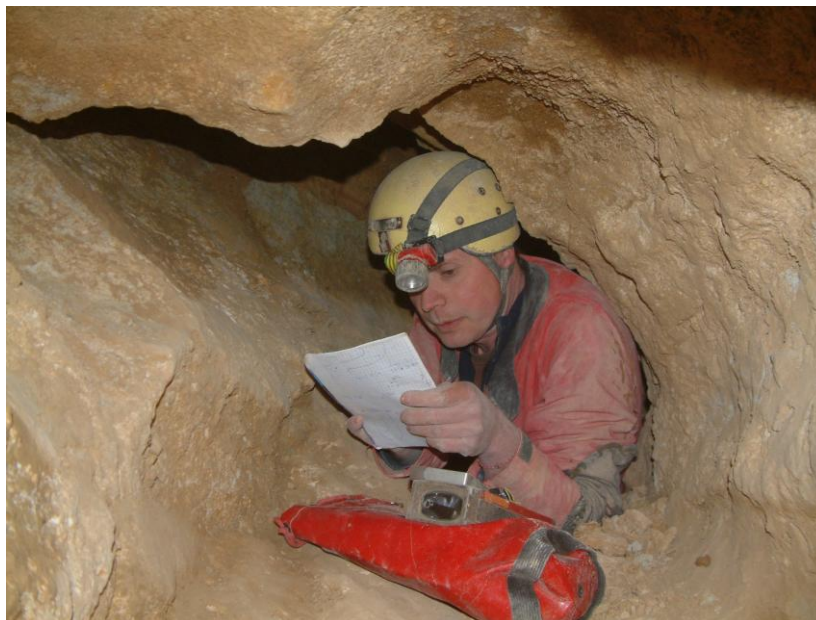


*Barit kristályok a végponti zónában*

## 4. Dokumentációs munkák (Fritz Zsolt)

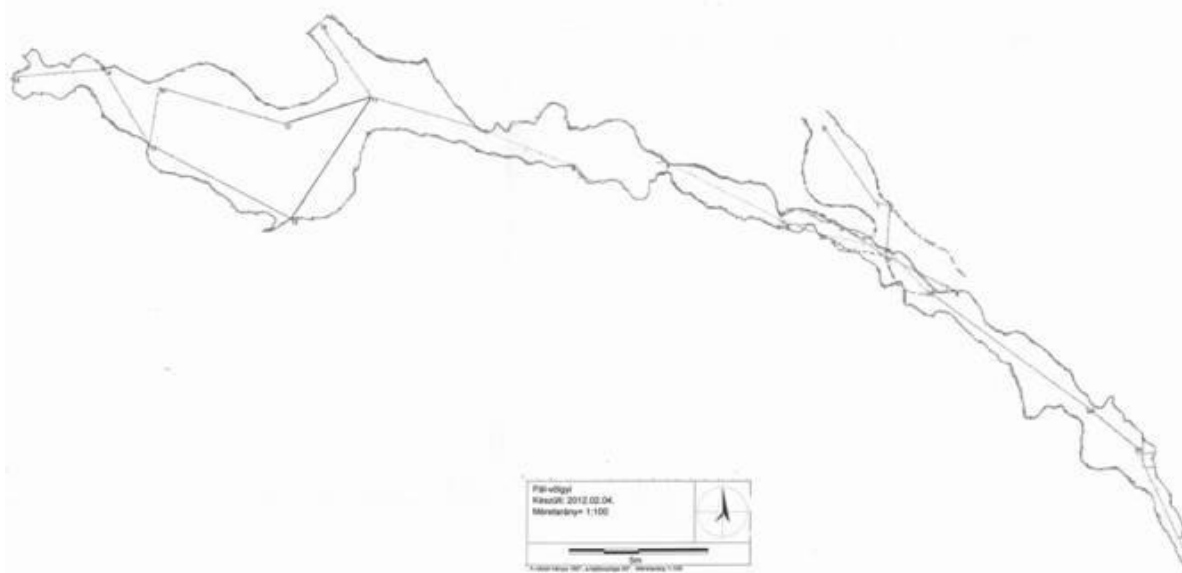
### 4.1. Térképdokumentáció

Elvégeztük az ideai feltáró kutatások során felfedezett barlangrészek felmérését, melyek mindegyike a Pál-vögyi-barlang kiépített szakaszának É-ÉNy-i zónájában, az Ötösök folyosója – Kis körforgalom – Bekey-folyosó térségében található.



*A Meta-járat Nyomdászprés felőli végének térképezése*

A Kis körforgalomból induló Hat barát-folyosó és az ebből nyíló Cseppkőtemető felmérését Zentay Péter és Hajnal Ágnes végezte DISTO X műszerrel. A térkép szerkesztését is ők végezték el.

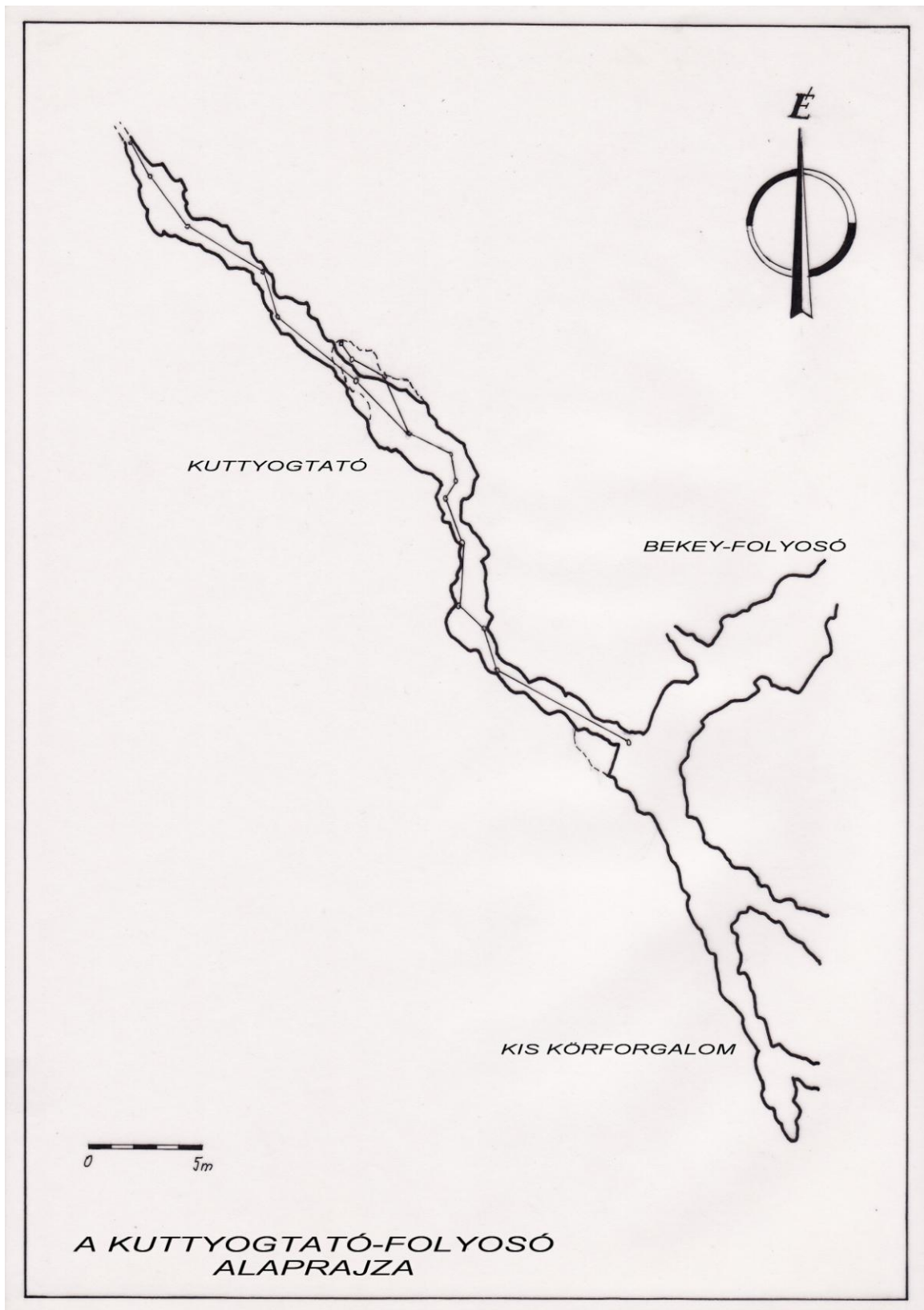


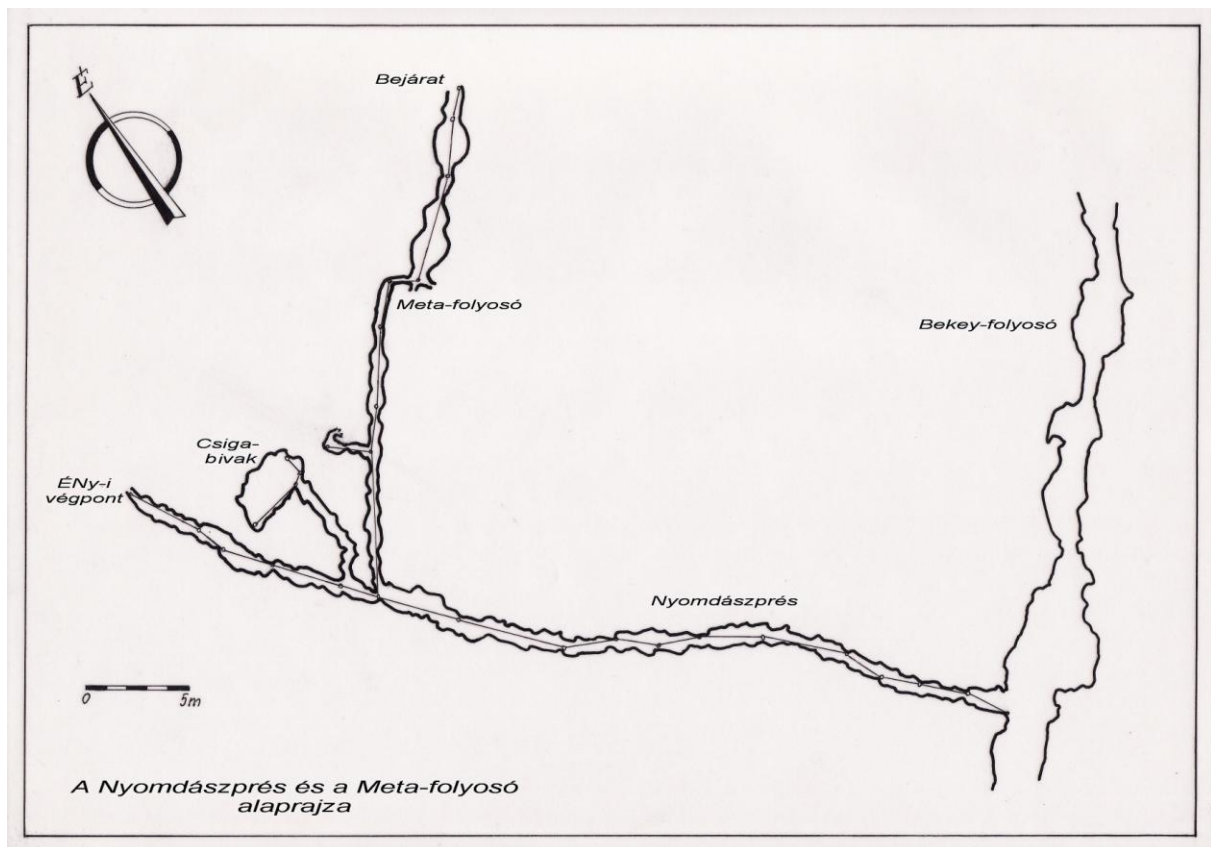
*A Hat barát-folyosó és a Cseppkőtemető alaprajza*

Az ötösök-folyosójának É-i végét lezáró omladék mögött lévő Kuttyogtatót, és a Bekey-folyosó É-i falából nyíló Nyomdászprés – Csigabivak – Meta-folyosó szakaszt Kovács Richárd mérte fel



DISTO X segítségével, a kiegészítéseket és a szerkesztést Tóth Attila, Kiss Zsolt és Fritz Zsolt készítette el HILTI PD 10 és SUNTO TANDEM eszközök használatával.





#### 4.2. Fotodokumentációs tevékenység

Az idei évben csoportunk elkezdte korszerű, digitális technikával, valamint 2-4 szinkronizált vaku használatával a Pál-völgyi-barlang újrafotózását. A Kiss Attila vezette brigád az év végéig a barlang kiépített részén, a Decemberi-szakaszban és a Cseppkötemetőben dolgozott, valamint egy alkalommal a Tapolcai tavas-barlangban is készített felvételeket.

Ennek a technikának a hagyományos módszerrel szemben az az előnye, hogy a helyszínen azonnal megtekinthetők és elemezhetők a felvételek, így a beállítás és a megvilágítás helyben korrigálható. Az ezzel a módszerrel készült fotókon rengeteg olyan részlet előjön, amelyet még szabad szemmel sem igen veszünk észre. A nagyobb terek egyenletes megvilágításában és a barlangfalak plasztikusságának kiemelésében is megkönnyíti a dolgunkat.





*Meseország*



*Peti-folyosó*



*Színház-terem*



*Hefty-kürtő*





*Bekey-folyosó*



*Színház-terem*

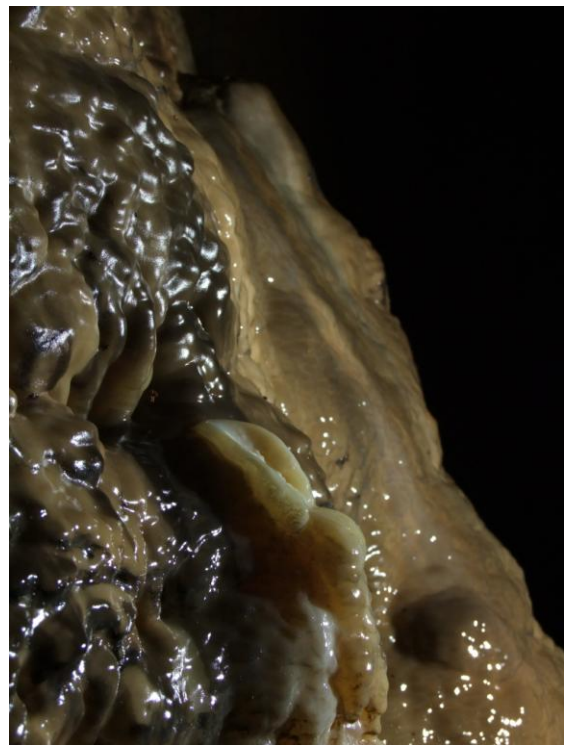




*Kis patkós denevér – Decemberi-szakasz*



*„Cseppkő ujjak” a Decemberi-szakaszban*



*Sokszínű képződmény – Decemberi-szakasz*





*A Cseppkőtemető ÉNy-i vége*



*Omladékon nőtt sztalagmit a Cseppkőtemetőben*



*Áttetsző sztalaktitok a Cseppkőtemető bejáratánál*





*Kicsepegés a Cseppkőtemetőben*

Elkészítettük az idei évben végzett feltáró kutatómunkáinak, valamint az újonnan feltárt barlangrészek fotódokumentációját, továbbá számos fotót készítettünk, melyek több tudományos kutatás illusztrációjául szolgáltak.

2011 tavaszán megkezdjük csoportunk terjedelmes fotóarchívumának digitalizálását. Az év végéig mintegy 800 felvételt sikerült átírnunk, ha szükséges volt, feljavítanunk. Erre a munkára azért van szükség, mert a hagyományos technikával készült fényképek, diapozitívek állapota az idő múlásával folyamatosan romlik. Számatalan pótolhatatlan, dokumentum értékű fotót sikerült így „örökéletűvé varázsolni”.

**Fotók:** Fritz Zsolt, Kiss Attila



## 5. Egyéb tevékenységek

### 5.1. Csoportélet

A csoport működésének fenntartása érdekében, 1 fő részt vett az MKBT által tartott 2011 túravezetői tanfolyamán, és sikeres vizsgát tett.

Csoportunk kiemelkedő részt vállalt a 2011. október végén tartott Szépvölgyi kutatótábor szervezésében és lebonyolításában. Amely során kb. 100 fő vett részt a Pál-völgyi kőfejtőben lévő barlangok összekötésének munkálataiban.

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.

### 5.2. Adalékok a Pál-völgyi-barlangrendszerhez (Laufer Csaba)

2012. január 11-én Barlangünnepe Budapesten címmel a Szemlő-hegyi-barlang fogadóépületében mintegy 100 résztvevővel megtartott előadáson Takácsné Bolner Katalin részéről elhangzott, hogy minden összekötés időpontja megvan, csak a Bagyura- Harcsaszájú-barlang kapcsolatáé ismeretlen. Egy kis adalék ehhez:

1963-ban alakult meg a Gábor Áron Barlangkutató csoport, aminek én voltam a vezetője. Mint teljesen kezdők kerültünk az Óbudai Kinizsi patronálása alá. Palánkai János és Vukov Péter szakmai támogatásával ismerkedtünk a barlangkutatással. Ennek keretén belül, 1964 nyarán vetette föl Palánkai János, hogy jó lenne összekötni a Bagyurát a Harcsával. Megbízta a csoportunkat a munka kivitelezésével. A munkában Takács József (Bolner Kati férje) és szerény személyem (Laufer Csaba) vettünk részt. Elképzelhető, hogy amiatt nem maradt meg a hivatalos dátum, mert nem oda jutottunk, amit Palánkai János képzelt. Ő ugyanis a Bagyurából a Harcsa Pannónia-folyosójába tervezte a bejutást, mi pedig a Harcsa bejárat zónájába jutottunk be, amit a mostani összekötésnél kellett újra kitisztítani.

Még egy adalék, ami az októberi Pál-völgyi kutatótáborban sokakat meglepett, hogy honnan ered a Gábor Áron-barlang neve. Csoportunk kutatta a barlangot és nem volt még neve, így jobb nem jutva eszünkbe, hirtelenjében a Gábor Áron nevet adtuk, ami rajta maradt. Sokan nem tudják, hogy ebből a csoportból alakította később Kiss Attila a Bekey Imre Gábor Barlangkutató Csoportot. Az eredeti Gábor Áron csoportból jelenleg már csak Bolner Kati, Kiss Attila és jómagam vagyunk.

Budapest, 2012. március

Tóth Attila  
Csoportvezető

Kiss Attila  
Kutatásvezető

Kunisch Gyöngyvér  
Csoportvezető helyettes

