

1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.

**Kutatási részjelentés a budai termáلكarszon (Szemlő-hegyi-barlang,  
Molnár János-barlang, Gellért-hegyi-aragonitbarlang, továbbá a  
Lukács-fürdő, Gellért-fürdő, Rudas-fürdő és a Rác-fürdő területén  
nyíló barlangokban 2020-ban folytatott kutatásainkról**

A Pest Megyei Kormányhivataltól kapott PE-06/KTF/1261-5/2018. sz. kutatási engedélyünk 2022. XII. 31-ig érvényes a címben felsorolt barlangokra.

Sajnálatos módon Egyetemünk 2020. március elején áttért a digitális oktatásra, rektorunk a jelenléti gyakorlati oktatást is megtiltotta, annak helyszínétől függetlenül. Így a tavalyi esztendőben nem sikerült hallgatókkal a fenti objektumokban dolgoznunk. Szerencsére még korábban, 2019-ben Dr. Virág Magdolna sikerrel védte meg PhD disszertációját a Szemlő-hegyi- és a Molnár János-barlangban folytatott kutatásairól. A disszertációt örömmel bocsájtjuk a Kormányhivatal és a Duna-Ipoly Nemzeti Park rendelkezésére.

Amint erre lehetőség nyílik, a pandémiás helyzet elmúltával vízelemzési munkánkat folytatni kívánjuk hallgatók bevonásával.

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Kovács József  
tanszékvezető egyetemi docens

Dr. Leél-Őssy Szabolcs  
egyetemi docens, kutatás vezető

Pest Megyei Kormányhivatal  
Érdi Járási Hivatala

**Tárgy:** kutatási részjelentés József-  
barlangban 2020-ban folytatott  
kutatásainkról

Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály

---

1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.

## **Kutatási részjelentés a József-hegyi- barlangban 2020-ban folytatott kutatásainkról**

A Pest Megyei Kormányhivataltól kapott PE-06/KTF/183-5/2018. sz. kutatási engedélyünk 2021. XII. 31-ig érvényes a fenti barlangra.

Sajnálatos módon Egyetemünk 2020. március elején áttért a digitális oktatásra, rektorunk a jelenléti gyakorlati oktatást is megtiltotta, annak helyszínétől függetlenül. Így a tavalyi esztendőben nem sikerült hallgatókkal a fenti objektumokban dolgoznunk.

Amint erre lehetőség nyílik, a pandémiás helyzet elmúltával csepegő vízelemzési munkánkat folytatni kívánjuk hallgatók bevonásával. Tervezzük az újonnan feltárt, Kulcs-terem mögötti szakaszokon a kőzet és a kitöltés vizsgálatát. és barlangjáró gyakorlattal rendelkező hallgatóval tektonikai mérések elvégzését is.

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Kovács József  
tanszékvezető egyetemi docens

Dr. Leél-Őssy Szabolcs  
egyetemi docens, kutatás vezető

1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.

## **Kutatási részjelentés a Pál-völgyi- barlangrendszerben folytatott 2020. évi kutatásainkról**

A Pest Megyei Kormányhivataltól kapott PE-06/KTF/272-5/2018. sz. kutatási engedélyünk 2021. XII. 31-ig érvényes a fenti barlangrendszerre.

Sajnálatos módon Egyetemünk 2020. március elején áttért a digitális oktatásra, rektorunk a jelenléti gyakorlati oktatást is megtiltotta, annak helyszínétől függetlenül. Így a tavalyi esztendőben nem sikerült hallgatókkal a fenti objektumokban dolgoznunk.

A nyár végén megnyílt „időablakban” hallogatókkal tettünk is látogatást a Mátyás-hegyi-barlangban, volt is jelentkező a barlangban megfigyelhető szingenetikus tektonikai mozgások TDK-dolgozatban történő dokumentálására, de az újabb korlátozás lehetetlenné tette a munka elvégzését.

Amint erre lehetőség nyílik, a pandémiás helyzet elmúltával vízelemzési munkánkat folytatni kívánjuk hallgatók bevonásával.

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Kovács József  
tanszékvezető egyetemi docens

Dr. Leél-Őssy Szabolcs  
egyetemi docens, kutatás vezető

1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.

## **Kutatási részjelentés a Ferenc-hegyi barlangban folytatott 2020. évi kutatásainkról**

A Pest Megyei Kormányhivataltól kapott PE-06/KTF/1249-5/2018. sz. kutatási engedélyünk 2021. XII. 31-ig érvényes a fenti barlangra.

Sajnálatos módon Egyetemünk 2020. március elején áttért a digitális oktatásra, rektorunk a jelenléti gyakorlati oktatást is megtiltotta, annak helyszínétől függetlenül. Így a tavalyi esztendőben nem sikerült hallgatókkal a fenti objektumokban dolgoznunk.

A nyár végén megnyílt „időablakban” hallogatókkal tettünk is látogatást a Ferenc-hegyi-barlang régi részében, volt is jelentkező a Törekvés-ág mögötti újabb feltárások kitöltés anyagának a vizsgálatára szakdolgozat keretében, de az újabb korlátozás miatt hallgatónk témaváltásra kényszerült.

Amint erre lehetőség nyílik, a pandémiás helyzet elmúltával vízelemzési munkánkat folytatni kívánjuk hallgatók bevonásával.

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Kovács József  
tanszékvezető egyetemi docens

Dr. Leél-Össy Szabolcs  
egyetemi docens, kutatás vezető

1072 Budapest, Nagy Diófa u. 10-12.

## **Kutatási részjelentés a Citadella- kristálybarlangban folytatott 2020. évi kutatásainkról**

A Pest Megyei Kormányhivataltól kapott PE-06/KTF/1246-5/2018. sz. kutatási engedélyünk 2021. XII. 31-ig érvényes a fenti barlangra.

A magánterületen nyíló barlangban a tavalyi évben sem sikerült bejutnunk. Idén lejárt kutatási engedélyünket nem kívánjuk meghosszabbítani, de kérjük a T. Nemzeti Parkot, hogy kísérővel, előre egyeztetett időpontban tegyék lehetővé a barlang bejárását.

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Kovács József  
tanszékvezető egyetemi docens

Dr. Leél-Őssy Szabolcs  
egyetemi docens, kutatás vezető

Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal *Jelentés a Baradla és a Béke-*

Miskolci Járási Hivatala

barlangban végzett tudományos

Környezetvédelmi és Természetvédelmi Főosztály kutatásról

---

3530 Miskolc, Mindszent tér 4.

### **Tisztelt Kormányhivatal!**

2017. június 02-án kelt, BO-08/KT/4463-4/2017 sz. határozatukban adtak engedélyt az 5430-1 kat. sz. Baradla, az 5430-3 kat. sz. Béke, és az 5440-2 kat. sz. Vass Imre-barlang kutatására, monitoringozására. (Ügyintézőjük: Koleszér Krisztián és dr. Barcsák Barbara volt.)

2020. évi kutatási tevékenységünkről az alábbiakban teszünk jelentést:

#### **1. Monitoringozás**

A Baradla-barlang Nehéz-úti mintavételi pontján (Havasok előtt), és a Béke-barlangban 240 méternél barlangklimatológiai és vízkémiai vizsgálatokat, méréseket végeztünk Dr. Leél-Őssy Szabolcs, Stieber József, Sztratiev Balázs, Stieber Bence részvételével. Az eredményeket Stieber Bence most készülő ELTE Földtudományi szakos BSc szakdolgozatában is tervezzük felhasználni. A 2021. májusára elkészülő szakdolgozatot jövő évi jelentésünkhöz fogjuk mellékelni.

Időpont

Vizsgált paraméterek

01.12. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon Téli légkörzés, alacsony T, CO<sub>2</sub> és Radon

02.01. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon Téli légkörzés, alacsony T, CO<sub>2</sub> és Radon

03.24. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon Téli légkörzés, alacsony T, CO<sub>2</sub> és Radon

04.03. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon Hőmérő loggerek kiolvasása

05.30. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK Mikrobiológiai mintavétel referencia körülményeinek vizsgálata

07.09. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon Hőmérő loggerek kiolvasása

07.17. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon CO<sub>2</sub> és Radon-loggerek kiolvasása

08.12. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK Karbonát-kiválás vizsgálatok előkészítése

09.18 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK Radonmérők és CO<sub>2</sub> mérők barlangi körülmények közötti összemérése

10.06.. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK Karbonát-kiválás vizsgálatok előkészítése

10.27. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK, vízmintavételek Csepegővíz hőmérséklet, léghőmérséklet és csepegés-számláló loggerek beépítése

10.30. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK, vízmintavételek Csepegővíz hőmérséklet, léghőmérséklet és csepegés-számláló loggerek ellenőrzése

11.28. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK, vízmintavételek Csepegővíz hőmérséklet, léghőmérséklet és csepegés-számláló loggerek kiolvasása

12.30. 4 fő Tk, Tv, Tt, CO<sub>2</sub>, Radon, Ionok, pH, Vezkép, NK, vízmintavételek Csepegővíz hőmérséklet, léghőmérséklet és csepegés-számláló loggerek kiolvasása.

## **2. A Baradla-barlangban a Nehézúton közvetlenül a 2. patakátkelés (fektetett létrán) előtt és után két ponton mintagyűjtés csepegési pontok alá kihelyezett üveglemezről.**

### *A) Karbonát kiválások elemzése*

A 2019-ben és 2020 első félévében végzett munka leírása az előző kutatási jelentésből:

A Baradla-barlang Nehéz-út helyszínén két ponton helyeztünk el hőmérsékletmérőt és üveglemez-tartót csepegési pontok alá. Az egyik üveglemezt germicid lámpával világítottuk meg, a másik kontrollpontként sötétben volt.

Az üveglemezek begyűjtése és cseréje 2019. decemberében, 2020. januárban, februárban, márciusban és májusban történt meg.

Az üveglemezeken kivált karbonátot infravörös spektroszkópiával és röntgendiffrakciós elemzéssel vizsgáltuk, a karbonát minden esetben tiszta kalcit volt, kis agyagszennyezéssel. Pásztázó elektronmikroszkópos elemzéssel látható volt, hogy a kiváló karbonát egy része bakteriális működés nyomait őrzi.

A bakteriális működés vizsgálatára steril mintavételezés történt az üveglemezek felületéről és környezetéből. Kimutatható volt, hogy a germicid lámpa hatékonyan gátolta a baktériumok szaporodását a megvilágított felületen, míg a kontrollponton a baktériumok telepszáma nem mutatott csökkenést.

A terveknek megfelelően stabilizotóp-geokémiai elemzések készültek az üveglemezekon kivált karbonátból. A mérések alapján megállapítottuk, hogy ugyan a karbonátmorfológia jelzi a bakteriális hatást, az izotópgeokémiai adatokban ilyen hatás nem jelentkezett. Az eredményeknek a cseppkő kutatás során kinyert adatok paleoklimatológiai értelmezésében van jelentősége. A bakteriális karbonátkiválás kimutatása pedig a barlangi környezet állapotának felméréséhez és sérülékenységének megállapításához nyújt eddig fel nem ismert szempontot.

Az eredményeket a PLOS ONE folyóiratban publikáltuk, az Aggteleki Nemzeti Park engedélyének feltüntetésével és a munkatársak segítségének megköszönésével. A publikáció a jelentéshez csatoltan található.

Az eredményekről egy rövid ismeretterjesztő hírt is megjelentettünk, amiben a Nemzeti Park hozzájárulását szintén megemlítettük.

<https://elkh.org/hirek/bakteriumok-mindenhol-a-cseppkokepzodes-mechanizmusanak-ujszeru-vizgalata-a-foldtudomany-a-mikrobiologia-es-a-fizika-kutatoinak-osszefogasaval/>

### *B) Cseppkövek paleoklimatológiai elemzése*

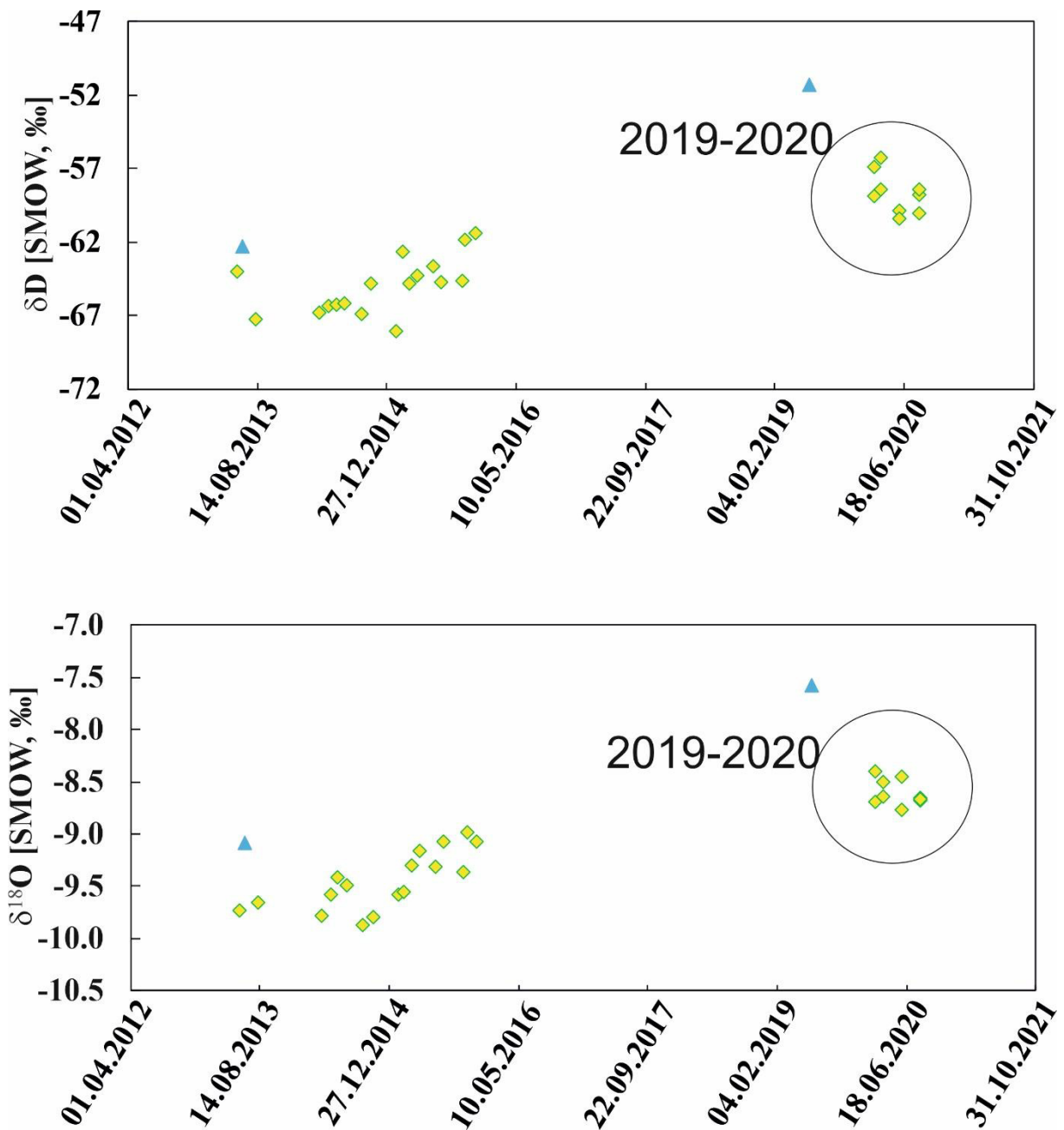
2020-ban cseppkő mintavételezés nem történt. A korábbi jelentésben leírtuk, hogy a Zeppelin cseppkő talapatát több helyen megfűrtük és a geokémiai elemzések folyamatban vannak. 2020-ban a meglevő folyadékzárvány- és karbonát szén- és oxigénizotópos adat mellé kapcsolt izotópos elemzéseket is végeztünk. Az adatok alapján a Zeppelin kb. 230 és 160 ezer évvel ezelőtti szakaszára adtunk paleohőmérséklet-becslést, ami a szakirodalomban ilyen idős korú cseppkő esetében ritkaság. Az eredményeket a szakterület vezető folyóiratában, a Chemical Geologyban publikáltuk, az Aggteleki Nemzeti Park hozzájárulásának megjelölésével. A publikációt a jelentéshez csatoltuk.

### *C) A csepegővizek stabilizotóp-összetétele*

Az üveglemezek mellett minden alkalommal gyűjtöttünk csepegővizeket is hidrogén- és oxigénizotóp-összetétel elemzése céljából. Hasonlóan a korábbi, 2013-2015-ös időszakban



végzett monitoringhoz, a csepegővíz  $\delta D$  és  $\delta^{18}O$  értéke szűk tartományban változik (1. ábra), évszakos trend nem fedezhető fel. Mindazonáltal, a 2019-2020-ban gyűjtött minták pozitívabb értéket mutatnak a korábbiakhoz (2013-2015) képest jelezve azt, hogy a csepegővíz izotóp-összetétele hosszabb időskálán már nagyobb változékonyságot mutat követve a csapadék izotóp-összetételében bekövetkezett eltolódást (kék háromszögek az 1-es ábrán). További fontos megfigyelés, hogy a csepegővizek izotóp-összetétele negatívabb értéket mutatnak, mint a csapadék mennyiséggel súlyozott értéke (kék háromszögek). Ez arra utal, hogy a csepegővízben tapasztalt pozitív eltolódás ellenére, a barlangba leszivárgó víz alapvetően a téli csapadékot „mintázza meg”.



1. ábra: A csepegővizek (zöld rombuszok) hidrogén- és oxigén-izotópösszetétele a Baradla Nehéz-út részén a 2019-2020-as időszakban, valamint a 2013-2015-as időszakban. A csapadék mennyiséggel súlyozott izotóp-összetételét kék háromszögek jelzik.

#### *D) Mikrobiológiai vizsgálatok*

A Baradla-barlangban végzett stabilizotóp-geokémiai kutatást mikrobiológiai vizsgálatokkal egészítettük ki, hogy megvizsgáljuk a baktériumok hatását a kapcsolt izotópok eloszlására. A Nehézúton lévő mintavételi pontokon a germicid lámpával megvilágított mintatartón mikrobaszegény környezetben képződő karbonátképződés vizsgálható (germicid lámpa csíraölő hatása miatt), míg a nem megvilágított mintatartón a csepegővízzel érkező mikrobák által befolyásolt karbonát képződés tanulmányozható (kontrollpont). A mintavétel 1-2 havonta történt 2019 decemberétől 2020 augusztusáig, ahol a mintavevők felszínén kivált anyagot steril vattapamaccsal steril fiziológiás sóoldatba juttattuk. Tenyésztési módszerrel hasonlítottuk össze a germicid lámpa hatásosságát kontakt TSA és szilárd R2A táptalajok használatával. Az aerob módon, 20 °C-on történtő inkubáció után fejlődött telepek számát 48 és 72 óra, illetve egy hét elteltével megszámláltuk.

Az üveglemezeken 1-2 hónap alatt kialakult biofilmek (BK2, BK3, BK3B, BK5, BK5B, BK8) és a barlangot borító talajtakaró baktériumközösségének összehasonlításához vettünk 3-3 talajmintát márciustól augusztusig (BS3A, BS3B, BS3C, BS5A, BS5B, BS5C, BS8A, BS8B, BS8C). A mintákból kivontuk a közösségi DNS-t és koncentrációját meghatároztuk. A kontroll mintatartókon kialakult biofilmek és a talajminták bakteriális közösségét a 16S rRNS-gén V3-V4 régiójának új-generációs bázissorrend meghatározásával (Illumina MiSeq platformon, Michigan State University) végeztük el.

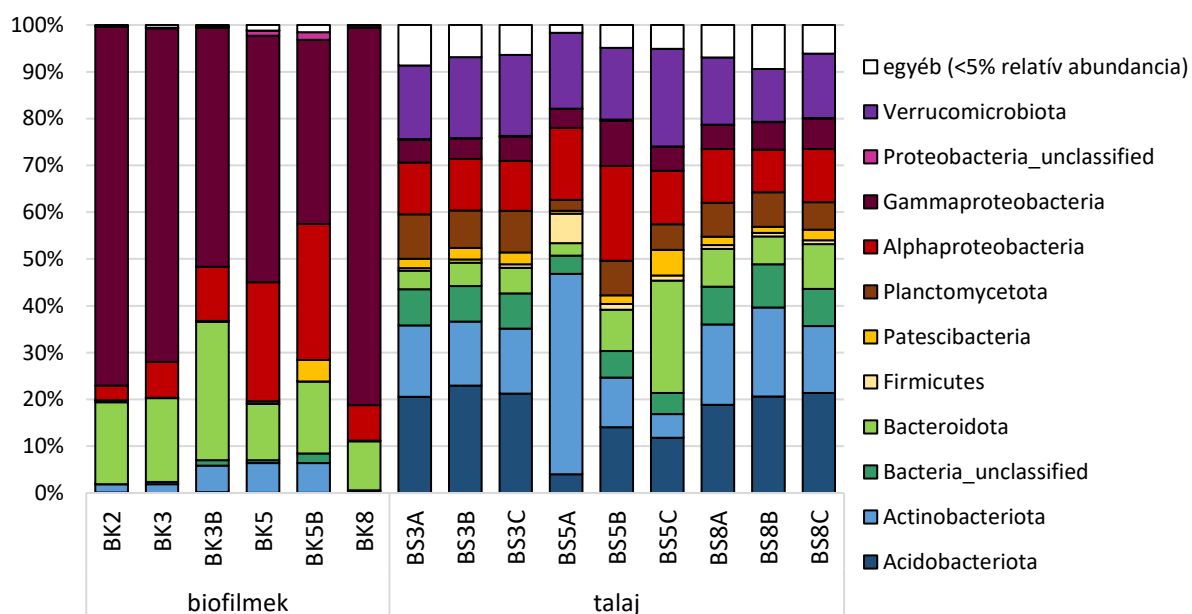
#### *E) Az üveglemezokről gyűjtött minták vizsgálatának eredményei*

A mintavételi időpontok között eltelt idővel arányosan változtak a különböző minták csíraszámai, de a germicid lámpa minden esetben hatásosnak bizonyult, megakadályozta a besugárzott felületre hulló baktériumok túlélését és elszaporodását. A kivont közösségi DNS oldatok koncentrációja alapján a kontroll mintákhoz viszonyítva az UV-val kezelt mintákból kinyerhető genomi DNS mennyisége is kimutatási határ alatt volt, és ez is alátámasztja, hogy a germicid lámpa erőteljesen lecsökkentette a baktériumok sejtszámát (1. táblázat).

1. táblázat: A mintavevőkről lemosott minták csíraszámai 72 órás inkubációt követően és a kivont közösségi DNS oldatok koncentrációja.

Minta	Csíraszám (CFU/cm <sup>2</sup> )	DNS-koncentráció (ng/ml)
2020.01.13. Kontroll	1946	-
2020.01.13. UV-kezelt	2	-
2020.02.20. Kontroll (BK2)	32107	45,6
2020.02.20. UV-kezelt	33	<0,5
2020.03.22. Kontroll (BK3, BK3B)	33	42,4; 74,8
2020.03.22. UV-kezelt	0	<0,5
2020.05.29. Kontroll (BK5, BK5B)	>24000	32; 98,4
2020.05.29. UV-kezelt	48	<0,5
2020.08.11. Kontroll (BK8)	-	1260

Az új-generációs bázissorrend meghatározás eredményei alapján összesen 643829 bakteriális szekvenciát és 23584 operatív taxonómiai egységet (OTU-t) mutattunk ki. A mintatartókon kialakuló biofilmek bakteriális összetétele markánsan különbözik a talajmintáktól filogenetikai törzs szinten, illetve mintavételi időpontoként is különbözik. A talajok esetén kimutatott baktériumok megoszlásában csak kismértékű különbséget figyeltünk meg a különböző mintavételi időpontokban (2. ábra).



2. ábra: A vizsgált üveglemezeken kialakult biofilmek és a barlangot borító talajtakaróból vett minták bakteriális közösségeinek összetétele filogenetikai törzs (Proteobacteria esetén osztály) szintjén.

A Vass Imre-barlangban 2020-ban nem végeztünk kutatást.  
Munkánkat 2021-ben is folytatni tervezzük.

Tisztelettel:

Budapest, 2021. február 15.

Dr. Leél-Óssy Szabolcs  
kutatásvezető (ig. sz. 076)

**Jelentés a 3395-9/2017 ügyiratszámú,  
a Villányi-hegységben zajló barlangi kutatási engedélyhez**

**Készítette:**

**Csondor Katalin**

**Hegedűs András**

**Kutatás vezetőik:**

Hegedűs András

(Duna-Ipoly Nemzeti Park, Szemlő-hegy-barlang)

Leél-Őssy Szabolcs

(Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék)

**Kutatásvezető-helyettes:**

Csondor Katalin

(Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék)

**Project vezető:**

Erőss Anita

(Eötvös Loránd Tudományegyetem, Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék)

Budapest, 2021.02.15

## Bevezetés

Dr. Eröss Anita project vezetésével működő OTKA (PD 116227) pályázat keretén belül adtuk be engedélykérelmünket a Duna-Dráva Nemzeti Park igazgatóságához 2017-ben, a Villányi-hegység barlangjainak hidrogeológiai szempontú vizsgálataihoz. A kérelem beadását követően 2017. december 6.-án megkaptuk a határozatot, miszerint engedélyezi a Baranya Megyei Kormányhivatal a következő barlangokra a kutatást: Beremendi-kristálybarlang (kataszteri száma: 4150-1), Nagyharsányi-kristálybarlang (kataszteri száma: 4150-4), Váraljai-barlang (kataszteri száma: 4150-18), Siklósi vár kútjának 1., 2., és 3. számú barlangjai (kataszteri számai: 4150-20, 4150-21, 4150-22), Máriagyüdi-barlang (kataszteri száma: 4150-17), Borpince-barlangja (kataszteri száma: 4150-13). A kutatás célja, hogy a térség melegvizes eredetű barlangjainak képződési körülményeit jobban megismerhessük és azokat elhelyezzük az áramlási rendszerek fejlődéstörténetében. Ehhez olyan barlangok vannak a fókuszban, ahol a mai napig található langyos vagy melegvíz, vagy van irodalmi hivatkozás arról, hogy egykor volt bennük víz.

A kutatás megkezdésekor felvettük a kapcsolatot a Beremendi-kristálybarlangban jelenleg is kutatási engedéllyel rendelkező Dezső Józseffel (Geornis BT), hogy munkánkat összehangoljuk, segítsük egymást, ahol tudjuk, ezzel a barlangot is kíméljük.

### **Beremendi-Kristálybarlang**

A 2020-as évben a kutatási engedélyben szereplő összes barlang felkeresése megtörtént. Ezek közül a Beremendi-kristálybarlangba két alkalommal történt leszállás: 2020.02.28.-án és 2020.07.17.-én

**2020.02.28** – *Leszálló emberek: Csondor Katalin, Hegedűs András, Vörös Péter, Kunisch Gyöngyvér*

*Leszállás a bejárat – Tavas-terem szakaszra, lent töltött időtartam: 1 óra.*

A leszállás alkalmával begyűjtésre kerültek az oldódási kísérlethez tartozó következő mészkő lapok a víz alól, a levegő víz határról és a levegőből. Rögzítésre kerültek a barlangban található víz fiziko-kémiai paraméterei úgy, mint vezetőképesség, hőmérséklet, pH, oldott oxigén, redox potenciál YSI ProPlus műszer segítségével. Emellett mintavétel történt általános vízkémiai elemzésekhez. A terepi és laboratóriumi mérések eredményeit az Eredmények fejezet tartalmazza. A leszállás alkalmával kiolvasásra került a folyamatosan működő Dataqua műszer, illetve a 2018 márciusában letelepített Diver műszert kihoztuk a barlangból.

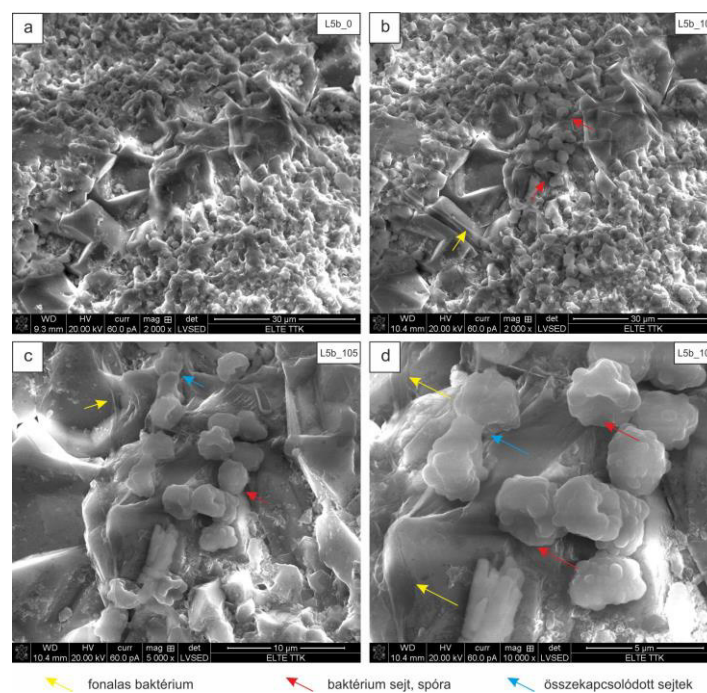
**2020.07.17** – *Leszálló emberek: Csondor Katalin, Hegedűs András, Csépe-Muladi Beáta, Szilvási Tamara*

*Leszállás a bejárat – Tavas-terem szakaszra, lent töltött időtartam: 1 óra.*

A hatodik alkalom során szintén begyűjtésre kerül egy-egy darab mészkő lemez, emellett vízmintavétel történt általános kémiára és rögzítésre kerültek a fiziko-kémiai paraméterek is YSI ProPlus műszer segítségével. Ezen alkalomkor extrém alacsony volt a barlangban a vízállás ez eddigi tapasztalatokhoz képest. A terepi és laboratóriumi mérések eredményeit az Eredmények fejezet tartalmazza. A leszállás alkalmával kiolvasásra került a folyamatosan működő Dataqua műszer.

## Eredmények

A Beremendi-kristálybarlangban folyó oldódási kísérletnek a kiértékelése még folyamatban van, előzetes eredmények közlésére van lehetőségünk. A könnyebb összehasonlíthatóság kedvéért a kísérlet előtti felvételeket hasonlítottuk össze a kísérlet utáni felvételekkel. A levegőbe kihelyezett mintákon a kísérlet előre haladtával biológiai formák jelentek meg (1. ábra). Ez főként fonalas baktériumok, baktérium sejt és spóra vagy összekapcsolódott sejtek formájában jelenik meg.

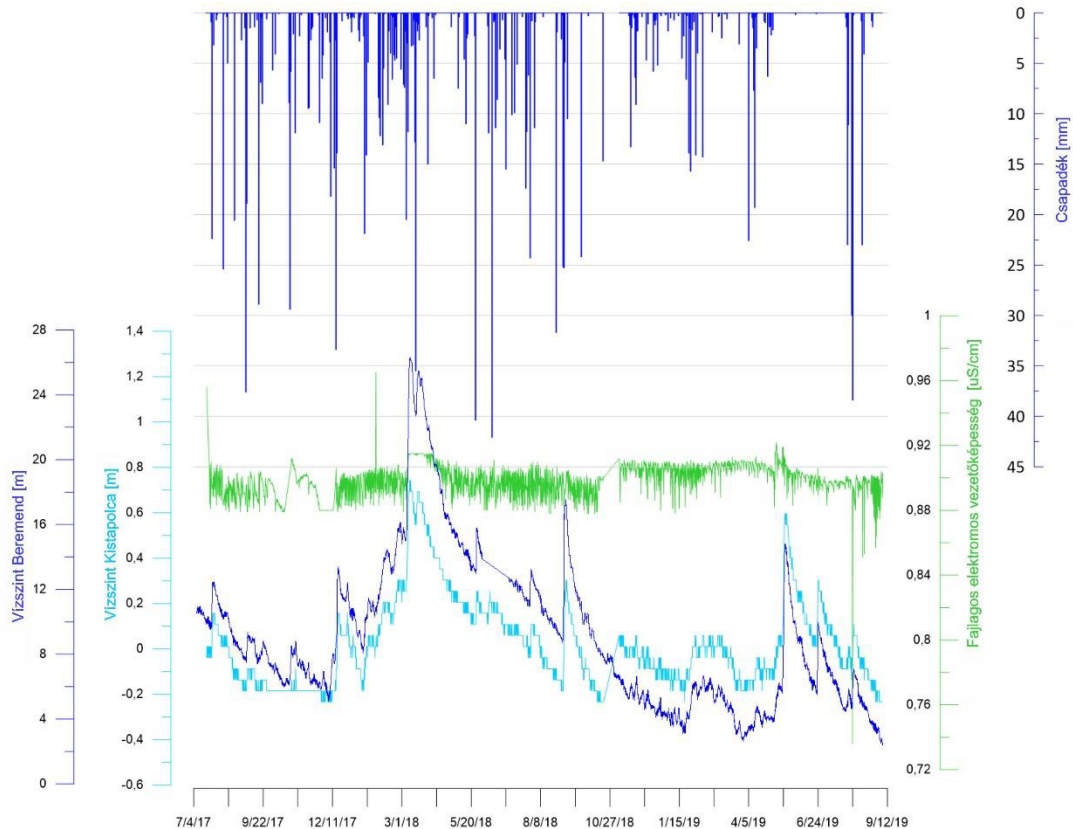


*1. ábra: A levegőbe kihelyezett mészkő lemezek FIB-SEM felvétele, a kísérlet előtt és után*

A levegő-víz határra elhelyezett lemezek kiválásai már sokkal változatosabb képet mutatnak, azonban ezeknek a kiválásoknak a pontos meghatározása nem történt meg a jelentés készítéséig. A víz alatti minták is mutattak karbonát kiválást, azonban sokkal csekélyebb mértékben, mint a levegő-víz határon lévő lemezeknél.

A barlangba betelepített műszerek adatait feldolgoztuk és összevetettük a Kistapolcán található tó forrásába telepített Dataqua adataival, illetve csapadék adatokkal (2. ábra). Az adatok alapján jól látható, hogy a két pont vízszint változásai együtt mozognak, tehát ugyan arra a hatásra reagálnak.

A csapadék adatokkal összevetve látszik, hogy nagyobb csapadék események hatására változás alakul ki a vízszintekben, azonban ezeknek a pontosabb meghatározásához még további vizsgálatok szükségesek. 2019 szeptemberében az észlelési időszak kezdetétől a legalacsonyabb vízállást rögzítette a műszer.



2. ábra: A Beremendi-kristálybarlang és a kistapolcai tó vízszintjeinek, illetve a csapadék mennyiségének diagramja

A barlang vizének vízkémiai elemzése során azt tapasztaltuk, hogy a vízkémiai paraméterek nagyon kis mértékben változnak a különböző időpontokban a kísérlet kezdete óta (1. táblázat).

A vízkémiai eredmények részletesebb feldolgozása a jelentés készítéséig nem készült el, így a jelentés ezt nem tartalmazza. A barlangban található víz vezetőképesség értékének sem voltak észlelhető nagy változások, ami összhangban áll a vízkémiai elemzések eredményeivel.



1. táblázat: Terepi, illetve általános vízkémiai eredmények

Dátum	2018.03.09	2018.06.01	2018.10.19	2019.05.03	2019.09.06	2020.02.28	2020.07.17
Hőm.	18,1	18,1	18,3	18,3	18,3	18,4	18,4
Vez.kép.	425	428	423	421	477,6	478,5	462,5
pH	8,28	8,34	8,3	7,31	8,01	8,24	7,4
oldott ox. [mg/l]	89	103	90	84	77	49	80
oldott ox. [%]	8,4	10,1	9,1	7,9	7,3	4,6	7,4
redox pot.	118	37,9	50,6	-	192,5	140,2	171
HCO <sub>3</sub> [mg/l]	210	202	215	205	196	177	177
Ca [mg/l]	37	37,6	58,2	39	34,4	36,3	34,4
Mg [mg/l]	21,9	20,5	14,8	23	22	27,8	25,5
Cl [mg/l]	7,98	9,6	11,8	7,4	20,9	14,6	14,6
SO <sub>4</sub> [mg/l]	35,5	25	30	35	33	65	62
K [mg/l]	2,59	3	3	3	3	3	4
Na[mg/l]	19,8	26	19	21	19	21	21
TDS[mg/l]	366	324	352	333	328	345	339

### Fotódokumentáció készítése a barlangban

A leszállások alkalmával készítettünk fotódokumentációt is (Hegedűs András), melyet a Minisztériumnak, illetve a DDNP felé is leadtunk.



*A Beremendi-kristálybarlang tavában a vízszint épp nagyon alacsony*



*A Beremendi-kristálybarlang tó feletti képződményei*

## További barlangok

A Beremendi-kristálybarlangok kívül ebben az évben a Nagyharsányi-kristálybarlang, Váraljai-barlang, Siklósi vár kútjának 1., 2., és 3. számú barlangjai, Máriagyüdi-barlang, Borpince-barlangja is felmérésre kerül 2020.07. 15.-én és 16.-án. A felmérés célja a barlangok melegvizes formakincseinek a feltérképezése volt, így ezekről fotódokumentációt készítettünk. A Váraljai-barlang és a Siklósi vár kútjának barlangjaiban vízmintavételre is sor került, melynek eredményeit a 2. táblázat és a 3. táblázat tartalmazza.

*2. táblázat: A siklósi Vár kút barlangjának vízkémiai eredményei*

Dátum	Hőm. [C°]	Vezető képesség [μS/cm]	pH	Oldott oxigén [mg/l]	Oldott oxigén [%]	Redox potenciál [mV]
<b>2020.07.15</b>	20,1	1075	6,81	31	7	254,6
<b>HCO<sub>3</sub> [mg/l]</b>	Ca <sup>2+</sup> [mg/l]	Mg <sup>2+</sup> [mg/l]	K <sup>+</sup> [mg/l]	Na <sup>+</sup> [mg/l]	Cl <sup>-</sup> [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
<b>410</b>	99,3	44	13	33	31,5	111

3. táblázat: : A siklósi Vár kút barlangjának vízkémiai eredményei

Dátum	Hőm. [C°]	Vezető képesség [μS/cm]	pH	Oldott oxigén [mg/l]	Oldott oxigén [%]	Redox potenciál [mV]
2020.07.15	20,1	1055	6,86	18	1,6	257
HCO <sub>3</sub> [mg/l]	Ca <sup>2+</sup> [mg/l]	Mg <sup>2+</sup> [mg/l]	K <sup>+</sup> [mg/l]	Na <sup>+</sup> [mg/l]	Cl <sup>-</sup> [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
417	95,4	46,3	12	33	29,2	113

## Fotódokumentáció készítése a barlangokban

A felméréssel egyidőben a fenti barlangokban fotódokumentáció is készült (Hegedűs András), melyet szintén leadtunk a Minisztériumnak és a DDNPI-nek is.

### Borpince-barlang



A Borpince-barlang cseppkövei között



*A Borpince-barlang aljzatának kiválásai*



*A Borpince-barlang bejárata innen nyílik*

## Máriagyűdi-barlang



*A Máriagyűdi-barlang bejárati aknája*



*A Máriagyúdi-barlang elaggott képződményei*

### **Nagyharsányi-kristálybarlang**



*Cseppkövek és borsókövek között Nagyharsányon*



*A Nagyharsányi-kristálybarlang jellemző járatszelvénye*



## A Siklósi vár kútjának barlangjai



*A Siklósi vár kútja végig létrázott, de nem árt a biztosítókötél*

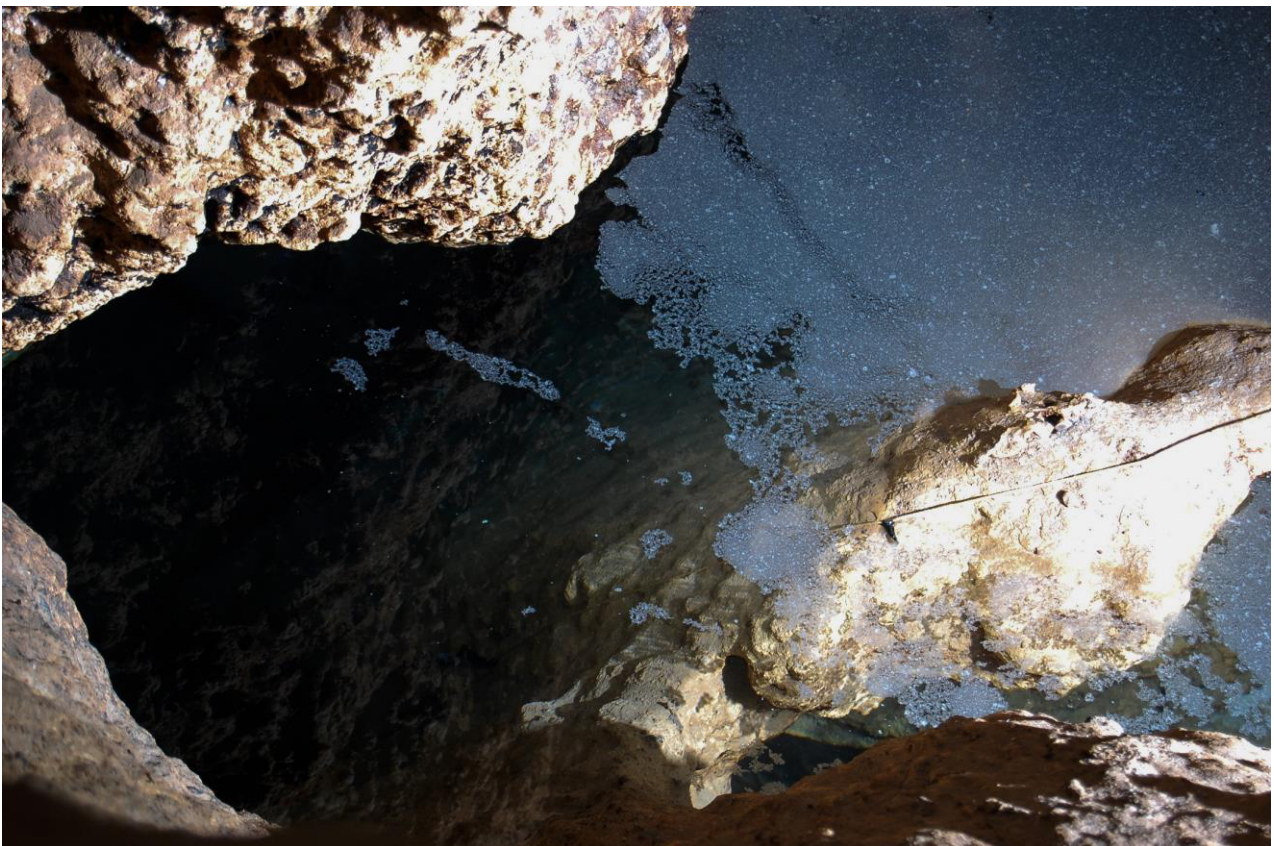


*A kút aljában a III. számú barlang kis ürege nyílik*



*A II. számú barlang*

### **A Váraljai-barlang**



*A Váraljai-barlang alján lévő tó felszínén képződő recens kalcitlemezek*



*A barlang falán további vizsgálatokra érdemes kiválások találhatók*

---

Eröss Anita  
Project vezető

---

Csondor Katalin  
Kutatásvezető-helyettes

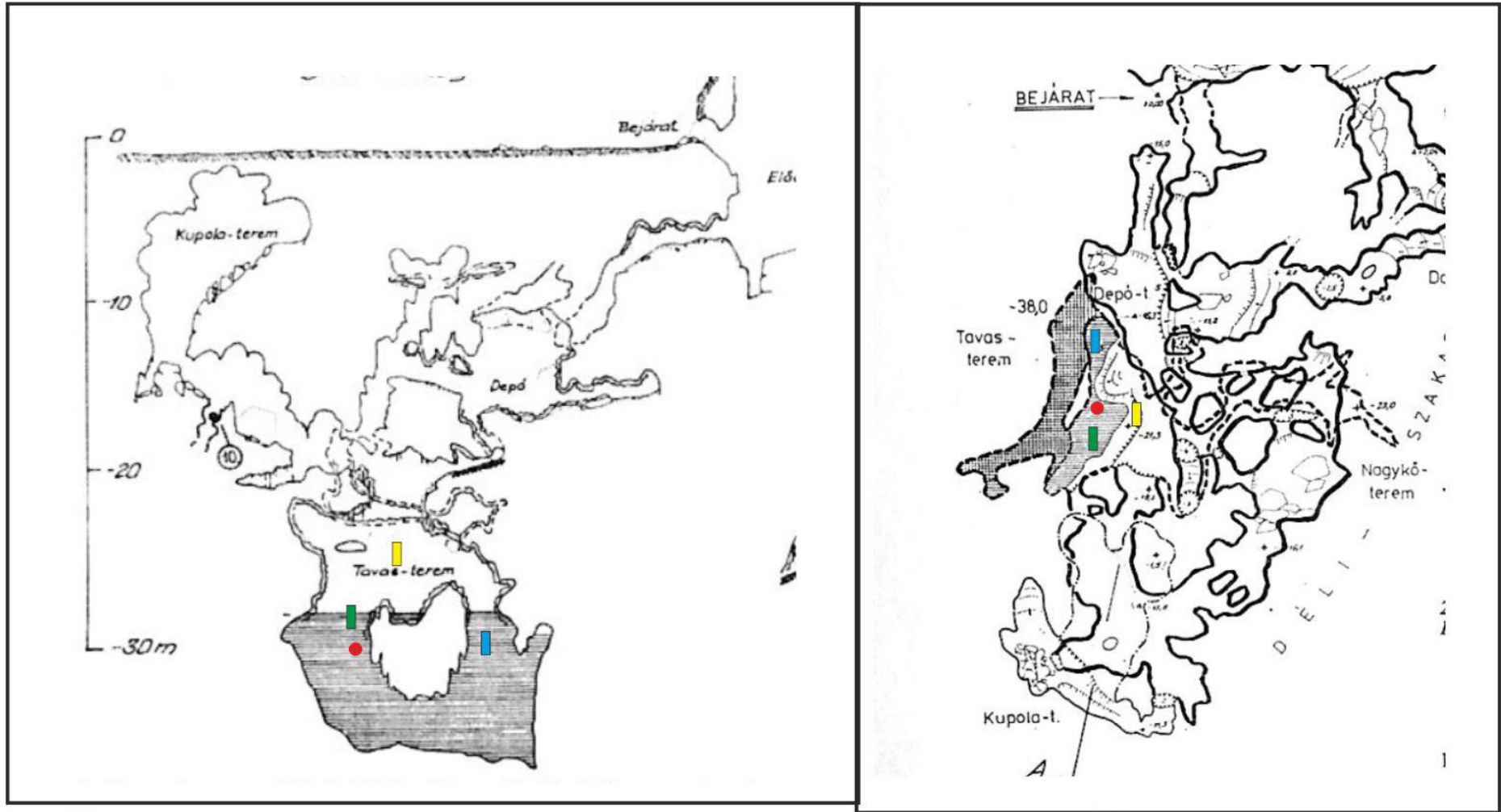
---

Leél-Őssy Szabolcs  
Kutatásvezető

---

Hegedűs András  
Kutatásvezető

Budapest, 2021. 02. 15.



15

● Datalogger    ■ Levegőben lévő mészkő lemezek    ■ Levegő-víz határon lévő mészkő lemezek    ■ Víz alatt lévő mészkő lemezek

A barlangban elhelyezett műszerek és mészkő lemezek helye a 2019-es állapotok szerint