

**Kutatási jelentés a Csillagászati és Földtani Kutatóintézet (CSFK) által a Pilisben végzett
mintavételezési munkákról (2019.03-2020.05)**

Felelős kutatásvezető: Dr. Demény Attila, CSFK FGI igazgató

A mintázásokat végzi: Kovács Richard és Berentés Ágnes

A jelentést készítette: Berentés Ágnes, Dr. Czuppon György tudományos főmunkatárs és Prof. Dr. Demény Attila igazgató

2020. június 4.



Dr. Demény Attila
igazgató, az MTA rendes tagja



2019. márciusában az Ariadne-barlangrendszer és az Ajándék-barlang klimatológiai, légköri és cseppkőképződési mechanizmusainak megismerésére irányulóan mintavételezések és monitoring vizsgálatok kezdődtek, melyek havi rendszerességgel jelenleg is tartanak. Az alábbiakban ezeket ismertetjük.

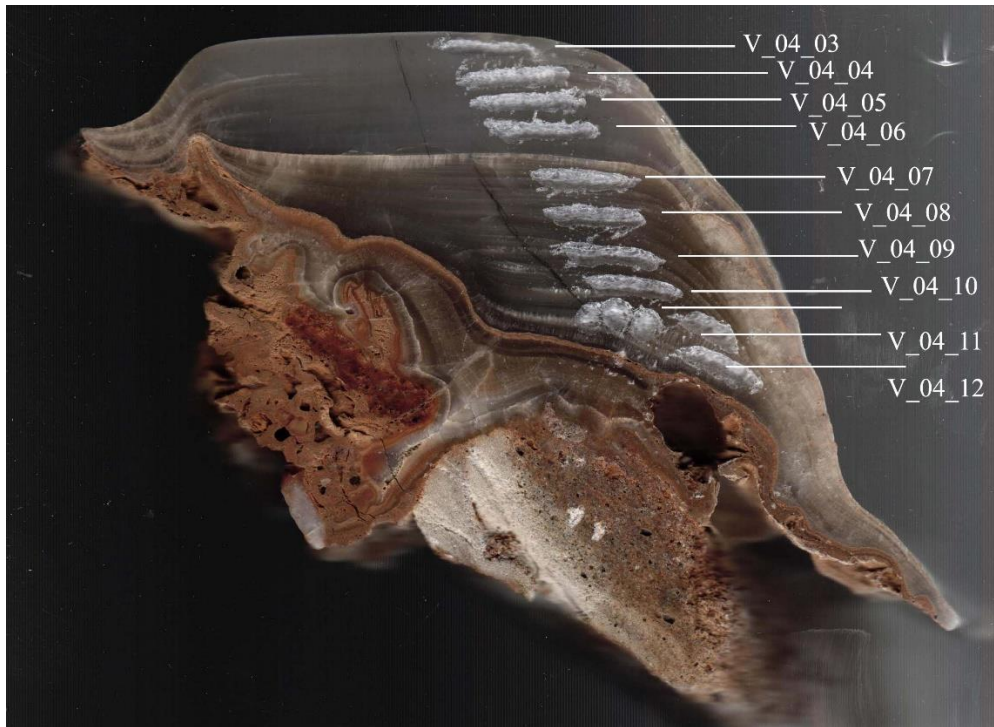
1) Cseppkövek mintázása és az eddig vizsgálatok eredménye:

A barlangi cseppkövek képződése lassú, több ezer, akár százezer éves folyamat is lehet, különösen egy nagyobb példánynál. Keletkezésük során kémiai és izotóp-összetételük „rögzítik” az adott földtörténeti időszakra jellemző éghajlati és környezeti (csapadék és hőmérsékleti) viszonyokat. Így a cseppkövek stabilizotóp-összetétele fontos információt hordoz arra vonatkozóan, hogy képződésük során milyen szellőzési és klímaviszonyok uralkodtak, valamint milyen hőmérsékleten váltak ki.

Jelen kutatás keretében a Pilisben található Ariadne-barlangrendszer olyan, megfelelő paraméterekkel rendelkező cseppköveit (szabályos, kúp alakú, lehetőleg lapos tetejű és tiszta sztalagmitok) választottuk ki, amelyek már kidőltek, vagy törmelékből kerültek elő, így eltávolításuk nem okoz esztétikai kárt. Az egyetlen kivételt egy agyagra nőtt, könnyen eltávolítható, 4 cm magas, aktív cseppkő jelentette a Vacska-barlangból. Összesen 4 (Vacska-barlang) + 2 (Ajándék-barlang) cseppkövet hoztunk ki (1-5- ábrák).

Kihozott cseppkövek:





1. ábra: Vacska-barlang (Makacs-Macska-terem, V_01 jelű cseppkő): Tiszta, aktív növekedésű cseppkő, amely agyagra nőtt, kb 3 cm magas. Az alsó képen a félbevágott felületen láthatók a mintavételi pontok, ahonnan kormeghatározáshoz vettünk mintát. Ennek a vizsgálatnak az eredménye alapján a cseppkő mintegy 5000 éves, a recens újraaktiválódás egy hosszú közel 4000 éves inaktivitási időszak után folytatódott.



2. ábra: Vacska-barlang. (Mérőföldkőháti-terem tetején, fülkében (V_02 jelű cseppkő): törmelékből lett gyűjtve, Kb: 12 cm hosszú.



3. ábra: Vacska-barlang (Pálmacseppkövekkel szemben) (V_03 jelű cseppkő): Átvilágítható, törmelékben levő kb 15cm-es. A félbevágott felületen kormérésre vettünk mintát.



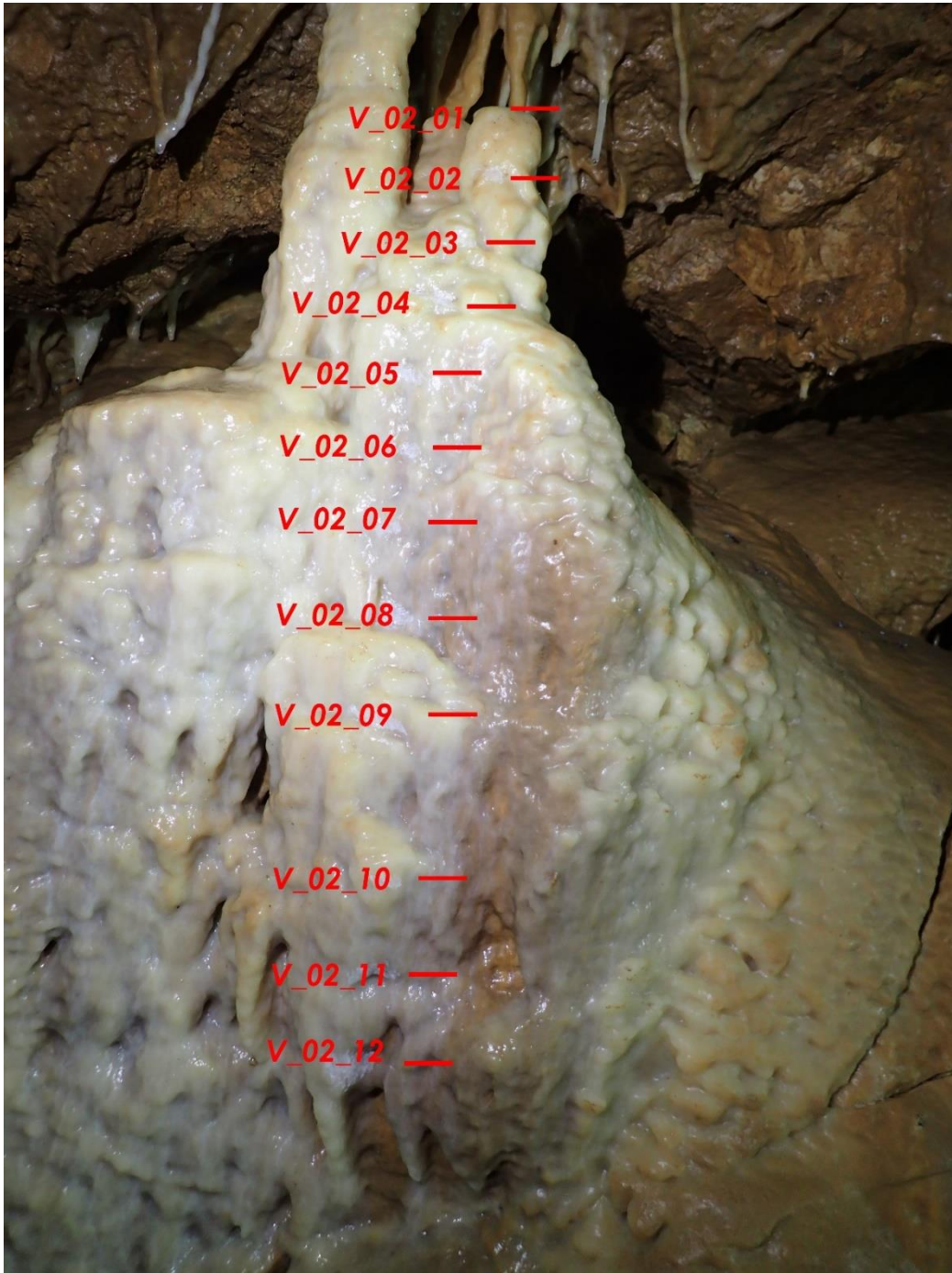
4. ábra: Vacska-barlang (Mér földkőháti terem tetején, fülkében (V_04 jelű cseppkő): 10-12cm-es magas, törmelékből lett gyűjtve.



5. ábra: Ajándék-barlang: Két darab cseppkő (AJ-1 és AJ-2 jelű) lett kihozva. A cseppkövek Kb:13 és 8cm magasak, törmelékből lettek gyűjtve.

2) Cseppkő felszínéről vett kaparékmintázás:

Ennek keretében kis mennyiségű (2-3 gramm) mintákat vettünk a cseppkövek felszínéről a barlangrendszer különböző pontjain (6. ábra és 1. Táblázat). (Ennek nyoma a cseppkövön gyakorlatilag nem látszik.) A barlangrendszer három barlangjában (Vacska-, Legény-, és Ajándék-barlangok) összesen 25 ponton mintáztunk. A begyűjtött mintákon 80 db stabilizotópos mérés történt, annak érdekében, hogy a karbonát képződés során lejátszódó stabilizotópos-frakcionációs folyamatok térbeli eloszlását meghatározzuk. Az adatok azt mutatják, hogy a felszínközeli mintavételi helyek jellemzően erősen szellőztek, ezért az ott vizsgált cseppkövek adatainak értelmezésénél a szellőzés által indukált kinetikus izotópfractionációt is figyelembe kell majd venni. Ezzel szemben a legmélyebben elhelyezkedő mintavételi pontok (Vacska-barlang karbonát kiválásai) ettől a hatástól mentesek. Ehhez hasonló, komplex területi lefedettséget adó vizsgálat eddig egyedülálló a szakirodalomban.



6. ábra: Kaparék mintázás a Vacska-barlangban (Nyeregpont-terem).

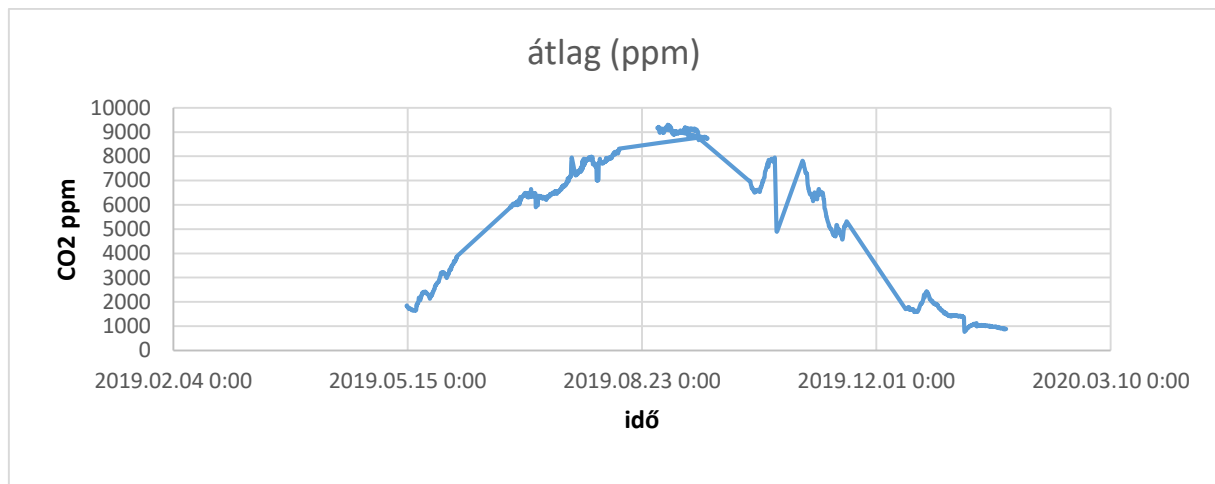
Minták	Mintaszám	kapa	Barlang	Mintavételezés helye	Felszintől	Terem magassága	Gyűjtés dátuma
1	Leg_01_01	10	Legény-barlang	Leon Silver-terem	101		2019_01_23
2	Leg_02_01	1	Legény-barlang	Óriás-terem felső része	114		2019_04_17
3	Leg_03_01	5	Legény-barlang	Nagy-kürtő alatti cseppkő	72		2019_04_17
4	Leg_04_01	7	Legény-barlang	Belső-terem fehér cseppkő	80		2019_04_17
5	Leg_05_01	1	Legény-barlang	Metál-ág első terme	111		2019_04_17
6	Leg_06_01	4	Legény-barlang	Metál-terem vége	124		2019_04_17
7	Leg_07_01	1	Legény-barlang	Pagoda-terem, Csillár alatt	58		2019_04_17
8	Leg_08_01	1	Legény-barlang	Vörös-terem	65	6m-es teremmag	2019_04_17
9	Leany_01_01	9	Leány-barlang	Korona-termi cseppkőlevegő	73		2019_04_17
10	Leany_02_01	1	Leány-barlang	Szívárvány-cseppkő a Tav	85		2019_04_17
1	A_01_01	9	Ajándék-barlang	Cseppköves-terem	41		2019_01_15
2	A_02_01	5	Ajándék-barlang	régi új rész első terme	60		2019_03_18
1	V_01_01	1	Vacska-barlang	Rózsát-terem	33-38 között		2019_01_29
2	V_02_01	12	Vacska-barlang	Nyeregpont-terem	42		2019_01_29
3	V_03_01	1	Vacska-barlang	Fennkőháti-terem	45	20 m magas a terem	2019_01_29
4	V_04_01	1	Vacska-barlang	Fennkőháti-terem	45	20 m magas a terem	2019_01_29
5	V_05_01	1	Vacska-barlang	Mérföldkőháti-terem	84	15 m a terem mag	2019_01_29
6	V_06_01	1	Vacska-barlang	Mélyponti tó felett		vízalatt képződött	2019_01_29
7	V_07_01	1	Vacska-barlang	Rejtett-terem	40		2019_03_12
8	V_08_01	1	Vacska-barlang	Teremőr-terem	58	4m-es teremmag	2019_03_12
9	V_09_01	1	Vacska-barlang	Kötélleírás terem előtti cs	74	10 m magas hasad	2019_03_12
10	V_10_01	1	Vacska-barlang	Cseppköves hasadék eleje	60	10m magas hasad	2019_03_12
11	V_11_01	1	Vacska-barlang	Cseppköves hasadék köze	73		2019_03_12
12	V_12_01	1	Vacska-barlang	Cseppköves hasadék vége	kb 67	5-6m a teremmag	2019_03_12
13	V_13_01	1	Vacska-barlang	Közkőháti terem aktív cse	80	5-6m a teremmag	2019_03_12
14	V_14_01	1	Vacska-barlang	Fotós-ág (szépkőháti-tere	74	5-6m a teremmag	2019_03_12
1	Ósi_01	1	Ósi-barlang	Nagy-terem	16	Ez a barlang a Vac	2019_03_12

Táblázat 1: Összefoglaló táblázat a Pilisi barlangokban végzett cseppkő-kaparekmintázásról

3) CO₂ monitoring:

A barlangi CO₂ elsősorban a talaj mikrobiológiai aktivitásából ered. A talajon keresztülfolyó, CO₂-től enyhén savas csapadékvíz beszívárog a kőzetek repedéseibe, oldja azt. A nyomás növekedésével az oldóképesség is nő, majd ha a vízcsepp nagyobb légtérbe érkezik a lecsökkenő nyomás hatására elillan a CO₂ egy része és kiválik a karbonát (cseppkőképződés). Ennek jelenléte és mértéke nem csak a cseppkővek képződésében, de azok visszaoldásában is szerepet játszhat, amennyiben túlzottan magas a gáz mennyisége. A barlangi CO₂ mennyiségét befolyásolja a szellőzőtség és légáramlási viszonyok, így a külső hőmérséklet is. Ebből következően ez az érték évszakos változást mutat. Még a felszínen 320-450 ppm közötti CO₂ értékek az általánosak, addig a barlangjáratban ez 1500-4500 ppm. Az Ariadne-barlangrendszer cseppkőképződésének jobb megismerése érdekében a rendszer egyik tagjába, a Vacska-barlang Mérföldkőháti-termében elhelyeztünk egy CO₂ mérő és regisztráló műszert, melyet a STIEBER Levegőtisztaság-védelmi Bt.-től bérel az intézet. A műszer 2 óránként 7 percen keresztül működik, 2 perces időközökkel rögzíti az aktuális CO₂ értékeket(ppm-ben). Az alig több, mint fél éves detektálási adatsort diagrammon szemléltetve jól látszik, hogy júniusban, a detektálás kezdetekor mért 0,6 tszf%-os érték (6000 ppm) ősszel, tovább növekedett a barlangban (elérve a 9000 ppm-t). Majd, a külső hőmérséklet csökkenésével a barlangi légkörzés megfordult (a Vacska-barlang bejáratán

keresztül befelé áramlik a levegő, ha a barlang átlagos hőmérséklet magasabb, mint a felszínen mért hőmérséklet). Ebben az esetben a beáramló levegő felhígítja, átszellőzteti a barlangot, jelentős visszaesést okozva a CO₂ koncentrációjában (7. ábra). Terepi megfigyelés alapján, az erős szél szintén hirtelen változást okozhat a barlangi légkörzésben, ezáltal a CO₂ mennyiségben is. A Leány-, és Legény-barlang nagyméretű bejáratán át befújó szél a rendszer többi tagjának légkörzését is megfordíthatja.



7. ábra: A CO₂ koncentráció értékek változása májustól januárig terjedő időszakban, a Vacskabarlangban.

4. Csepegővíz- és karbonát kiválás gyűjtése:

Ennek keretében a kőzetrétegen át barlangba beszivárgó csepegővizekből gyűjtünk mintát, kihelyezett mintavevő kannákba (8. ábra), vagy közvetlenül a cseppkövekről gyűjtjük be eppendorf csövekbe a cseppeket. A kannákba gyűjtött csepegések intenzitását a Rózsásteremben kihelyezett intenzitásmérő műszerrel rögzítjük. Erre és további öt csepegési pont alá üveglapot (9. és 10. ábrák) helyeztünk (2. Táblázat), karbonát kiválás gyűjtése céljából. Elegendő kiválás esetén az üveglemezeket begyűjtjük, majd meghatározzuk a „frissen” kivált karbonátok stabilizotóp- és nyomelem-összetételét. Ezek segíthetnek a karbonát kiválás során végbemenő folyamatok (frakcionáció) jellemzésében, és ezáltal a cseppkövekben tapasztalt nyomelem és izotóp-összetétel értelmezésében.



8. ábra: A csepegővíz gyűjtése céljából kihelyezett flakonon, mindössze 3 hónap alatt kivált karbonát (Vacska-barlang Rózsát-terme). A Pilisben nem tapasztalható ehhez hasonló intenzitású karbonátosodás. Ezt látva döntöttünk úgy, hogy üveglapokat helyezünk a csepegések alá, hogy lehessen belőle következtetni a karbonátkiválás gyorsaságára.



9. ábra: csepegési pont alá helyezett üveglemez (Vacska-barlang, Rózsát-terem).

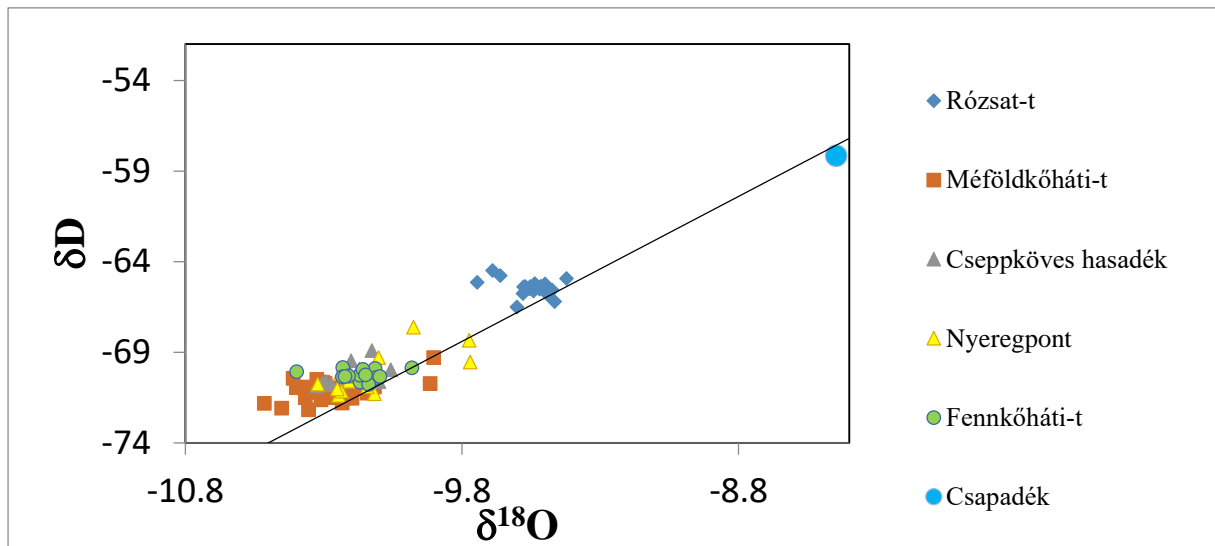


10. ábra: A Rózsát-termi vízmintavételi hely csepegésintenzitás-mérőjére kihelyezett üveglap.

Üveglap	tiszta üveglap súlya (mg)	karbonátos	Különbség (mg)	Csepegés kb maga	kihelyezés időpontja	begyűjtés időpontja	Megjegyzé
1	8021,83	8129,6	107,77	3	2020.03.13	2020.04.16	
2	8104,1	8166,2	62,1	0,3	2020.03.13	2020.04.16	
3	8117,88	8209,2	91,32	1	2020.03.13	2020.04.16	
4	8031,35	8164,4	133,05	1,5	2020.03.13	2020.04.16	az üveglap
5	8335,95	8396,1	60,15	1	2020.03.13	2020.04.16	
6	8271,06	8284,8	13,74	0,8	2020.03.13	2020.04.16	
1/2	8182,5			3	2020.04.16		
2/2	7455,5			0,3	2020.04.16		
3/2	7423,6			1	2020.04.16		
4/2	8286,5			1,5	2020.04.16		
5/2				1	2020.04.16		
6/2	7583,2			0,8	2020.04.16		

2. Táblázat: A Vacska-barlang Rózsát-termébe kihelyezett üveglapok adatai, a begyűjtött lapok karbonátkiválásainak súlyával együtt. Vizsgálatuk jelenleg folyamatban van.

A Vacska-barlangban gyűjtött csepegővizek stabilizotóp-összetéle negatívabb értéket mutat, mint a csapadék éves, mennyiséggel súlyozott értéke. Ez arra utal, hogy a barlangba leszivárgó víz alapvetően a téli csapadékot „mintázza meg” (11. ábra). Ezentúl megfigyelhető, hogy a Rózsát-teremben lévő mintagyűjtési pont stabilizotóp-összetéle markánsan elkülönül (12. ábra) a többi mintavételi ponttól (Mérőföldkőháti-terem, Cseppköves-terem, Nyeregpontháti-terem, Fennkőháti-terem), azoknál kevésbé negatív értéket mutat. Ez arra utalhat, hogy a Rózsát-terembe történő beszivárgó víz esetében a téli csapadék dominancia kisebb mértékű, mint a többi teremben.



11. A Vacska-barlangban gyűjtött csepegő vizek stabilizotóp-összetétele.

Vízszint regisztrálás az Ajándék-barlang tavaiban

Az Ajándék-barlang egyik különlegessége a 2014-ben felfedezett három tó, amelyek 1 km hosszú járatrészt töltenek ki. A három különálló tó vízszintje az évszakos csapadékutánpótlást lassan követve változik (lassú csökkenés, és gyors emelkedés jellemzi). Viszont a két tó vízszintje mind csökkenés, mind növekedés esetén 40 cm eltéréssel követik egymás változásait. A változások rögzítése érdekében mindhárom tóban elhelyeztünk egy-egy Dataqua típusú vízszint regisztrálót, valamint ahogy a tavak vízmozgása engedi, mintát is gyűjtünk a vizükből, a korábban leírtak szerint.