

Molnár János-barlang

Kutatási jelentés

2015

2015 február 15- 2016 február 15

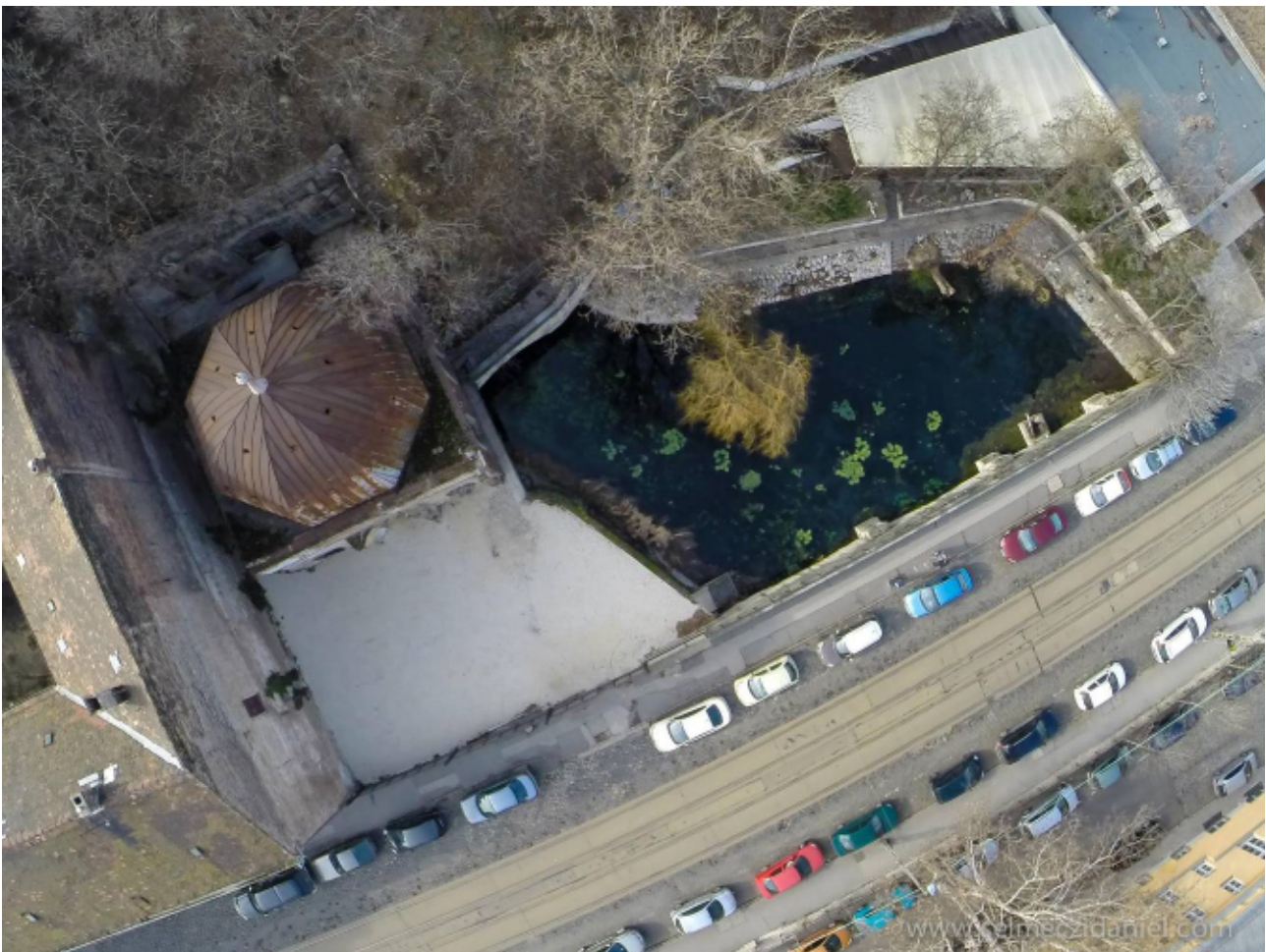
Készítették: Müllner László, Hosszú Attila, Storozynski Szabolcs, Zsoldos Péter, Dr Szieberth Dénes,
Müllner-Lencsés Edina, Virág Magdolna, Nagy Gyula

Tartalom

1	Bevezetés	3
2.	Járat jelölések	5
3.	Molnár János Barlangban 2015-ben végzett térképezési munkák.....	6
3.1	Előzmények	7
3.2	2015.évi tevékenység.....	7
3.3	Összefoglalás	12
4.	Hidrológiai vizsgálatok a Molnár János-barlangban 2015	15
4.1	Bevezetés.....	15
4.2	Gáztér-vizsgálatok a Seprűs-ág feletti levegős teremben	16
4.3	Áramlásmérések	22
4.4	Vízkéimiai vizsgálatok és a csepegő vizek megfigyelése	26
4.5	A Boltív-forrás magas radontartalmának vizsgálata.....	32
5	Víz- és üledékvizsgálatok a Molnár János-barlang víz alatti szakaszán	40
5.1	Vízvizsgálat	40
5.2	Üledékek és kőzet, ásványok vizsgálata.....	48
6.	A technikai kiszolgáló csoport munkája.....	52
7.	Régi kötelek eltávolítása, rendszerezése.....	54

1 Bevezetés

A Molnár János-barlangra a KTF:1975-5/2014 számú kiadott engedély alapján, csapatunk folytatta kutatási tevékenységét. Idén, az eddigiekben vezetőkötéllel kiépített járatszszakaszok térképezését és az ott folytatott tudományos kutatásokat helyeztük előtérbe. Csapatunk új kutatásvezető helyettessel bővült, így munkánkat hatékonyabban tudtuk végezni. A barlang állagának megóvása elsődleges számunkra, mindezek mellett merüléseinket mindenféle baleset nélkül sikerült végrehajtanunk. Eredményeink eléréséhez közel 160 merülést hajtottunk végre.



1. kép

Kutatásban résztvevők:

Kutatásvezető: Müllner László

Kutatásvezető helyettesek: Hosszú Attila

Storozynski Szabolcs

Zsoldos Péter

Spanyol József

Nagy Gyula

Surányi Gergely

Technikai kiszolgáló csoport:

Sári Attila

Seper Tibor

Blank István

John Róbert

Müllner-Lencsés Edina

Mogyorósi Gábor

Selmeczi Dániel

Sásdi Zsolt

Dr Szieberth Dénes

Pap Viktor

Bajnok Róbert

Mihalecz Ádám

Bauer Zoltán

Geológus:

Virág Magdolna

2. Járat jelölések

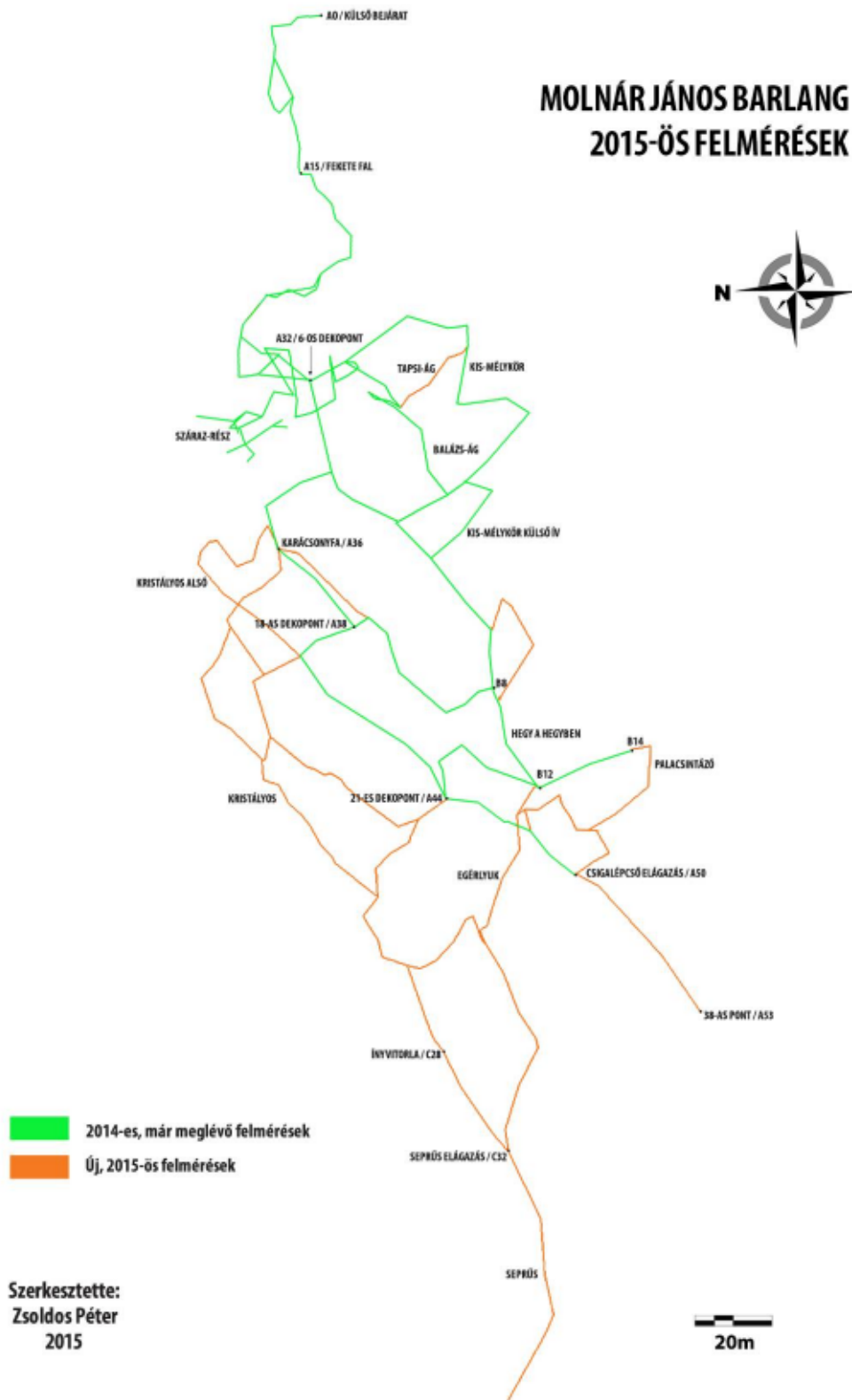
Az utóbbi jelentésünkben részletezett járatjelölési rendszerünk remekül vizsgázott. A különböző területeken dolgozó bűváraink nagy pontossággal tudták beazonosítani a barlang minden egyes pontját. Ez különösen fontos a mintavételezési pontok meghatározásánál. Egy apró változtatásra azonban szükség volt. Az olyan oldalágak, melyek nincsenek bekötve a kötélzetbe, nem feltétlenül indulnak töréspontból. Ilyen esetben egy plusz számjegyet adtunk az előtte található ponthoz (A12+1, tehát A121). A Köztes ágba elérkeztünk a 80-ik ponthoz. Innentől indokoltta vált egy „J” betű beiktatása (A12J1). A töréspontból induló jump járatokat változatlanul a töréspontból számozzuk plusz karakterek hozzáadása nélkül.



2. kép

3. Molnár János Barlangban 2015-ben végzett térképezési munkák

Készítette: Storozynski Szabolcs-Zsoldos Péter



1. térkép

3.1 Előzmények

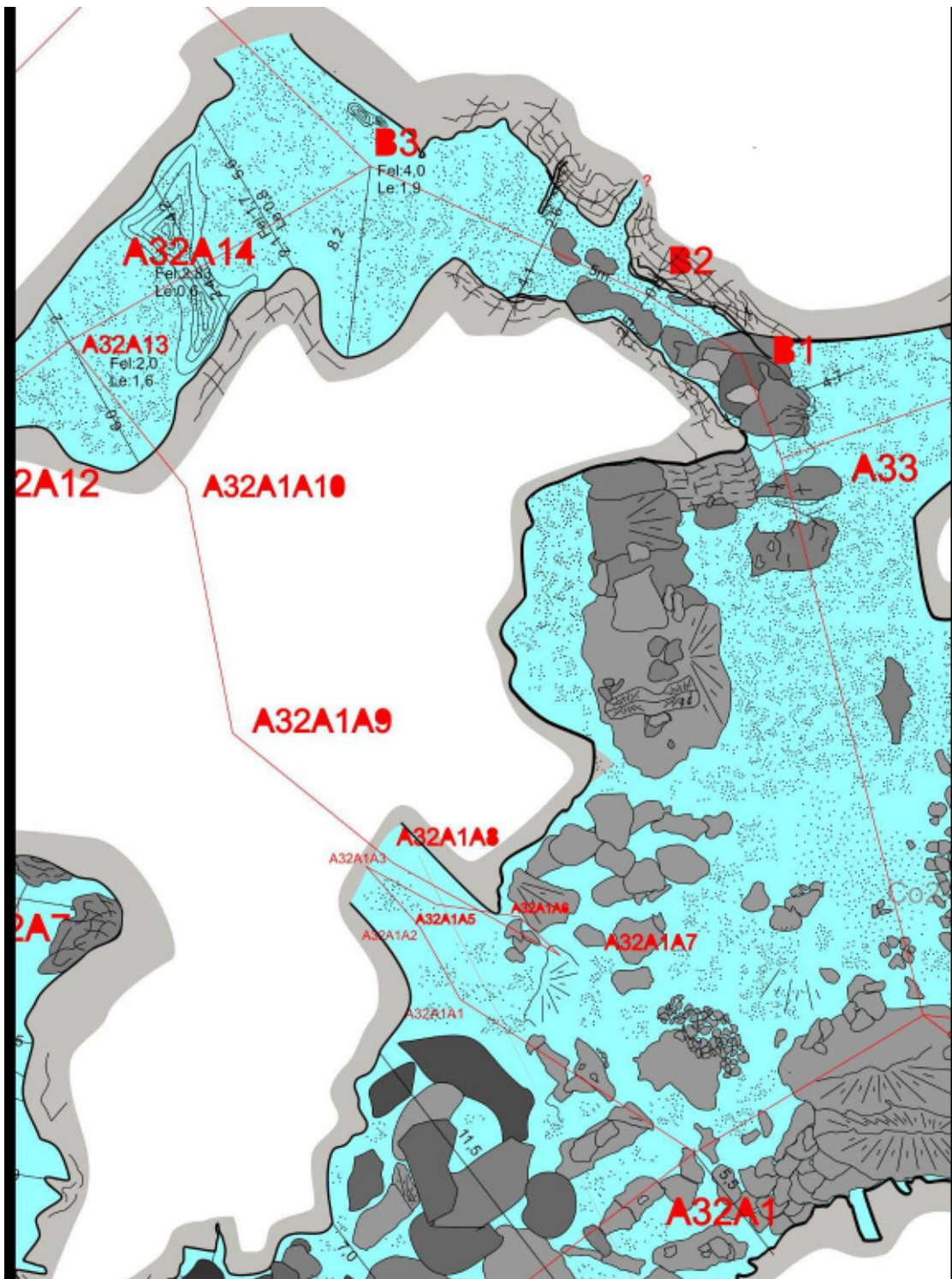
2013-ben elkezdtük, majd 2014-ben folytattuk a barlang újra felmérését a már részlegesen elkészült új vezetőkötél rendszer alapján, amely egyben poligonként is szolgál. A két év alatt összesen 117 merülés során összesen 1040 m poligont vettünk fel. A távolságokat továbbra is műanyag mérőszalaggal, az irányszögeket az olajcellás laptájolóval mértük, melyet egy egyedileg tervezett és kivitelezett, poligon zsinórra függeszthető vízszintesre önbeálló műszerházba helyeztünk. A lejtőszögeket a pontok mélységének méréséből (digitális búvár mélységmérő műszer) kapott adatokból számoltuk, mint az a víz alatti térkép készítésnél általános. Az alaprajzi vázlatok készítésével eljutottunk a külső bejáratától a Kessler teremig, majd onnan a 21-es dekó pontig az „A” főágon. Számos keresztmetszélyt is felvettünk. az alaprajz és a keresztmetszélyezés tekintetében is elkezdődött a számítógépes feldolgozás, rajzolás.

3.2 2015.évi tevékenység

A tárgyévi térképezési munkák a 2014. évi jelentésünkben leírt módon folytatódott tovább. Hossz szelvényezésre és rajzolásra a barlangban végzendő óriási munkamennyiség miatt továbbra sem volt kapacitásunk. Keresztmetszélyezési munka és alaprajzi vázlatok készítése a Kis mélykőrön (A32A1-A32 A14, ill.B1-B3) folytattuk tovább.

Január-február-március:

Januárban elindítottuk a harmadik főág (C) felmérését. Az első negyedévben elkészült a C főág teljes hosszban, az A40-C11 szakasz, ill. az C5-A40B1 (Kristályos felező) pontig tartó átkötő poligonja. A rajzolás, vázlatolás is elindult a Kis Mélykőrön.

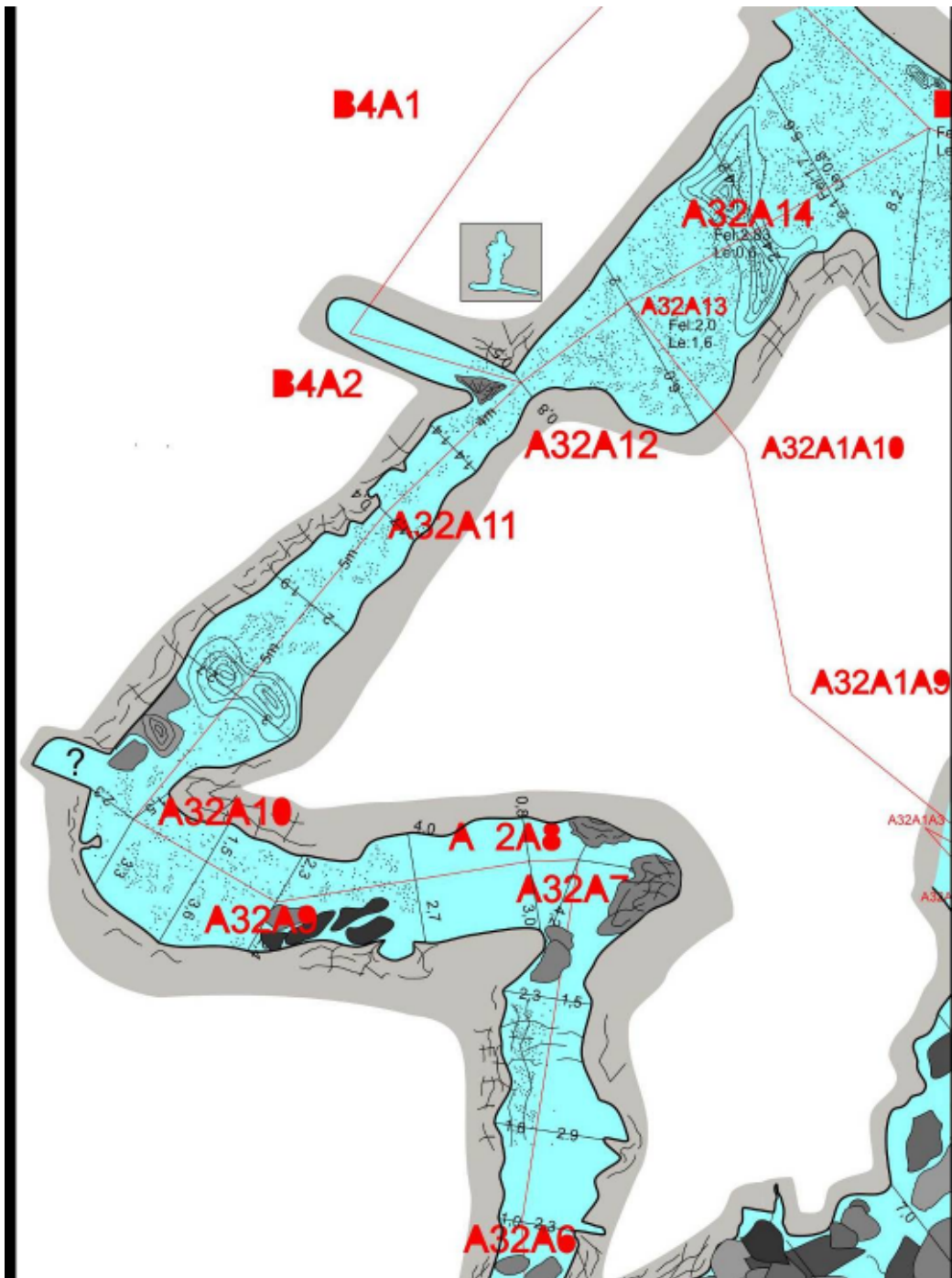


2. térkép

Április-május-június:

Folytatva a munkát ebben az időszakban döntően a C főághoz tartozó, ill. az A főágat és a C főágat összekapcsoló járatokat mértük fel. Tárgyi felmérések ill. az előzőleg elkészült szakaszok több "hurkot" is bezártak, így ellenőrizhettük az elkészült poligont. Ebben az időszakban elvégzett felmérések: A44-C20 átkötő, A40B3-A44A1, A48-A48A10 (Egérlyuk), C25-C25A7 (Seprűs

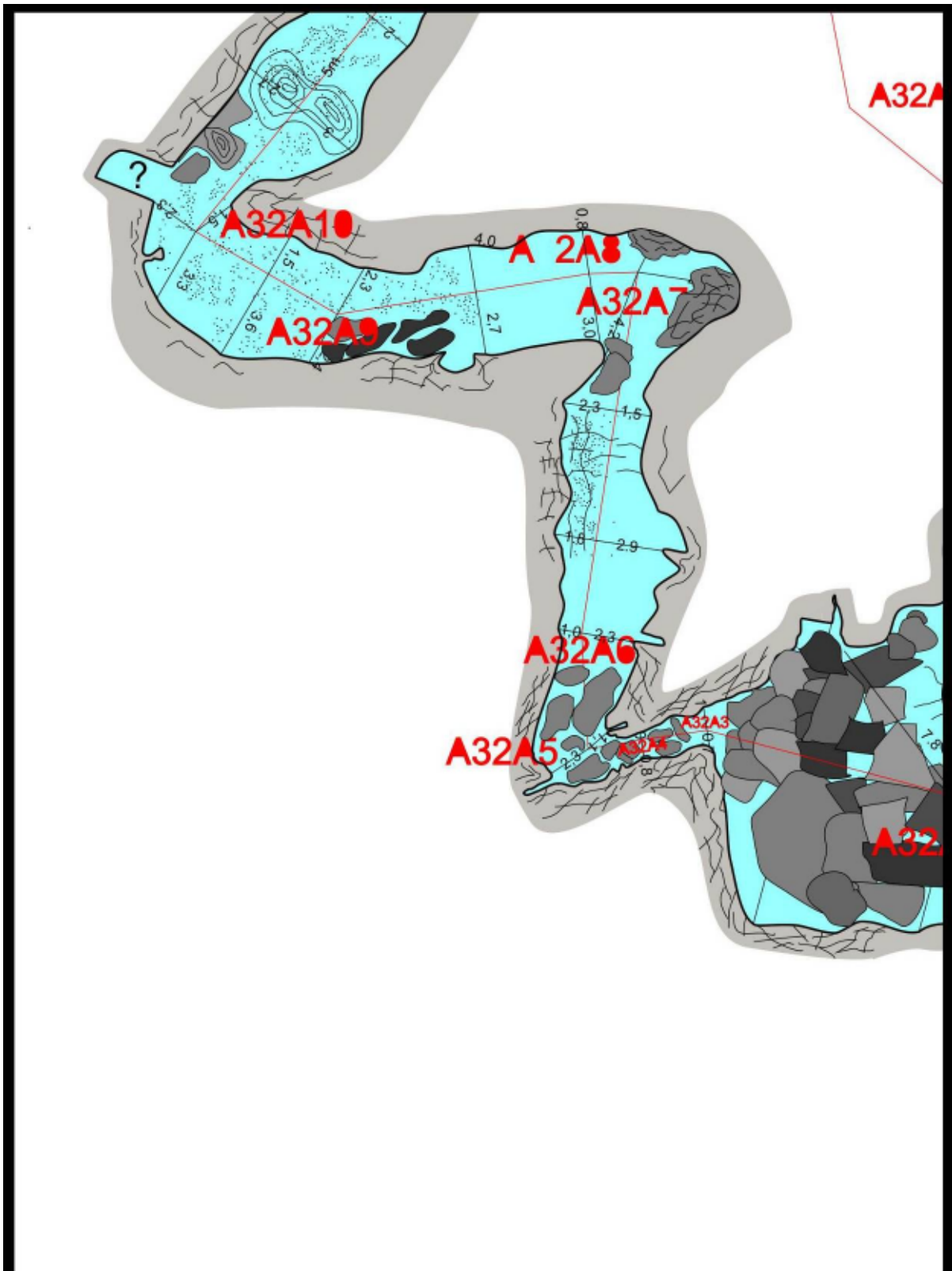
mellékág). A második térképész csapat számára a fő feladatot a Kis Mélykör alaprajzi segédmérési jelentették. Több segéd poligont is elhelyeztünk, ill. felmértünk, hogy támpontul szolgáljanak a felülnézeti rajzokhoz.



3. térkép

Július-augusztus-szeptember:

A poligon az A főághoz tartozó alsó járatok felvételével haladt tovább ezek kapcsán újra záródott néhány kör. Elkészült szakaszok: A36-A40 (Kristályos alsó), és A36A1-A36A4 (Tihanyi-alsó). A rajzoló csapat folytatta munkáját a Kis Mélykörön.

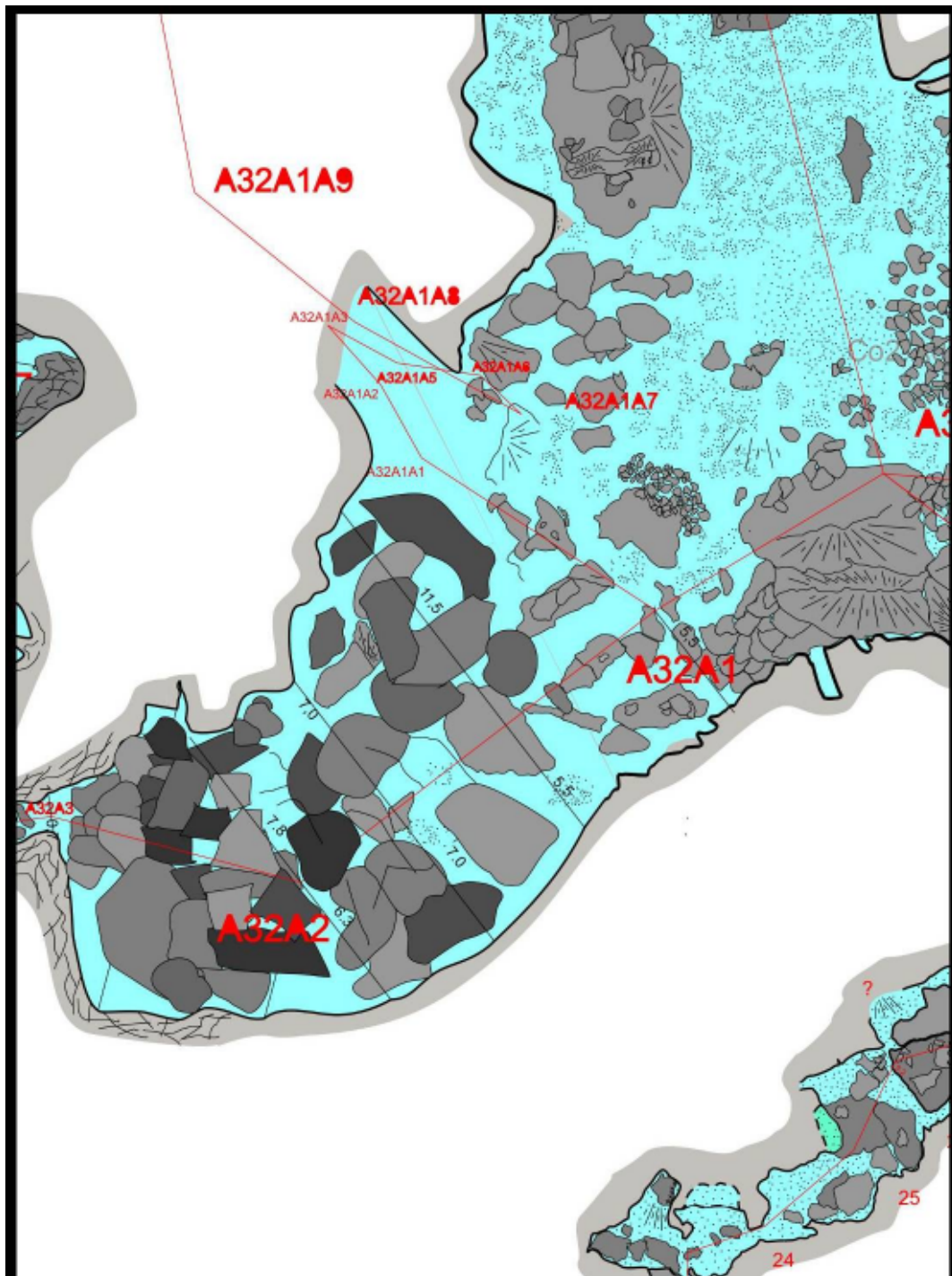


4. térkép

Október-november-december:

Az év utolsó időszakában elvégeztük az A főág felmérését A50-A53-ig ("38-as pont"), valamint a B12- B18 pontok közötti alsó átkötő szakasz és a B6-B9 pontok közötti kerülő szakasz poligon felvételét. Térkép rajzolás szempontjából továbbra is a Kis Mélykőr és a Kis Mélykőr felező

(Balázs ág) elejének alaprajzi vázlatai készültek. Megkezdődött a vázlatok alapján a digitális térképrajzolás, szerkesztés.



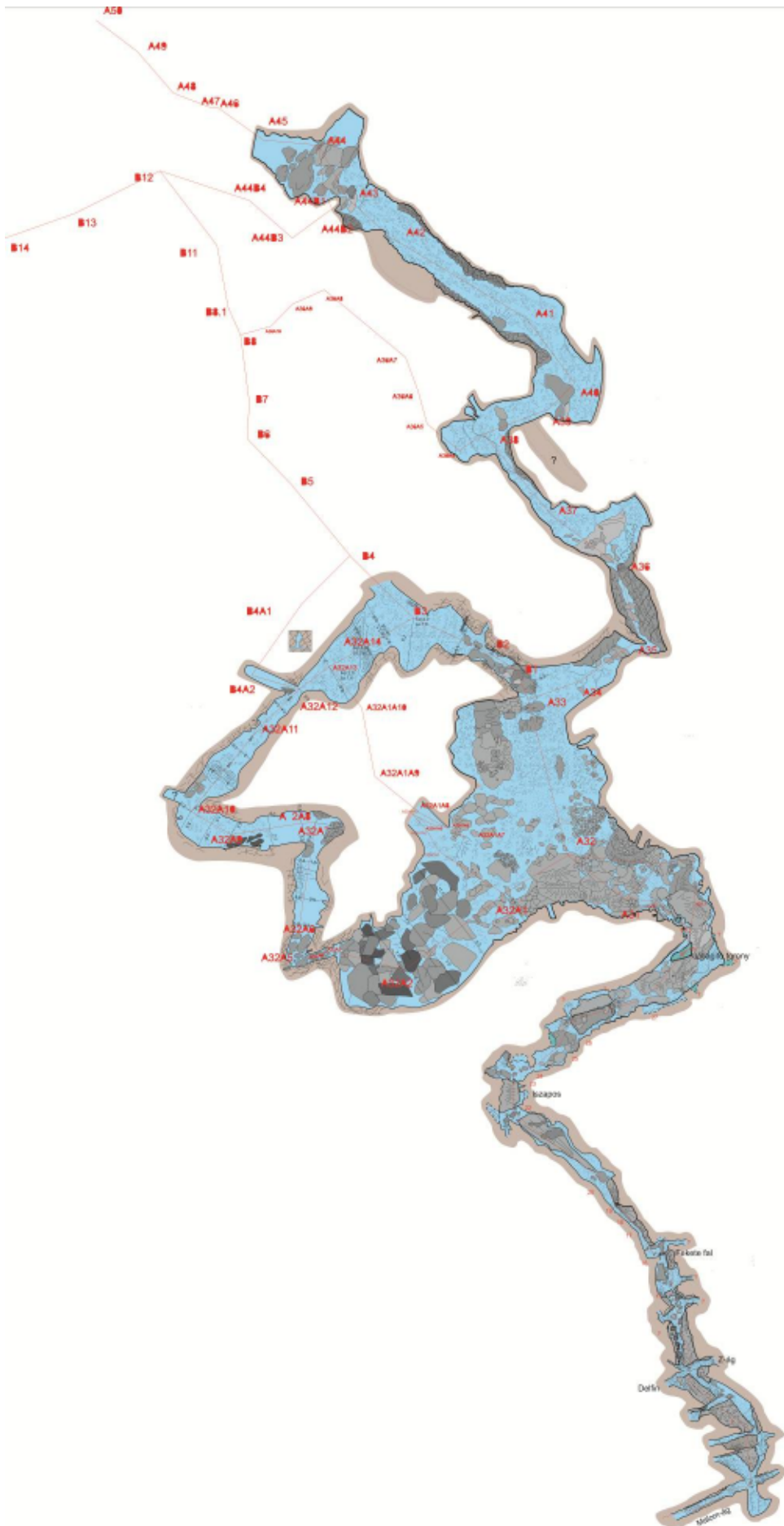
5. térkép

2016 január:

Január hónapban alapvetően gyakorló, valamint az elkészült kötélzet ellenőrző bejárására szolgáló merüléseket hajtottunk végre.

3.3 Összefoglalás

2015-ben térképezés szempontjából a 2014-es évhez hasonlóan eredményes évet zártunk. A már az előző jelentésben is megemlített objektív nehézségek, (könnyen felkavarodó részek, többszöri függőzések, segédpoligonok beépítési kényszere, ill. a rajzolásnál a barlang rendkívül összetett volta) ellenére 84 merülés során összesen 1074 m poligont vettünk fel. Alaprajz tekintetében a vázlatok készítését befejeztük a Kis Mélykör és a Kis Mélykör felező (Balázs ág) elejének járatainál. Megkezdődött a végleges rajzolt térkép digitális szerkesztése.



6. térkép

A munkában részt vettek: Storozynski Szabolcs, Seper Tibor, Pap Viktor, Blank István,
Mogyorósi Gábor, Sári Attila, Szebeni Lehel, Zsoldos Péter.

4. Hidrológiai vizsgálatok a Molnár János-barlangban 2015

Készítette: Dr Szieberth Dénes

4.1 Bevezetés

A tárgyévben tovább folytatódott az együttműködés a bűvárcsoport valamint a BME és az ELTE kutatócsoportjai között. A közös munka fontos eleme, hogy a közreműködő bűvárok is jártasságot szereznek a műszerek kezelésében, a megfigyelések értékelésében, és folyamatosan fejlesztik a mintavételi technikákat a mérések tapasztalatai alapján. Minthogy a bűvárok a tudományos kutatók “szemei” és “kezei” a víz alatti környezetben, rendkívül fontos a pontos, részletes kommunikáció, és kívánatos lenne mind a bűvárok tudományos továbbképzése, mind a kutatók megismertetése a bűvártechnikákkal.

A közreműködő kutatócsoportok és kutatók listája:

BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék (Dr Szieberth Dénes docens, Mátyási Judit vegyészmérnök)

BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék (Dr Hajnal Géza docens, Rehák András PhD hallgató)

ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék (Dr Erőss Anita tudományos munkatárs, Virág Magdolna PhD-hallgató)

A kutatási évben az együttműködésből létrejött publikációk, dolgozatok:

Vízkémiiai vizsgálatok a Molnár János-barlangban (Farkas Dávid, Hajnal Géza, Szieberth Dénes; Magyar Építőipar 2015/2, 57-62)

A csapadék hatása a rózsadombi források utánpótlódási és megcsapolódási területén. (Bodor Petra, Erőss Anita, Mádlné Szőnyi Judit, Kovács József : Földtani Közlöny (2015) 145/4, 385–396.

A Molnár János-barlang térségének hidrológiai vizsgálata (Lakos Péter, diplomamunka, témavezető: Dr Szieberth Dénes, Dr Hajnal Géza, Farkas Dávid; BME 2015)

Izotóphidrológiai vizsgálatok a Molnár János-barlangban (Restás-Göndör Adrienn,

diplomamunka, témavezető: Dr Erőss Anita, Dr Czuppon György; ELTE TTK 2015)

A Boltív-forrás radon tartalmának lehetséges eredete (Csondor Kata, TDK -dolgozat, témavezető: Dr Erőss Anita, Dr Horváth Ákos, Dr Szieberth Dénes. ELTE TTK 2015)

Közreműködő búvárok:

Spanyol József

Szieberth Dénes

Müllner László

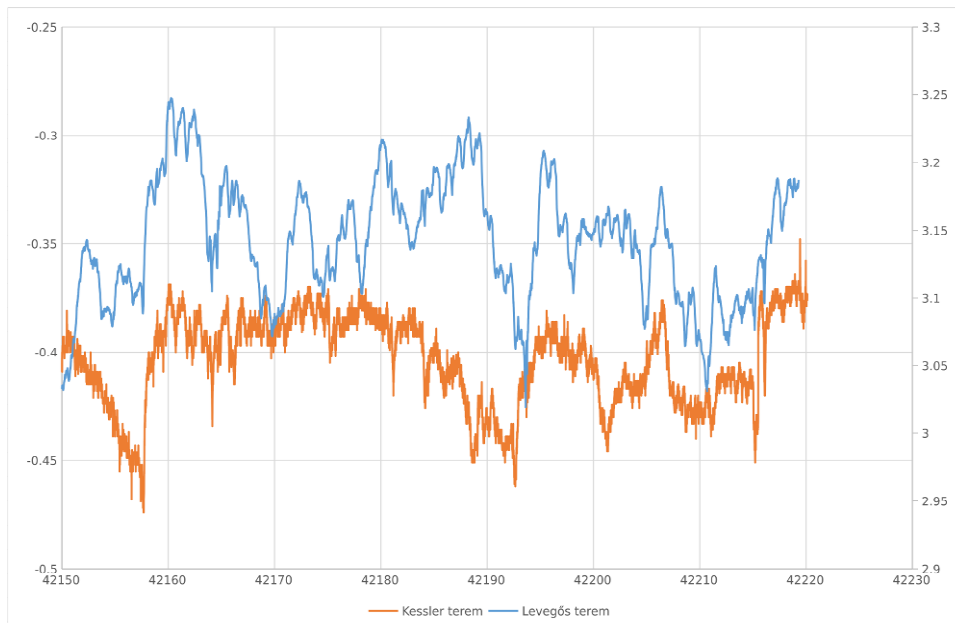
Nagy Gyula

John Róbert

4.2 Gáztér-vizsgálatok a Seprűs-ág feletti levegős teremben

A méréseket és kiértékelésüket a BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszékén, Dr Balla József laboratóriumában végezte Mátyási Judit, Dr Szieberth Dénes és Nyerges Gyula.

A barlang ismert járatainak északnyugati végpontjánál, a poligon C341A01A pontja felett kb. 5 m² területű, szabálytalan alakú gáztér helyezkedik el. A gáztérben atmoszferikus nyomás mérhető, a vízfelszín nagyobb ingadozásai követik a Kessler-terem vízfelszínének ingadozását. Ezt a gáztérben ill. ~3m -rel a vízfelszín alatt 2015.01.06. -tól 2015.08.02. -ig elhelyezett Solinst Levelogger műszer adatai is igazolják, ami bizonyítja, a gáztér nem a búvárok kilégzett gázaival telt elzárt gömbfülke, hanem kapcsolatban van a kültérrel (a kisebb különbségek a légköri nyomáskompensáció hiányából fakadnak; a műszer felszíni nyomást rögzítő egysége meghibásodott).



Vízszintingadozások a Kessler-teremben és a Seprűs levegős teremben - 2015.06.06.

A nyomásegyensúlyt biztosító repedésrendszer méretére, az esetleges nagyobb gázterek közelségére következtetéseket vonhatunk le a gáztér komponenseinek időbeni esetleges változásából. Külön érdekesség, hogy légvonalban a barlangnak ez a járata van legközelebb a József-hegyi-barlanghoz, így esetleg lehetőségünk adódhat a két barlangrendszer közötti kapcsolat bizonyítására. A gáztér komponens-koncentrációinak nyomonkövetését, illetve az ehhez szükséges mintavételi és mérési módszerek fejlesztését már 2014 -ben megkezdtük, módszereinket a 2015. -ös év során is folyamatosan finomítottuk.

Mintavétel:

Először üvegből készült, tefloncsapos gázmintavevő edényeket használtunk, ezek azonban még a speciálisan erre a célra készített szállítótartály használata mellett is túl sérülékenynek bizonyultak, noha tagadhatatlan előnyük az edényfallal való kémiai reakciók és a számottevő mértékű adszorpció/deszorpció kizárhatósága. További próbálkozások történtek egy mindkét végén túszeleppel ellátott, rozsdamentes acél mintavevő tartállyal, azonban a szelepek kis átteresztőképessége megnövelte a mintavételi időt, ami a nem belélegezhető gázt tartalmazó térben való tartózkodást túlzottan meghosszabbította. Számos próbálkozás után megfelelő megoldásnak bizonyult ásványvizes PET -palackok használata. A palackokat a mintavétel helyszínén megtöltjük a barlangterem vizével, majd egy darabokból összeilleszthető kb. 1.5 m hosszú rúd segítségével magunktól elnyújtva (a légzőgázokkal történő kontamináció elkerülésére) a palackot felfordítva a

kifolyó víz helyére a teremből származó gázok kerülnek. Amennyiben a gáztér egyensúlyban van az alatta lévő vízben oldott gázokkal, a kifolyás során történő gázcsere nem befolyásolja a gáztér összetételét. Több alkalommal a vízfelszín felett 0.5 és 1.5 m -es magasságban is vettünk mintát, a felszín több pontjában is, rétegződésre vagy tökéletlen elkeveredésre utaló jelet nem találtunk. A mintavevő palackok nyakrészét a barlang vizéből történő kiemeléstől kezdve a mérésig folyadékzár alatt tartottuk. A mintákat izoterm körülmények között tároltuk a kondenzáció megakadályozására. A mérésekhez a palack falára ragasztott szeptumon keresztül, gázfecskendővel vettünk a mintából, a szeptum átérésztése miatt egy palackot csak egy alkalommal mértünk.



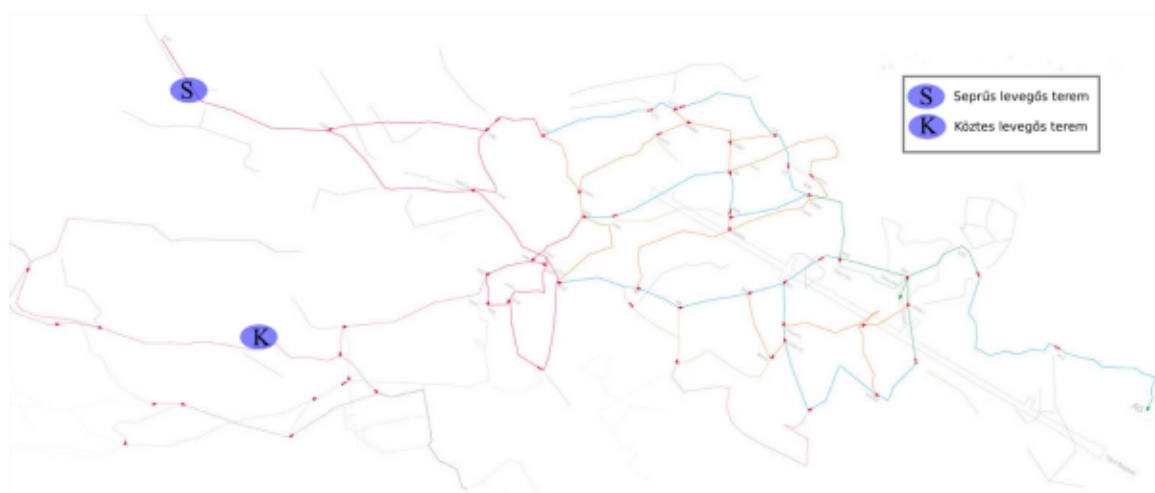
Gázmintavétel a főte közeléből

A mérések:

A mérések egy Shimadzu GC-2010-es gázkromatográfon történtek egy Shimadzu QCMS-QP2010 tömegspektrométerrel kapcsolva. Egy 30 m × 0,32 mm méretű Supel-Q Plot kapilláris kolonnát használtunk. Ezen a kolonnán az elválasztás nem megfelelő, de a tömegspektrométer segítségével az egyes fragmensekből lehetséges a komponensek mennyiségi meghatározása.

A gáztér összetétele:

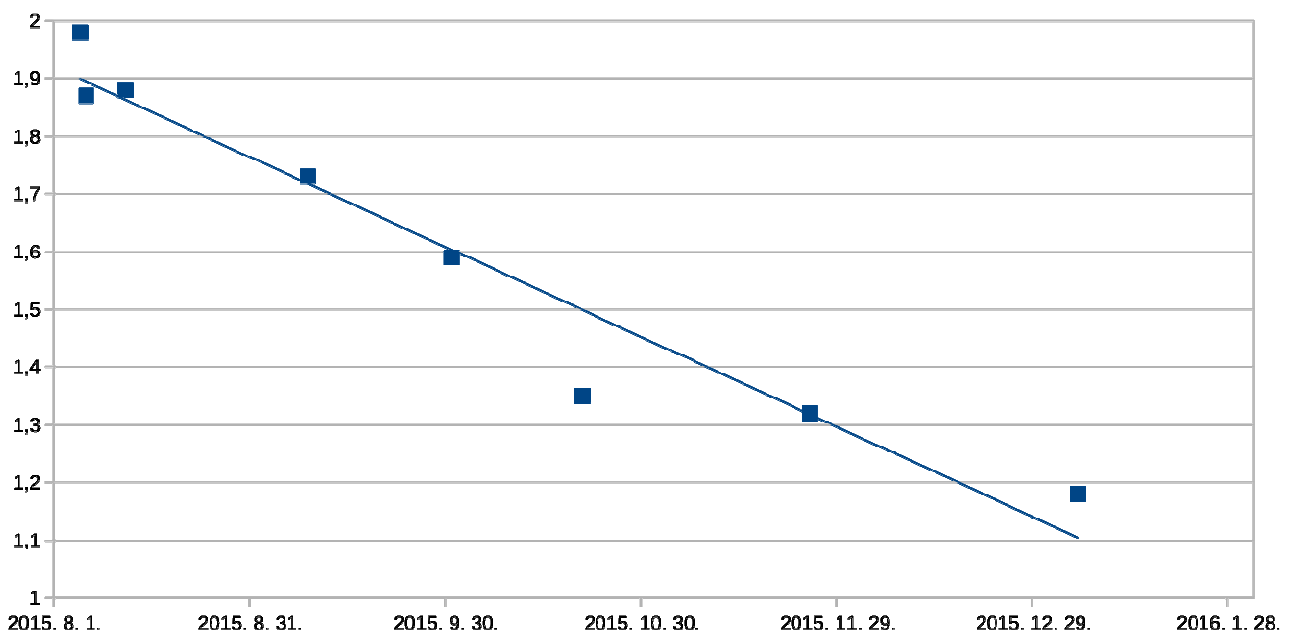
Próbamérések szerint a gáztérben átlagosan 6.5% O₂ és 4.5% CO₂ van, 1.0% argon mellett. Noha a gáztér a búvárok emelkedése és ott tartózkodása közben folyamatosan szennyeződik a jóval magasabb oxigéntartalmú légzőgázokkal, az ismételt mintavételek során (az egyes mintavételi időpontok között néhány naptól két hónapig terjedő idő telt el) a gáztér összetétele stabil volt. Ez úgy magyarázható, hogy egyrészt a terem térfogata a vízfelszínről beláthatónál jóval nagyobb, így a légzőgázok elkeveredve csak kis változást okoznak, másrészt a terem oxigéntartalma a barlang alatta lévő vízával beálló egyensúly révén alakul ki, a búvárok okozta zavarás után gyorsan helyreáll. E hipotézis bizonyítására barlangvizet tartalmazó üvegekben mesterségesen normál légköri összetételű gázteret hoztunk létre, amiben vizsgáltuk a folyadékban lévő oldott gázokkal kialakuló egyensúlyt. Az egyensúlyi gázkoncentrációk hasonlóan bizonyultak a Seprűs-ág feletti gáztérben mérthez, így feltételezhetjük, a gázteret döntően nem szellőzés vagy a falon lévő bevonatokkal történő reakciók, hanem a vízterben oldott gázok határozzák meg. Érdekesség, hogy a barlangnak egy légvonalban 65, (az ismert járatrendszeren keresztül kb. 400 m) távolságban lévő, másik levegős terméből szintén vettünk mintát (Köztes-ág, A65 pont felett), ahol a gáztérben kialakult koncentrációk szintén nagyon hasonlóan adódtak. Minthogy irodalmi adatok szerint a Kessler-terem eredeti, kiszellőztetés előtti összetétele szintén hasonló volt, a gázterek összetétele a barlang feletti helytől és vízhőmérséklettől függetlenül azonosnak tűnik - ez az eltérő hőmérsékletű vizek eltérő összetétele, eredete és kora miatt meglepő.



Gázmintavételi helyszínek

2014 -ben egy próbát már végeztünk a gáztér argon-koncentrációjának megnövelésére, majd a változás lecsengésének nyomon követésére. Az akkori megfigyelés szerint 1 m^3 argon bejuttatása 4.9% -osra növelte az argonkoncentrációt, ez kb. 25 m^3 -es gáztérfogatnak felel meg. A gázkoncentrációk az egy héttel későbbi mérésre már visszaálltak az eredeti 1.0% -ra, amit az argon vízben való rossz oldhatósága, valamint az ebből következő alacsony koncentrációgradiens és lassú diffúzió miatt konvekciónak (szellőzés) tulajdonítottunk.

2015.08.05. -én ismét megnöveltük az argonkoncentrációt, ezúttal 500l argont juttatva a gáztérbe. A gáztér keveredését a nagy kiáramoltatási sebesség mellett uszonnyal történő legyezéssel is segítettük. A kieresztés után 4 ponton vettünk gázmintát a teremből, amik jó egyezést mutattak, igazolva az elkeveredést. Az argonkoncentráció 2.0% -ig növekedett meg, ami az egy évvel korábbi méréshez képest kétszer nagyobb ($\sim 50\text{ m}^3$) gáztérre utal. A koncentráció lecsengése sem egyezett a korábbi mérés eredményével, az egy hetes időtartam helyett kb. 6 hónap alatt állt vissza. A koncentráció-idő diagram leginkább egyenessel volt közelíthető, ami nehezen egyeztethető a vízfelszínen történő elnyelődéssel, hiszen a felszíni koncentráció folyamatosan változik. Megállapítható azonban, hogy a terem szellőzése ebben az időszakban elenyésző lehetett csak.



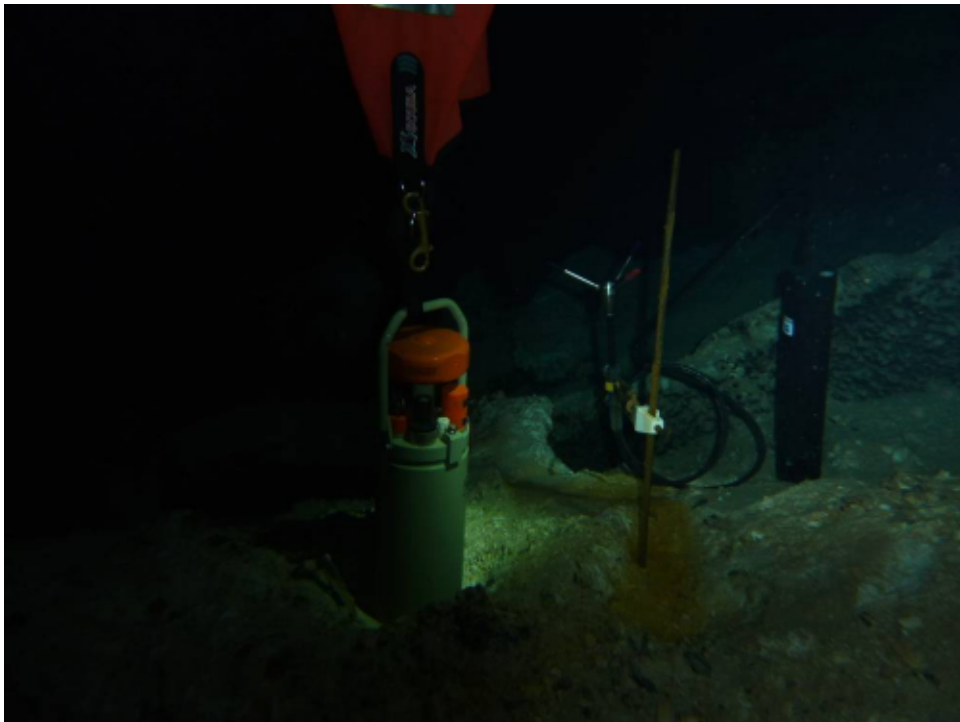
Argonkoncentráció változása a Seprűs levegős teremben

Az eredmények értelmezéséhez szükség lenne a levegős termék alatt különböző mélységekben megállapítani az oldott gázok koncentrációit. E mérések elvégzését a 2016 -os évben tervezzük.

4.3 Áramlásmérések

Az áramlásmérő műszerek adatainak kiértékelését Rehák András, Kiss Melinda, Dr Szieberth Dénes és Dr Hajnal Géza végezte a BME Vízépítési és Vízgazdálkodási tanszékén.

A 2014 -es év eredményei alapján már sejteni lehetett, a barlang áramlási rendszere nem felel meg a konvencionális képnek, ami szerint a távolabbi járatokból a forrás felé áramlik a járatokat kitöltő víz. A 2014 -ben egyes pontokon az áramlás regisztrálására alkalmazott Aanderaa RCM9 -es ADV áramlásmérő műszer a legtöbb helyen az alsó méréshatárhoz közeli sebességeket mért, nagy relatív hibával. 2015 első felében rendelkezésünkre állt egy Nortek Vector típusú, alacsonyabb méréshatárral rendelkező, ráadásul víz alatt jóval könnyebben szállítható, áthelyezhető ADV műszer is, amit sajnos meghibásodás miatt csak rövid ideig tudtuk használni.

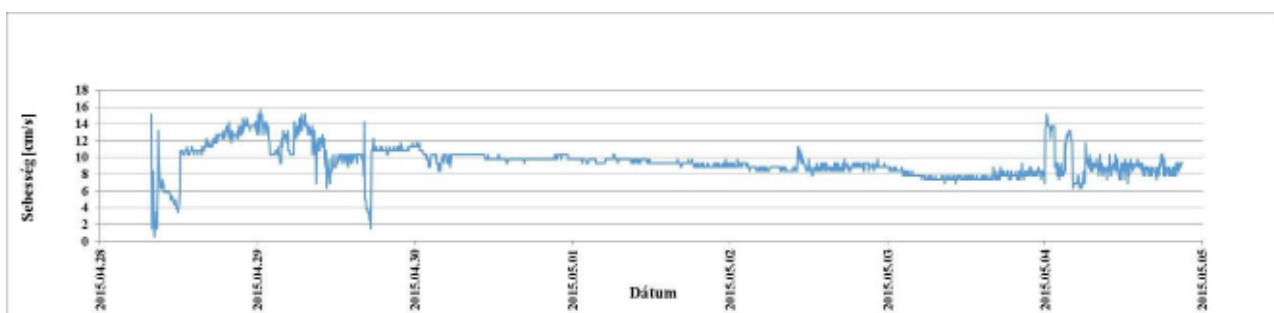


Áramlásmérő műszerek az A37 -es pontnál

Az akusztikus doppler -elven működő műszerek mellett egy helyen (A14, Fekete fal) az áramlás sebessége megengedte egy forgószárnyas áramlásmérő (OTT C2) használatát is. A reed -relés elektronikus számláló természetesen használhatatlan volt víz alatt, a fordulatszámot az egyik

forgószárny festékekkel jelölésével majd videofelvétel készítésével és számlálással határoztuk meg. Több helyen az áramlási irányt és sebességet az aljzaton összegyűlt üledék kismértékű felkavarásával és az üledékfelhő terjedésének megfigyelésével becsültük. A nagyobb járatokban jellemző kis áramlási sebességek esetén ez a helyszín nagyon óvatos megközelítését, a zavarás után az áramlással ellenkező irányban történő lassú és óvatos eltávolodást, majd az üledékfelhőt elkerülő oldaljáratból történő megfigyelést jelent, hiszen a néhányszor 10 cm/perces áramlási sebességek mellett a bűvárok mozgása a mérést értékelhetetlenné teheti.

A barlang nagy kiterjedése, és bonyolult járatrendszere az áramlások feltérképezését egyidejű mérésekkel rendkívül drágává teszi a szükséges műszerek nagy száma miatt. A rendelkezésre álló műszerpark az áramlási rendszer felderítését csak akkor engedné, ha az áramlások -vagy legalább azok iránya- hosszú idejű állandóságot mutatnának. A Malom-tó vízhozamának illetve a járatokat kitöltő víz kémiai állapotának viszonylagos változatlansága ezt valószínűsítene. Méréseink szerint azonban pl. a C25-C32 járatszakasz C30 -as pontján 2015.06.03. -án kb. 30 cm/perc -es áramlást figyeltünk meg a C32 irányába, tehát a kijárat felé ellentétes irányba. Ugyanezen járat C28 -as pontjánál 2015.07.30. -án a C25 irányába, tehát a kijárat felé mértünk ~100 cm/perc -es áramlási sebességet. 2015.08.05. -én a C28-C32 szakaszon a járat középmagasságában néhány cm/perc -es sebességet mértünk a C32 irányban, a járat alja közelében viszont az ellenkező irányban. A két réteg között 0.2 °C hőmérsékletkülönbség volt. Ezek a megfigyelések azt jelzik, az áramlási viszonyok a barlangban folyamatosan változnak. Ezt illusztrálja az RCM9 -es műszer A37 -es pontnál rögzített időszora is (a sebességadatok kalibráltak):



Áramlási sebességek alakulása az A37 -es ponton

Az áramlások változékonysága mellett a következő megfigyelések érdemelnek különleges figyelmet:

-Az A37 -es ponton az áramlási irány a kijáratától ellenkező irányba (A38) felé mutat.

-Az A57 ponttól kiáramló víz kettéoszlik. Részben az A55 felé indul, itt viszont a kijárat helyett lefelé fordul. Az A55-A50 szakaszon a nagy magasságú járatban több termoklin található, ezek akár ellentétes áramlási irányokat is takarhatnak. Az A57-től az "E" főág felé is indul áramlás.

-Az A47 -es pontnál lévő szűkület ugyan rendkívül tágas járatokat köt össze, de csak alig érzékelhető (10 cm/perc alatti) áramlás halad át rajta kifelé, ami nem emelkedik tovább az A44 felé, hanem a járat alján eltűnik a sziklák alatt.

-Az A13 -nál lévő szűkületen (Fekete fal) tapasztalható erős, a kijárat felé mutató áramlás zöme nem az "A" főágot követi, hanem lefelé fordul az István-terem irányába. Az István teremben a Boltív-forrás irányába fordul, és eltűnik egy, bűvárok számára járhatatlan repedésben. Az itt felkavart üledék kb. 30 perc múlva jelenik meg a Boltív-forrásban úgy, hogy az "A" főágban nem figyelhető meg. A gyors áramlás itt megengedi a forgószárnyas áramlásmérő használatát. Megközelítő keresztmetszelynyt felvéve az itt mérhető vízhozam hasonló nagyságrendű a Malom-tó zsilipjének hozamával.

-A Fekete-fal áttörése előtti időkből származó megfigyelések a "hideg víz útja" néven ismert oldaljáratból jól érzékelhető, alacsonyabb hőmérsékletű beáramlást írtak le. Itt, a 2015 -évben több alkalommal tett megfigyeléseink szerint sem hőmérsékletben, sem vízkémiában elkülönülő víz nem található.

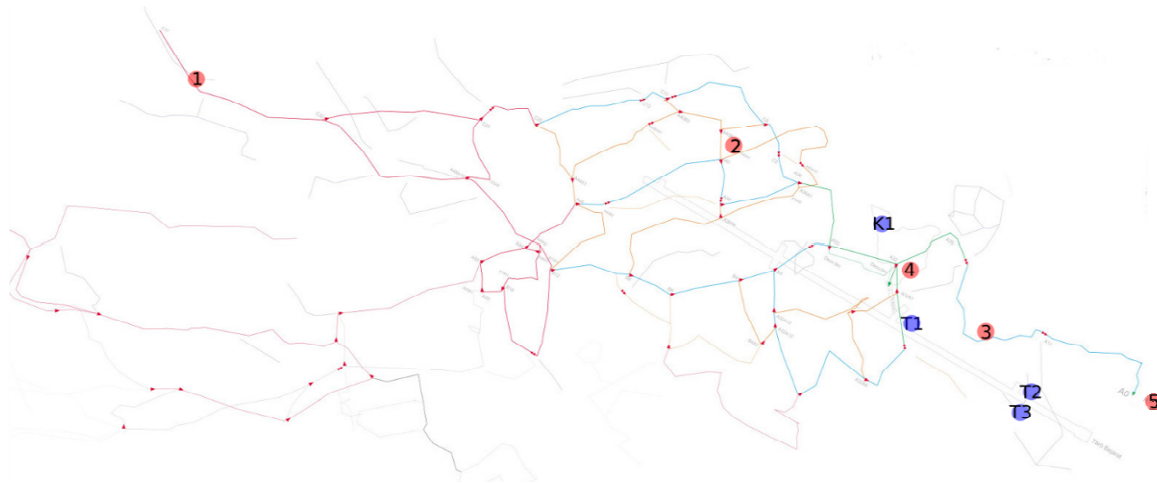
-Az A37 és A57 pontoknál megfigyelhető hozam (a mérések pontatlanságát is figyelembe véve) is lényegesen nagyobb a Malom-tó zsilipjének hozamánál (~30000 m³/nap vs. 2000 m³/nap).

A fenti megfigyelések jelzik, hogy gyökeresen át kell alakítanunk a Molnár János-barlang áramlási rendszeréről alkotott elképzeléseinket. A belső járatokban több helyen mérhető nagy vízhozam felértékelheti a barlang mint vízbázis jelentőségét is, azonban feltétlenül fel kell deríteni a teljes áramlási rendszert és megállapítani a be ill. kiáramlások helyeit, hiszen az egyes hozamok felléphetnek akár egy hőközrés eredményeképpen is. A továbblépést a több áramlásregisztráló műszer egyidejű alkalmazása mellett a nyomjelzéses technikák jelentik. A nagy járatkeresztmetszetekből eredő kis áramlási sebességek és az áramlások változása miatt nem a bűvárok által tett közvetlen megfigyelés, hanem az automata, folyamatos regisztráció segítené leginkább. Tervbe vettük mind víz alatt is használható fluoriméterek, mind ionszelektív elektródok alkalmazását is.

4.4 Vízkémiai vizsgálatok és a csepegő vizek megfigyelése

A vízminták analízisét Rehák András, Lakos Péter és Dr Szieberth Dénes végezte a BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszékén.

A 2015 -ös évben tovább folytattuk a barlang járatait kitöltő és a barlangba csepegő vizek megfigyelését. A járatkitöltő vizek analízisének anyagi okokból csak néhány konzervatív ion illetve a vezetőképesség meghatározására korlátoztuk, esetleges szennyezőkre csak szűrőpróbaszerűen vizsgáltunk. Ezek tanúsága szerint a barlang fő víztesteinek kémiai jellemzői időben nem mutatnak jelentős variációt. Ezt a kijelentést természetesen árnyalja, hogy a mintavételi helyszíneket még nem módosítottuk az áramlásmérések eredményeinek megfelelően, így a 2016 -os évben feltehetően találunk a változásokat érzékenyebben mutató mintavételi helyeket. Karakteres különbséget csupán az egyes helyek között találtunk. A mért átlagos paramétereket az alábbi táblázatban ill. diagrammokon foglaltuk össze.

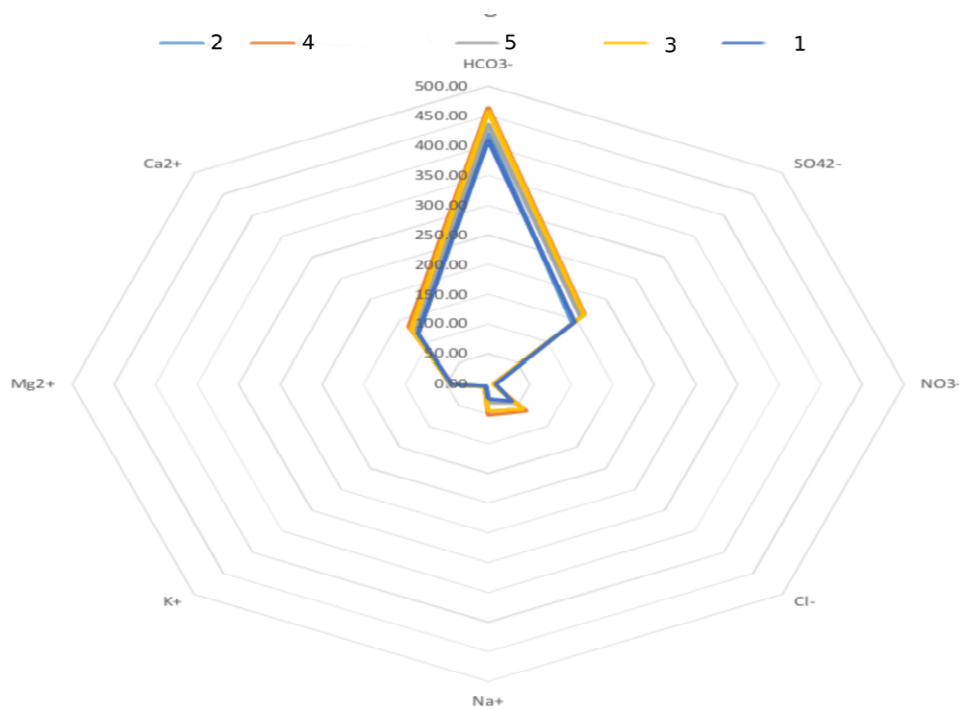


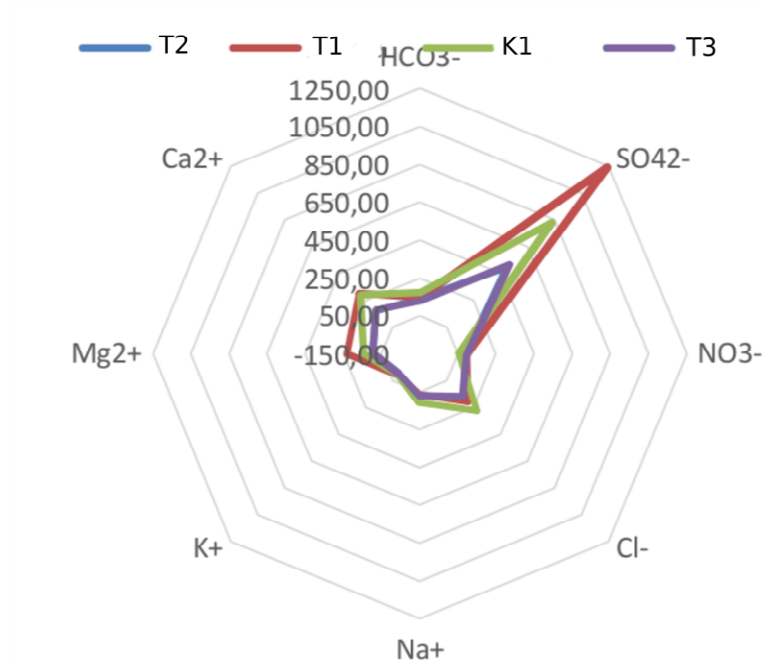
Rendszeres vízmintavételi helyszínek

Mintavételi hely	HCO ₃ ⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	Na ⁺ [mg/l]	K ⁺ [mg/l]	Mg ²⁺ [mg/l]	Ca ²⁺ [mg/l]	vezkép μS/cm	pH
------------------	---	---	--	---------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------	----

1	409	147	9	40	23	3	43	119	930	7.1
2	421	143	8	40	26	4	45	118	929	7.0
3	457	163	6	58	44	6	44	130	1068	6.9
4	463	163	5	64	51	6	43	135	1117	6.9
5	436	157	8	44	31	4	43	123	985	7.1
K1	171	831	57	273	105	6	142	285	2422	7.3
T1	146	1245	100	210	64	11	231	298	2770	6.4
T2	128	515	100	170	72	4	93	174	1733	7.5
T3	140	500	92	178	71	4	95	169	1726	7.6

Átlagos ionkoncentrációk a mintavételi helyszíneken



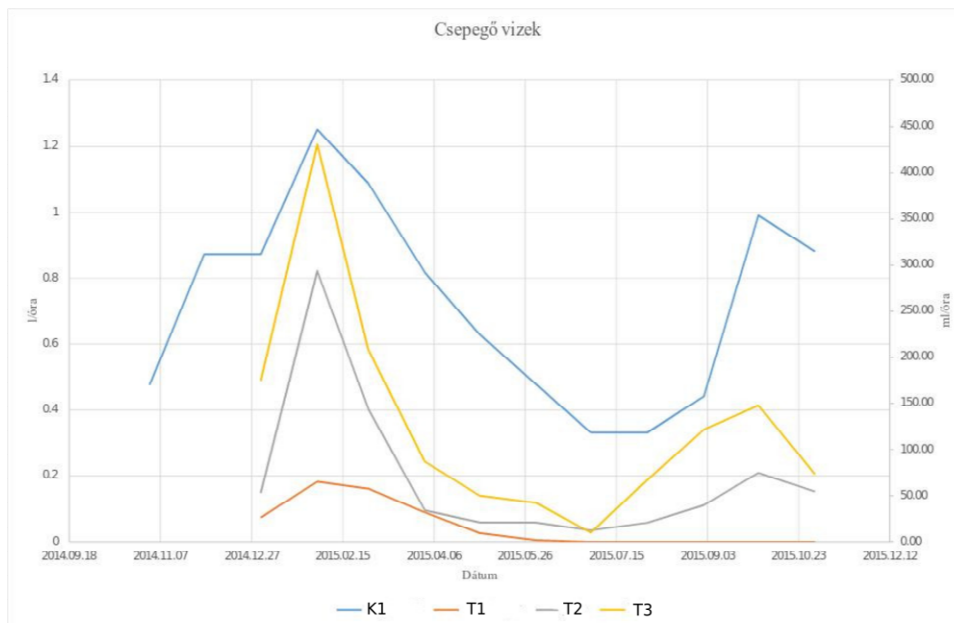


Járkitöltő és csepegő vizek átlagolt paraméterei

A fő víztípusok mellett az egyes járatokban számos kisebb különbség jelenik meg a vizek összetételében. A keveredési és beáramlási helyek meghatározására a kiemelt helyszínek folyamatos monitorozása mellett több mintavételi helyszín elemzését tervezzük a jövőben. A kis különbségek pontos felderítésére az eddiginél pontosabb analízis végrehajtására van szükség.

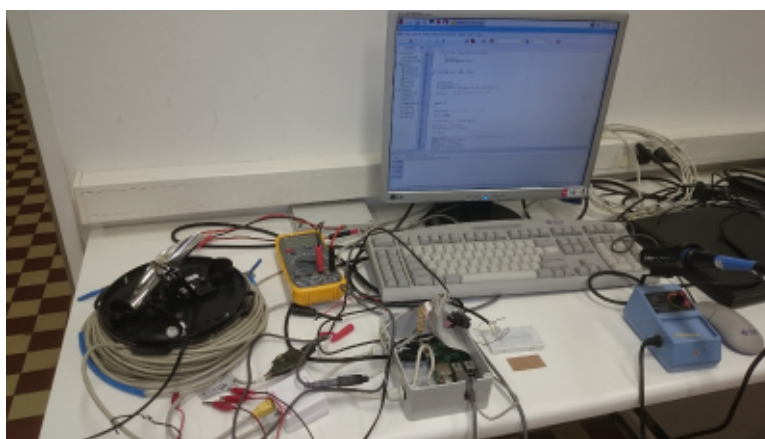
A fenti csillagdiagrammokon jól látszik, a járatkitöltő és csepegő vizek erősen különböző típust képviselnek. A csepegő vizek hasonló jellege, de jelentősen különböző hígítása azt jelezheti, ugyanazon földalatti vízfolyást csapolják meg, melyhez a felszínhez közeledve egyre több csapadékvíz keveredik, hígítva azt.

A csepegő vizek hozamának mérése lehetővé teszi a felszínről közvetlenül bejutó csapadékvíz hozzájárulásának követését. A T 1-3 cseppvízgyűjtőhelyeken köbözéssel, a K1 helyszínen a gyűjtőtartály vízszintjének regisztrációjával oldottuk meg. A következő diagrammon a csepegési hozamokat láthatjuk.



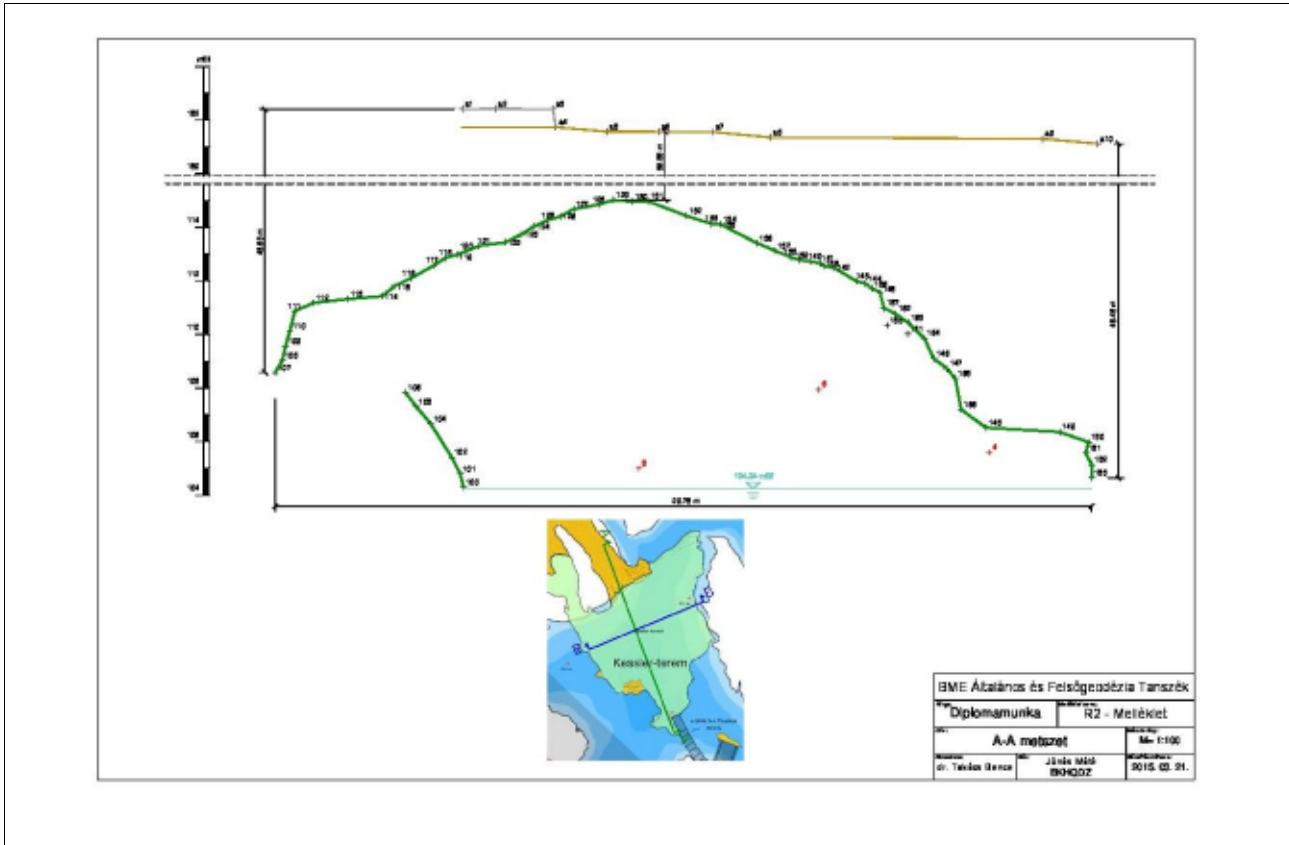
Csepegő vizek hozamai

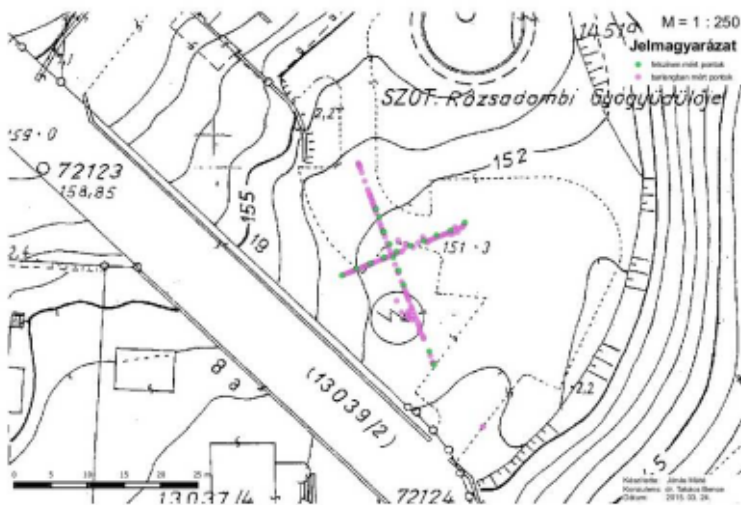
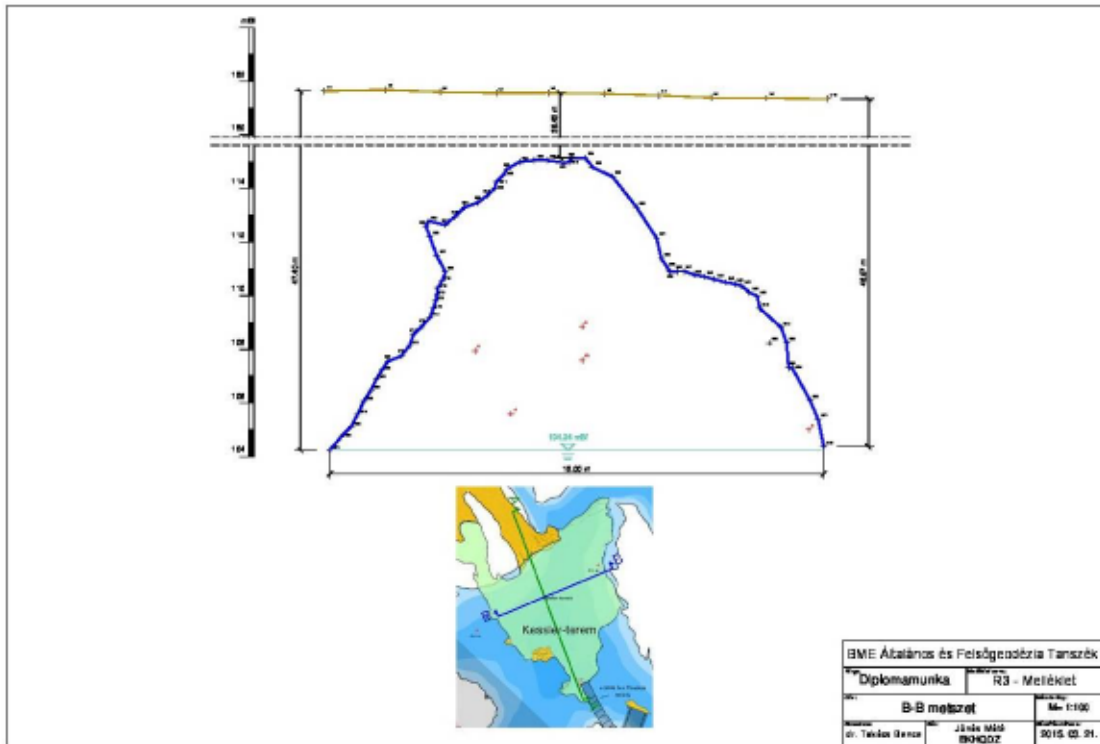
Az egyes csepegési helyek hozamai hasonló lefutásúak, az olvadás és az extrém csapadékesemények egyaránt megjelennek rajtuk. Ez a barlang kijáratához közelebbi részeinek komoly fenyegetettségére utal a felszíni szennyezések részéről. Említést érdemel, hogy a “hideg víz útja” járatrész éppen a T2 ill. T3 csepegési helyek alatt helyezkedik el. A csepegési hozamok pontosabb követésére cseppszámláló/regisztráló beépítését tervezzük a barlang tárójába, a T2 csepegési helyre. A műszer kivitelezése a tesztfázisban tart.



Csepegési adatgyűjtő fejlesztése

A csepegési helyek felszínhez való közelségének megállapítására felkérésünkre Dr Takács Bence (BME, Általános és Felsőgeodézia Tanszék) és Jónás Máté MSC-hallgató felmérték a Kessler-terem főtéjét, ill. a felette elhelyezkedő hegyoldalt.





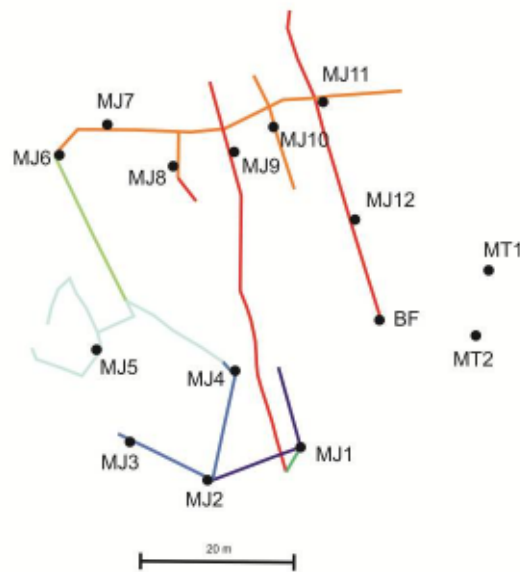
Megállapítottuk, hogy a Kessler-terem pontosan a SZOT -szálló parkolója alatt helyezkedik el, amit jelentős mennyiségű kommunális szemét borít.

4.5 A Boltív-forrás magas radontartalmának vizsgálata

A Boltív-forrás magas radon tartalmát kutató projekt az ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékén az OTKA NK 101356 pályázathoz (MÁDLNÉ SZÖNYI, 2012) kapcsolódóan folyt. A kutatásban részt vettek az ELTE részéről: Dr. Erőss Anita, Dr. Horváth Ákos, Csondor Katalin.

A kutatás célja az volt, hogy a Boltív-forrás magasabb radon tartalmának eredetét meghatározzuk, ehhez természetes nyomjelzőként radont és klorid-iont használtunk.

A Boltív-forrás magas radontartalmának vizsgálatára irányuló kutatás során 4 alkalommal (2015. 11. 18, 2015.12.04- 9-16) történt mintavételezés a Molnár János-barlang régi részén, a Boltív-forrásban, a Malom-tóban és a Lukács fürdőben (a Malom-tó mintavételi csapjáról) összesen 18 mintavételi helyen (1. ábra).



1. ábra: mintavételi pontok a Molnár János-barlangban és a Malom-tóban

A mintázás során általános vízkémiaira és radonra történt mintavételezés a különböző pontokon. Az általános vízkémiai elemzésből a klorid-ion koncentrációjának változásával foglalkoztunk főleg, mivel ez egy konzervatív elem a felszín alatti vizekben, így természetes nyomjelzőként használható. Az általános vízkémiai elemzés az ELTE Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék laboratóriumában, míg a radon minták elemzése az ELTE Atomfizika Tanszékén zajlott.

A terepi paraméterek méréséhez WTW multi 3430 SET G, Dataqua DA-DTK típusú műszerek álltak a rendelkezésünkre, illetve egy Testo 206 pH mérő. A fajlagos elektromos vezetőképességet

mérő műszer a WTW multi 3430 SET G referencia hőmérséklete 25 °C és 1 %-os hibával dolgozik. A Dataqua DA-DTK a vezetőképesség mérésnél $\pm 1,5$ %-os hibával dolgozik. A Testo 206 pH mérő pontossága 0,02. A terepi mérések előtt minden alkalommal a műszerek kalibrálása megtörtént a megfelelő referencia oldatok segítségével. A radon mérésekhez 23 ml-es küvetába 10 ml vízmintát vettünk, melyekbe előzetesen 10 ml szerves koktél (Optifluor O) került. A terepi paraméterek és az általános vízkémiai elemzésekhez 0,25 l-es PP palackokat használtunk.

A mérések eredményeit tartalmazó táblázat az I. számú mellékletben található.

A mintavételi alkalmakkor nem mindig nyílt lehetőség arra, hogy ugyan azokat a pontokat mintázzuk, így vannak olyan mérési pontok ahol több adatunk is van, azonban vannak olyan pontok is, ahol csak egy. Ezért megvizsgáltuk, hogy az egyes mintavételi pontokon különböző időpillanatban vett minták paraméterei mennyire változnak, annak érdekében, hogy megítéljük, hogy a különböző mintavételi alkalmakkor mért paraméterek mennyire hasonlíthatók össze.

Az egyes mintavételi pontok bemutatásához elkészítettük minden mérési pont leíró statisztikáját, minden mért paraméterre. A leíró statisztikák alapján elmondható, hogy azoknál a mintavételi pontoknál, ahol nem csak egy időpontban volt mintavétel, hanem több esetben is, ott a szórás és relatív szórás értékek nagyon kicsik (0,004 és 0,1 között alakulnak). Ez azt bizonyítja, hogy az egyes pontoknál időben nem történik változás az egyes paraméterek koncentrációiban. Erre azért volt szükség, hogy a pontok egymáshoz hasonlításánál használhatjuk-e a különböző időpontokban mért értékeket, illetve ott, ahol több mérési eredmény van, használhatunk-e átlagot. A leíró statisztikák eredménye alapján a későbbiekben az azonos helyen mért értékeket átlagolni tudjuk.

A mintavételi pontok mérési eredményeinek bemutatását a pH-val és a fajlagos elektromos vezetőképességgel kezdem. A legkisebb mért pH érték 6,77 a legnagyobb 7,06. A pH értékek változékonysága nagyon kicsi az egyes pontok között, 2,8 %. A leíró statisztika alapján is a pH szórása és relatív szórása a legkisebb.

A fajlagos elektromos vezetőképességek 965 $\mu\text{S}/\text{cm}$ és 1118 $\mu\text{S}/\text{cm}$ között alakultak. Hasonlóképpen a pH-hoz a különböző mérési időpontokban az egyes mintavételi helyeknél a vezetőképesség értékeknél nem volt nagy változás. Azonban egymáshoz viszonyítva a különböző pontokat 14 %-os eltérés volt a legnagyobb, így itt az látszik, hogy a mintavételi pontok között a fajlagos elektromos vezetőképesség értékekben vannak különbségek. A barlang magasabban fekvő járataiban (MJ6, MJ7, MJ8, MJ9, MJ10, MJ11) és a Malom-tóban (MT1, MT2, LF-MT) 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ feletti értékeket mértünk, míg a barlang alacsonyabban fekvő járataiban (MJ1, MJ2, MJ3, MJ4, MJ5) és a Boltív-forrásban (BF) átlagosan ezen érték alatt maradtak a fajlagos elektromos vezetőképesség értékek.

Klorid-ion tekintetében a felsőbb járatokban magasabbak az értékek, az átlag felett alakulnak, ugyanúgy, mint a vezetőképességnél, hiszen az, az összes oldott anyag tartalomtól függ, így nem meglepő, hogy az egyes elemek koncentrációja is magasabb. A klorid-ion koncentrációk minimum értéke 41 mg/l, a maximum érték 62 mg/l. A legalacsonyabb és legmagasabb értékek között 18%-os eltérés van, relatív szórása 0,09.

Mindezeket összefoglalva tehát, a fajlagos elektromos vezetőképesség értékek a barlang magasabban fekvő járataiban illetve a Boltív-forrásban és a tóban voltak jellemzően magasabbak (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ felett). Természetesen a klorid-ion koncentrációi is itt voltak a legmagasabbak. Mivel a barlangban különböző hőmérsékletű vizek találhatóak és a barlangjáratok nagy mérete miatt szabad konvekció zajlik, ennek következtében a kisebb sűrűségű meleg víz a nagyobb sűrűségű hideg víz fölé rétegződik. A meleg vizek—melyek regionális áramlási pályákról származnak—oldott anyag tartalma nagyobb, ezáltal a fajlagos elektromos vezetőképességek értékei is, tehát ezért találhatunk magasabb vezetőképességű vizeket a felsőbb járatokban. A klorid, mint konzervatív elem, szintén dúsul a regionális áramlási pályák mentén (lásd Chebotarev-sorozat, TÓTH 1999), tehát a meleg vizekben találjuk meg magasabb koncentrációkban. Az egyes paraméterek a különböző időpontokban az egyes helyeken nem változtak (pl. MJ1 vezetőképesség értékei: 970-980-982 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ebből arra következtethetünk, hogy a rendszer fiziko-kémiai paraméterei időben nem nagyon változnak. Erre a megállapításra jutottak Bodor és munkatársai (2015) is a rendszer időben hosszabb távú vizsgálata során.

A terepi paramétereken és a klorid-ion elemzésén túl a radon koncentrációk értékeit ismertetem. A radon mérések eredményeként a legkisebb radon koncentrációt a Boltív-forráshoz közel mértük 12,71 Bq/l-el, a legnagyobbat pedig a Boltív-forrásban 83,68 Bq/l-el. A radon koncentráció relatív szórása a legmagasabb az összes általam mért paraméter közül 0,48 %-al. A barlang poligonja alapján a barlang mélyebb régiói (MJ1-MJ5), a Malom-tó (MT1,MT2) és a Boltív-forrás (BFS,BFM) rendelkeznek magasabb radon tartalommal (31,54 Bq/l-83,68 Bq/l). A Boltív-forrásnál az is szembetűnő, hogy a Boltív-forrás sekély részeinek értékei alacsonyabbak a Boltív-forrás mély részének értékeinél. A sekélyebb rész körülbelül 2-3 méteres mélységben van, innen bailer segítségével vettük a vízmintákat, míg a mély részeken, amik 8-10 méteres mélységet jelentenek, a búvárok vettek mintát. Érdekes még, hogy a legalacsonyabb (MJ11, MJ12) és a legmagasabb (BFM) radon koncentrációjú pontok egymás mellett helyezkednek el, egymástól körülbelül 5-10 méteres távolságban.

A radon koncentrációk eloszlásából azt a következtetést tudjuk levonni, hogy a legmagasabb értékek a Boltív-forrásban, a Malom-tóban és a barlang legmélyebb pontján az István-teremnél (MJ3) voltak. A Malom-tó értékei közel azonosak a Boltív-forrás sekély részének mintáival (41,63-55,34 Bq/l a tóban és 44,75- 57,66 Bq/l a Boltív-forrás sekély részén). Ezek az értékek alatta maradnak a Boltív-forrás mély régiójában mért 76,12-81,71 Bq/l-es értékeknek. Ennek okaként azt feltételezhetjük, hogy a radon a nagy vízfelszínen kigázosodik, tehát a magas értékhez képest már jóval kisebb értékeket fogunk kapni. Az István-terem (MJ3) koncentrációja 33,26-46,35 Bq/l-es értékkel megközelíti a tó és a forrás sekély részének értékeit. A saját radon eredmények alapján nem csak az archív eredményekkel való eltérés volt szembetűnő, hanem a barlangi mély részek az István-terem (MJ3) környékén is magasabb radon tartalmat mutatnak, mint a barlangi többi pontja, mindemellett a Boltív-forráshoz is közel helyezkedik el. Ezeket alapul véve merült fel az a kérdés, hogy az István-terem (MJ3) és a Boltív-forrás kapcsolatban állnak-e egymással, nyerheti-e a Boltív-forrás az István-terem (MJ3) felől a magasabb radon tartalmat.

Régebbi bűvár beszámolók alapján olvashatjuk azt a tapasztalati megfigyelést, hogy az István-teremben felkevert iszap megjelent a Boltív-forrásban. Ez alapján és a saját radon eredmények alapján feltételeztük az István-terem (MJ3) és a Boltív-forrás (BF) kapcsolatát.

Mivel a radon koncentrációk nem csak a Boltív-forrás sekélyebb részén és az István-teremben (MJ3) voltak magasabbak, hanem a Malom-tóban is, ezért felmerült annak a lehetősége, hogy a tó iszapja működik radonforrásként. Ennek vizsgálatára a tó iszajából vettek a bűvárok mintát, amit aztán radon exhalációs mérésekkel vizsgáltam. A két hetes mérés eredményeként azt kaptuk, hogy a bemért ~2 g iszap minta aktivitása 0,11 Bq/l. Ez azt jelenti, hogy az iszap fajlagos aktivitása 50 Bq/kg. Ahhoz, hogy megtudhassuk, hogy a tóban levő összes iszap mennyi radont bocsájt ki tudni kellene mennyi iszap van a tóban és az hány m³ vízbe adja le a radon részecskéket. Eddig sajnos ezeknek az információknak nem sikerült a birtokába kerülni, így ennek a meghatározása további kutatást igényel.

Konklúzió:

A kutatás célja az volt, hogy a Budai Termálkarszt területén található Boltív-forrás radon tartalmának hidrogeológiai eredetét meghatározzuk. Ennek bizonyítására a Molnár János-barlangból, a Malom-tóból és magából a Boltív-forrásból vettünk vízmintát radonra és kloridra, mint természetes nyomjelzőkre. Ezek természetes nyomjelzőként használhatók a felszín alatti vizekben. A radon egy rövid felezésű idejű radioaktív izotóp, ami természetesen jelen van a felszín alatti vizekben, így segítségével jól vizsgálhatók a rövidtávú folyamatok. A klorid a regionális

áramlási rendszerek jellemző ionja, mely magas oldott anyag tartalmú vizekben van jelen, melyek hosszú áramlási utat tettek meg a mélyben.

A korábbi mérésekhez képest a Boltív-forrásra fókuszáló kutatásunk eredményeként sikerült az eddigi legmagasabb radontartalmat mérni a forrásban. A radon eredmények alapján kapcsolatot feltételeztünk az István-terem és a Boltív-forrás között. Mindezek alapján elmondható, hogy a Boltív-forrás az István-teremmel összeköttetésben van, azaz aktív karsztos járatrendszer található a forrás felé, ha nem is járható búvárok számára. Ezen kívül arra is fény derült, hogy bár kapcsolat van a két pont között, a Boltív-forrás vizét nem csak ebből az irányból nyeri. Mivel az Alagút-forrás felől érkező víz jelenléte kizárható, vagy nagyon csekély, az ott mérhető alacsony radon tartalmak és eltérő vízkémia alapján, ezért a mélyből érkező magas radon tartalmú vizek jelenléte állhat fent. A Boltív-forrás vizének István-teremnél magasabb hőmérséklete alapján feltételezhető egy mélyből jövő kevert karsztvíz jelenléte, ami arra utalhat, hogy a Boltív-forrás alatt eddig nem ismert járatokból érkezik a víz, ahol valószínűsíthető az aktív keveredési korrózió. Ennek igazolására azonban még további vizsgálatok szükségesek. A további vizsgálatoknál célszerű lenne még a radon exhalációs mérések pontosítása és több pontra kiterjesztése, hogy egy komplexebb képet kaphassunk a Malom-tóról.

I. számú melléklet: A vizsgált pontok különböző paramétereinek eredményei

Sorszám	Minta név	Dátum	T [°C]	Vez.kép. [uS/cm]	Vez.kép. Hiba	pH	pH hiba	Rn ²²² [Bq/l]	Rn ²²² hiba[Bq/l]	Cl ⁻ [mg/l]	SO ₄ ⁻ [mg/l]	HCO ₃ ⁻ [mg/l]	Ca ²⁺ [mg/l]	Mg ²⁺ [mg/l]	K ⁺ [mg/l]	Na ⁺ [mg/l]
1	BF1	2015.11.18	21	995	9,95	6,97	+/-0,02	58,43	4,2	47	130					
2	BF2	2015.11.18	21	994	9,94	7	+/-0,02	49,06	3,8	-	-					
3	BF3	2015.11.18	20,9	988	9,88	6,99	+/-0,02	57,2	4,06	46	115					
4	MJ1	2015.11.18	23,8	970	9,7	6,93	+/-0,02	31,54	2,94	42	113					
5	MJ2	2015.11.18	24,3	969	9,69	6,92	+/-0,02	37,11	3,28	42	114					
6	MJ3	2015.11.18	24,5	973	9,73	6,91	+/-0,02	44,98	3,63	42	113					
7	MJ4	2015.11.18	24,3	965	9,65	6,93	+/-0,02	33,71	3,13	42	111					
8	MJ5	2015.11.18	24,4	967	9,67	6,91	+/-0,02	35,6	3,2	42	135					
9	MJ6	2015.11.18	25,1	1016	10,16	6,84	+/-0,02	22,42	2,52	50	124				4,16	35,56
10	MJ7	2015.11.18	24,2	968	9,68	6,93	+/-0,02	31,44	2,99	42	115				3,57	23,4
11	MJ8	2015.11.18	25	1015	10,15	6,84	+/-0,02	21,84	2,5	49	121				4,25	31,68
12	MJ10	2015.11.18	24,8	1014	10,14	6,84	+/-0,02	21,55	2,48	46	121				4,14	32,84
13	MJ11	2015.11.18	24,9	1011	10,11	6,85	+/-0,02	24,57	2,65	46	116					
14	MJ12	2015.11.18	24,9	1012	10,12	6,86	+/-0,02	22,09	2,51	49	129					
15	MJK13	2015.11.18	24,8	1107	11,07	6,77	+/-0,02	12,71	1,96	62	130					
16	BF2-1	2015.12.04	20	988	9,88	6,97	+/-0,02	56,89	4,12	41	123	427	108,6	38,6	4,6	29,0
17	BF2-2	2015.12.04	20	1002	10,02	6,98	+/-0,02	40,43	3,38	46,4	124	433	108,6	36,4	4,9	27,8
18	MJ1-2	2015.12.04	18,6	980	9,8	6,96	+/-0,02	31,58	2,95	45	122	415	101,1	38,6	3,6	23,7
19	MJ2-2	2015.12.04	19	974	9,74	6,18	+/-0,02	-	-	43,4	120	415	104,9	38,6	3,6	24,5

20	MJ3-2	2015.12.04	18,6	973	9,73	6,96	+0,02	43,62	3,53	46,8	122	415	101,1	40,9	3,5	27,4
21	MJ4-2	2015.12.04	17,9	971	9,71	6,96	+0,02	32,44	3	44	120	415	101,1	40,9	3,5	24,7
22	MJ5-2	2015.12.04	18,4	973	9,73	6,95	+0,02	35,74	3,17	42,8	120	415	108,6	36,4	3,5	24,1
23	MJ9-2	2015.12.04	17,7	1020	10,2	6,88	+0,02	19,71	2,33	50,2	124	427	104,9	36,4	4,2	31,3
24	MJ11-2	2015.12.04	17,2	1118	11,18	6,89	+0,02	19,02	2,3	49,8	130	427	108,6	36,4	4,2	31,4
25	MJ12-2	2015.12.04	16,5	1028	10,28	6,89	+0,02	18,67	2,28	55,2	124	439	104,9	38,6	4,3	31,0
26	MJ-13	2015.12.04	-	-	-	-	+0,02	17,89	2,23	-	-	-	-	-	-	-
					0											
27	MT1	2015.12.09	21,1	1010	10,1	6,94	+0,02	51,99	3,96	45,4					3,9	31,2
28	MJ1-3	2015.12.09	17,6	982	9,82	7,01	+0,02	36,65	3,25	42,6						
29	MJ2-3	2015.12.09	16,3	977	9,77	7,04	+0,02	34,04	3,12	41,2						
30	MJ3-3	2015.12.09	16,6	979	9,79	7,04	+0,02	50,45	3,9	41,2						
31	MJ4-3	2015.12.09	16,4	973	9,73	7,03	+0,02	34,52	3,16	41						
32	MJ9-3	2015.12.09	16,4	1026	10,26	6,94	+0,02	24,1	2,62	47,2						
33	MJ11-3	2015.12.09	17,9	1032	10,32	6,96	+0,02	21,5	2,48	47,4						
34	MJ12-3	2015.12.09	17,9	973	9,73	7	+0,02	20,02	2,38	42						
35	BF3-1	2015.12.09	-	-	-	-	+0,02	83,68	5,31	-						
36	BF3-2	2015.12.09	-	-	-	-	+0,02	71,21	4,81	-						
37	BF3-3	2015.12.09	-	-	-	-	+0,02	78,43	5,11	-						
38	LF-MT	2015.12.09	19,2	1020	10,2	7,06	+0,02	37,94	3,33	47					5,76	31,25

					0											
39	MT2-4	2015.12.16	21,3	-	-	6,92	+0,02	41,63	3,63	47,8					4,07	27,27
40	MT1-4	2015.12.16	20,2	-	-	6,93	+0,02	58,68	4,42	46,4					4,03	27,27
41	BF1-4	2015.12.16	-	-	-	-	+0,02	79,82	5,32	43,2						
42	BF1-4	2015.12.16	-	-	-	-	+0,02	81,03	5,38	47						

5 Víz- és üledékvizsgálatok a Molnár János-barlang víz alatti szakaszán

Készítette: Virág Magdolna

5.1 Vízvizsgálat

A néhány alkalommal, különböző helyszíneken végzett vízvizsgálat és mintavételezés (1. táblázat) célja a barlang egyes szakaszain a „víztest” térképezése, mellyel a barlangjáratot kitöltő víz telítettségét/oldóhatását, redox viszonyait vizsgáljuk, és az eredményeket összehasonlítjuk az adott szakaszon észlelhető oldásformákkal, esetleges barlangi kiválásokkal, közetelváltozási jelenségekkel és üledékekkel. A mintavételezést nagy vertikális kiterjedésű részeken, illetve a hideg- és melegvíz beáramlások feltételezett helyein, jellegzetes melegvízes helyszíneken és a Boltív-forrásnál végeztük.

2015. április 24-én az A33 és A44 szakaszokon 5 méterenként vertikális vízmintázást végzett Dr. Szieberth Dénes, Spanyol József, Müllner László és Nagy Gyula, melyet a Kessler-terem vízfelszíne, a Seprűs-ág és a Boltív-forrás egy-egy vízmintája egészített ki. 2015 őszén és télen a Seprűs-ágban és az István-teremben Dr. Szieberth Dénes, Spanyol József és John Róbert gyűjtött vertikálisan vízmintákat, és egy-egy mintát a melegvízes részéről (Omlásveszély, Hegy a hegyben, Kristályos körút). A táróban jobb és bal oldalon elhelyezett csepegővíz gyűjtő edényekből is mintáztunk összehasonlításként. Az egyes paraméterek mérése az alábbi műszerekkel és laboratóriumokban készült:

- vízhőmérséklet: víz alatt a helyszínen, búvárok mérése,
- pH, fajlagos elektromos vezetőképesség, redox potenciál: Ponsel Odeon, Kessler-terem
(ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék),
- fő ionok: ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék labor, Szikszay László,
- CO₂: ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék labor, CO₂ mérő műszer,
- H₂S: vízben oldott gáz helyszíni kicsapátása, titrálása (ELTE TTK Kémia Intézet labor,

Zihné Dr. Perényi Katalin),

- Fluoridion: ELTE TTK Kémia Intézet labor, Zihné Dr. Perényi Katalin közreműködésével,

- Nyomelemek: Debrecen MTA ATOMKI HEKAL, Dr. Braun Mihály,

- δD és $\delta^{18}O$ stabilizotópok: MTA CSFK Geokémiai Kutatóközpont, Dr. Czuppon György.

A mintavételi helyek az 1. ábrán találhatóak, az eredményekről a 2-5. ábrák adnak áttekintést.

Negatív redoxpotenciál értékekkel jellemezhető (reduktív) víz nem volt mérhető, és kénhidrogén is egy mintában volt észlelhető kimutatási határ körül: 0,15 vol% (a legmélyebb mérési ponton, -30 méter). A redoxpotenciál feltehetően változhatott a vízminták kihozatala során, a mérés előtt, így azok értékei nem tekinthetők pontosnak. Valószínűleg hasonlóan pontatlanok lehetnek néhány mintánál a pH értékek is, de általában elmondható, hogy a magasabb hőmérsékletű víz alacsonyabb pH-val jellemezhető. A melegebb vizek magasabb fajlagos elektromos vezetőképesség, TDS (összes oldott anyag) értékekkel és CO_2 mennyiséggel bírnak.

Az őszi és téli vízmintázás 50 ml-es fecskendővel történt, és a labormérések során korlátozott mennyiségű vízminta állt rendelkezésre, így a Seprűs-ág és az István-terem vertikális mintázását követő mérések jelentős hígítással történtek, így nagyobb hibával jellemezhetőek.

A vízhőmérséklettel a Na, K, Cl, SO_4 , HCO_3 és F ionok, valamint a H_2SiO_3 is pozitív összefüggést mutat, bizonyos nyomelemek is nagyobb mennyiségben vannak jelen. A stabilizotópok negatívabb értékekkel jellemezhetőek, mellyel jó egyezést mutat az a tény,

Vízminták, üledékminták és kőzetminták gyűjtési helyei a Molnár János-barlangban

(vizsgálatok: Virág Magdolna, mintákat gyűjtötte: Dr. Szieberth Dénes, Spanyol József, John Róbert, Müllner László, Nagy Gyula) 2015.

JELKULCS:

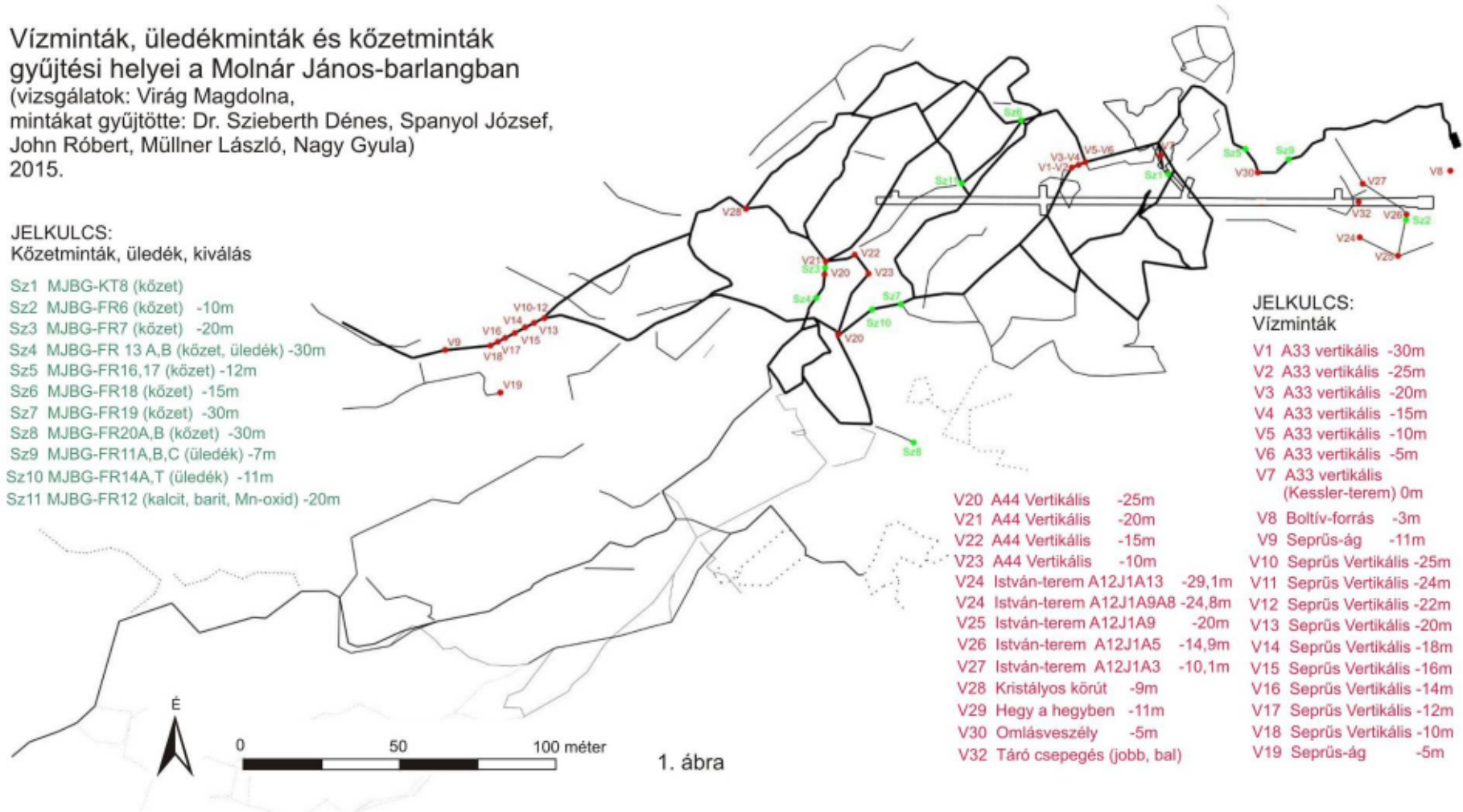
Kőzetminták, üledék, kiválás

- Sz1 MJBG-KT8 (kőzet)
- Sz2 MJBG-FR6 (kőzet) -10m
- Sz3 MJBG-FR7 (kőzet) -20m
- Sz4 MJBG-FR 13 A,B (kőzet, üledék) -30m
- Sz5 MJBG-FR16,17 (kőzet) -12m
- Sz6 MJBG-FR18 (kőzet) -15m
- Sz7 MJBG-FR19 (kőzet) -30m
- Sz8 MJBG-FR20A,B (kőzet) -30m
- Sz9 MJBG-FR11A,B,C (üledék) -7m
- Sz10 MJBG-FR14A,T (üledék) -11m
- Sz11 MJBG-FR12 (kalcit, barit, Mn-oxid) -20m

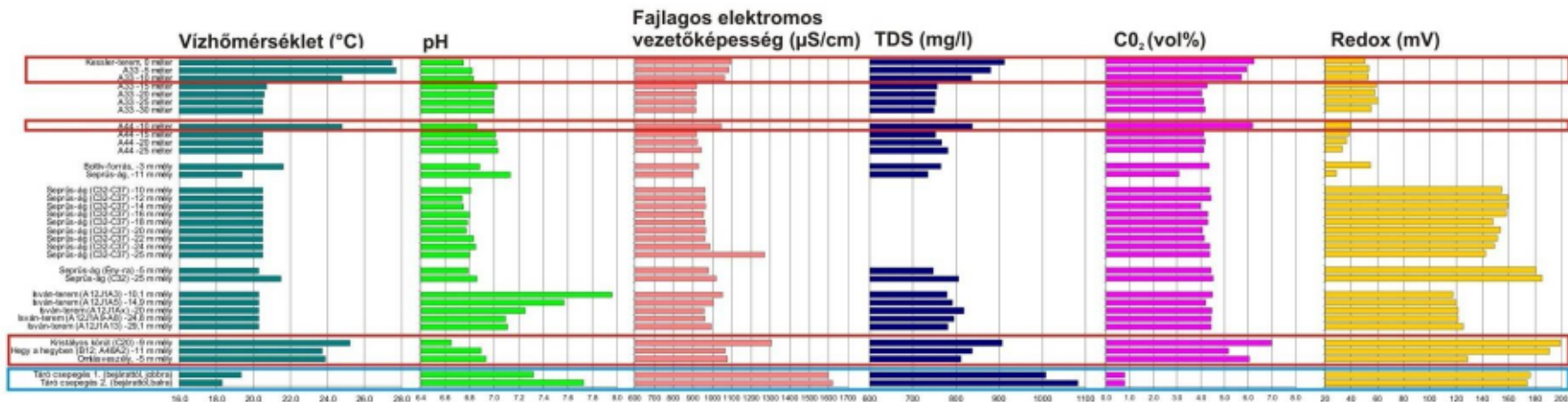
JELKULCS:

Vízminták

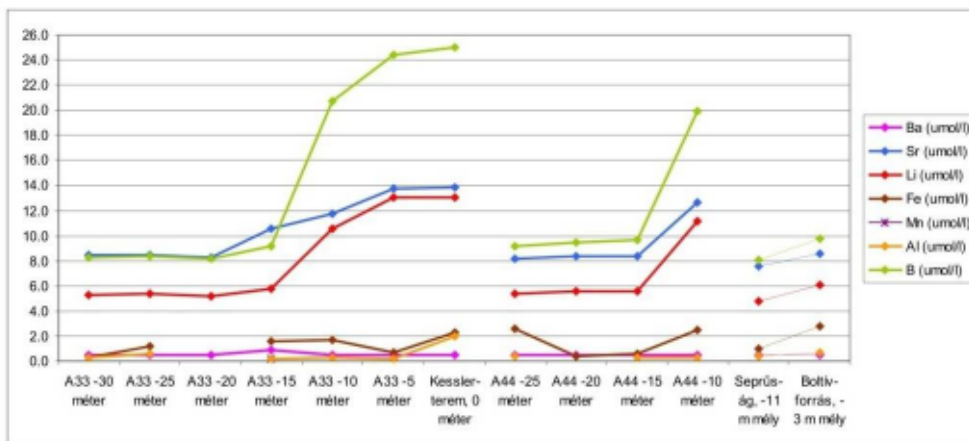
- V1 A33 vertikális -30m
- V2 A33 vertikális -25m
- V3 A33 vertikális -20m
- V4 A33 vertikális -15m
- V5 A33 vertikális -10m
- V6 A33 vertikális -5m
- V7 A33 vertikális (Kessler-terem) 0m
- V8 Boltív-forrás -3m
- V9 Seprős-ág -11m
- V10 Seprüs Vertikális -25m
- V11 Seprüs Vertikális -24m
- V12 Seprüs Vertikális -22m
- V13 Seprüs Vertikális -20m
- V14 Seprüs Vertikális -18m
- V15 Seprüs Vertikális -16m
- V16 Seprüs Vertikális -14m
- V17 Seprüs Vertikális -12m
- V18 Seprüs Vertikális -10m
- V19 Seprüs-ág -5m
- V20 A44 Vertikális -25m
- V21 A44 Vertikális -20m
- V22 A44 Vertikális -15m
- V23 A44 Vertikális -10m
- V24 István-terem A12J1A13 -29,1m
- V24 István-terem A12J1A9A8 -24,8m
- V25 István-terem A12J1A9 -20m
- V26 István-terem A12J1A5 -14,9m
- V27 István-terem A12J1A3 -10,1m
- V28 Kristályos kőnút -9m
- V29 Hegy a hegyben -11m
- V30 Omlásvesztély -5m
- V32 Táró csepegés (jobb, bal)



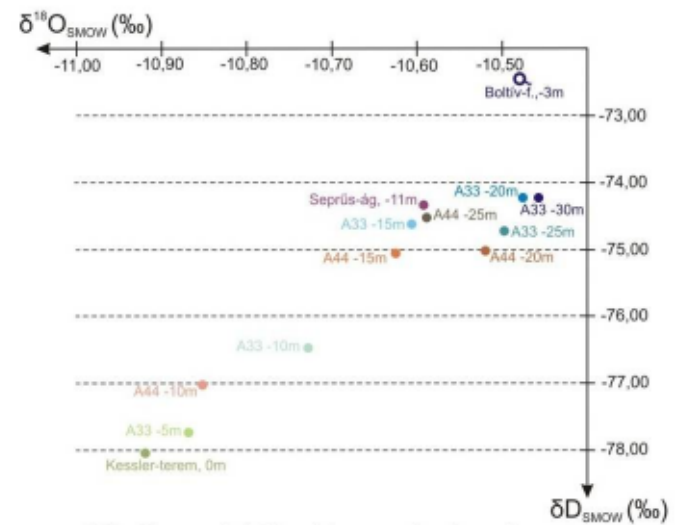
1. ábra



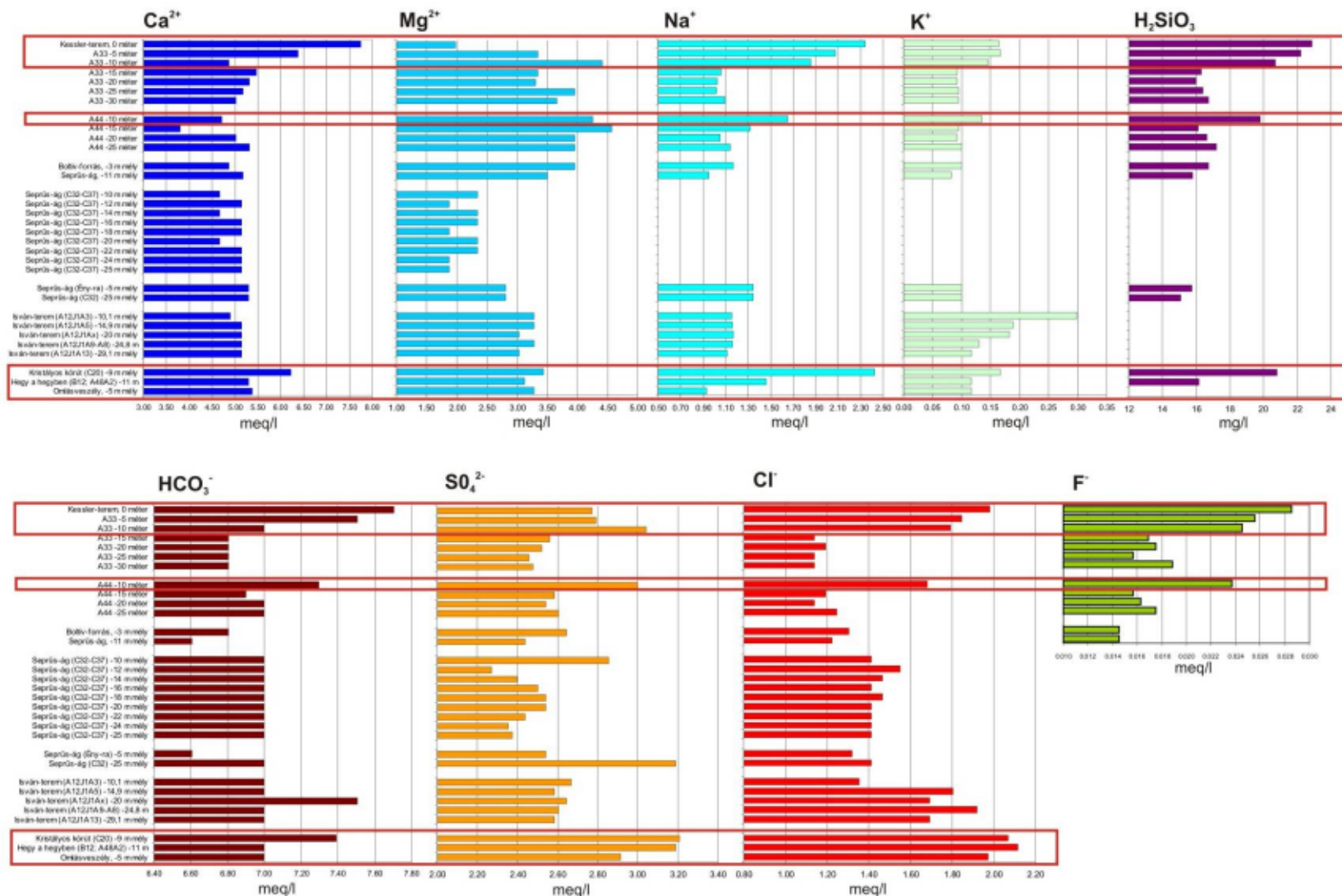
2A.ábra: helyszíni vízmérés eredmények



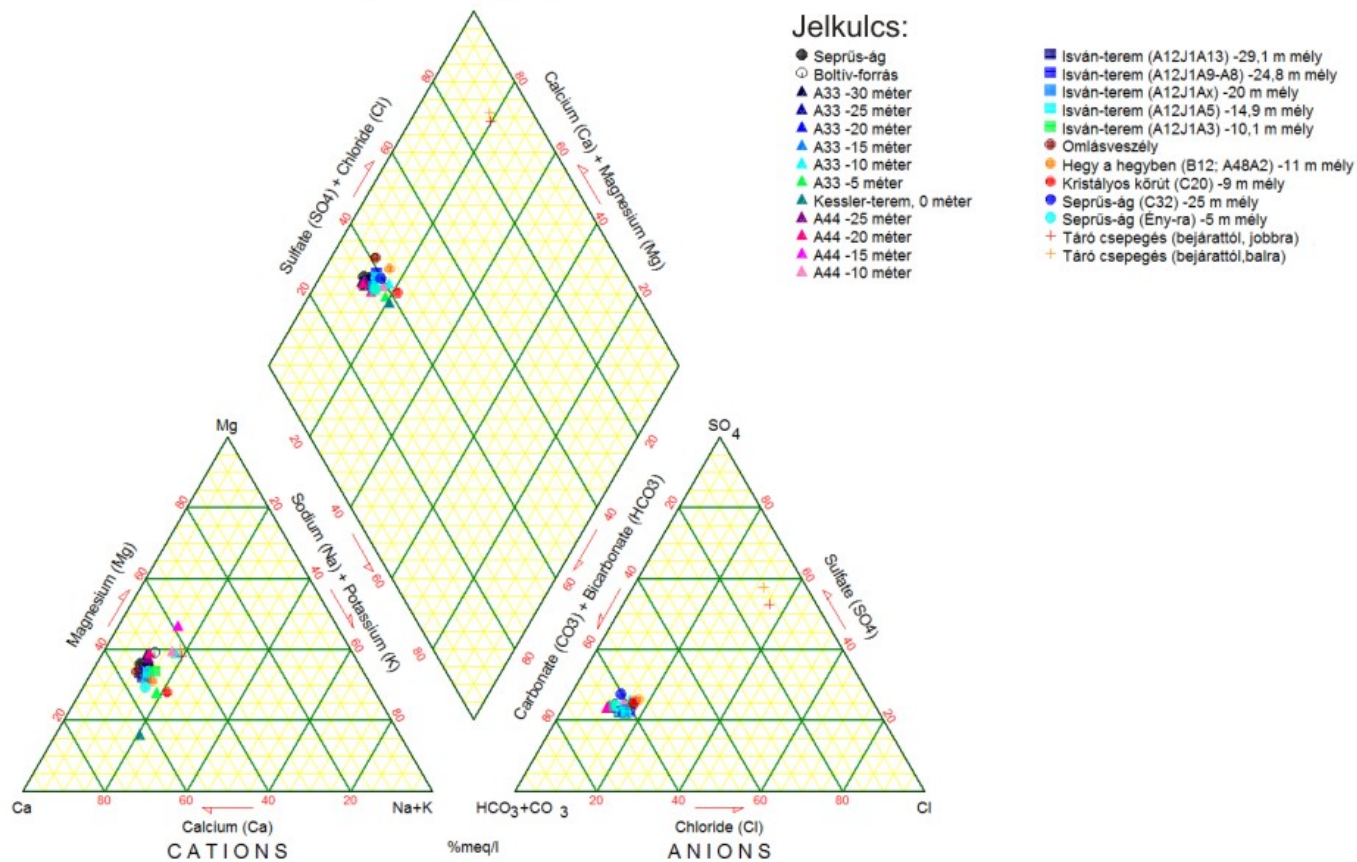
2B.ábra: nyomelem eredmények



2C.ábra: stabilizotóp eredmények

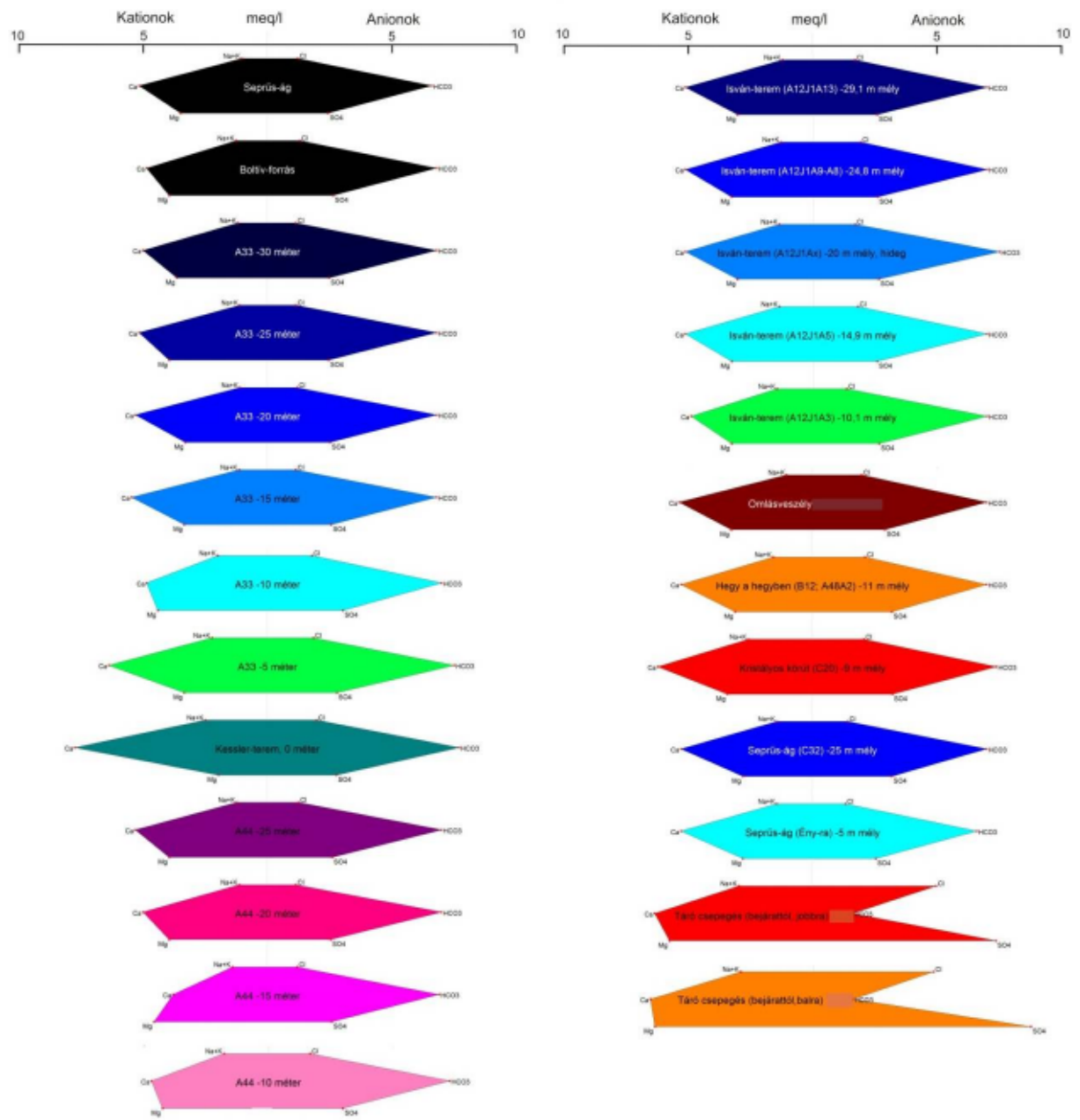


Piper diagramm



4.ábra

Stiff diagramm



5.ábra

hogy a magasabb hőmérsékletű víz általában negatívabb $\delta^{18}\text{O}$ értékekkel párosul. Magasabb hőmérsékletű víz adott barlangjáratokban a felső 10 méteren jellemző: ennek alsó része bizonyos paraméterekre átmeneti értékeket mutat, 10 méter alatt pedig (alacsonyabb hőmérséklet, kb. 20 °C) már közel egységes értékek jellemzőek. A táróba szivárgó vizeknél a paraméterek jelentősen eltérhetnek a többi vízmintáétól, így többek között a HCO_3 ionok alacsony mennyisége és a SO_4 és Cl ionok nagyobb aránya jellemző.

Az eredmények további feldolgozása és ezek alapján a „víztest” modellezése (például a fizikai-kémiai paraméterekből levezethető telítettségi viszonyok megállapítása és összehasonlítása a ténylegesen észlelt jelenségekkel) folyamatban van.

5.2 Üledékek és kőzet, ásványok vizsgálata

A kőzet- és üledékvizsgálatok célja az adott barlangrész alapkőzetének és kőzetelváltozási jelenségeinek meghatározása, és oldási maradékának vizsgálata, összehasonlítva a közelében aljzatról/oldalfalról gyűjtött üledékmintával. Ezek az adatok jó összehasonlítási alapot nyújthatnak a jelenleg már vadózus zónában, kiemelt helyzetben található rózsadombi barlangok korábbi, még freatikus körülmények közt zajló üregképződésére és üledékfelhalmozódásra, mely jelen esetben feltehetően összefüggésbe hozható a befoglaló kőzet oldási maradékával.

A mintavételi helyek és mintakódok az 1. ábrán találhatóak. A mintavételt Dr. Szieberth Dénes és Spanyol József végezte; a továbbiakban a mintákat korábbi, Szabó Zoltán által gyűjtött minták vizsgálati eredményével is összehasonlítjuk.

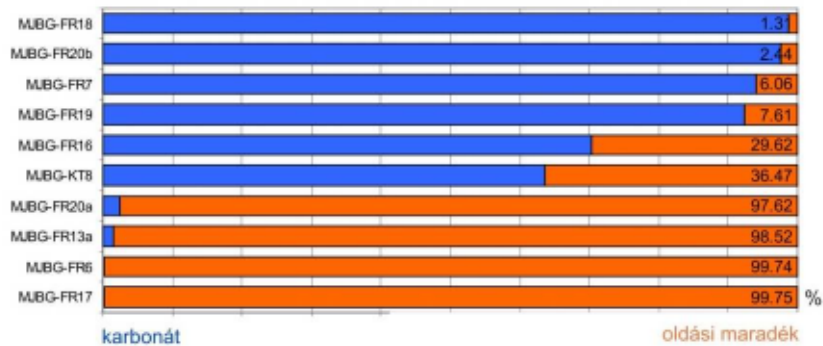
A meghatározott tömegű kőzetminták oldása 10%-os ecetsavban történt az ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszék laboratóriumában (az eredeti kőzetminta és az oldási maradék tömegének pontos meghatározásával). A kőzetoldási maradékok és üledékek röntgen pordiffrakciós vizsgálata (ásványfázisok meghatározása) az ELTE TTK Ásványtani Tanszékén készült (mérés: Tóthné Király Judit).

A kőzetminták anyaga felső-eocén Szépvölgyi Mészke és felső-eocén – alsó-oligocén Budai Márga. A litológiát a karbonát és az oldási maradék mennyisége, aránya is jól tükrözi (6. ábra). A mészkő kb. 1,3-2,4%, illetve 6-7,6%, a szürke, illetve már oxidálódott sárga színű márga 29,6-36,5%, az erősen oldott, elváltozott kőzetek (mészke, márga) pedig 97-98%, illetve több mint 99% oldási maradékkal jellemezhető. Megfigyelhető, hogy az azonos helyről származó üde mészkő 2,44% oldási maradékot, a barlangjárat felé eső, oldott, külső része pedig csupán 2,38% karbonátot tartalmaz. A minták részben a korábban kőzetfizikai vizsgálatokra feldolgozott maradék kőzetek.

A karbonát-mentes kőzetoldási maradékok és az üledékek anyaga is uralkodóan kvarc, illetve alárendeltebben kaolinit, néhány mintánál kis mennyiségben illit és/vagy pirit (utóbbi a még redukív környezetből származó kőzetmintákat jelzi; 6. ábra).

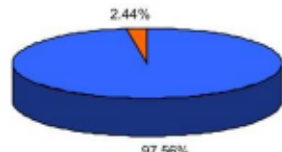
Az üledékek karbonátosak (kalcit) vagy karbonátmentesek. Az előbbieket uralkodóan kalcitfázissal jellemezhetők, a kvarc és a kaolinit aránylag alárendelt. A karbonáttartalmú üledékminták egy része például az aljzati üledékbe fúrt csőminta alsó (kőzethez közelebbi) részéről származik. Az egymás közeléből gyűjtött kőzet üledéke karbonátos (pl. MJbg-FR13a-b; MJbg-FR 16-17,11), az oldási maradék és az üledék is hasonló jellegű, intenzitású ásványfázisokkal jellemezhető, ami arra utal, hogy az üledék valóban a barlang alapkőzetének oldási maradéka. A karbonáttartalom összefüggésben lehet az üledék helyzetével, alapkőzettel, illetve a víztől való távolságától, és feltehetően a víz telítettségével, oldó hatásával is.

Kőzet oldási maradék (%)

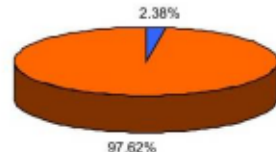


karbonát

oldási maradék

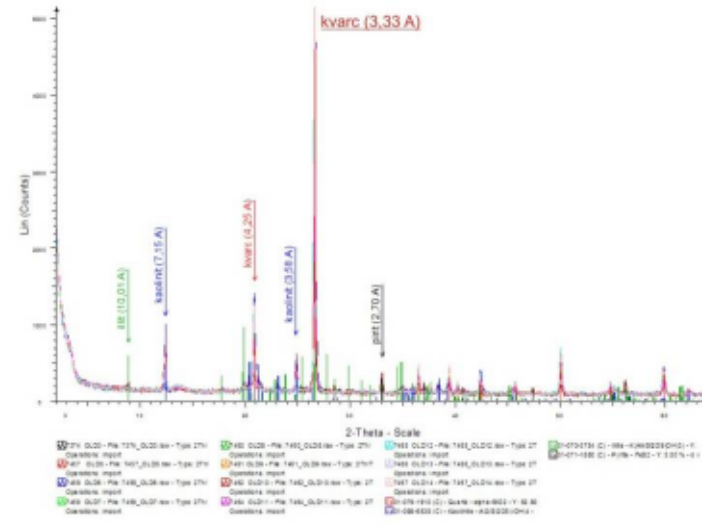


MJBG-FR20b
(üde, tömött mészkő)

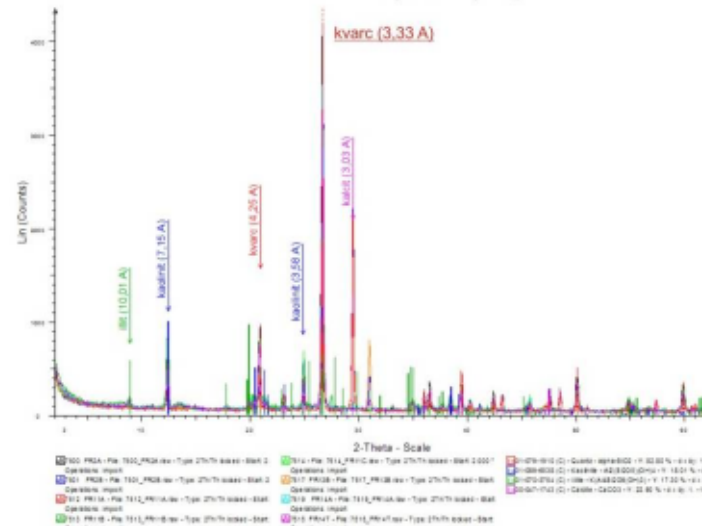


MJBG-FR20a
(mészkő porózus, oldott része)

Kőzet oldási maradék ásványfázisok (XRD)



Üledék ásványfázisok (XRD)



Minta kód	kalcit	kvarc	kaolinit	illit	pirit
M.jbg-KT8		XXX	XX	X	X
M.jbg-FR6		XXX	X(X)		
M.jbg-FR7		XXX	X		
M.jbg-FR13a		XXX	X	(X)	
M.jbg-FR16		XX(X)	XX		
M.jbg-FR17		XXX	X		
M.jbg-FR18		XXX	XX		X
M.jbg-FR19		XXX	XX		
M.jbg-FR20a		XXX	XX		
M.jbg-FR20b		XX(X)	XX		XX
M.jbg-FR2a		XXX	XX	X	
M.jbg-FR2b	XXX	XX	X		
M.jbg-FR11_A	XXX	X	X		
M.jbg-FR11_B		XX(X)	XX(X)	X	
M.jbg-FR11_C		XXX	XX(X)	X	
M.jbg-FR13b	XX	XX(X)	X		
M.jbg-FR14_A		XXX	X(X)		
M.jbg-FR14_T		XX(X)	X(X)		

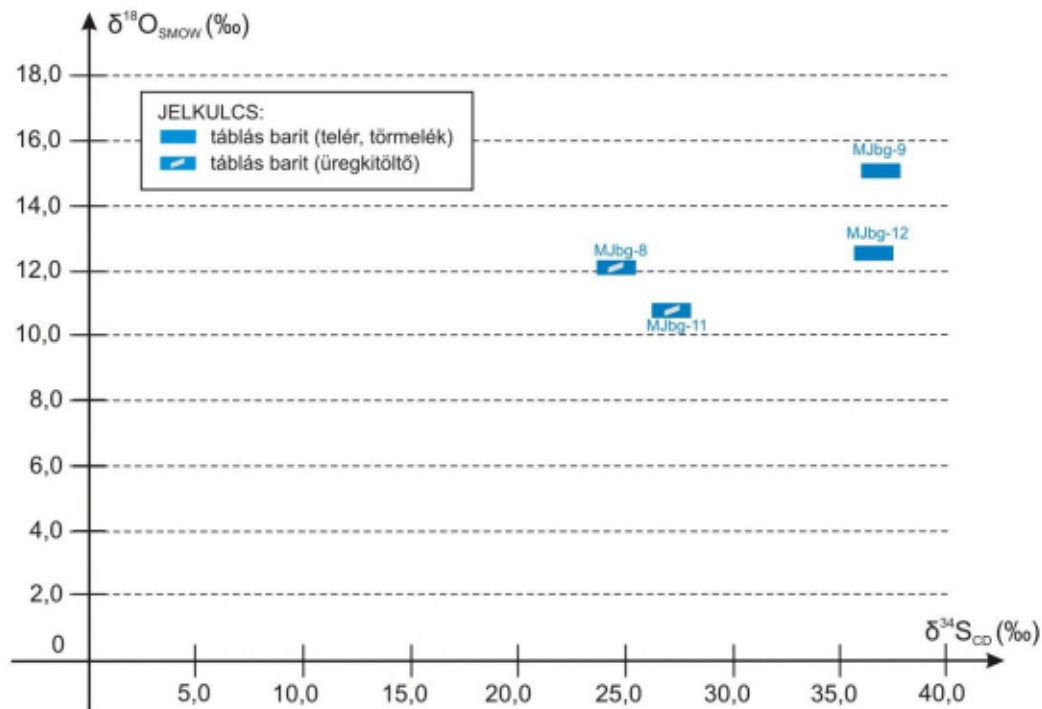
XXX: fő ásványfázis, XX: mellékfázis, X: alrendelt mennyiségben jelenlévő ásványok, (X): kimutatási határ közelében jelenlévő ásványok

Röntgen pordiffракció (XRD) eredmények, azonosított ásványfázisok

6.ábra

A baritminták a Kessler-terem üregkitöltéséből és baritos teléréből, valamint a „Kari” járatára merőleges (ÉNy-DK irányú, vastag) Mn-oxidos kalcit-barit telérjéből származnak. Az üregkitöltő és a telér formájában megjelenő baritok eltérő kén- és oxigén-stabilizotóp értékeket mutatnak (7. ábra; mérés: Debrecen MTA ATOMKI HEKAL, vezetője: Dr. Palcsu László).

A kőzetminták, üledékek és ásványok további vizsgálata folyamatban van.



7.ábra: barit stabilizotóp eredmények

6. A technikai kiszolgáló csoport munkája

(Nagy Gyula, Bajnok Róbert, Mihalecz Ádám)

Nagy Gyula 2015 április végén csatlakozott a technikai kutatási csoporthoz, mit kutatásvezető helyettes.

2015 májusában megalakításra került egy kisebb csoport, amely a többi kutatási feladathoz kötődő részfeladatok ellátásában nyújt segítséget.

Ilyen feladatok, a kötélpályával kapcsolatos munkák, térképészeti feladatok, adatgyűjtések, mintavételezések a tudományos kutatást végzők számára.

A korábbi kötélzet eltávolítása és párhuzamosan az új kötélpálya kiépítése az egyik ilyen feladat, amelyben részt vállaltak. Ezeken a merüléseken nagy körültekintéssel kell eljárni, mert a tevékenykedés során igen gyorsan a látótávolság teljesen nullára csökken. Így az előzetesen megbeszélte feladatsort szinte önállóan, illetve az esetleges kommunikációt igen nagy figyelemmel és rutinnal kell végezni. A főkötél rendszerbe nem közvetlenül bekötött, „jumpolós” járatok kötelezési munkái kerültek elvégzésre. Fúrópalackok illetve levegős fúró használatával, a főkötél lekötési pontjainak rögzítése, fúrási, szerelési feladatok, a kötélpálya ily módon való elhelyezése ezekben az összekötő vagy oldaljáratokban.

Emellett párhuzamosan, a régi kötelet, illetve ennek maradványait is el kellett távolítani. Ezt a feladatot fokozottan ügyelve kell végrehajtani, mert a biztonságos új telepítésű főkötelet elhagyva, egy üres kötéldobra kell a régi kötelet feltekerni, miközben a látótáv nulla. Erre az eljárásra kifejlesztett protokoll szerint, segédorsóval, ún. jump orsóval kell biztosítani a folyamatos összeköttetést a már telepített kötélpályával.

A kötélpálya kiépítéséhez kapcsolódó utómunkák. A kötélpálya kiépítése során, a jelentősen megromlott látótáv miatt nehezen, vagy egyáltalán nem elvégezhető feladatokat, a kötések utólagos ellenőrzését, a kötélvégek rögzítését, méretre vágását kellett elvégezni.

A kötélt telepítésekor a víz alatt méretre vágott kötelek végein, a további kötélfoszlás megakadályozása végett egy FBS nevű anyaggal a kötélcsonkot utólag kell kezelni, amely így összeragadva, nem bomlik tovább.

A már telepített új kötélpálya, végleges rögzítése, nyomvonalának optimalizálása is az elsődleges telepítési munkálatok után végrehajtandó feladat.

A barlangban kihelyezett tájékoztató nyilak adatainak ellenőrzését, pontosítását is végzi ez a csoport. Ezek a nyilak, a kijárattól való távolság és elérhető legnagyobb mélység adatait tartalmazzák. A térkép folyamatos aktualizálása mellett, ezeknek a tájékoztató nyilaknak a pontosítása, a rajta lévő adatoknak a begyűjtése az adatbázisba történő felvétele is szükséges.

A telepített új kötelek, bekötelezett járatok, mérési pontjait jelző táblák kihelyezése is folyamatosan elvégzendő feladat, amiben a csoport szintén segítséget nyújt.

A következő ilyen feladatcsoport a barlang térkép elkészítésének támogatása, a meglévő adatbázis pontosítása, kiegészítése. A térképező csoport méréseihez kapcsolódó ellenőrző mérések elvégzése.

A térképező csoport mérései és útmutatásai szerint, az általuk meghatározott járatok, járatszakaszok ellenőrző méréseit is szükséges elvégezni. A meghatározott műszerekkel, újból végrehajtják a méréseket, majd az eredményeket összevetve, végzi a térképész csoport a járatra vonatkozó adatok rögzítését. Amennyiben a mérések között eltérés adódna, újabb ellenőrző mérést rendelnek el, így kizárva a tévedés lehetőségét.

Szükség szerint, kutatótársunknak, Dr Sziebert Dénesnek, nyújtanak segítséget a mintavételezések, vízfestések, áramlásmérések elvégzésében. A „C” főág végén lévő levegős terem, gázelemzése végett, több alkalommal látogatták meg ezt a barlangszakaszt, ahol a megfelelő levegős üregekben, gázmintát vettek. Felmerült annak a lehetősége, hogy ennek a levegős teremnek, kapcsolata lehet a felszínnel. Ebbe a levegős üregbe, argon gázt juttattak, majd az azonnal mért értéket, összehasonlították a későbbi mérések eredményeivel, így vonva le következtetést a gáz elszivárgásának üteméből. Ezeknek a méréseknek illetve ennek a kutatási projektnek az eredményeiről, Dr Sziebert Dénes beszámolójában olvashatnak részletesen.

Fenti feladatokat, folyamatosan heti egy-két merülés alkalmával végzik, a feladatok meghatározása is folyamatosan az adódó igények szerint alakul.

7. Régi kötelek eltávolítása, rendszerezése

Készítette: Hosszú Attila, Olejnik Zsolt

- **5a:** 10 m
- **5b:** 32 m
- **5c:** 42,2 m
- **5d:** 11,5 m
- **5e:** 32,8 m
- **5f:** 7,6 m
- **1g:** 39 m
- **1h:** 52,6 m
- **1j:** 58,6 m
- **1k:** 61 m
- **1m:** 49,6 m
- **2f:** 17,5 m
- **2g:** 15,6 m
- **3d:** 18,7 m
- **3e:** 16 m

