

**Pagony Barlangkutató  
Csoport  
1025 Budapest, Pusztaszeri út 5/a**



**Tárgy:** kutatási jelentés  
**Hiv. sz.:** KTVF 42571/2009.

**Füri András úr  
igazgató  
Duna-Ipoly Nemzeti Park  
Igazgatóság  
Budapest**

**Tisztelt Igazgató Úr!**

A hivatkozott számon kutatásainkat engedélyező határozat előírásának megfelelően mellékelem az összefoglaló jelentést 2010-14. évi tevékenységünkről.

Kérem szíves támogatását engedélyünk meghosszabbításához a mellékelt kutatási terv alapján.

Budapest, 2015. január 12.

Tisztelettel:

Fehér Katalin  
kutatásvezető

## Összefoglaló jelentés

### A Pál-völgyi-barlangrendszer Mátyás-hegyi-barlang szakaszában és a Ferenc-hegyi-barlangban a Pagony Barlangkutató Csoport által végzett vízminőségi vizsgálatokról

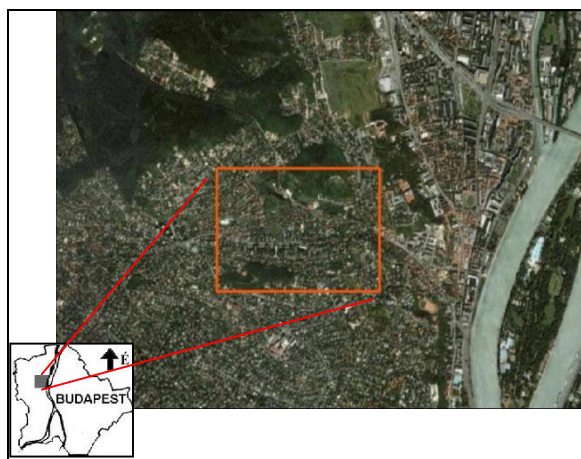
KTVF-42571. sz. engedély által meghatározott 2010-2014 közötti időszakban

#### Bevezetés

Földtani értékeink védelme az egyre nagyobb emberi beavatkozás miatt fontos cél napjainkban. Az egyik leginkább sérülékeny terület a karszt és rajta keresztül felszín alatti vizeink. Világhírű gyógyforrásaink a Duna jobb partján, Budapest beépített területén fakadnak. Beszivárgási területük egy részét képezi a Rózsadomb, ahol számos fokozottan védett barlangot tartanak nyilván. Az erősen urbanizált terület megváltoztatja a természetes hidrológiai viszonyokat. A természetes növénytakaró helyett kertvárosi jellegű, családi házas beépítettség a jellemző, az utóbbi időben egyre több lakópark kiépülésével. A burkolt felületek, a közműhálózat, a megváltozott növény-, ill talajtakaró (kertek) mind magában hordozza nemcsak a beszivárgás mennyiségének, hanem a minőségének a változását is.

Az emberi tevékenységből származó számos szennyező anyag megváltoztathatja a természetes karsztos oldódási folyamatokat, de legnagyobb veszélyt a forrásokban való megjelenésével okozhatja. A folyamat nyomon követését a barlangok becsepegő vizeinek vizsgálatával tudjuk elérni.

A barlangok Rózsadombon belüli elhelyezkedését az *1. ábra* mutatja.



1. ábra: A cikkben említett barlangok területi elhelyezkedése

Fig. 1: Area of the mentioned caves

A terület barlangjai túlnyomórészt a felső-eocén Szépvölgyi Mészke Formációban alakultak ki, egyes járatok felhúzódnak a bryozoás márgába, de néhány közülük, pl. a Pál-völgyi-barlangrendszer részét képező Mátyás-hegyi-barlang Patakos-ága a feké triász mészkőt (Mátyáshegyi Formáció) is eléri (Wein 1977). A területre a D-DK-i, 25-35°-os rétegdőlés a jellemző. A beszivárgást befolyásoló domborzat az egyes vizsgált barlangoknál eltérő.

A *Ferenc-hegyi-barlang* bejárata 262,05 m tszf magasságban nyílik, hossza: kb. 6500 m, függőleges kiterjedése 85 m. Felszínközei járatai déli irányban (ahol a mintavételi helyek is vannak) beépített terület alá nyúlnak.

A *Mátyás-hegyi-barlang* bejárata 202,05 m tszf magasságban nyílik, hossza 5200 m, függőleges kiterjedése 108 m. Járatainak nagy része a meredek oldalú Mátyás-hegy alatt húzódik, így beszivárgás csak a Törmelék-labirintusban van, ami a Szépvölgy tektonikailag preformált, erősen töredezett zónája alatt található (Fehér 2011).

### Módszer:

A 2010-2014 közötti időszakban a Mátyás-hegyi-barlangban 21 alkalommal, míg a Ferenc-hegyi-barlangban 23 alkalommal történt mintavétel az 1. táblázat szerinti éves felbontásban. Az ettől eltérő mintavételi számot az egyes mérőpontoknál fogjuk jelezni.

1. táblázat A mintavételek száma éves felbontásban

| Mátyás-hegyi-barlang |   | Ferenc-hegyi-barlang |   |
|----------------------|---|----------------------|---|
| 2010                 | 5 | 2010                 | 5 |
| 2011                 | 5 | 2011                 | 6 |
| 2012                 | 3 | 2012                 | 4 |
| 2013                 | 4 | 2013                 | 4 |
| 2014                 | 4 | 2014                 | 4 |

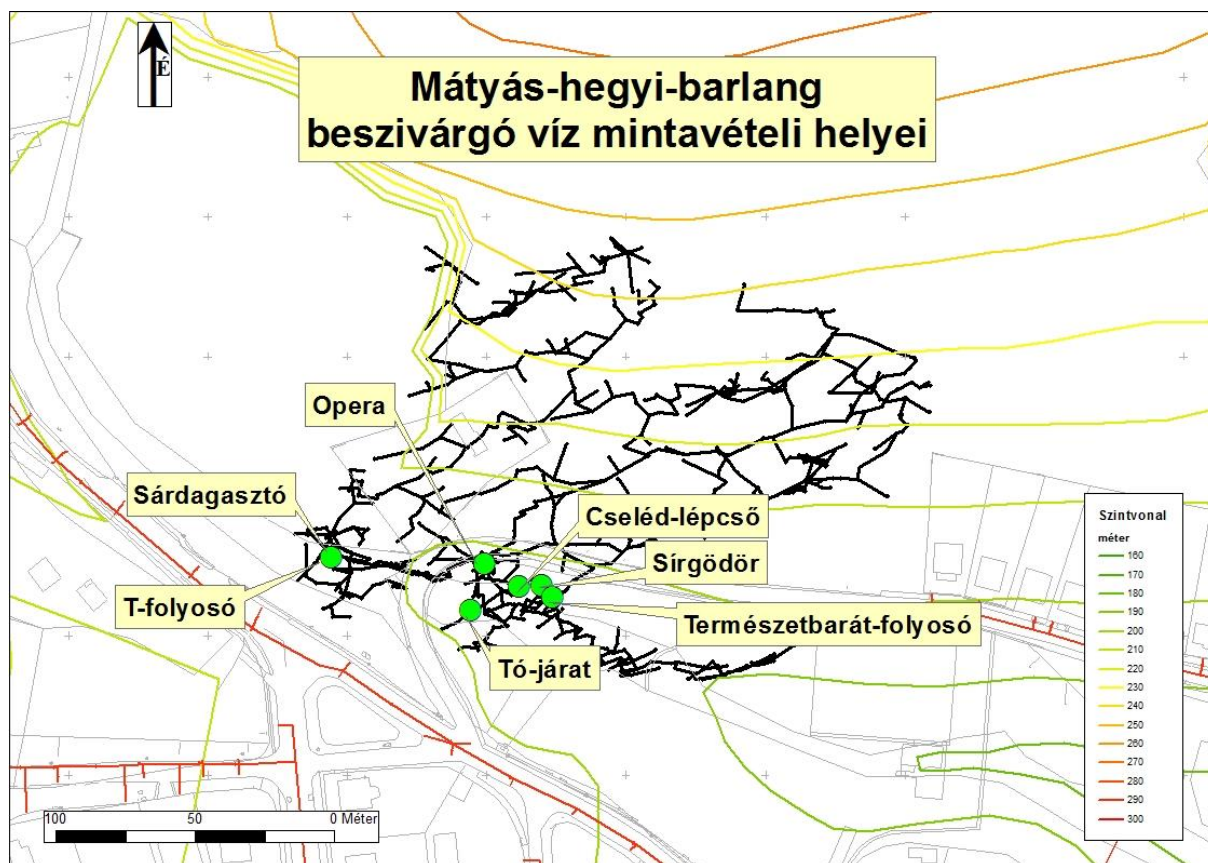
A mintavételeket fixen telepített edényekkel oldottuk meg, melyekben állandó vízcserét biztosítottunk (FEHÉR K. 1995). A minták elemzését az ELTE TTK Környezet- és Tájföldrajzi Tanszékének laboratóriumában végeztük a Magyar Ivóvízszabvány előírásai alapján. A vizsgált paraméterek: pH, fajlagos vezetőképesség, kalcium-, magnézium-, nátrium-, kálium-, hidrogénkarbonát-, klorid-, szulfát-és nitrát-ion. Néhány alkalommal – szűrőpróba szerűen – ellenőriztük a nitrit-, ammónium- és a foszfát-ion mennyiségét.

A 2010-2014. év mérési eredményeinek értékeléséhez a szennyezést indikáló paraméterek éves mediánértékeit használtuk. Ezek közül a vezetőképesség a vízben oldott sótartalommal arányos, míg a mért ionok közül a klorid, a nitrát, a szulfát és a nátrium mértéke és változása a barlangba bejutó antropogén anyagokat jelzi. Az értékeléshez a 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről határértékeit használtuk. A rendelet 1. sz melléklete a kémiai vízminőségi jellemzők közül a nitrát határértékét 50 mg/l-ben, míg az indikátor vízminőségi jellemzők közül a kloridét 250 mg/l-ben, a szulfátét 250 mg/l-ben, a nitrátét 200 mg/l-ben, ill. a fajlagos vezetőképességét 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ -ben határozza meg. A 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről csak a szulfát és a nitrát esetében határoz meg szennyezettségi (250, 25 mg/l), ill fokozottan érzékeny terület esetében intézkedési szennyezettségi határértéket (500, 80 mg/l), így az összes szennyezést jelző paraméterre az ivóvízre hatályos határértékeket alkalmaztuk.

Grafikus megjelenítéshez a Piper- és a Stiff-diagramot is felhasználtuk RockWorks 2006 program segítségével.

## Mátyás-hegyi-barlang – 2010 és 2014 közötti változások

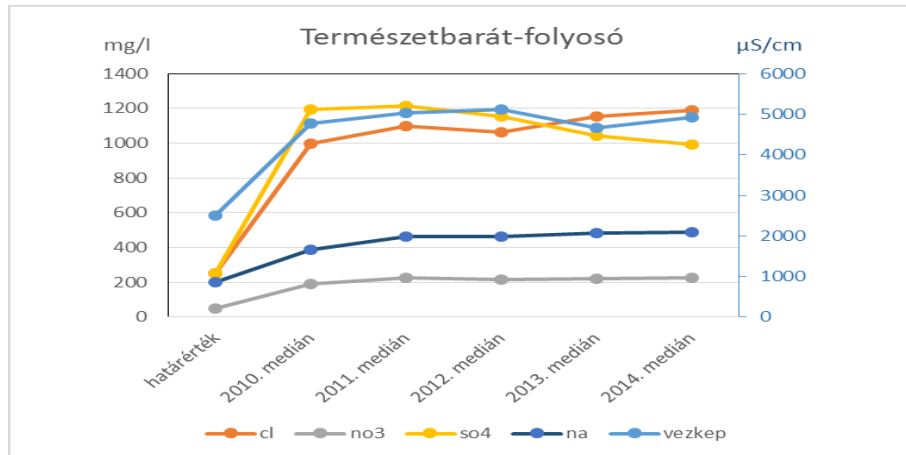
A barlangban hét ponton végeztünk mintavételt a beszivárgó vizekből. Ezek nagy része a Törmelék-labirintus zónájában helyezkedik el, amely a Szépvölgy alatt található (1. térkép)



1. térkép A Mátyás-hegyi-barlang vízminőségi vizsgálatának mintavételi pontjai

### Természetbarát-folyosó bejárati zónája (m01)

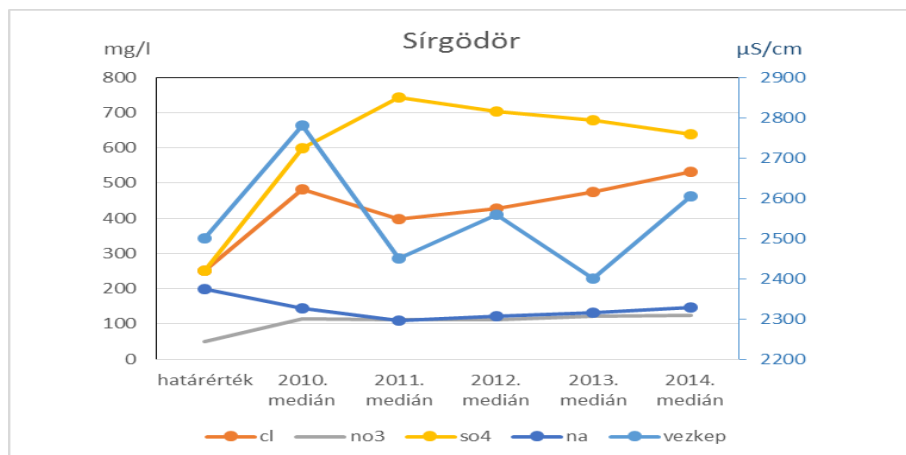
A fajlagos vezetőképesség értéke 4600 és 5200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  között mozog. Maximumát 2012-ben éri el, majd a 2013-as csökkenés után újra emelkedni kezd. A klorid, nitrát, szulfát és a nátrium mennyisége többszörösen meghaladja a megengedett határértéket. Erőteljes szennyezés éri a mérőpontot (1. ábra).



1. ábra A Természetbarát-folyosó mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Sírgödör (m02)

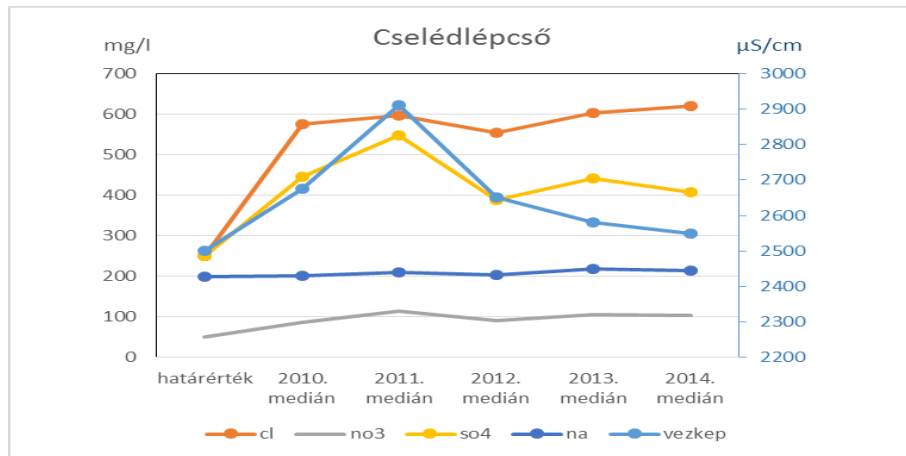
A fajlagos vezetőképesség határérték körül mozog, legmagasabb értéket 2010-ben mértünk (2780  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). A nátrium koncentrációja határérték alatt van, 2011 óta enyhe növekedést mutat. 2011 után a klorid emelkedik, míg a szulfát csökken, a nitrát nem mutat jelentős változást. Mindhárom paraméter határérték felett van (2. ábra).



2. ábra A Sírgödör mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Cselédlépcső (m03)

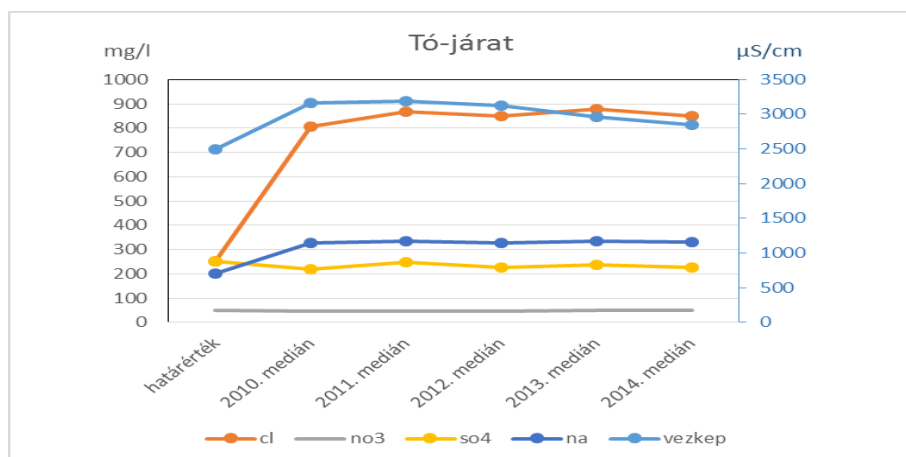
Az összes vizsgált paraméter határérték felett van. A vezetőképesség és a szulfát 2011 óta csökken, a klorid növekedik, a nátrium és a nitrát nem mutat számottevő változást (3. ábra).



3. ábra A Cselédlépcső mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Tó-járat (m04)

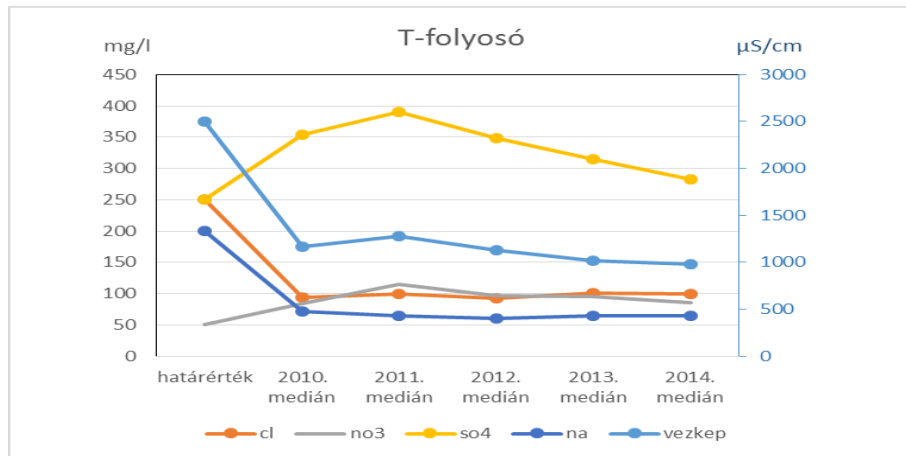
A klorid értéke többszörösen meghaladja, a vezetőképesség és a nátrium átlépi, a szulfát és a nitrát enyhén megközelíti a határértéket. A vezetőképességnél kisebb csökkenés tapasztalható a vizsgált időszakban, a többi paraméter nem mutat változást (4. ábra).



4. ábra A Tó-járat mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### T-folyosó (m05)

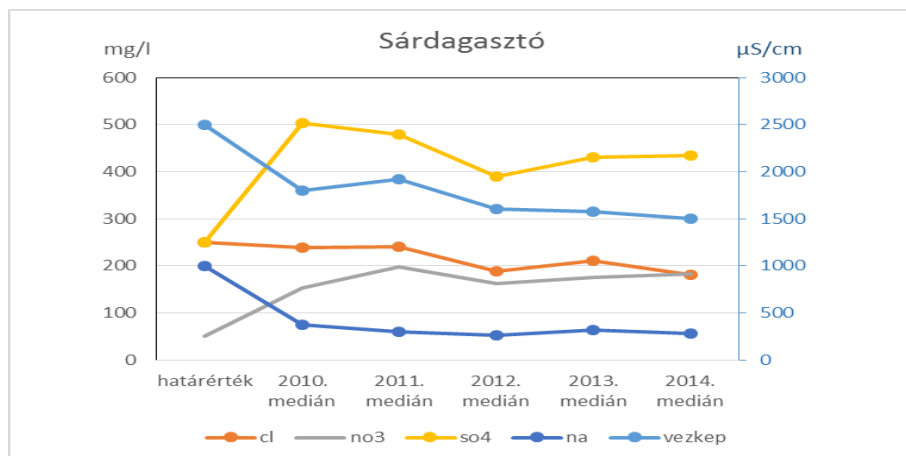
A vizsgált paraméterek közül csak a szulfát lépte túl a határértéket, de 2011 óta csökkenés tapasztalható. A többi paraméterben érdemleges változás nincs a vizsgált időszakban (5. ábra).



5. ábra A T-folyosó mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Sárdagasztó (m06)

A szulfát mellett a nitrát is határérték felett mozog. A vezetőképesség, a klorid és szulfát enyhén csökken, a nitrát és a nátrium nem változik (6. táblázat).

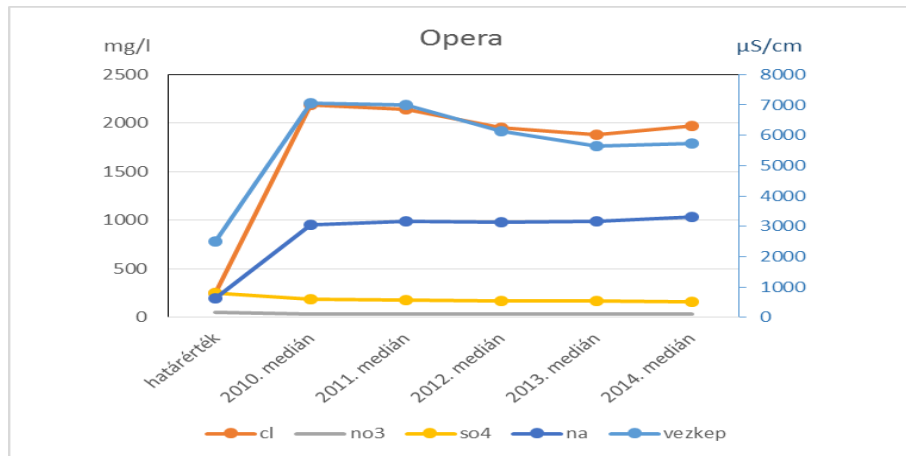


6. ábra A Sárdagasztó mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei



### Opera (m07)

A nitrát és a szulfát alacsony koncentrációjú, nincs változás. A vezetőképesség, a klorid és a nátrium többszörösen meghaladja a határértéket, az első kettőnél csökkenés tapasztalható 2013-ig (7. ábra).

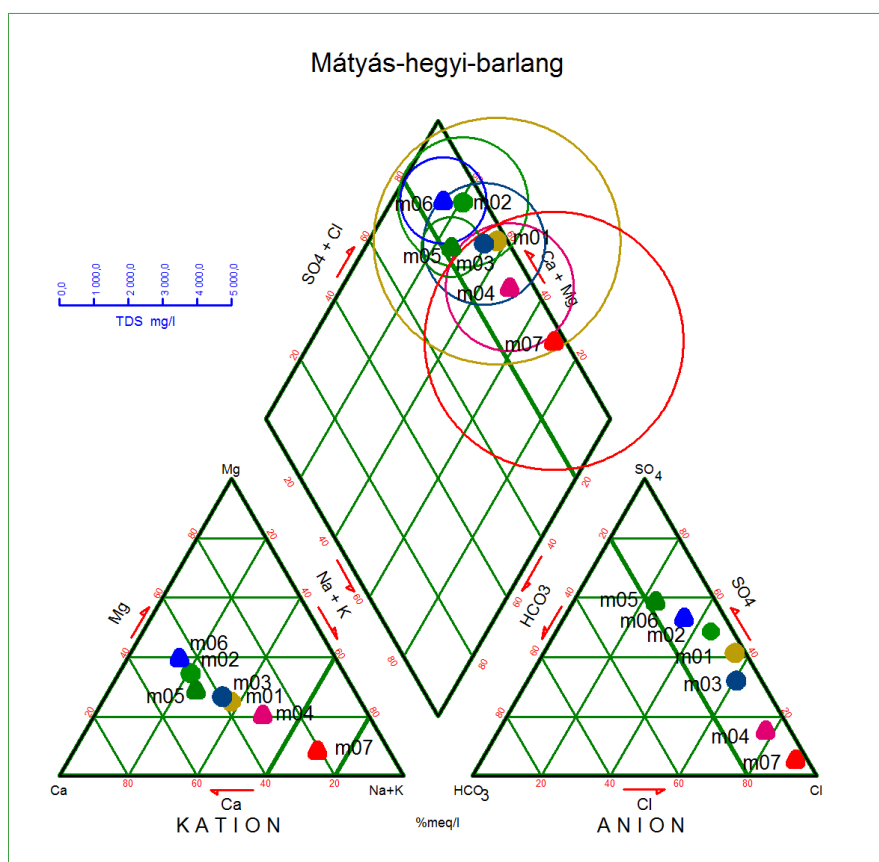


7. ábra Az Opera mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### A mérőpontok összehasonlítása

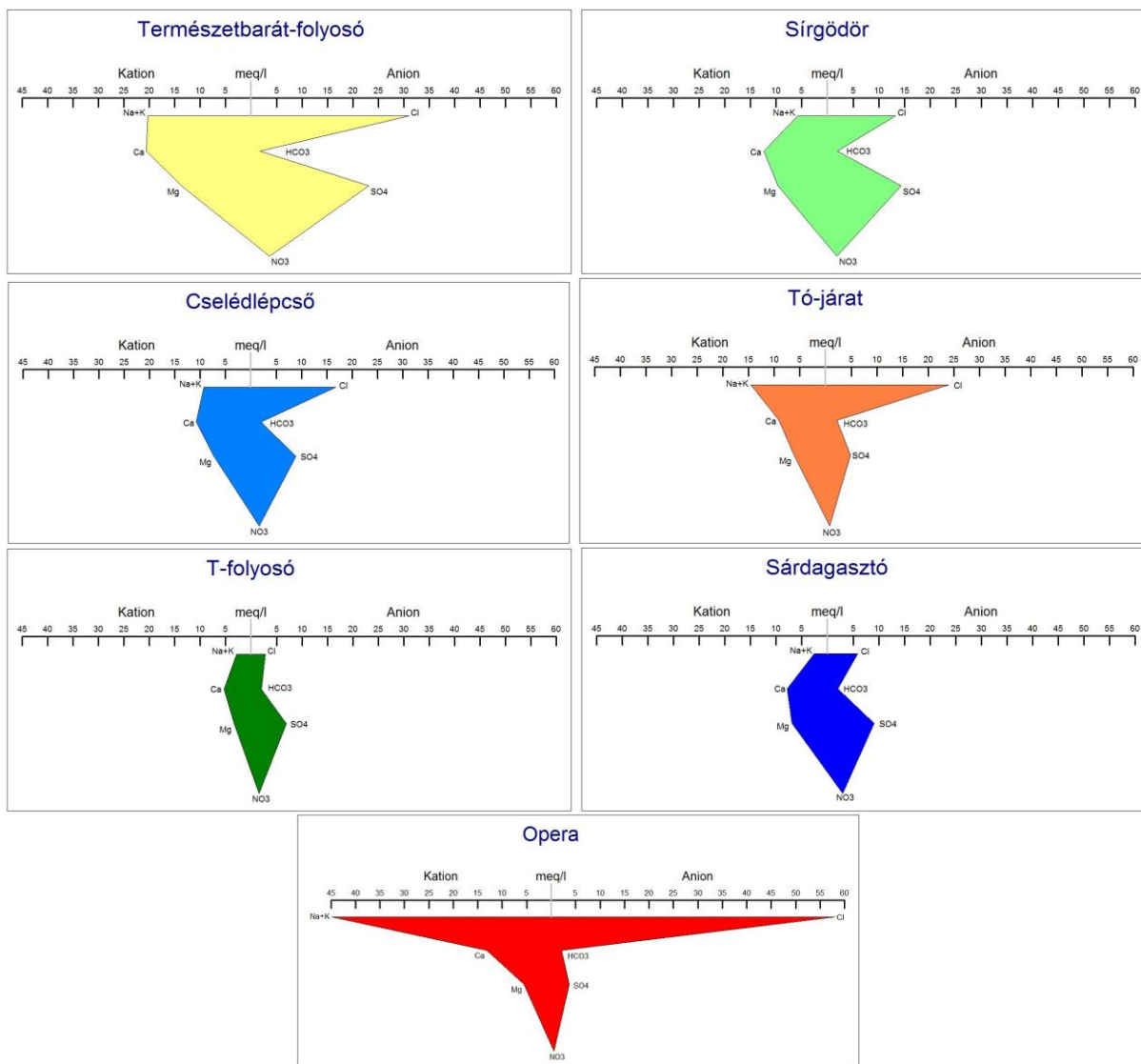
A mérőpontok közötti eltérések vizsgálatához a paraméterek öt éves adatainak a mediánjait használtuk. Az ion-összetételüket (Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>) Piper-diagrammon ábrázoltuk (8. ábra), ahol a színes karikák az összes só tartalmat (TDS) mg/l-ben, míg a rombuszban és a háromszögekben meq/l %-ban az ionösszetételt mutatják. Az ábra egyszerűsítése érdekében a mérőpontok kódszámát tüntettük fel.

A legnagyobb összes sótartalom az m07 és a m01 mérőpontokon tapasztalható, a legkisebb a m05-nél és a m06-nál. A kation-arányoknál az m07 válik el magas nátrium-, alacsony kalcium-tartalmával. Az m02, m05 és m06 pontok hasonlóak egymáshoz alacsony nátrium és magas kalcium koncentrációikkal. Az anionoknál a hidrogén-karbonát minden mérőpontnál alacsony arányú. A klorid csökken, míg a szulfát-tartalom növekszik az m07-m04-m03-m01-m02-m06-m05 sorrendben.



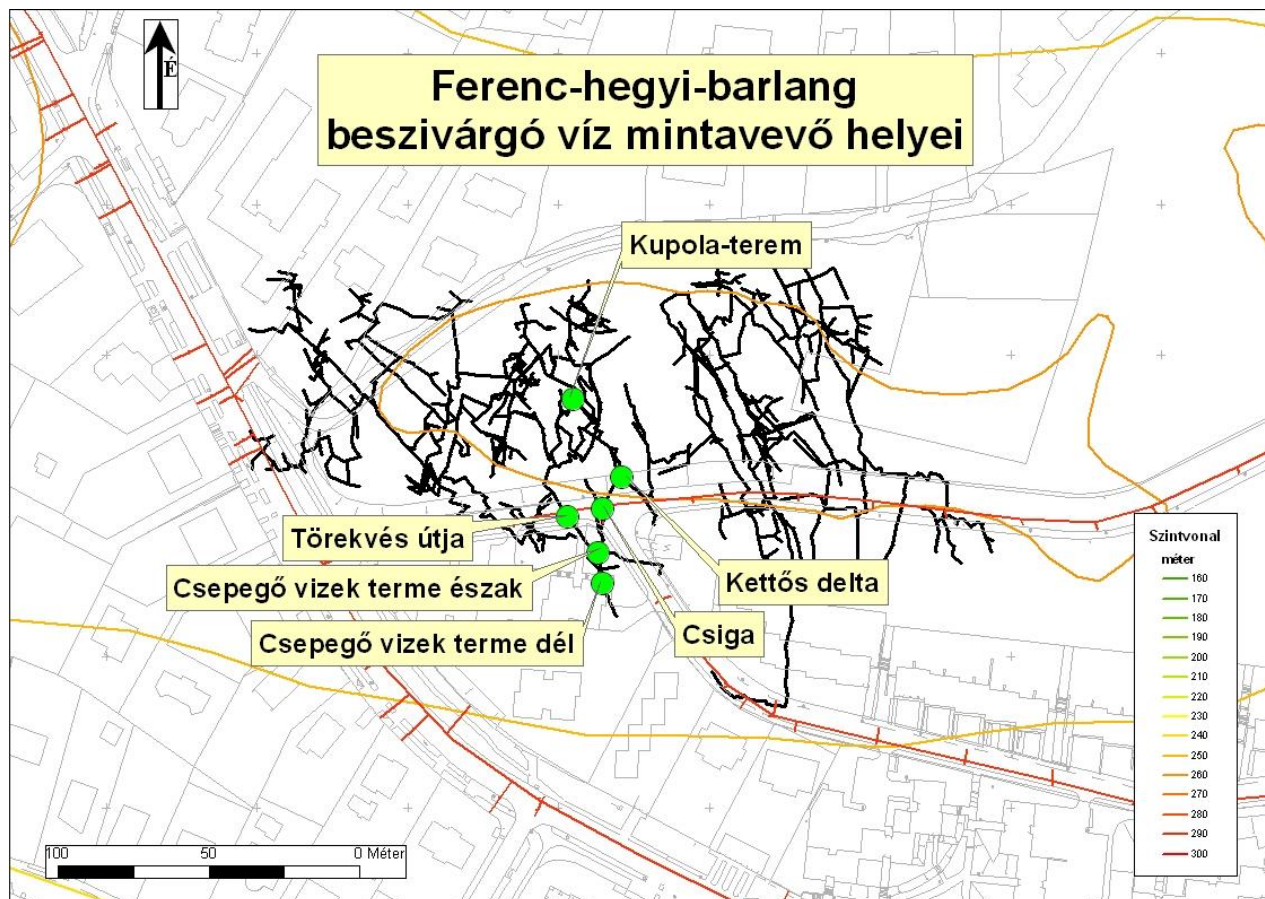
8.ábra A Mátyás-hegyi-barlang mintavételi pontjainak 2010-2014 medián értékei alapján készült Piper-diagram

Stiff-diagrammon meq/-ben ábrázolva a kation-anion arányokat (Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) a Sírgödör (m02) – Cselédlépcső (m03), ill. a T-folyosó (m05) – Sárdagasztó (m06) között tapasztalható hasonlóság. Az összes többi mérőpont különböző ion-összetételt mutat. A Természetbarát-folyosónál a magas klorid, szulfát, nitrát, a Tó-járatnál az alacsony nitrát, szulfát, az Operánál a kimagaslóan magas nátrium és klorid változtatja meg az arányt.



9. ábra A Mátyás-hegyi-barlang mérőpontjainak ionarányai a 2010-2014. adatok mediánjai alapján

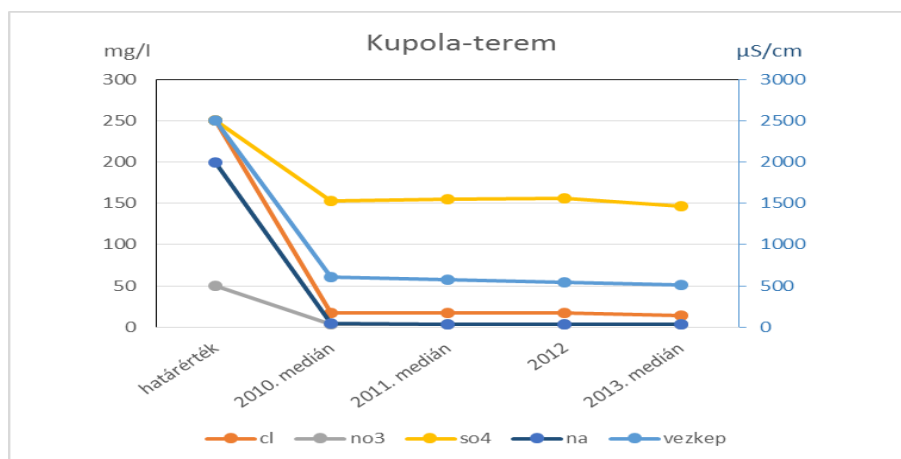
**Ferenc-hegyi-barlang – 2010 és 2014 közötti változások**  
(mintavételi pontok: 2. térkép)



2. térkép A Ferenc-hegyi-barlang vízminőségi vizsgálatainak mintavételi pontjai

### Kupola-terem (f01)

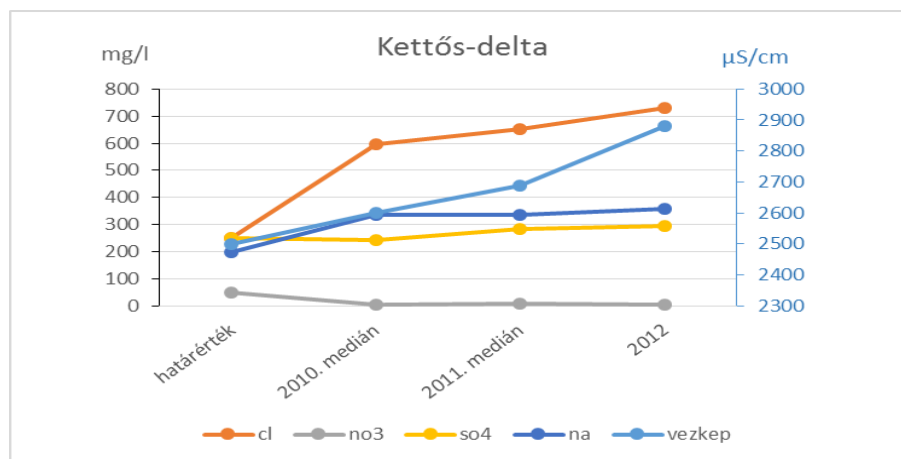
Ezen a mérőponton 2010-ben 3, 2011-ben 6, 2012-ben 1, 2013-ban 3 alkalommal tudtunk mintát venni. A későbbiekben nem volt beszivárgás. A legtisztább, antropogén behatástól legkevésbé befolyásolt mérőpont, amit a paraméterek alacsony koncentrációja is bizonyít (10. ábra). A vezetőképesség értékeiben enyhe csökkenés, a többi paraméterben számottevő változás nem tapasztalható.



10. ábra A Kupola-terem mérőpont 2010-2013. évi mérések mediánértékei

### Kettős-delta (f02)

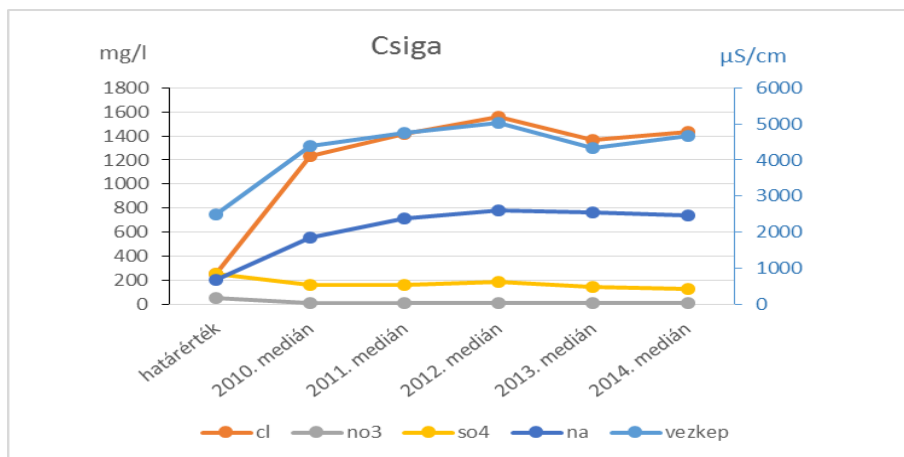
2010-ben 3, 2011-ben 4, 2012-ben 1 alkalommal vettünk mintát. A későbbiekben itt is megszűnt a csepegés. A nitrát koncentrációja 10 mg/l alatt van. A szulfát 2010-ben határérték alatt, majd a következő két évben afelett volt. A vezetőképesség, a klorid és a nátrium magas értékei, növekvő tendenciája antropogén hatásra utalnak (11. ábra).



11. ábra A Kettős-delta mérőpont 2010-2012. évi mérések mediánértékei

### Csiga (f03)

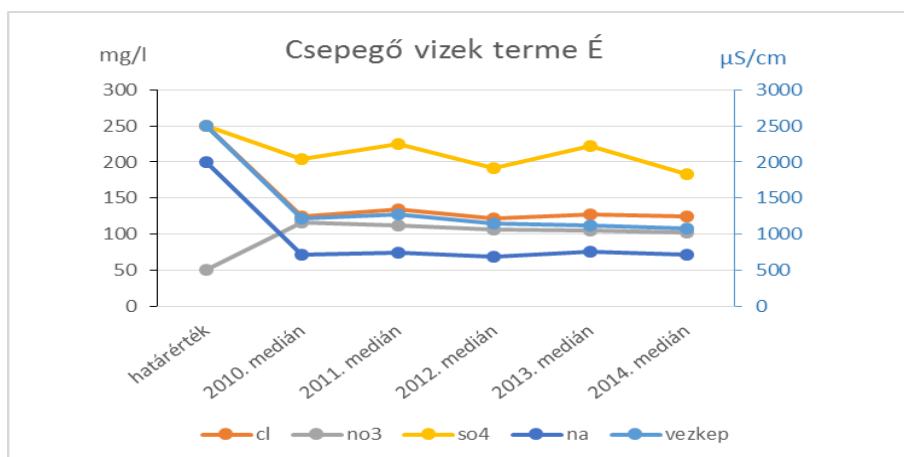
A nitrát és a szulfát értékei nem érik el, a vezetőképesség, a klorid és a nátrium meghaladja a határértéket. 2012 után kismértékű csökkenés tapasztalható (12. ábra).



12. ábra A Csiga mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Csepegő vizek terme észak (f04)

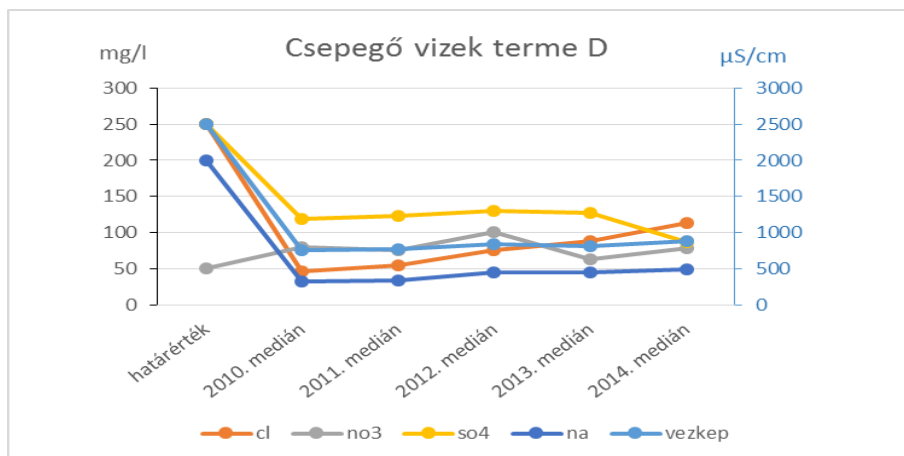
Ezen a mérőponton csak a nitrát értéke haladja meg a határértéket. Jelentős változás nem tapasztalható a vizsgált öt év alatt (13. ábra).



13. ábra A Csepegő-vizek terme észak mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Csepegő vizek terme dél (f05)

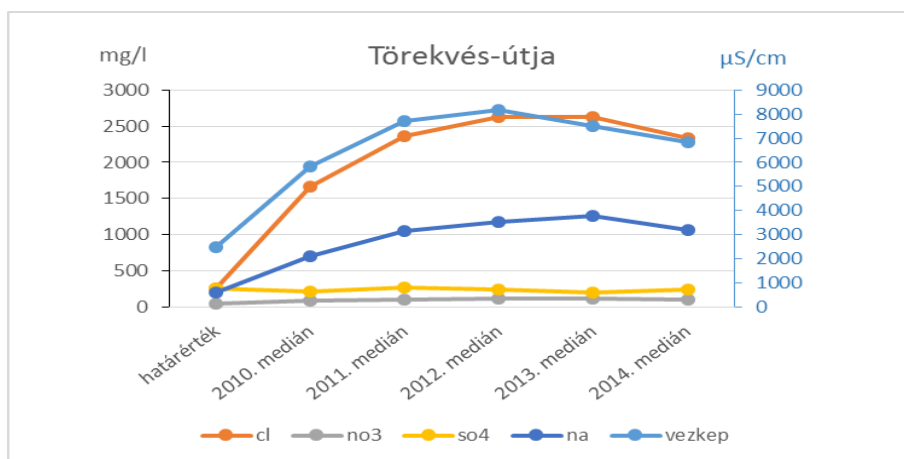
A nitrát meghaladja a határértéket, egy évben (2013) elérte a 100 mg/l-es koncentrációt. A többi paraméter határérték alatti. A klorid évről-évre növekszik, a szulfátnál 2014-ben csökkenés mutatkozott (14. ábra).



14. táblázat A Csepegő-vizek terme dél mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

### Törekvés útja (f06)

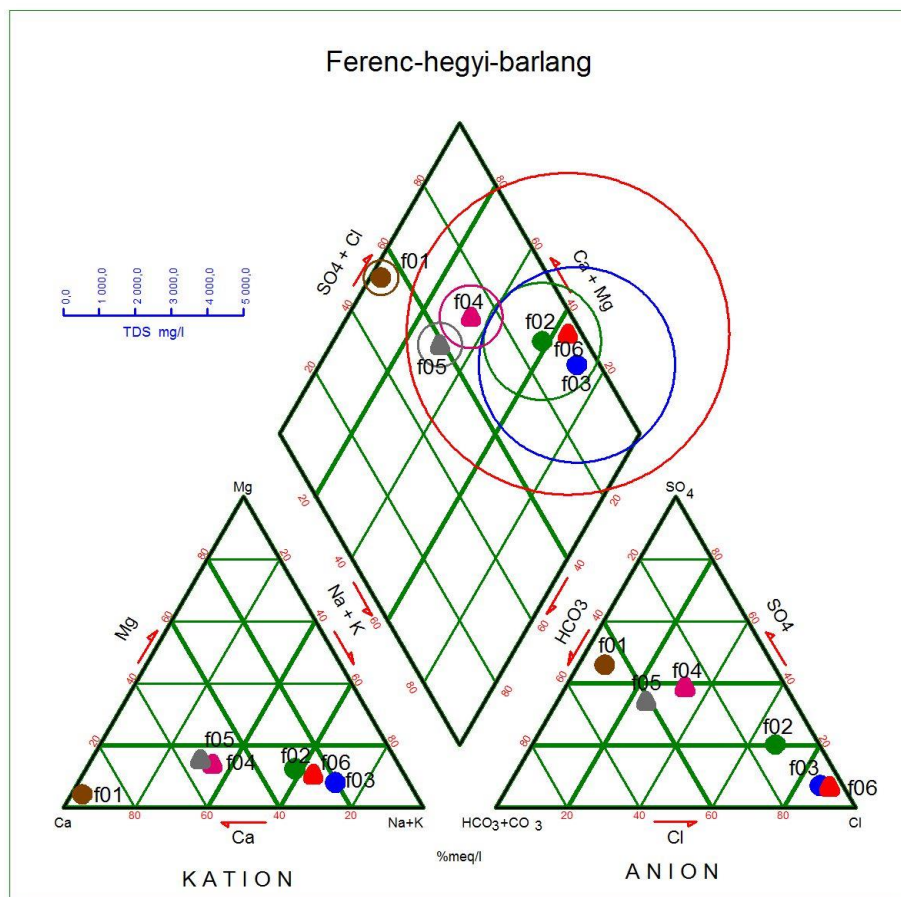
A vezetőképesség, a klorid és a nátrium többszörösen meghaladja a határértéket. 2013-ben mindhárom paraméter esetében csökkenés volt tapasztalható. A szulfát koncentrációja határérték körül mozgott, a nitráté meghaladta azt. (15. ábra).



15. ábra A Törekvés útja mérőpont 2010-2014. évi mérések mediánértékei

## A mérőpontok összehasonlítása

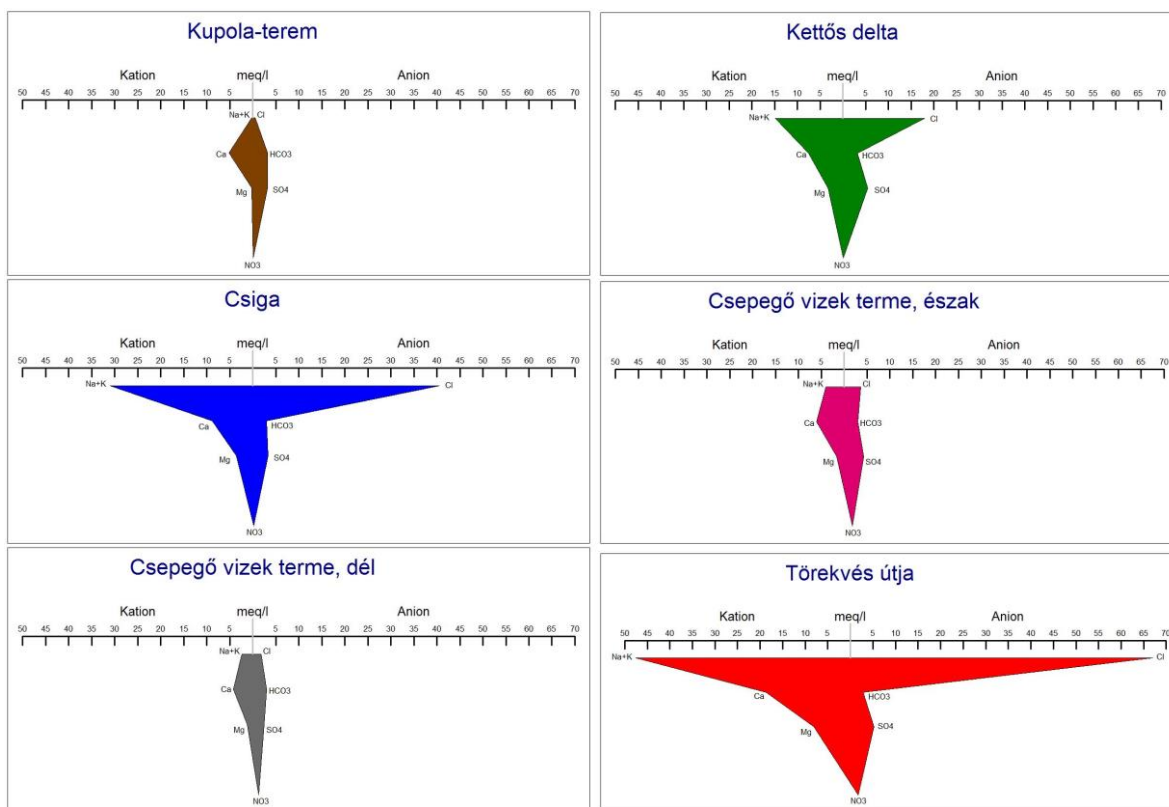
A mérőpontok főbb ionjait (Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) meq/l %-ban Piper-diagrammon ábrázolva (16. ábra) három csoportra oszthatjuk ion-arányuk ill. összesó tartalmuk (TDS) alapján. A Kupola-terem (f01) alacsony sótartalmával, míg a kationoknál a magas kalcium-arányával válik el a többi mérőponttól. A Csepegő vizek terme észak (f04) és dél (f05) mérőpontok hasonló sótartalmukkal és ionarányokkal alkotnak csoportot. A Kettős-delta (f02), a Csiga (f03) és a Törekvés útja (f06) hasonló ionarányaikkal közel helyezkednek el egymáshoz a diagramon. A Törekvés útja (f06) kimagaslik összesó tartalmával, de a Csiga (f03) értékei is magasak.



16. ábra A Ferenc-hegyi-barlang mintavételi pontjainak 2010-2014 medián értékei alapján készült Piper-diagram



A mérőpontok kation-anion (Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) arányait Stiff-diagram segítségével meq/-ben ábrázolva a Csepegő vizek terem észak (f04) ill. dél (f05) adatai közötti hasonlóság jól érzékelhető az f04 nagyobb klorid-tartalma mellett is. A Kettős delta (f02) és a Csiga (f03) a klorid és a nátrium arányába tér el az utóbbi mérőpont javára. A Törekvés útja nemcsak magas ion-tartalma miatt tűnik ki a többi mérőpont közül, hanem a magas nátrium, klorid és szulfát arányával is. A Kupola-teremben (f01) alacsony iontartalom mellett a kalcium – hidrogén-karbonát felé tolódik el az arány.



17. ábra A Ferenc-hegyi-barlang mérőpontjainak ionarányai a 2010-2014. adatok mediánjai alapján

## Értékelés

A bemutatott vízminőségi adatok azt mutatják, hogy mindkét barlang erősen veszélyeztetett, a beszivárgó vízzel a legtöbb mérőponton határértéket meghaladó szennyezés jut le. A szennyezés lejutásának kimutatásának egyik legjobb indikátora az beszivárgó vizek *fajlagos vezetőképessége*, ami a vízben oldott sók összkoncentrációját tükrözi. Értéke tág határok között mozog. Változásai nem követik a hidrogén-karbonátét, ahogy az más terület karsztvizeinél tapasztalható, értékeit erősebben befolyásolják más (pl. szennyvízből származó) ionok. Az egyes barlangokon belül a különböző mérőpontok között nagyságrendi különbségek is kimutathatók, ami ugyancsak a beszivárgó vizek különböző eredetét jelzi, jobbra a külső szennyezést jelzik, az eltérő közettani viszonyokat kevésbé (SÁRVÁRY I.–MAUCHA L.–IZÁPY G. 1992). A legalacsonyabb értéket a Kupola-teremben mértük (f01), de nem éri el a határértéket a T-folyosó (m05), a Sárdagasztó (m06), és a Csepegő vizek termének két mérőpontja (f04, f05) sem. A határérték körüli értékeket a Sírgödörnél (m02), a Cselédlépcsőnél (m03), a Tó-járatnál (m04), a Kettős-deltánál (f02) mutattunk ki, másfélszeresen lépi túl a Tó-járat (m04), kétszeresen a Természetbarát-folyosó (m01), az Opera (m07) és a Csiga (f03), háromszorosan a Törekvés útja (f06).

A csepegővizekben több olyan ion is kimutatható volt, ami nem csak jelenlétével, de mennyiségével is jelzi az emberi tevékenység miatti szennyezés jelenlétét. A *nátrium* és a *klorid* természetes folyamatok eredménye is lehet (pl. mállás), de a barlangon belüli nagy különbségek és a magas koncentráció-értékek azonban a külső, antropogén szennyezést valószínűsítik. A legvalószínűbb forrás az utak sózására használt NaCl, de a háztartásokban alkalmazott mosószerek, pl. nátrium-hipoklorid vagy vízlágyító szerek pl. a kalgon (nátrium-hexametafoszfát), továbbá a kerti fürdőmedencékben – valószínűleg a szükségesnél jóval nagyobb mennyiségben – használt fertőtlenítőszer (hipokloritok) bejutása is valószínűsíthető. Ezt támasztja alá az is, hogy a nátrium és a klorid egyenérték-mennyisége nem azonos, a klorid javára eltolódik.

A legkisebb értéket a Kupola-teremben mértük (Na 4 mg/l, Cl 14 mg/l). Erre a mérőpontra mondhatjuk azt, hogy a természetes, valószínűleg emberi tevékenység

behatásától mentes beszivárgás jellemzi. A nátrium határértékét nem éri el Sírödör (m02), a T-folyosó (m05), a Sárdagasztó (m06), a Csepegő vizek terme észak (f04) és a Csepegő vizek terme dél (f05). A Cselédlépcső (m03) eléri, a Tó-járat (m04), Kettős-delta (f02) másfélszeresen, a Természetbarát-folyosó (m01) kétszeresen, a Csiga (f03) háromszorosan, míg az Opera (m07) és a Törekvés-útja (f06) ötszörösen túllépi.

A klorid esetében nem éri el a határértéket a T-folyosó (m05), A Sárdagasztó (m06), a Csepegő vizek terme észak (f04) és a Csepegő vizek terme dél (f05). Kétszeresen túllépi a Sírödör (m02), a Cselédlépcső (m03) és a Kettős delta (f02). Háromszorosan a Tó-járat (m04), négyszeresen a Természetbarát-folyosó (m01), hatszorosan a Csiga (f03), nyolcszorosan az Opera (m07) és kilencszeresen a Törekvés útja (06).

A szulfáttartalom a talajban lejátszódó természetes folyamatok során a szerves szulfidok oxidációjával (HEM J. 1985), de a szerves hulladékból (pl. szervesanyag-bomlás) is származhat. A mérőpontok között különbségek és a több éves változások a szulfát antropogén eredetét igazolják. Határértéket meghaladó mennyiséget a Mátyás-hegyi-barlangban az Opera (m07) kivételével minden mérőponton, a Ferenc-hegyi-barlangban csak a Kettős-deltánál (f02) mértünk.

A nitrát a kertek gondozásához használt műtrágyából, ill. a különböző szennyvizekből származhat. A nitrát jelenléte külső szennyező forrásra utal (ALFÖLDI L. et al. [szerk.] 1968). Határérték alatti koncentrációt a Tó-járat (m04), az Opera (m07), a Kupola-terem (f01), a Kettős-delta (f02) és a Csiga mérőpontokon mutattunk ki.

## **Összefoglalás**

A Rózsadomb területén a karsztba szivárgó természetes és antropogén eredetű vizek veszélyességének megítélése a barlangi csepegővizek vízkémiai analízise alapján lehetséges. Az átlagosan 50 m mélységű barlangjáratok „félúton” helyezkednek el a felszín és a karsztvízszint között, így alkalmas monitoring rendszerrel a felszínről bekerülő szennyezőanyagok kimutathatók, még mielőtt elérnék a védendő főkarsztvíz-tárolót.

A karszt – ha sértetlen a felette levő talajtakaró – nagy felületű repedésrendszerével kiszűri a rajta átszivárgó vizekkel szállított szennyezőanyagokat. Ha az antropogén

tevékenység (lakóterület kialakítása, közlekedési utak stb.) miatt az eredeti talajtakaró sérül vagy megsemmisül, akkor a víz szűrés nélkül, szinte akadálytalanul hatol az alatta lévő márga-, ill. mészkőrétegbe. A különböző méretű és irányítottágú repedésekből összetevődő hálózat miatt – a kőzetrétegek dőlését (és a réteglapok elválását is) figyelembe véve – nehéz az egyes barlangi mérőhelyeken befogott vizek felszíni behatolási pontját meghatározni. A különböző keresztmetszetű rések, repedések eltérően befolyásolják a lassú, kis vízhozamú szivárgások, ill. a nagyobb esőzések, hóolvadások során, vagy a rendszerbe a közművek hibái miatt bekerülő (esetenként nagy mennyiségű) víz mozgásviszonyait.

A felszín beépítettsége, a közműhálózat hibái, a csapadékvíz nem megfelelő elvezetése, ill. a csapadék által a burkolt felületekről lemosott különböző szennyezések jelentősen befolyásolják a beszivárgó víz összetételét. A határértékeket több esetben akár sokszorosán túllépő ionkoncentrációk figyelmeztetnek a karsztot fenyegető veszélyre.

### **Irodalomjegyzék**

- FEHÉR K.* 1995. Vízkémiai vizsgálatok a Szemlő-hegyi-barlangban. Környezeti Ártalmak és a Légzőrendszer V. Konferenciája, Hévíz. pp.47-52.
- FEHÉR K.* 2011. Újabb adatok a budai termálkarszt beszivárgó vizeinek minőségéről. Karsztfejlődés XVI, Szombathely. pp 203-221.
- HEM, J.* 1985. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. – U. S. Geological Survey, Alexandria. pp.66–128.
- SÁRVÁRY I.–MAUCHA L.–IZÁPY G.* 1992. Vízkémiai, mikrobiológiai és izotóp vizsgálatok, VII. feladat. Beszámoló jelentés. – In: PHARE PROJECT, 134/2. Komplex geológiai vizsgálatok és fúrások a Rózsadomb környezetében. Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium, Budapest.
- WEIN Gy.* 1977. A Budai-hegység tektonikája. – MÁFI, Budapest.
- 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet a felszín alatti víz és a földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről
- 201/2001. (X. 25.) Korm. rendelet az ivóvíz minőségi követelményeiről és az ellenőrzés rendjéről