

A víz és a széndioxid eredete a Budapest környéki termális karsztvizekben

BEVEZETÉS

A Budapest környéki termális karsztvíz áramlási rendszert leíró elvi modellt földtani, hidrológiai, hidraulikai és geotermális adatok alapján fejlesztették ki. Kutatásaink célja ennek az elvi modellnek a verifikálása, pontosítása volt, környezeti izotóp és vízkémiai adatok alapján. Elsősorban a termálvíz eredetét, utánpótlódását, felszín alatti tartózkodási idejét, a rendszer sérülékenységet valamint a többlet széndioxid és szulfát eredetét vizsgáltuk.

Mivel a teljes áramlási rendszer jellemzésére és megértésére törekedtünk, ezért a termális karsztrendszer utánpótlódását biztosító hideg karsztvizeket is mintáztuk. A termális karsztvíz esetében igyekeztünk a Budapest területén és közvetlen környezetében található összes működő kutat megmintázni. A hideg karszt esetében csak néhány kiválasztott helyet mintáztunk.

Vizsgálataink során a következő izotópos méréseket alkalmaztuk: a víz stabil és radioaktív izotópjai (^3H , $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$), a szervesen oldott szén radioaktív és stabil szénizotópja (^{14}C , $\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$), a vízben oldott szulfát stabil kén- és oxigénizotópjai ($\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$), valamint 10 esetben kísérleti jelleggel a $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ arány. Az összesen 102 kút illetve forrás vizéből a ^2H , ^{18}O és ^{13}C izotópokat minden esetben, a ^{14}C , ^3H és ^{36}Cl izotópokat pedig kiválasztott kutak esetében mértük.

Nemzetközi együttműködés keretében mértük a szulfát stabilizotópjait (Maria Skłodowska Egyetem, Lublin, Lengyelország) és a ^{36}Cl izotópot (ETH, Zürich, Svájc).

Mintázáskor a helyszínen minden esetben meghatároztuk a következő fizikai-kémiai paramétereket: hőmérséklet, fajlagos elektromos vezetőképesség, pH, szabad széndioxid ($\text{CO}_{2(\text{aqua})}$), kötött széndioxid (HCO_3^-).

A kutatás során kapott adatok kiértékeléséhez irodalmi adatokat is fölhasználtunk.

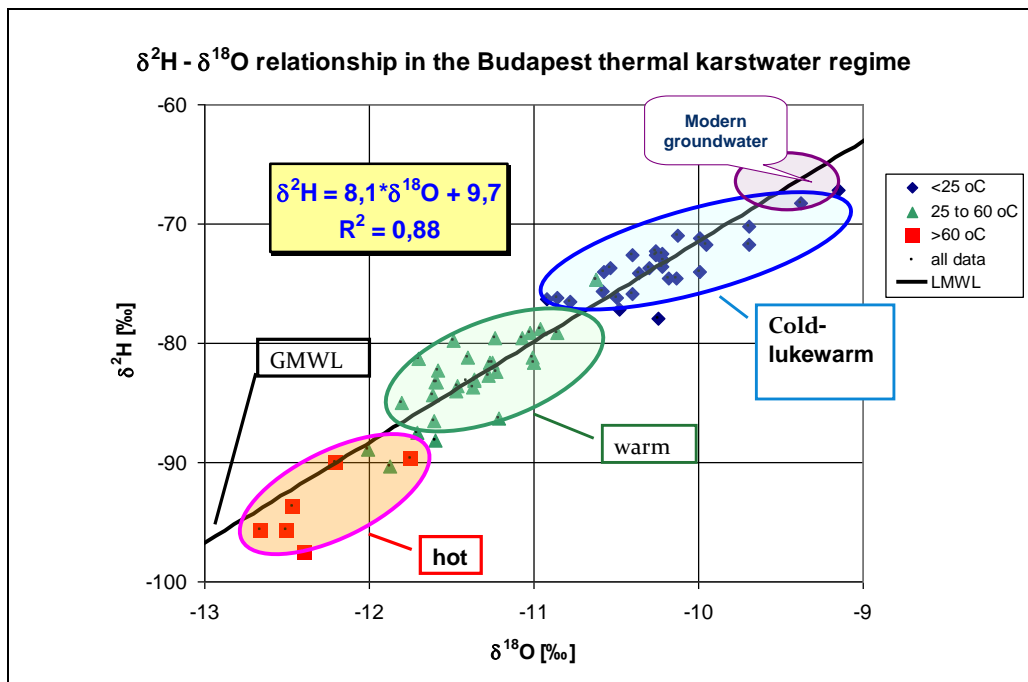
ELVI ÁRAMLÁSI MODELL

A Budai- és a Pilis hegységek keleti peremén a Duna mentén, szerkezeti töréseknél 20-45 °C-os természetes források fakadnak. Ezen forrásokat a nyílt karsztos hegyvidéki területeken beszivárgó, sekély áramlású hideg karsztvizek és a mélyből, a Pesti-síkság felől föláramló meleg komponensek táplálják. A meleg komponensek is a nyílt karsztos területeken szivárogtak be, és a karsztos medencealjzatban, a vízrekesztő és hőszigetelő agyagos fedőrétegek által meghatározott íves pályák mentén áramlanak a források felé, ahol a hideg és langyos komponensekkel keveredve lépnek felszínre. A Pesti-síkság legmélyebb hévízkútjai a meleg komponenseket közvetlenül tárják fel.

AZ ÁRAMLÁSI MODELL IGAZOLÁSA KÖRNYEZETI IZOTÓPOKKAL

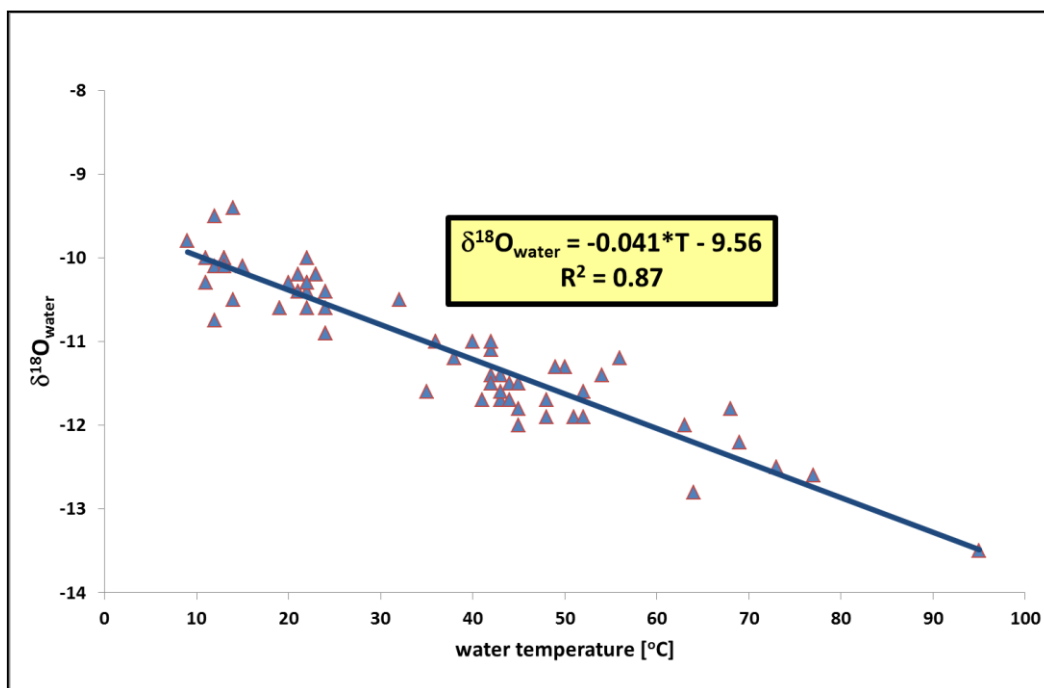
Vízizotópok

A vizsgált vízminták stabil hidrogén- és oxigénizotópos ($\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$) adatai a globális csapadékvíz vonalhoz (GMWL, $\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10$ [‰]) közel helyezkednek el (1. ábra), tehát meteorikus eredetűek. Ez azt bizonyítja, hogy mind a hideg, mind a meleg komponens a környező hegyekben hullott csapadékvízből származik, és a beszivárgás utáni folyamatok nem változtatták meg az izotópos összetételt.



1. ábra A $\delta^2\text{H}$ - $\delta^{18}\text{O}$ összefüggés a Budapest környéki termális karsztvízrendszerben (GMWL = Global Meteoric Water Line, Craig 1961).

Egyértelmű kapcsolatot találtunk a vizek hőmérséklete valamint $\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei között (2. ábra). A leghidegebb, 10-15 °C-os vizek $\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei az alföldi talajvizeknél negatívabbak a „magassági hatás” miatt. A magassági hatást Csobánka, Szentkút-forrás (265 mBf) és Szentendre, Lajos-forrás (465 mBf) vizének rendszeres izotóp elemzésével határoztuk meg, és $\delta^{18}\text{O} = -0,41\text{‰}/100\text{m}$, ill. $\delta^2\text{H} = -2,2\text{‰}/100\text{m}$ értéket kaptunk.

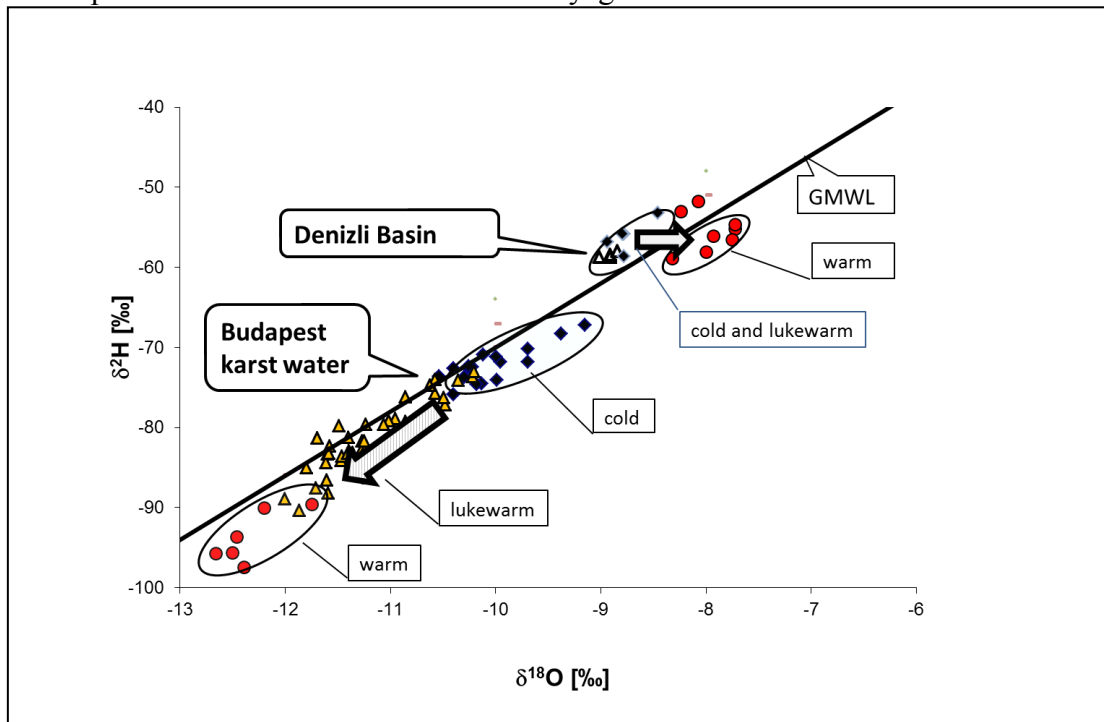


2. ábra $\delta^{18}\text{O}$ -vízhőmérséklet kapcsolat a budapesti termál-karsztvíz rendszerben

A legmelegebb vizek $\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei a legnegatívabbak (minimum értékek -95‰ és -12,5‰). Mivel a csapadékvíz és ennek következtében a felszín alá szivárgó víz stabilizotópos összetétele klímától függ, azon belül alapvetően a légköri átlaghőmérséklettől függ, ebből arra lehet következtetni, hogy a forró komponens a jelenlegi klímánál 1 - 6 °C-kal hidegebb klímán, vagyis több mint 10 ezer évvel ezelőtt, az utolsó eljegesedés során szivárgott be a felszín alá. Ezt a ^{14}C vízkorok is bizonyítják.

A 20 – 60 °C hőmérséklet közötti vizek egy része az íves (karéjos) áramlási pálya mentén található, ezek hőmérséklete (és kora) fokozatosan nő az áramlási pálya mentén. Ugyanakkor $\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$ összetétele egyre negatívabb lesz a paleoklíma változása miatt. A langyos vizek túlnyomó része azonban a hideg és a meleg komponensek különböző arányú keverékeként jött létre, a Duna melletti törésvonalak mentén. Mindkét folyamat a stabilizotóp összetétel és a vízhőmérséklet közötti lineáris kapcsolatot (2. ábra) eredményezi.

Magyar-török közös kutatás keretében összehasonlítottuk a Budapest környékén és a Denizli-medencében (Pamukkale környékén) található termál-karsztvizek stabilizotóp összetételét. Megállapítottuk, hogy a törökországihoz hasonló „ $\delta^{18}\text{O}$ -eltolódás” (ld. nyilak iránya a 3. ábrán) nálunk nem tapasztalható, tehát az esetleges juvenilis vagy fosszilis víz hozzákeveredése a budapesti termál-karszt rendszerben elhanyagolható.



3. ábra $\delta^2\text{H}$ és $\delta^{18}\text{O}$ kapcsolat összehasonlítása a budapesti és a Denizli-medencei (Törökország) termál-karsztvizeknél

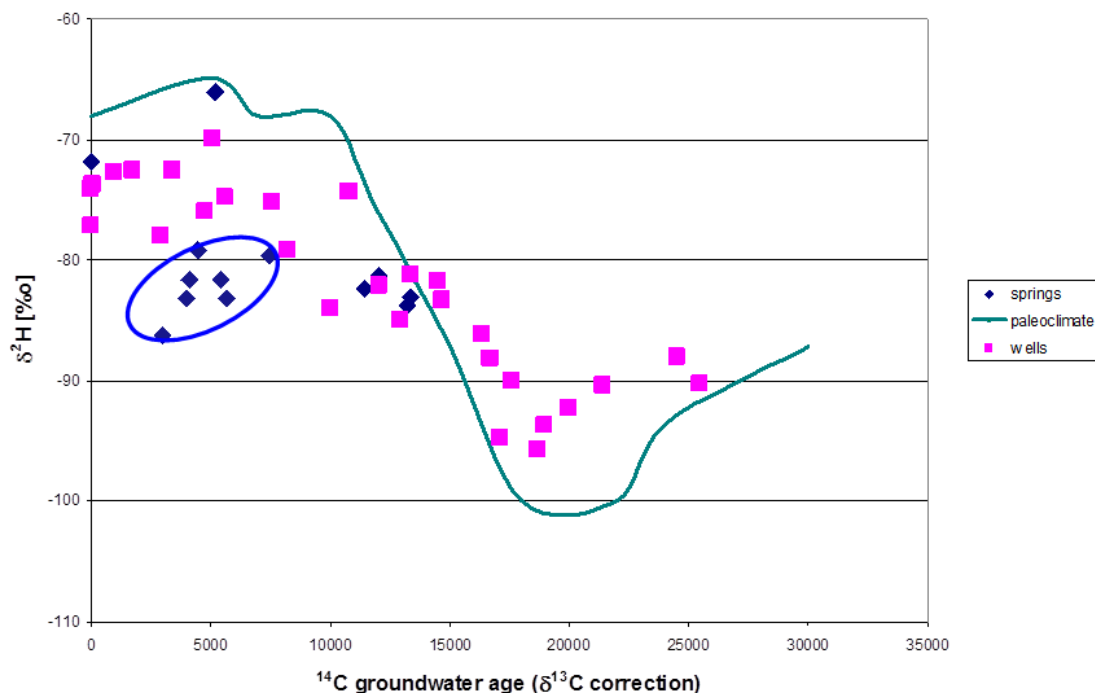
Radiokarbon vízkor

A radiokarbon vízkorokat a Pearson-féle stabil szénizotóp korrekcióval számoltuk, figyelembe véve, hogy vizsgálataink szerint a budapesti termál-karsztvíz rendszerben a többlet széndioxid +3‰ $\delta^{13}\text{C}$ értékkel jellemezhető. Így a korrekciós képlet, amellyel a vízkorokat számoltuk:

$$t = 5730/\ln 2 * \ln[(\delta^{13}\text{C}_{\text{minta}} - 3\text{‰})/-28\text{‰}] \quad [\text{év}]$$

45 Budapest környéki karsztút és forrás vizében számítottuk a fenti $\delta^{13}\text{C}$ korrekcióval a radiokarbon korokat, amelyek a meleg komponens esetében 15 és 28 ezer év közöttiek. Ebben az időszakban volt a legutolsó (Würm-III) eljegesedési csúcs (LGM), tehát a koradatok teljes mértékben megerősítik a stabilizatópokból levont következtetéseket (4. ábra). Az ábrán szereplő paleoklíma változási trendet jégfúrások és a tengervíz stabilizotóp idősorok felhasználásával, a $\delta^2\text{H} = 4,1 \cdot T(^{\circ}\text{C}) - 110$ [‰] (Yurtsever 1975) összefüggés alapján készítettük. A törésvonalak mentén keveredő langyos források esetén azonban csak látszólagos vízkorokat kapunk, ezért adataik anomáliaként jelentkeznek a 4. ábrán, a ^{14}C vízkor - $\delta^2\text{H}$ összefüggés bemutatásakor.

A leghidegebb (0 – 4 °C) hőmérsékletű időszakban beszivárgott, -95 - -110 ‰ $\delta^2\text{H}$ értékű karsztvizek azonban hiányoznak a 4. ábrán. Ennek legvalószínűbb oka, hogy az egymáshoz közeli áramlási karéjakon érkező, kismértékben eltérő korú termálvizek keveredése jelentős diszperzióként jelentkezik, ami „elkeni” a legnegatívabb $\delta^2\text{H}$ csúcst. Kevésbé valószínű, de ki nem zárható, kis mennyiségű, de nagy töménységű, a tengervízhez közelálló izotóp-összetételű fosszilis víz hozzákeveredése. Ez egyúttal magyarázná a budapesti termál-karsztvizek különleges kémiai összetételét, főleg a viszonylag nagy nátrium és klorid ion tartalmat. Végül hipotézisként elképzelhető, hogy a budapesti termál-karsztvizek utánpótlódási területén (200 – 500 mBf) nem volt beszivárgás az LGM idején, mivel ekkor állandó hótakaró borította. Ez magyarázná, hogy az Alföld területén (ahol 2-3 °C-kal melegebb volt) miért találtunk -104 ‰-nél is negatívabb $\delta^2\text{H}$ értékű rétegvizeket.



4. ábra A korrigált ($\delta^{13}\text{C}$) radiokarbon korok függvényében a klímafüggő $\delta^2\text{H}_{\text{viz}}$ értékek. A zöld vonal $\delta^2\text{H} = 4,1 \cdot T(^{\circ}\text{C}) - 110$ [‰] (Yurtsever 1975) képlettel, az irodalomból vett hőmérsékletekkel, számolt $\delta^2\text{H}_{\text{viz}}$ értékeket mutatja.

A TERMÁL-KARSZTVÍZ RENDSZER VÉDETTSÉGE

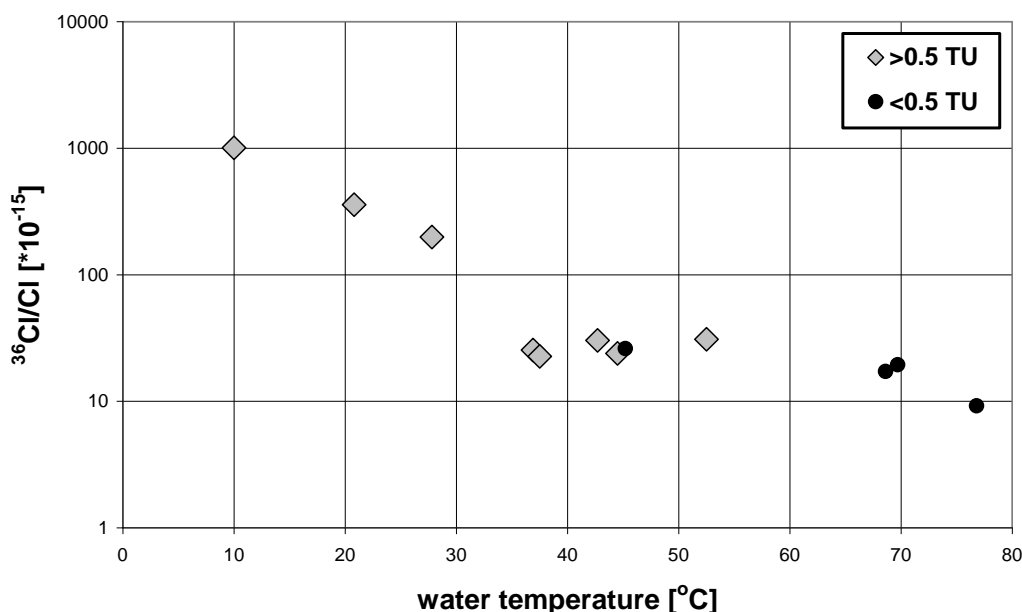
Trícium vizsgálataink célja a modern (60 évnél frissebb), így az intenzív emberi tevékenység által potenciálisan szennyezett komponens kimutatása volt a budapesti termál-karsztvizekben. Erre legalkalmasabb természetes nyomjelző a trícium (^3H), amely az 1952-ben kezdett magaslégtéri termonukleáris robbantások következtében nőtt meg a csapadékban, és az abból beszivárgó karsztvizekben. Ennek eredményeként ma is kimutatható ($>0,5$ TU) trícium tartalom csak az 1952 után beszivárgott (vagy ilyen komponenset tartalmazó) karsztvizekben található.

A vizsgált budapesti termál-karszt kutak vizében sehol sem találtunk kimutatható tríciumot, tehát ezek védettnek tekinthetők. A hidegvizű karsztkutak mind tartalmaztak 2 – 28 TU tríciumot (az utóbbi 15 évben a csapadék trícium tartalma átlagosan 10 TU).

A Duna melletti törésvonal mentén fakadó langyos vizű források és kutak (Gellért-fürdő, Rudas-fürdő, Rác-fürdő és Lukács-fürdő forrásai és forrás-foglalásai) mind tartalmaztak 1 – 4 TU tríciumot, vagyis kismennyiségű friss (így potenciálisan szennyezett) komponenset. Ezeken a területeken szigorúbb környezetvédelmi előírások és rendszeres ellenőrzések szükségesek.

A trícium vizsgálatok eredményét alátámasztják a ^{36}Cl izotópelemzési adatok is. A ^{36}Cl ugyanis – annak ellenére, hogy 300 000 éves felezési ideje miatt a rendkívül idős vizek kor meghatározására alkalmas – kiválóan használható a friss komponens kimutatására is. Az 1940- 50'-es években végzett mélytengeri hasadó bomba kísérletek miatt a csapadékvíz (így a beszivárgó felszín alatti vizek) ^{36}Cl tartalma ugrásszerűen megnőtt.

A budapesti termál-karsztvizek egy részében a trícium és a ^{36}Cl együttes növekedése (5. ábra) bizonyítja a friss komponens jelenlétét.



5. ábra A $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ arány a vízhőmérséklet függvényében.

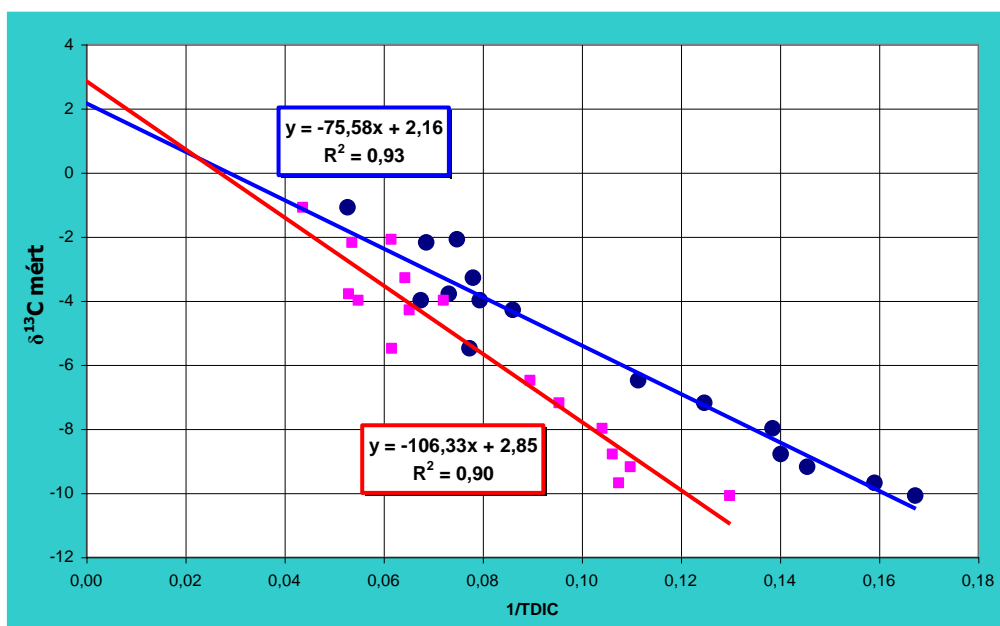
A TÖBBLET SZÉNDIOXID ÉS SZULFÁT EREDETE

A budapesti hévizek jellemzője, hogy oldott szénben és szulfátban viszonylag dúsak, ezért az elvi áramlási modell verifikálásán túl meghatároztuk a mélyben a vízbe keveredő többlet széndioxid, valamint az áramlás során beoldódó szulfát eredetét is.

A TÖBBLET SZÉNDIOXID EREDETE

A budapesti termál-karsztvizekben az oldott szervesetlen szén (TDIC= Total Dissolved Inorganic Carbon) mennyisége nő a hőmérséklettel, ami csak többlet széndioxid hozzákeverésével lehetséges. Ennek a mélyből származó többlet széndioxidnak az eredete - vagyis hogy utóvulkáni vagy metamorf - rendkívül fontos földtani szempontból. Ugyanakkor vízföldtani jelentősége is nagy, a mélységi karsztkorrózió bizonyítása érdekében. A ^{14}C vízkorok korrekciójánál és a travertinók kiválási hőmérsékletének becslésénél is fontos paraméter a többlet széndioxid stabil szénizotóp összetételének ismerete.

A mélységi eredetű széndioxid $\delta^{13}\text{C}$ értékét a mért $\delta^{13}\text{C}_{\text{TDIC}}$ és az $1/\text{TDIC}$ koncentráció-reciprok ábrán a tengelymetszési pont adja meg, ami +3‰-nek adódott (6. ábra). Ez az érték 200 °C fölött keletkezett metamorf széndioxidra utal, hiszen a vulkáni eredetű széndioxid $\delta^{13}\text{C}$ értéke határozottan negatívabb lenne (-5‰ – -7‰).



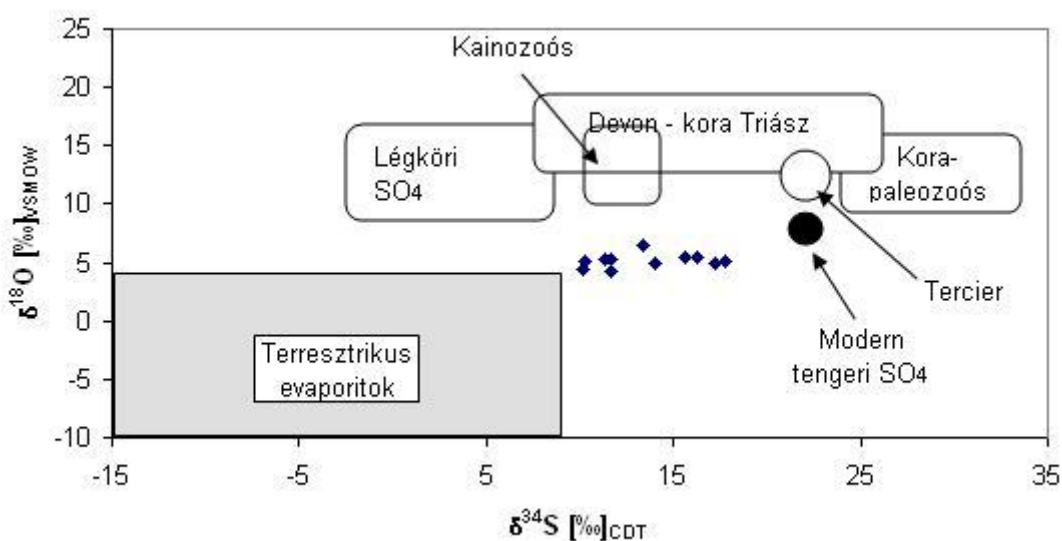
6. ábra A vízben oldott összes szervesetlen szén (TDIC) $\delta^{13}\text{C}$ értéke a TDIC reciprokjának függvényében. A kék jelek (körök) a munkánk során mért TDIC koncentrációk, míg a lilásrózsaszín jelek (négyzetek) a korábbi, többségében '60-as évekbeli adatokat reprezentálják.

A VÍZBEN OLDOTT SZULFÁT EREDETE

A hévizekre jellemző a jelentős, de változó szulfát-tartalom (100-400 mg/l). A $\delta^{34}\text{S}$ értékek (10-18‰, átlag 13,6‰, 7. ábra) tengeri eredetű szulfát beoldódására utal. Hámor T. (1997) különböző fúrásokból származó felső-perm evaporitok szulfátjának $\delta^{34}\text{S}$ értékére átlagban

12,8‰-et kapott, míg alsó-triász evaporitok esetében (Hámor 1991) 24,3‰-et, ami arra utal, hogy a budapesti hévizekben oldott szulfát permiai tengeri üledékek szulfátjából oldódott be.

A szulfát $\delta^{18}\text{O}$ értékei, ellentétben a $\delta^{34}\text{S}$ értékekkel, egy nagyon szűk tartományban mozognak (5. ábra), utalva arra, hogy valószínűleg nem őrizték meg eredeti $\delta^{18}\text{O}$ értéküket. Ezért összehasonlítottuk a $\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$ értékeket a $\delta^{18}\text{O}_{\text{víz}}$ értékekkel. Ugyan a 150 °C alatti hőmérsékleti tartományra nincs általánosan elfogadott megbízható képlet a szulfát-víz oxigénizotóp frakcionációra, a legelfogadottabb, Kusakabe és Robinson (1977) által közölt, képlettel számolva azt kaptuk, hogy a budai termális karsztvízben oldott szulfát vagy elérte, vagy megközelítette az oxigénizotóp egyensúlyt a 70-90 °C-os tartományban. Mivel a hévizek kora 15 000-28 000 év közötti és ennek egy jelentős részét az áramlási pálya elején kisebb hőmérsékleten töltötte, megállapítottuk, hogy a 70-90 °C-os tartományban 20 ezer évnél rövidebb idő elegendő az oxigénizotópos egyensúly eléréséhez. A szakirodalomban ez az első adat a 110 °C alatti tartományra.



7. ábra. A hévizes szulfátminták oxigén- és kénizotópos adatai és összehasonlításul más genetikájú szulfátok értékei (CLARK és FRITZ, 1997 után módosítva)

MÓDSZERTANI EREDMÉNYEK

Amerikai-lengyel-magyar együttműködés keretében áttekintettük a nyers stabilizotópos mérési adatok normálási, korrekciósámítási problémakörét és egy áttekintő publikációt jelentettünk meg a Rapid Communications in Mass Spectrometry folyóiratban.

A stabilizotópos mérések másik érzékeny pontja a megfelelő mintavétel. Különösen igaz ez a vízben oldott szerves szénre (DIC). A mintavétel tesztelése érdekében építettünk egy olyan hordozható szerkezetet, ami segítségével zárt rendszerben lehet a vízből mintát venni és a benne oldott összes szerves szén kicsapatni. Az így vett minták $\delta^{13}\text{C}$ értékét összehasonlítottuk a nyílt levegőn való mintavétellel és azt tapasztaltuk, hogy a zárt rendszerben vett minták $\delta^{13}\text{C}$ értéke átlagban 0,4‰-kel negatívabbak. Ennek nyilvánvaló oka, hogy a nyílt rendszerben való mintázásakor távozó széndioxidban inkább a könnyű ^{12}C izotópok távoznak, aminek eredménye, hogy a vízben oldott szén ^{13}C -ban bedúsul. Ez a megfigyelés fölhívja a figyelmet a zárt rendszerű mintázás fontosságára, hiszen a radiokarbon kormeghatározásnál a leggyakrabban alkalmazott korrekció módszer a DIC $\delta^{13}\text{C}$ értéke!

HIVATKOZOTT IRODALOM

Clark, I. D., Fritz, P. (1997) *Environmental Isotopes in Hidrogeology*. Lewis Publishers, New York

Craig, H. (1961) Isotopic variation in meteoric waters. *Science*, N.Y. 133:1702-1703

HÁMOR, T. 1991. Az anoxikus üledékképződés és a korai diagenézis vizsgálata stabil izotóp mérések alkalmazásával (az Országos Tudományos Kutatási Alap 259. sz. téma zárójelentése). *Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest*

HÁMOR, T. 1997. Stabil izotóp mérések alkalmazása szedimentológiai és környezetvédelmi problémák megoldásában (Az Országos Tudományos Kutatási Alap F007373. sz. kutatásának zárójelentése). *Magyar geológiai Szolgálat, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest*

Kusakabe, M., Robonson, B.W. (1977) Oxygen and sulfur isotope equilibria in the $\text{BaSO}_4 - \text{HSO}_4^- - \text{H}_2\text{O}$ system from 110 to 350 °C and applications. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 41, pp. 1099-1040

Yurtsever, Y. (1975) Worldwide survey of stable isotopes in precipitation. Rep. Sect. Isotope Hydrol., IAEA, November 1975, 40 p.

PUBLIKÁCIÓK, ELŐADÁSOK, MÉDIASZEREPLÉS

Eredményeinket 6 nemzetközi konferencián 8 előadásban, 4 hazai konferencián 4 előadásban mutattuk be, valamint igyekeztünk a nagyközönség számára is föl hívni a figyelmet a vízföldtani kutatások fontosságára, így 2 alkalommal számoltunk be kutatásainkról az M1-M2 televízió csatornákon és egy alkalommal a Kossuth Rádióban:

- A kezdeti vízigotópos eredményekről Fórizs István számolt be a *IX ESIR Workshop* konferencián (2007. június 23-28. Kolozsvár), valamint a *XIV. Konferencia a felszín alatti vizekről* szakmai tanácskozáson (2007. március 28-29., Balatonfüred).
- A széndioxid eredetéről Lorberer Árpád mutatta be közös előadásunkat a Nemzetközi Vízföldtani Társulat Ásvány és Hévíz Bizottságának szakmai összejövetelén Isztambulban 2008-ban (*IAH CMTW, 29 Aug. – 7 Sept. 2008, Istanbul, Turkey*). Fórizs István pedig a hazai *XV. konferencia a felszín alatti vizekről* (2008. március 26-27., Balatonfüred) ismertette azokat a hazai szakmai közönséggel.
- A ^{36}Cl és trícium kiértékeléséről Werner Balderer (ETH, Svájc) 2008-ban Rómában poszter bemutatót (*Eleventh International Conference on Accelerator Mass Spectrometry*), majd 2009-ben Hyderabad-ban (India, *37th IAH Congress*) szóbeli előadást tartott. Az eredményekből kézirat készült, amit közlésre elfogadtak és a *Hydrogeology Journal* egyik különszámában fog megjelenni.
- A szulfát eredetéről ($\delta^{34}\text{S}$) Fórizs István tartott előadást a *X Isotope Workshop-on* (22nd-26th June 2009, Złotniki Lubańskie, Lengyelország), Szabó Viktória pedig a *VI. Kárpát-medence Ásvány- és Gyógyvizei konferencián* (Miskolc, 2009. szeptember 3-4.). Az eredményekből egy cikk jelent meg a *A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat* c. folyóiratában, valamint Szabó Viktória *szakdolgozatot* írt az *Eöt-vös Loránd Tudományegyetemen*, amit sikeresen megvédett 2009-ben.

- Az eredményekről összefoglaló előadást tartott Fórizs István a *Magyarhoni Földtani Társulat 2010-es Vándorgyűlésén, Szegeden*.
- Az IAH 38. Kongresszusán Krakkóban (2010. szeptember 12-17.) 2 szóbeli előadást tartottunk: Deák József a vízigotópok, az elvi áramlási modell és a klímaváltozás tárgykörét boncolgatta, míg Fórizs István a szulfát eredete és a szulfát-víz izotópcseré sebességével kapcsolatos eredményeket ismertette. Ez utóbbi témakörben az angol nyelvű kézirat közel készen van, amit az *Isotopes in the Environmental and Health Studies* folyóirathoz szándékozunk benyújtani.
- Az OTKA projektünk alapot biztosított egy magyar-török TÉT együttműködéshez, ami keretében a budapesti termális karsztrendszerrel hasonlítottuk a Denizli-medence hasonló termális vízrendszeréhez. Az *11th Isotope Workshop*-on (Budapest, 2011. július 4-8.) Fórizs István a két vízrendszer izotópos karakterisztikájáról tartott előadást. Az eredményekről a *Central European Geology* folyóiratban jelent meg tanulmány.
- A budapesti hévizek esetében a víz és a belőle kicsapódott karbonát (forrásmészke) oxigénizotóp frakcionációját és a klímaváltozást figyelembe véve sikerült egy empirikus összefüggést találni, amivel a korábban kivált forrásmészke $\delta^{18}\text{O}$ értékéből meghatározható a kiválási hőmérséklet. Az eredményekről Deák József tartott előadást az *11th Isotope Workshop*-on (Budapest, 2011. július 4-8.), valamint tanulmány jelent meg belőle a *Central European Geology* folyóiratban.

Összesen 4 folyóiratcikk jelent meg (1 SCI), 1 további elfogadva (SCI), valamint egy egyetemi disszertáció készült, és 12 előadáskivonat (absztrakt, ebből 2 bővített, 2-3 oldalas) jelent meg. Még további 2 SCI közlemény megjelentetését tervezzük, az egyik kézírata majdnem teljesen készen áll.

Médiaszereplés

- Kutatásunkat ismertettük az m1 televízió csatornán vetített Delta magazinműsorban 2008-ban egy 5 perces klipben (Lorberer Árpád, Deák József, Tóth György, Fórizs István)
- 2011-ben a Mindentudás Egyeteme 2.0 sorozat vízzel foglalkozó részének riportfilmjében (Víz-választón - Magyarország felszíni és felszín alatti vizei ME 2.0, 2011.05.17.) alkalmunk volt mind a kutatás folyamatáról, mind az eredmények egy részéről tudósítani (Deák József, Fórizs István)
- A Kossuth Rádióban (2011.10.28., adási idő: 23:00-23:30) Fórizs István részt vett egy stúdióbeszélgetésen, ahol többek között kutatási eredményeinkről is beszélt.