

TERMÉSZETTUDOMÁNYOK

Pál Zoltán – Kis Boglárka – Székely Borbála

ERDŐVIDÉKI TERMÉSZETES ÁSVÁNYVIZEK FIZIKAI-KÉMIAI TULAJDONSÁGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA FÖLDTANI EREDETÜK FÜGGVÉNYÉBEN

Bevezetés

A kolozsvári Babeş–Bolyai Tudományegyetem Földrajz Kara és a Cholnoky Jenő Szakkollégium keretén belül működő kutatócsoportunk 2006 tavaszán elindította a Székelyföldi Ásványvíz Kataszter projektet, amelyben többváltozós lekérdezést lehetővé tevő adatbázist szándékszük készíteni Székelyföld ásványvíz-előfordulásairól. A projekt során szakirodalmi dokumentáció, terepi kiszállások, adatfeldolgozás történik.

A projekt keretén belül mára már több kistérséget vizsgálunk nagyobb rendszerességgel, és ennek során összefüggéseket próbálunk keresni az ásványvizek és környezetük között. A változatos földtani adottságokkal rendelkező, ásványvizekben gazdag erdővidéki kistérség kitűnő lehetőségeket nyújt különböző tudományos vizsgálódásokra.

Az ásványvizek oldott anyagai egyrészt közvetlenül a víz által átjárt kőzetből oldódnak ki (kőso, mészkő, gipsz, andezit, homokkő), és a kőzetekben végbemenő kémiai folyamatok eredményeként keletkeznek, másrészt vulkáni utóhatások juttatják az oldott anyagot a vízbe.¹ A különböző kőzettípusokon áthaladó víz különböző fizikai-kémiai tulajdonságokra tesz szert, és a kioldott anyag mennyisége, valamint minősége alapján ásványvízzé válhat. A fizikai-kémiai paraméterek vizsgálata során következtetni lehet a vizek földtani eredetére, ami a kettő szoros kapcsolatára utal.

Tanulmányunkban a földtani eredet és a különböző fizikai-kémiai tulajdonságok kapcsolatát vizsgáltuk A. Pricăjan 1972-es, földtani eredet szempontú felosztása szerint, amely négy kategóriába sorolja az erdővidéki ásványvizeket: kréta-összlet, vulkáni összlet, vulkanogén üledékes képződmények, valamint (egyéb) negyedidőszaki üledékekből származó előfordulások. Az említett szerző szerint a kréta-összletből feltörő vizek igen magas ásványanyag- és CO₂-tartalommal rendelkeznek, a vulkáni eredetű képződményekből feltörő vizek pedig alacsony ásványanyag-tartalommal, viszont egy ÉÉNy–DDK irányú törésvonalnak köszönhetően szintén magas CO₂-tartalommal. Ez a

törésvonal a kréta-összletből feltörő vizekre is hatással van Pricăjan szerint. Tanulmányunk ezen összefüggések helytállóságát is bizonyítja. A paraméterek közötti összefüggések feltárására korrelációkat ábrázoltunk.

A kutatott terület földtani ismertetése

Vizsgált területünk a Baróti-medence, amely Kovászna megye ÉNy-i részén található, és a Barót-patak, valamint a Kormos-patak vízrendszere uralja. Délen és délkeleten a Baróti-hegységre, északon és északkeleten a Dél-Hargitára, nyugaton az Észak-Persányi-hegységre támaszkodik, tengerszint feletti magassága 475–650 m közötti. A medence fiatal keletkezésű, kora körülbelül 2,5–3 millió év.²

A medence aljzata túlnyomórészt a belső-kárpáti flis-övezet Csalhó-takarójának antiklinális-szinklinális redőkbe gyűrt, erodált és tagolt felszínű, kréta-kori egysége. A Csalhó-takaró alsó szintjeit képező Szinajai- (alsó-kréta), illetve a Bisztrai- (barrémi–apti) egységekből álló flis üledékösszlet e területen nagyobb kőzettani változatosságot mutat, mint az ismert belső flis sorozatok nagyobb része: márgák, meszes márgák, meszes, csillámos homokkövek, konglomerátumok, agyagpalák, mikrobrecsák és breccsák alkotják.³

A kréta-időszaki összlet a térség déli és keleti részén jelenik meg, helyenként a harmadidőszaki és eruptív rétegek alól is előbukkan. A Kormos-patak felső szakaszán, az Aranyos-patakkal való összefolyásnál az összletet sárgás márga, szürkés, lemezes márga, meszes márga, valamint darabos homokkő képviseli. A Valál-patak felső szakaszán megtaláljuk a kréta és a pliocén üledékek közötti határt.⁴

Tektonikailag a medencét mozaikos szerkezet jellemzi, amelyben időrendileg az alábbi fő irányok rajzolódnak ki:

– Keleti irányú gyűrődések, É–D tengelyű redő-átgyűrődések és keleti irányú, nagyméretű feltolódások, ÉNy–DK és ÉK–DNy irányú törések.

– É–ÉNy irányú torlómozgások, ÉK–DNy csapású, kisméretű feltolódási frontok, É–D és K–Ny irányú törések.

¹ JUHÁSZ J. 2002.

² RĂDULESCU, C. – SAMSON, P. 1985.

³ LÁSZLÓ, A. – KOZÁK, M. – PÜSPÖKI, Z. 1997; PELTZ, S. 1971.

⁴ GHEORGHIU, C. 1956.

– Az ÉK–DNy irányú feltolódási frontok, illetve átlós törések mentén kis méretű horizontális elmozdulások.⁵

A Kárpátok fő szerkezeti irányvonalában kialakult egy É–D irányú vetőrendszer, amelyet egy ÉK–DNy irányú, a Dél-Hargitára merőlegesen elhelyezkedő vetőrendszer harántol. A Baróti-medence déli részén húzódik egy K–Ny irányú krusztális vetőrendszer.⁶

A regionális tektonikai mozgások a terület részleges kiemelkedését eredményezték, így a mai arculat a pliocén–pleisztocénben alakult ki.⁷

A Dél-Hargita fő vonulatában beinduló vulkanizmus nagyban megváltoztatta a szomszédos medencékben lerakódó üledékek típusát és azok természetét, beindítva egy kontinentális típusú üledékesedést. Jelentős befolyással bírt ebből a szempontból a vulkánok által termelt törmelékanyagok nagy mennyisége, amely létrehozta a vulkanogén üledékes rétegsorokat.⁸

Ez a rétegsor egyenlőtlenül települ rá az erodált kréta flis felszínre és három rétegcsoporthoz tartozó piroklasztit-összletből áll. A három réteg három elkülönülő vulkáni tevékenységre utal, amelyek a Kéti-Kárpátok belső vonulatában lezajlott mészkáli vulkáni tevékenység befejező szakaszát képviselik.⁹

Az alsó vulkáni szint az Észak-Hargita–Lucs szerkezet vulkanitjainak egyidejű és utólagos áthalmozódása a kora pliocénben. Anyagának túlnyomó részét több típusú andezit, andezites vulkanoklasztit, illetve durva és közepes szemcseméretű lapillitufa alkotja. Bardoc településtől északra az összlet vastagsága az 50 m-t is elérheti, majd Erdőfűlétől a Kormos-patak völgyén felfelé folyamatosan tovább vastagszik.

A középső vulkáni összlet anyaga a Kakukk-hegy–Tírkő–Mitács–Piliske centrumok működéséből származik, és a késő pliocén idejére tehető. Az összlet anyaga már elzáródó, kiédesedő tengeri környezetben képződött, a medence északkeleti peremén kiemelkedő szárazulati térszín nagy hatással volt a medencebeli üledékképződési folyamatokra. Vastagsága északon elérheti a 350 m-t is, dél felé néhány helyi mélyedés kivételével 20–30 m-nél keskenyebb.

Az összletre hármas tagoltság jellemző. Az agyagmárga sorozatra előbb egy általánosan elterjedt finomszemcsésű, helyenként agyagosodott, különböző méretű elemekből épülő andezittufa-sorozat települt, mely többszöri kitörés terméke lehetett.

A finomszemcsésű agyagos tufa képezi a réteg egyharmadát, amelyre durvább szemcsésű lapillitufa és vulkanoklasztit települt, heves kitörési szakaszok következtében.¹⁰

A kora pleisztocén idején újra beindult tektonikus mozgások a vulkáni tevékenység újabb tetőzését idézték elő, különösen a Hargita déli egységeiben. Ekkor alakult ki a felső vulkáni összlet, amelyet a Piliske–Csomád piroklasztitjai alkotnak. Ezek vegyes összetételűek, és 50–90 m vastagságot is elérhetnek: cementálódott andezittömbökből álló piroklasztitok, helyenként fél méter átmérőjű andezittömbök, limonitosodott agyagok, tufa, vörös andezitek, vörös breccsák alkotják.¹¹

Az alsó és felső rétegsorok lerakódása tavi-folyóvízi környezetben történt. Az alsó egy transzgresszió bevezető fázisa, édesvízi tavakkal, míg a felső a regressziót követő állapotban alakult ki, fokozatosan kiédesedő vízü maradványtavakkal. A Baróti-medence fokozatosan elszigetelődött, és elkezdődött állóvízeinek fokozatos visszahúzódása.¹²

A Baróti-medencében jelentős, tavi környezetre utaló diatomit-, valamint az aktív vulkanizmus utolsó szakaszára utaló horzsakőösszleteket is találunk. A horzsaköves tufák nagy területen szóródtak szét a medence központi részén, többször megszakítva a folyami-tavi üledékképződés menetét.¹³

A diatomitösszletek 2,5–3 km-es ÉNy–DK-i kiterjedésben terülnek el a Hargita-vonulat délnyugati lejtőin, egy tektonikus lineament mentén, párhuzamosan a fő vulkáni vonulattal. A magyarhermányi völgy diatomitos üledékeire egy 15–20 cm vastagságú, folyóvízi környezetben lerakódott kavicsréteg települt. Ez a kvarcos kavicsréteg minden bizonnyal a kristályos–mezozoos övből származik, esetleg a belső flis Szinajai-takarójának a terméke. Ez a réteg más völgyekben hiányzik – valószínűleg elfedődött a különböző vulkanoklasztitok által.¹⁴

A vázolt üledékösszletbe vágódott bele a jelenlegi vízhalózati, a Barót- és a Kormos-patak, valamint azok mellékpatajai. A hermányi kavicsréteg arra enged következtetni, hogy valamikor a Barót-patak vízgyűjtője sokkal kiterjedtebb lehetett. A Kormos-patak vízgyűjtője ezzel szemben a Barót-nál kisebb területet fogott át, és ma is jóval gyengébben fejlett a völgyhálózata és a vízgyűjtő medencéje. A Kormos völgyének mindkét oldalán fellelhető diatomitréte-

⁵ LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. – PETŐ A. 1998; AIRINEI, Ș. – PRICĂJAN, A. 1972.

⁶ LÁSZLÓ, A. – DÉNES, I. 1997.

⁷ LÁSZLÓ, A. – KOZÁK, M. – PÜSPÖKI, Z. 1997; RĂDULESCU, C. – SAMSON, P. 1985.

⁸ LÁSZLÓ, A. 2002.

⁹ LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. 1999.

¹⁰ LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. 1999.

¹¹ LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. 1999; GHEORGHIEU, C. 1956.

¹² LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. – PETŐ A. 1998; LITEANU, E. – MIHĂILĂ, N. – BANDRABUR, I. 1962.

¹³ LÁSZLÓ, A. 2002.

¹⁴ LÁSZLÓ A. 2002., SAVU, M. 1981.

gek a patak középső pleisztocén kori keletkezésére utalnak.¹⁵

A törésszrendszerek mentén erőteljes vulkáni utóműködés nyomai észlelhetők. A fiatalabb, hidrogeológiai szempontból aktív szerkezeti vonalak mentén kialakult hőáramlás huzamosabb ideig működött, hozzájárulva a ma is aktív gázáramlások és szénsavas ásványvizek felszínre kerüléséhez.¹⁶ Az ásványvíz-előfordulások a Kormos- és a Barót-patak vízgyűjtőjében jelennek meg, és jelzik a medence szubvulkáni tevékenységét, illetve a terület töréses öveit É–D és ÉK–DNy irányban.¹⁷

A Baróti-medence ásványvizei

A Baróti-medencében négy különböző vízáadó rétegből származnak ásványvizek: kréta-kori, vulkáni összletből, vulkanogén üledékes képződményekből és negyedkori szárazföldi eredetű üledékekből.¹⁸

Az ásványvíz-előfordulásokat a geológiai eredetük alapján különböztetjük meg, valamint aszerint, hogy természetes vagy mesterséges előfordulások.

A vulkáni, valamint vulkanogén üledékes összletből származó ásványvizek a Kormos-patak felső folyása mentén, valamint a Barót-patak vízgyűjtőjének északkeleti részén jelennek meg, a Fenyős-, Györgykovács-, Kígyós- és Sűgő-patakok mentén. A Barót-patak vízgyűjtőjében a mellékpatakok közül a Fenyős-patak menti ásványvizeket vizsgáltuk. Az itt feltörő ásványvizek összefüggésbe hozhatók egy ÉÉNy–DDK irányú törésvonallal.¹⁹

A Fenyős- és Györgykovács-patakok környéke több földtani jellegzetességet is mutat. A kiváló minőségű vasat adó limonitos vasérc egy diatomit-rétegben helyezkednek el. A bányászat során, meddőként kerültek a felszínre a réteges opálok, amelyeket Bányai János ismertetett először, és „dobostortaopál” néven vezetett be a földtani irodalomba. A régi bánya hányójából lehet ezt a ritka és érdekes opálfajtát gyűjteni. A felhagyott bányaüregeket ma kitöltik a feltörő ásványvizek, és ún. borvizes barlangokat hoznak létre.

E terület változatos közettani felépítéséből megemlíthető a biotitos, vöröses színű andezit, amelyből a magyarhermányi kőfaragók sírköveket, épületelemeket, kőfaragványokat készítettek.²⁰

A Fenyős-patak menti ásványvíz-előfordulások langyos borvizek, kis vízhozammal és viszonylag alacsony oldottanyag-tartalommal. A karbonátos, kal-

ciumos, magnéziumos, vasas, szénsavas ásványvizek kategóriájába sorolhatók. Magas szabad CO₂-tartalommal rendelkeznek, és gázfeltörés kíséretében jönnek a felszínre, ami az ÉÉNy–DDK irányú törésvonal jelenlétével magyarázható.²¹

A Kormos-patak felső folyása mentén a vulkáni, valamint vulkanogén üledékes képződmények mellett több helyen a kréta-összlet is előbukkan.²²

Az ásványvíz-előfordulások a bodvaji előfordulásokhoz hasonlóan alacsony oldottanyag-tartalommal és kis hozammal rendelkeznek. Kivételt képez néhány előfordulás, amelynek oldottanyag-tartalma 1000 mg/l fölötti.

A kréta-összletből feltörő ásványvíz-előfordulások a térség DK-i részére jellemzőek. A szénsavas ásványvizek az Uzonka-patak mentén, valamint a Nagy-Murgó északi oldalán törnek fel.²³ A karbonátos, kalciumos, magnéziumos, vasas ásványvizeket erős CO₂-gázfeltörés kíséri, vízhozamuk alacsony, oldottanyag-tartalmuk 400–500 mg/l. Vasas lerakódással rendelkeznek; Uzonkafürdő területén védett vasas, borvizes lápot hoztak létre.

A Pisztrángos-patak mentén is fellelhető egy kalciumos, magnéziumos forrás, amely 5 m magas, kúp alakú lerakódást hozott létre. Oldottanyag-tartalma meghaladja az 1000 mg/l értéket. Ez a Pisztrángosi-borvíz.

A kréta-összletből feltörő ásványvizek Uzonkafürdő környékén az alsó-kréta Szinajai-flisösszletből származnak, amely karbonátos, kalciumos, magnéziumos jelleget kölcsönöz nekik. A vasoxidok a flisből és a Nagy-Murgó vulkáni képződményeiből eredeztethetők. A kettő határhozozata Uzonkafürdő területén található, így a vizek mindkét rétegen áthaladva dúsulnak ásványi anyagokban.²⁴ A vizek magas szabad CO₂ tartalmát Uzonkafürdő területén is az ÉÉNy–DDK irányú törésvonal mentén feltörő gáznakak tulajdonítják.²⁵

A negyedidőszaki üledékek a Baróti-medence központi részében találhatók, a Kormos- és Barót-patakok mentén. Vargyas, Olasztelek, Bibarcfalva, Kisbacon, Magyarhermány és Nagybacon településekben, vagy a települések között, patakok partjain található az ebből az összletből feltörő ásványvizek. Gyakran a helyi települések természetes „faluborvizeként” jelennek meg.

Az ásványvizek karbonátos, kalcium–magnéziumos, alkáli, vasas, szénsavas jellegűek, és magas szabad

¹⁵ LÁSZLÓ, A. 2002.

¹⁶ LÁSZLÓ, A. – KOZÁK, M. – PÜSPÖKI, Z. 1997.

¹⁷ LÁSZLÓ, A. – DÉNES, I. 1997.

¹⁸ PRICĂJAN, A. 1972.

¹⁹ AIRINEI, Ș. – PRICĂJAN, A. 1972.

²⁰ BÁNYAI J. 1932.

²¹ AIRINEI, Ș. – PRICĂJAN, A. 1972; PRICĂJAN, A. 1972.

²² GHEORGHIU, C. 1956.

²³ PRICĂJAN, A. 1972.

²⁴ PRICĂJAN, A. 1972.

²⁵ BANDRABUR T. – SLĂVOACĂ, D. 1973.

CO₂ tartalommal rendelkeznek. A vizek ásványi anyagokkal való dúsulása a CO₂-nak köszönhető, amely a kréta-összlet törésvonalai mentén közlekedik.²⁶

A természetes ásványvízforrásokat, valamint mesterséges előfordulásokat külön elemezzük, mivel a mesterséges előfordulások esetében a táplálás nemcsak egy földtani rétegből történhet, így különböző vízadó rétegek vizei keveredhetnek.

Módszerek

A szakirodalom részletes áttanulmányozása után kiválasztottunk 35 ásványvíz-előfordulást a Kormos- és a Barót-patakok vízgyűjtőjében, amelyeket egy éven keresztül vizsgáltunk, évszakos rendszerességgel. A vizek fizikai-kémiai paramétereinek meghatározására helyszíni méréseket, valamint laborvizsgálatokat is alkalmaztunk. A laborvizsgálatok kiegészítő lehetőségnek bizonyultak terepi méréseink eredményeinek ellenőrzésére, tanulmányunkban csak saját adataink alapján próbálunk választ adni felvetéseinkre.

A helyszíni mérések végrehajtásához különböző fizikai-kémiai paraméterek mérésére alkalmas műszerpark áll a rendelkezésünkre: egy Merk Rqflex plus 10 reflektométer és egy Thermo hordozható elektródás multiparaméter-mérő. A koordináták rögzítéséhez Garmin GPS Map 60 terepi helyzetmeghatározókat használunk. A kapott adatokat egy szintén általunk kidolgozott adatlapon rögzítjük. Az adatok Excel adatbázisba kerülnek, amely későbbi egyszerű és gyors visszakereshetőséget biztosít, és a fizikai-kémiai paraméterek különböző adatfeldolgozási módjaira nyújt lehetőséget. Az adatok térképi megjelenítésében segítségünkre van több térinformatikai program is (Global Mapper 6, ArcView 3.2).

Az általunk mért különböző fizikai és kémiai paraméterek a vízhozam, hőmérséklet, elektromos vezetőképesség, oldottanyag-tartalom, pH, sótartalom, Ca, Mg, valamint szabad CO₂ és hidrogén-karbonát.

Eredmények

Amint már korábban is említettük, a különböző közettípusokon áthaladó víz különböző fizikai-kémiai tulajdonságokra tesz szert. A fizikai-kémiai paraméterek vizsgálata során következtetni lehet a vizek földtani eredetére, ami a kettő szoros kapcsolatára utal.

Pricăjan 1972-es felosztására alapozva, a fizikai-kémiai paraméterek tanulmányozására Erdővidék 20 természetes ásványvíz-előfordulását választottuk ki a rendszeresen vizsgált 35-ből. A vizsgálat során csak a természetes ásványvíz-előfordulásokkal foglalkoztunk,

mivel a fúrások esetében nem minden esetben egyértelmű, hogy a vizek milyen geológiai rétegből származnak. Több vízadó réteg esetén a vizek keveredhetnek és nem adnak pontos képet egy bizonyos vízadó tulajdonságairól. Az általunk mért paraméterek közül hetet dolgoztunk fel. Ezek: az elektromos vezetőképesség, TDS, pH, Ca, Mg, CO₂ és hidrogén-karbonát. A paramétereket összehasonlítottuk a vizek földtani eredete alapján, és paraméterenként grafikonokban ábrázoltuk a kapott eredményeket.

Az elektromos vezetőképesség értékei (1. ábra) nagymértékben eltérnek a különböző ásványvíztípusokban. Így a kréta-összletből származó ásványvizek vezetőképessége bizonyult a legmagasabbnak, több mint 2000 µS/cm átlagos értékkel, míg a vulkáni képződményekből és vulkanogén üledékekből feltörő vizek jóval alacsonyabb értékekkel rendelkeznek, 500 µS/cm alatt, vagy enyhén meghaladva azt. A negyedkori üledékekből származó vizek vezetőképessége ebben a felosztásban átlagosnak minősül.

A vezetőképesség és a TDS összefüggése (2. ábra) hasonló tendenciát mutat. Itt fontosnak tartjuk kiemelni a negyedkori üledékekből származó ásványvizeket, amelyeket megfelelő ásványianyag-tartalmuknak köszönhetően szívesen fogyasztanak a települések lakói. A lakosság valószínűleg nincs tudatában annak, hogy az általa fogyasztott vizek ásványianyag-tartalma élettanilag megfelelő; többnyire íze alapján választják ki a megfelelő vizet. Terepi megfigyeléseink során vettük észre, hogy a leglátogatottabb ásványvizek a negyedkori üledékekből törtek fel. Nem elhanyagolható az sem, hogy gyakran ezek a vizek az ún. „faluborvizek”.

A pH-értékek (3. ábra) elemzésekor szükséges figyelembe venni a CO₂ értékeket is (4. ábra), mivel az alacsony pH magas szabad CO₂ tartalomra utal. Ezt méréseink is igazolják, így a vulkáni képződményekből feltörő ásványvizek pH-ja alacsony, CO₂-tartalmuk jelentős, meghaladja a 3000 mg/l-es átlagos értéket.

A kréta-összletből feltörő ásványvizek pH-ja magas, a CO₂ tartalmuk is megközelíti a 3000 mg/l értéket, ezt a szakirodalom a törésvonalak jelenlétével magyarázza. A CO₂-vesztésre és a képződő „mész-tufára” is példát találunk a kréta-összletből feltörő vizeknél, a Pisztrángosi-borvizet, amely 5 méternél magasabb mésztufakúpot hozott létre lefolyása mentén.

A HCO₃ értékei (5. ábra) ugyancsak a CO₂-mennyiséggel hozhatók összefüggésbe, és ebben az esetben a vulkáni képződmények vizei meghaladják az 5000 mg/l tartalmat.

A Ca- és Mg-értékeket vizsgálva hasonló következtetéseket vonhatunk le: a kréta-összlet ásványvizeinek

²⁶ PRICĂJAN, A. – AIRINEI, Ş. 1979.

értékei kimagaslóak, átlagos Ca-tartalmuk meghaladja a 400 mg/l-t, átlagos Mg-tartalmuk pedig megközelíti a 100 mg/l-t. Ezzel ellentétben a vulkáni eredetű vizekben mért értékek nagyon alacsonyak, átlagos Ca-tartalmuk el sem éri az 50 mg/l-es értéket, átlagos Mg-tartalmuk pedig a 20 mg/l-t. A negyedidőszaki üledékek ásványvizeinek átlagos Mg-tartalma kevés-sel meghaladja a 60 mg/l értéket.

A vizsgált források mellett olyan előfordulások-ra is akadunk, amelyek nem sorolhatók be a meghatározott kategóriákba. Ezek a Kormos-patak felső szakaszán, egy törésvonal mentén helyezkednek el, a kréta és a vulkanogén üledékek között, így mindkét egység tulajdonságait magukban hordozzák. Itt mértük a térségben a legnagyobb kalcium-tartalmat, 791 mg/l-t; a CO₂ és a hidrogén-karbonát is jelentős értékeket mutatott.

Az elektromos vezetőképesség hőmérséklettel való korrelációja

A vezetőképesség és a hőmérséklet közötti korreláció (6–9. ábra) esetében több kis csoportot figyelhetünk meg, de nincs egy meghatározott tendencia, összefüggés a két paraméter között. Az évszakos alakulások itt is nyomon követhetők, például ősszel a vezetőképesség csökkenése vagy télen a hőmérséklet csökkenése. Szinte évszaktól függetlenül megfigyelhető a két típusú viselkedés az ábrákon, látványosan elkülönül egymástól a két csoport. A két csoportot elhatároló vezetőképesség-érték minden ábrán 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ez az vezetőképesség-értékhatár más korrelációkban is előfordul a későbbiekben.

Elektromos vezetőképesség, szabad CO₂, hidrogén-karbonát, Ca és Mg korrelációja

A vezetőképesség és a szabad CO₂ korrelációjában (10. ábra) is elkülöníthetjük a két csoportot. Ezek egymás mellett elhelyezkedő források. Előző fejezetekben vizsgáltuk a szabad CO₂ tartalmat különböző földtani formációkból feltörő forrásoknál. A vulkáni képződmények esetében jóval magasabb szabad CO₂ tartalmat mértünk, mint a kréta-összletből feltörő forrásokban. A két csoportot elkülönítő EC-értékhatár 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ körüli.

A szabad CO₂-dal ellentétben a vezetőképesség és a hidrogén-karbonát tartalom között (11. ábra) szoros negatív kapcsolat mutatható ki, azaz a hidrogén-karbonát tartalom csökkenésével nő a vezetőképesség. Ennek az összefüggésnek vízkémiai magyarázatát későbbi kutatásainkban szeretnénk megtalálni. Mindemellett a lineáris trendben észrevehető egy törés az EC = 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ értéknél.

A vezetőképesség és a Ca-tartalom korrelációjában (12. ábra) megfigyelhetjük, hogy a Ca-tartalom nö-

vekedésével nő a vezetőképesség. Ugyanez áll fenn a vezetőképesség és a Mg-tartalom között. Bizonyos források a Kormos-patak felső szakaszán kiemelkedően magas értékekkel rendelkeznek, ezt előző fejezeteinkben is tárgyaltuk. Az EC = 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ érték felett a pontok meredekebb trend körül szóródnak (12–13. ábrák), és egyértelműen a Ca-, illetve Mg-tartalmat befolyásoló, EC-t meghatározó harmadik vagy negyedik komponensek viselkedésében kell keresni a választ.

A pH, a szabad CO₂, a hidrogén-karbonát, a Ca és a Mg korrelációja

A vezetőképességhez hasonlóan a pH és a különböző paraméterek között is megpróbáltuk felfedezni az esetleges korrelációkat. Természetes forrásoknál kisebb csoportok különülnek el, amelyek nem feltétlenül a földtani eredet adta különbségekre utalnak.

14–15. ábra: három jellegzetes pH-érték körül csoportosulnak a pontok: 5,50; 6,20, illetve 6,75. A 16–17. ábrát nézhetjük hasonló hármas pH-tagolódásban is, de talán célszerűbb a trenden kívül esőktől eltekinteni (1–2 pont), és akkor kirajzolódik a 6,20-as pH-értékhatár, amely felett mind a Ca-, mind pedig a Mg-tartalom egy meredekebb irányt vesz fel. Az iménti elemzésekben kirajzolódott tehát a két paraméter jellegzetes értékhatára: elektromos vezetőképesség esetében az 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -es érték, a pH esetében a 6,2-es érték. Kíváncsiak voltunk, hogy ha egymás ellenében rajzoljuk ki a fenti két paramétert, a természetes források esetében kitűnnek-e valamilyen szinten a fent említett értékhatárok.

Az évszakonkénti ábrákat figyelve (18–22. ábra) kiderül, hogy a két paraméter kapcsolatát leginkább leíró másodfokú függvény görbéje egy adott ponton túl meredekségét elveszítve kisebb lejtőn halad tovább. Ezt a pontot a grafikonon kivétel nélkül az [EC = 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$; pH = 6,20] értékpár képviseli. Ennek a konkrét határnak természetes ásványvizekre gyakorolt hatását további kutatásaink hivatottak elemezni.

Következtetések

Az A. Pricăjan által már 1972-ben közölt megállapítások alapján, saját terepi méréseinkkel összefüggést mutattunk ki az erdővidéki ásványvizek földtani eredete és a bennük mért fizikai-kémiai paraméterek között.

A kréta-összletből, valamint a vulkáni képződményekből feltörő ásványvizek között mutatható ki a legnagyobb eltérés, az első magas oldottanyag-tartalmat, magas Ca-, illetve Mg-tartalmat mutatott, a második esetében minden mért paraméter alacsony volt a szabad CO₂, illetve a hidrogén-karbonát kivételével.

A medencében levő törésvonalak jelenléte nagyban befolyásolja a paraméterek alakulását, így felelős a vizekben levő magas szabad CO₂ tartalomért, és ezek mentén a vulkáni utóműködés is hangsúlyosabb.

A paraméterek között felfedezett kapcsolatok (vezetőképesség, pH, szabad CO₂, hidrogén-karbo-

nát-, Ca- és Mg-tartalom) során kirajzolódó határértékek további kutatásokat igényelnek. Gyakoribb mérésekkel valószínűleg ezek az összefüggések még egyértelműbbé válnának, illetve az erős kimutatott kapcsolatok hasznosíthatóvá későbbi geostatistikai elemzésekhez, szintézisekhez.

Pál Zoltán – Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár; palzeusz@yahoo.com; palzeusz@geografie.ubbcluj.ro

Kis Boglárka – Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár; hawkeci@yahoo.com

Székely Borbála – Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar; szekely_borbala@yahoo.com

Irodalom

AIRINEI, Ş. – PRICĂJAN, A.

1972 Corelații între structura geologică adîncă și aureola mofetică din județul Covasna, cu privire la zonele de apariție a apelor minerale carbogazoase, *Bul. Soc. Șt. Geol. Rom.*, XII, București, 173–185.

BANDRABUR, T. – SLĂVOACĂ, D.

1973 Apele minerale din zona Malnaș-Ozunca (județul Covasna), *Stud. Tech. Econ.*, E/11, București, 7–24.

BÁNYAI J.

1932 A Hargita déli részének opál-lerakódásairól, *MTA Mat. Term.tud. Ért.*, XLIX, Budapest, 196–201.

GHEORGHIU, C.

1956 Relațiile dintre sedimentele terțiare și eruptivul lanțului Harghita, fenomene postvulcanice, *D. S. Com. Geol.*, XL, București, 131–137.

JUHÁSZ J.

2002 *Hidrogeologia*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 79–83.

LÁSZLÓ, A.

2002 Date asupra evoluției paleogeografice a ariei Harghita de Sud și a sectoarelor limitrofe, în Pleistocen, *Acta (Siculica)* 2001/1, Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy, 9–22.

LÁSZLÓ, A. – DÉNES, I.

1997 Elemente structural-tectonice pentru un model evolutiv în zona Bazinului Baraolt, *Acta (Siculica)* 1996/1, Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy, 9–16.

LÁSZLÓ A. – KOZÁK M.

1999 Pliocén–pleistocén vulkanosediment szintek a Baróti-medence fiatal üledéksorában, *Acta (Siculica)* 1998/1, Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy, 19–30.

LÁSZLÓ A. – KOZÁK M. – PETŐ A.

1998 Korrelatív eseménytörténeti rekonstrukció a Baróti-medence és a DNy-Hargita pontuszi–pleistocén vulkáni-vulkanosediment képződményei alapján, *Acta (Siculica)* 1997/1, Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy, 9–20.

LÁSZLÓ, A. – KOZÁK, M. – PÜSPÖKI, Z.

1997 Cercetări structurale, vulcanologice și petrografice asupra magmatitelor pliocene din zona estică a Bazinului Baraolt, *Acta (Siculica)* 1996/1, Sf. Gheorghe–Sepsiszentgyörgy, 17–32.

LITEANU, E. – MIHĂILĂ, N. – BANDRABUR, I.

1962 Contribuții la studiul cuaternarului din Bazinul mijlociu al Oltului (Bazinul Baraolt), *Stud. Cerc. Geol. Geofiz., Geogr., Geol.*, VII/3–4, București, 48–51.

PELTZ, S.

1971 Contribuții la cunoașterea formațiunii vulcanogen-sedimentare pleistocene din sudul munților Harghita și nord-estul bazinului Baraolt, *D. S. Inst. Geol.*, LVII/5. (1969–70), București, 173–189.

PRICĂJAN, A.

1972 *Apele minerale și termale din România*, Ed. Tehnică, București.

PRICĂJAN, A. – AIRINEI, Ş.

1979 *Ape minerale de consum alimentar din România*, Ed. Științ. Encicl., București.

RĂDULESCU, C. – SAMSON, P.

1985 Pliocene and Pleistocene mammalian biostratigraphy in southeastern Transylvania (Romania), *Trav. Inst. Spéol „Émile Racovitza”*, XXIV, București, 85–95.

SAVU, M.

1981 Grupul lacustru-vulcanogen de Baraolt, *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, LXVI/4 (1979), București, 213–226.

Studiul comparativ al proprietăților fizico-chimice ale apelor minerale naturale din Bazinul Baraolt, funcție de originea lor geologică

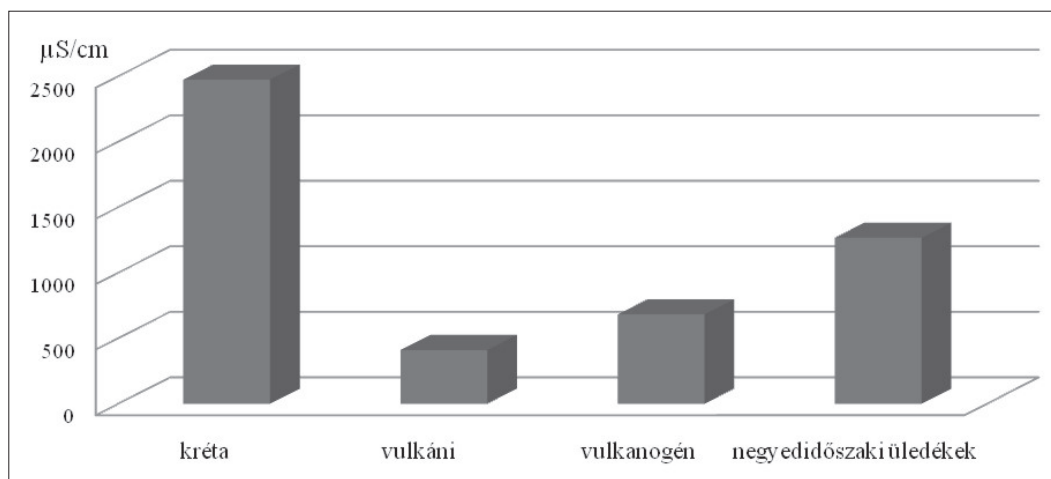
(Rezumat)

În cadrul proiectului „Cadastrul de Ape Minerale al Ținutului Secuiesc” Facultatea de Geografie a Universității „Babeș-Bolyai” din Cluj și Colegiul Profesional „Cholnoky Jenő” lucrează din 2006 la realizarea unei baze de date complexe privind inclusiv izvoarele de ape minerale din Bazinul Baraolt (jud. Covasna). Pornind de la concluziile referitoare ale lui A. Pricăjan (1972), prelucrarea măsurătorilor proprii efectuate pe teren a evidențiat mai multe corelări între originea geologică și caracteristicile fizico-chimice ale acestor ape minerale. Cele mai mari diferențe se observă între izvoarele situate în zona Cretacică și cele din complexul vulcanogen (conținut ridicat de material dizolvat total, Ca și Mg, respectiv valori scăzute la fiecare parametru cu excepția CO_2 liber și HCO_3). Parametrii sunt influențați în mare măsură și de prezența faliilor, de-a lungul cărora conținutul de CO_2 liber crește și în general activitatea hidrotermală se accentuează.

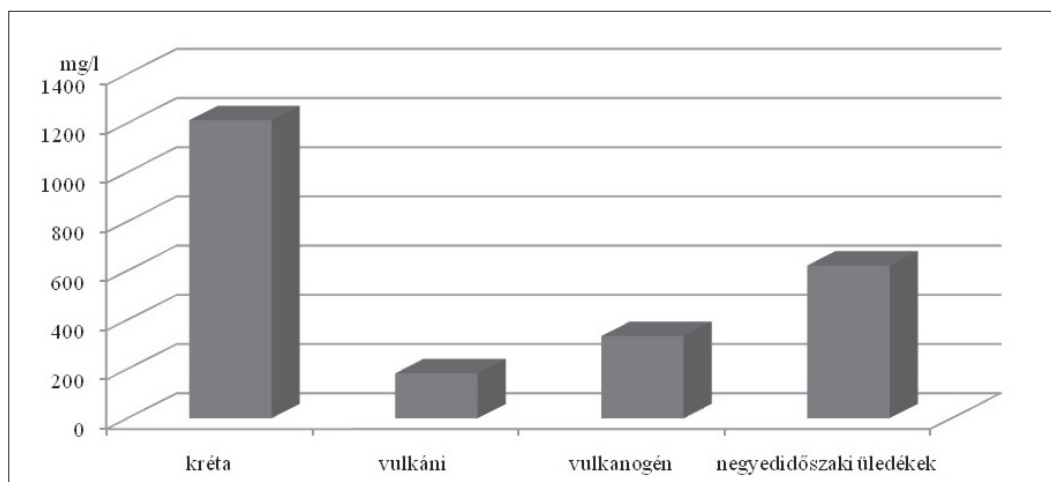
Comparative study of the physical-chemical properties of natural mineral waters of Baraolt Basin, according to their geological origin

(Abstract)

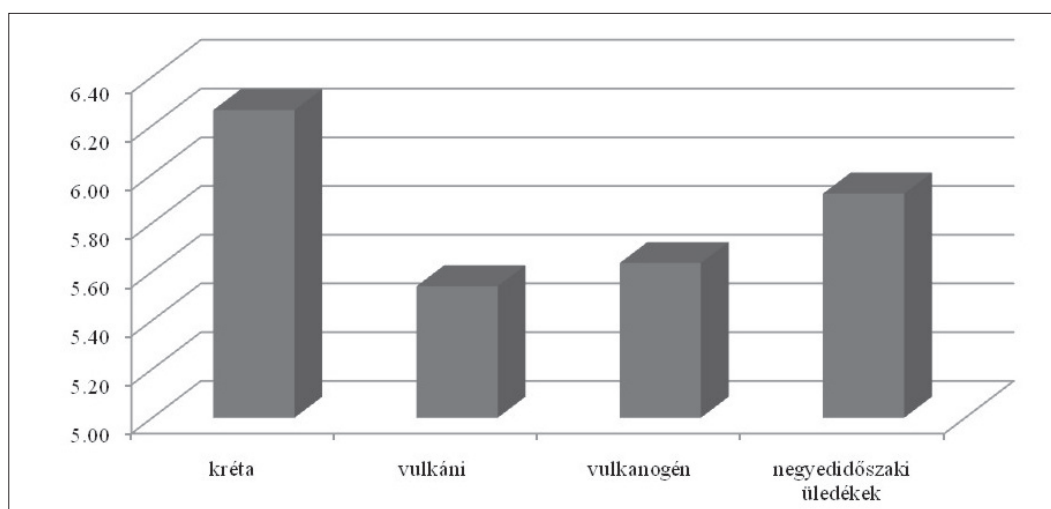
Since 2006, within the project “Cadastrage of Mineral Waters of Székelyföld” the Geography Faculty of the “Babeș-Bolyai” University of Cluj-Napoca and the “Cholnoky Jenő” Professional College have been working on realizing a complex database including mineral waters of Baraolt Basin (Covasna county). Starting from the conclusions of A. Pricăjan (1972), the processing of their own measurements made on site revealed many correlations between the geological origin and the physical-chemical characteristics of these mineral waters. The biggest differences can be observed between the springs situated in Cretaceous zone and those from the volcanogenic complex (high concentration of totally dissolved materials, Ca and Mg, respectively, low concentration at each parameter except CO_2 free and HCO_3). These parameters are also highly influenced by the presence of fissures along which the concentration of free CO_2 increases and the hydrothermal activity intensifies in general.



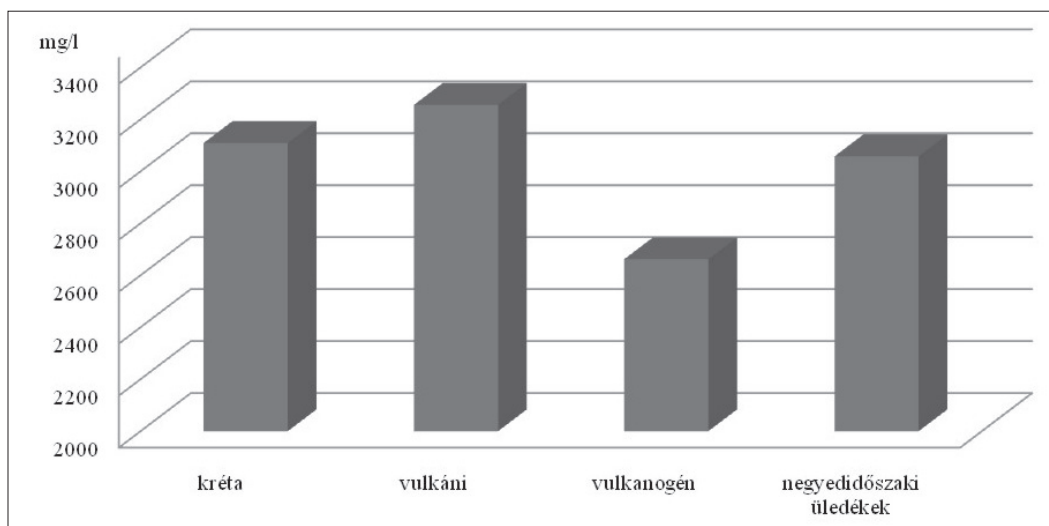
1. ábra Az elektromos vezetőképesség-átlagok összehasonlító grafikonja a földtani eredet függvényében.



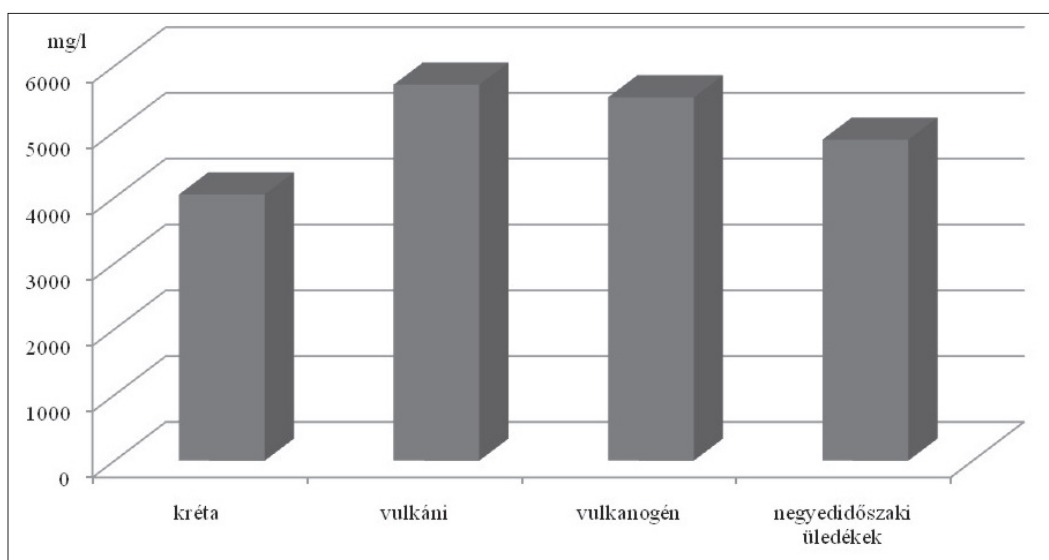
2. ábra A TDS-átlagok összehasonlító grafikonja a földtani eredet függvényében.



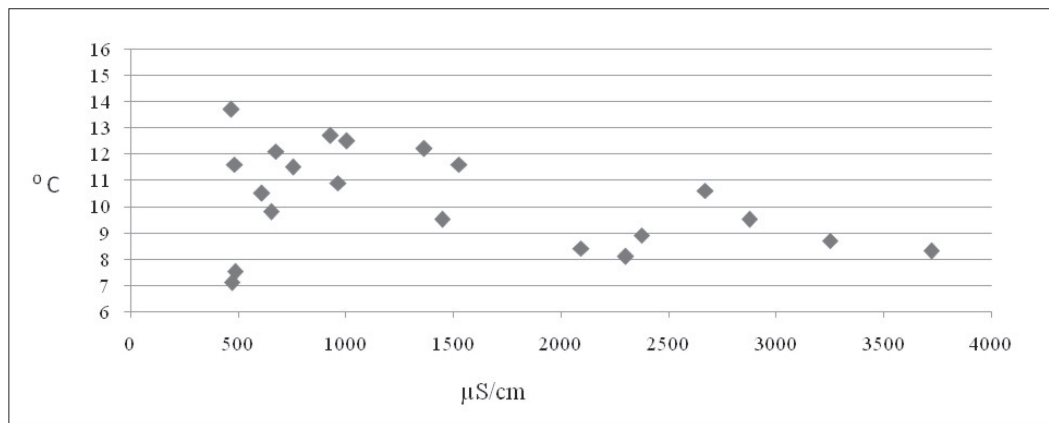
3. ábra A pH-értékek átlagainak összehasonlító grafikonja a földtani eredet függvényében.



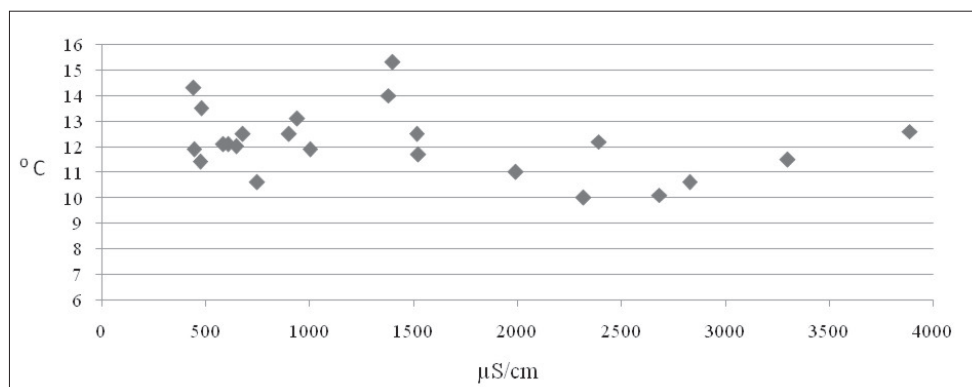
4. ábra A CO₂-értékek átlagainak összehasonlító grafikonja a földtani eredet függvényében.



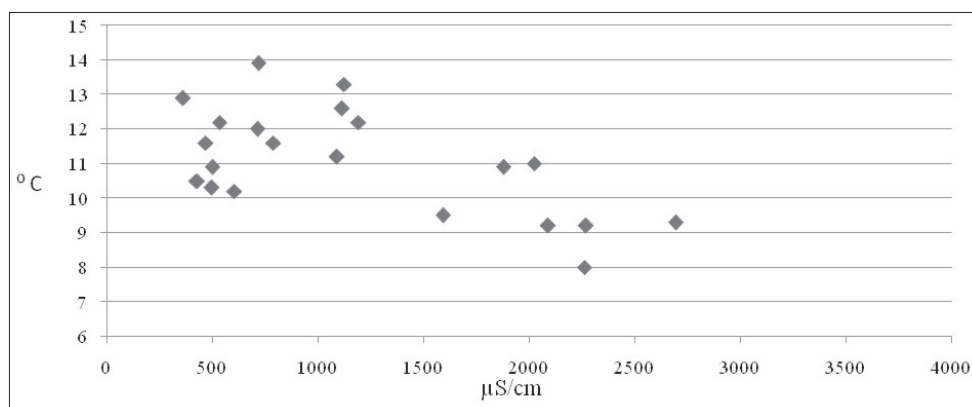
5. ábra A HCO₃⁻-értékek átlagainak összehasonlító grafikonja a földtani eredet függvényében.



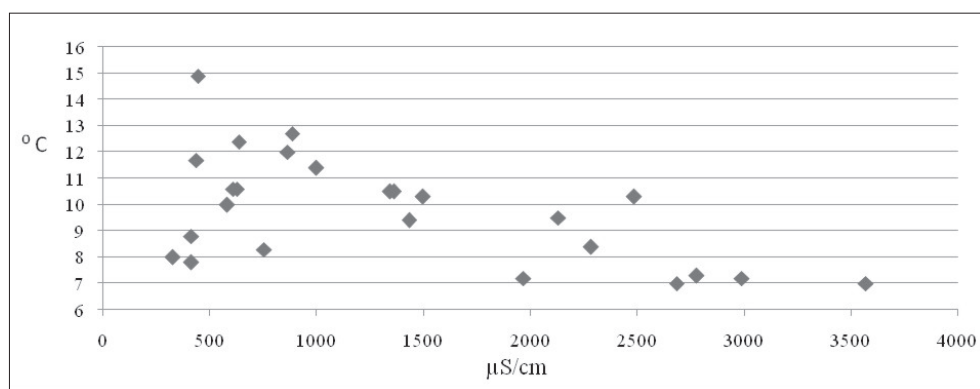
6. ábra Az EC és a hőmérséklet közötti korreláció 2007 tavaszán.



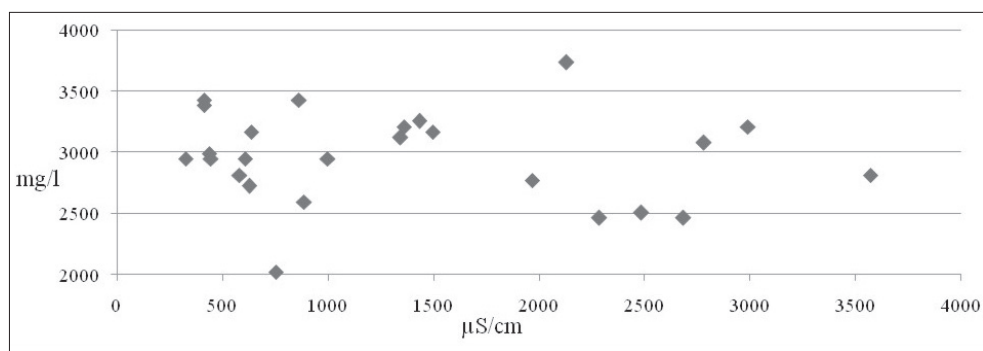
7. ábra Az EC és a hőmérséklet közötti korreláció 2007 nyarán.



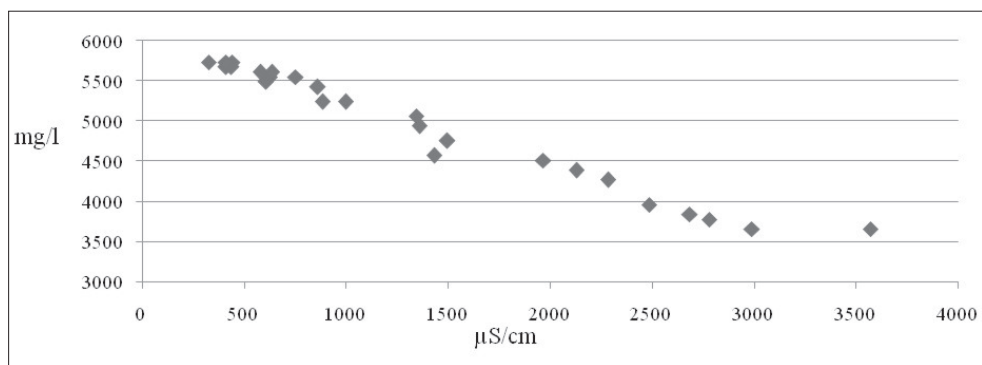
8. ábra Az EC és a hőmérséklet közötti korreláció 2007 őszén.



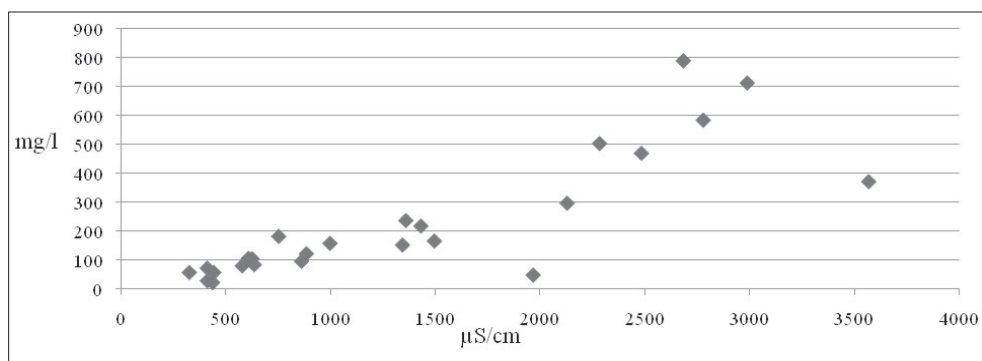
9. ábra Az EC és a hőmérséklet közötti korreláció 2008 tavaszán.



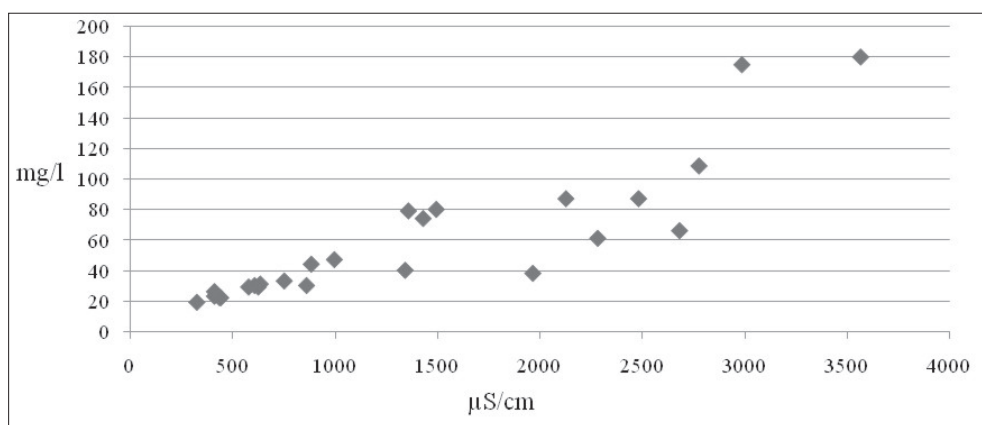
10. ábra Az EC és a szabad CO₂ közötti korreláció.



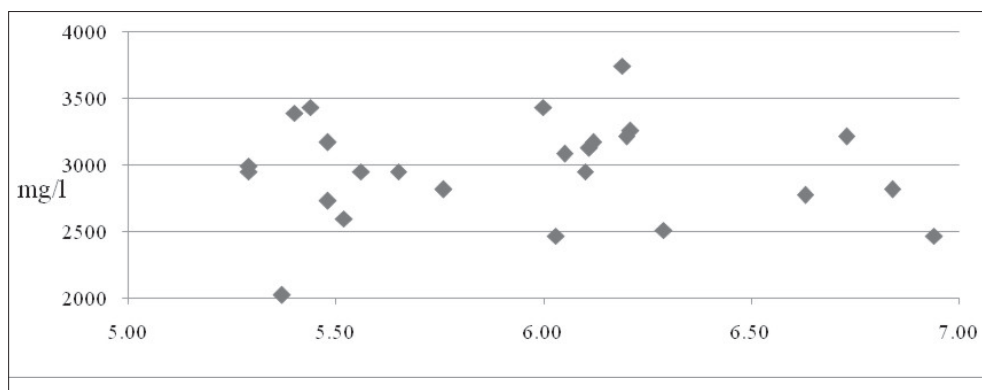
11. ábra Az EC és a hidrogén-karbonát-tartalom közötti korreláció.



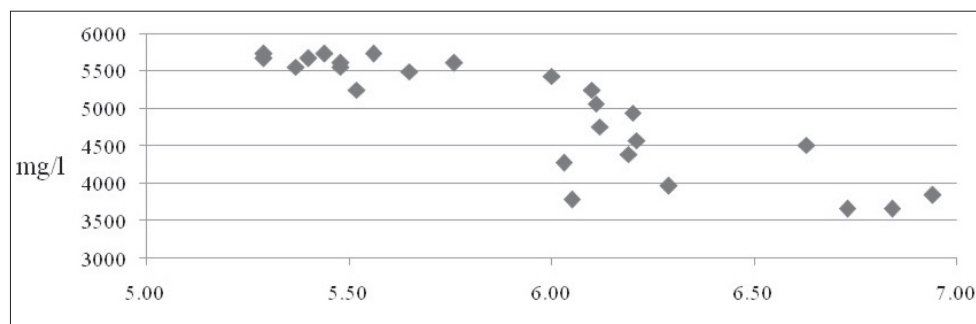
12. ábra Az EC és a Ca-tartalom közötti korreláció.



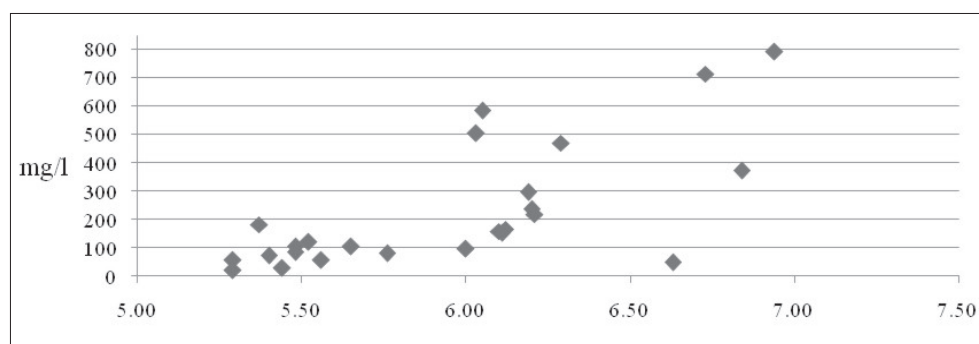
13. ábra Az EC és a Mg-tartalom közötti korreláció



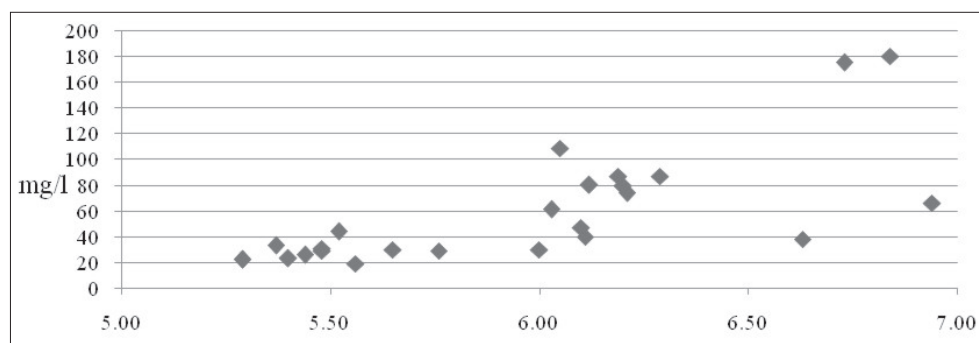
14. ábra A pH és szabad CO₂ közötti korreláció.



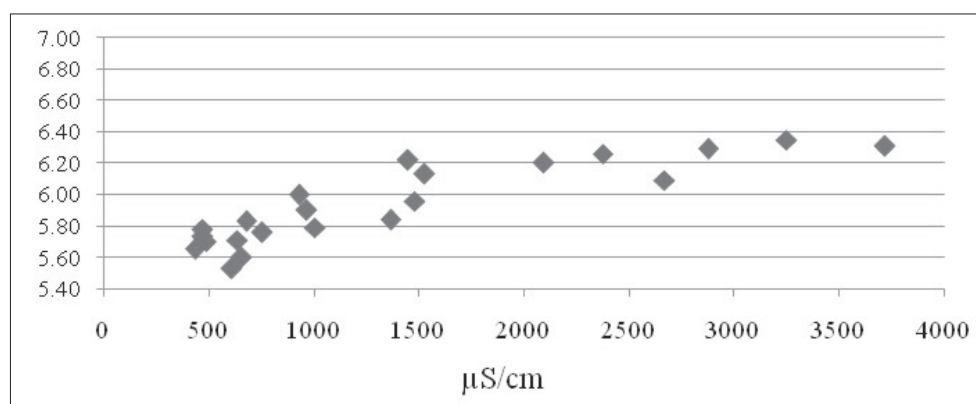
15. ábra A pH és a hidrogén-karbonát-tartalom közötti korreláció.



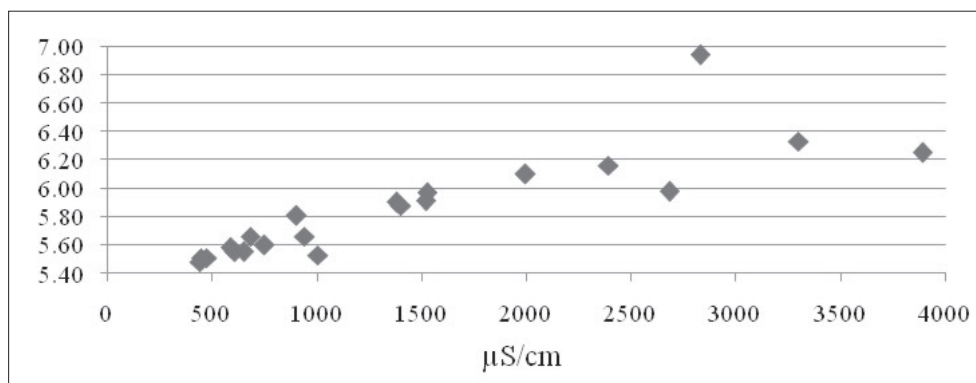
16. ábra A pH és a Ca-tartalom közötti korreláció.



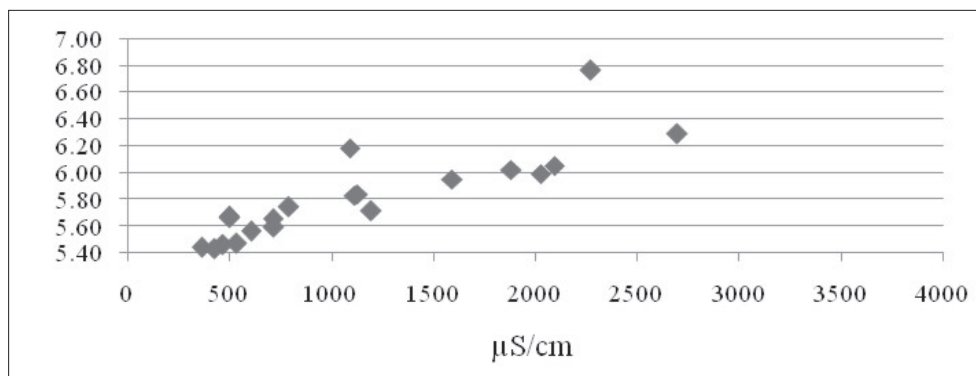
17. ábra A pH és a Mg-tartalom közötti korreláció.



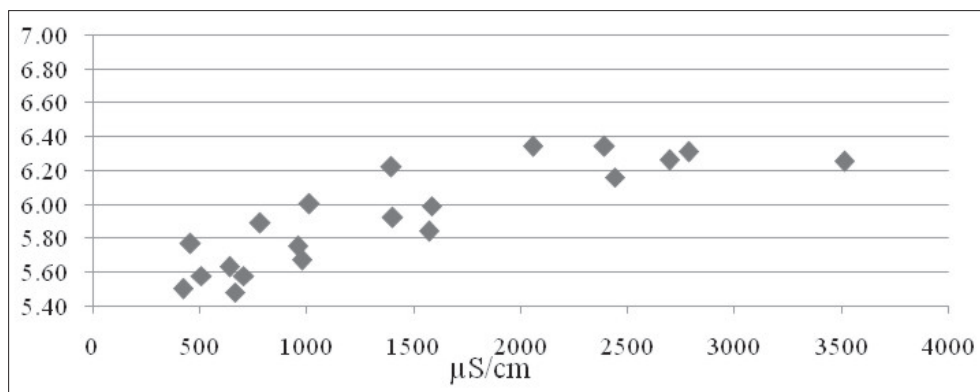
18. ábra Az EC és a pH közötti korreláció 2007 tavaszán.



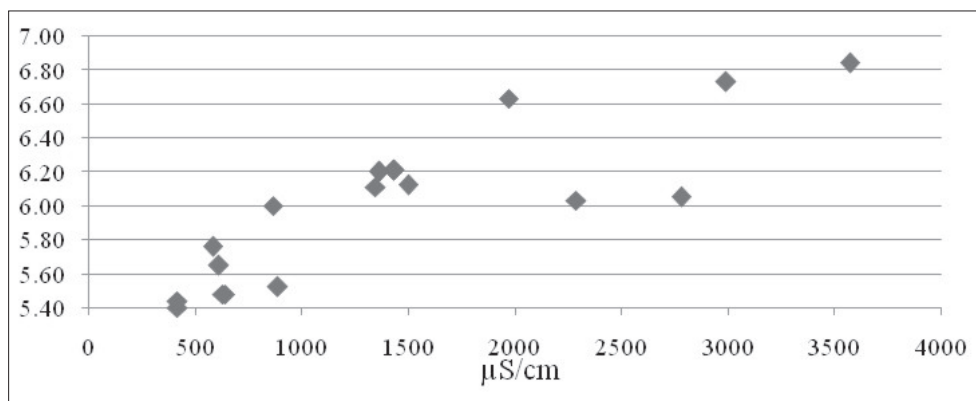
19. ábra Az EC és a pH közötti korreláció 2007 nyarán.



20. ábra Az EC és a pH közötti korreláció 2007 őszén.



21. ábra Az EC és a pH közötti korreláció 2007 telén



22. ábra Az EC és a pH közötti korreláció 2008 tavaszán.

