

NÉHÁNY BÜKKALJAI FORRÁS ÉS PATAK ÖSSZEHASONLÍTÓ VÍZKÉMIAI VIZSGÁLATA

KÜRTI LÍVIA¹, KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA²

¹Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722
Szeged, Egyetem u.2. kurtliv@freemail.hu

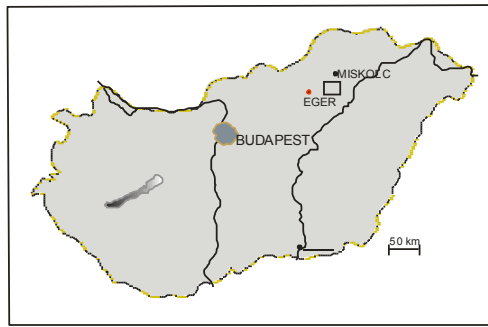
²Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722
Szeged, Egyetem u.2.keveibar@geo.u-szeged.hu

Abstract: There are several karst springs in the Bükk Mountains. Some of these has in important role in the drinking water supply system in the region of Borsod, like the system of Kács and Sály. Here we can find springs with hot water, springs with mixed water and cold water springs. We have sampled these springs and some streams for know how the system works. We analyzed the total hardness, the Ca²⁺ and Mg²⁺ contents, and also the content of chloride, sodium, potassium, phosphate, nitrate, sulphate and heavy metals. There are some differences between these springs.

1. Bevezetés

A Bükk évszázadok óta szolgáltat ivóvizet lakosai számára, századunkban a felhasználás növekvő mértékű. A fenntartható vízellátás érdekében nem csak az évente kitermelhető vízmennyiség ismeretére van szükség, hanem a rendszer évszakos működését is ismernünk kell. Ebben segít a karsztvizek vízkémiai elemzése. Ugyanakkor a források által táplált patakok a lokális kistájak működésében is fontos szerepet játszanak. A kémiai vizsgálatok a szennyeződések útját és a karszt sérülékenységét mutatják.

Az általunk választott forráscsoportok a Miskolci-Bükkalja kistájhoz tartoznak és a dél-borsodi kistérség vízellátásában játszanak szerepet. Valamint mintát vettünk a Kácsi- és Sályi-patakok vizéből és a lillafüredi Bársonyos-forrásból. Ezek a források rendelkeznek úgynevezett védőidomokkal, amelyeket pontosan védelmük miatt jelöltek ki. A kácsi és sályi- forrásokban LÉNÁRT (2002) évek óta folytat vízszint méréseket is, amely a vízkészlet felbecsülésében segít. Véleményem szerint a két vizsgálat egymást jól kiegészíti, és elősegíti a rendszer mind teljesebb megismerését. Összesen 11 mintavételi ponttal dolgozunk, amelyből 3 melegvízű forrás, köztük a kácsi Tükör-forrás. Három mintavételi ponttal dolgozunk a Kácsi-patakon, amelyből egy a település központjában, egy a település határában, egy, pedig a település után 1km-re található. Minderre azért van szükség, hogy lássuk a szennyeződések levonulásának dinamikáját, és a rendszer térbeli változását. E dolgozat keretein belül csak a legjellegzetesebb források és minták bemutatására van mód.



1. ábra A Kácsi források elhelyezkedése
The situation of the karst springs at Kács

2. Módszerek

A forrásokban és vízfolyásokban a karbonátos rendszer összetevőit, valamint a szennyezőanyagokat, köztük néhány nehézfémet mérjük rendszeresen. Mivel a források többsége kezelés alatt áll, szükség volt az ÉRV Rt. és a tulajdonos engedélyére a mintavételezéshez, amelyeket október vége óta kéthetente folyamatosan végzünk.

Mintavételkor a mintavételi flakonokat mindig kétszer átmoszuk a forrás és a patak vizével, hogy az jól megtapadjon a flakon oldalán és ott a terepen megmérjük a források hőmérsékletét, pH-ját és a vezetőképességet. Két utóbbit a RADELKIS 104 típusú készülékkel, amelyet minden terepi mérés előtt a megfelelő módon kalibrálunk. Minden forrásból, mintegy 250-500 ml mintát veszünk, amelyet hűtőtáskában tárolunk egészen a laboratóriumi elemzésekig, amelyeket mintegy 24 órán belül el kell végezni, hiszen a mintákat semmilyen savval nem tartósítjuk. A laboratóriumi méréseket a Szegedi Tudományegyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai tanszékének laboratóriumában végezzük el 24 órán belül.

A karbonátos rendszer elemei

Ide elsősorban a teljes keménység, a Mg^{2+} , Ca^{2+} és a HCO_3^- -ionokat értjük. *HOFFMANN* és *PELLEGRIN* (1996.) szerint a legideálisabb az, ha a fent említett összetevőket szintén a mintavétel helyén, még terepen megmérnénk, hiszen a vizek kémiai állapota rendkívül gyorsan reagál a környezet változásaira. Mi is ezt az irányelvet követtük méréseink során, annyi különbséggel, hogy a téli hidegben nem volt alkalom helyszíni vizsgálatokra, mert a reagensek nem jól tűrték az extrém körülményeket. Mindegyik iontartalmat titrálással állapítottuk meg. Minden titráláshoz 10 ml mintára van szükség, a keménységet és a Ca-iont 0,05 EDTA-val titráltuk. A kapott értékeket meq, azaz milliekvivalensben kaptuk meg, amely nemzetközileg elismert mértékegység és megkönnyíti az egyes

összetevők összehasonlítását. Ebből később könnyen megkaphatjuk az értékeket mg/l-ben az alábbi táblázat segítségével. (1. táblázat)

1. táblázat Átváltás a meq és a mg/l között
The factor of changing between meq and mg/l

	Viszonyszám	meq
Keménység	50	1
Ca ²⁺	20,04	1
Mg ²⁺	12,16	1
HCO ₃ ⁻	61,02	1
Cl ⁻	35,45	1

A klorid-tartalom meghatározása

A kloridiont szintén titrálással mérjük, melynek során a mintát 0, 01 mólos AgNO₃ titráljuk *KRAWZCYK* (1996) módszere alapján. Azonban ellenőrző méréseket is végeztünk spektrofotométerrel a Bordeaux-i egyetem földrajzi laboratóriumában, hogy eloszlassuk kezdeti bizonytalanságainkat.

A SO₄²⁻, PO₄²⁻, NO₃⁻ mérése

A szennyezőanyagokat és a szulfáttartalmat spektrofotométerrel mértük. A NO₃⁻ kivételével a másik két komponenst HELIOS típusú fotométerrel analizáltuk, *KRAWCZYK* (1996) módszerei alapján. A nitráttartalom mérésével gondjaink akadtak, mert az általunk használt módszer nem hozott eredményt, viszont a Bordeaux-ban elvégzett vizsgálatok némely esetben nagyobb mennyiségű NO₃⁻ is kimutattak. Ezért szükség van, hogy más alternatívát keressünk a komponens kimutatására.

A fém-tartalom meghatározása

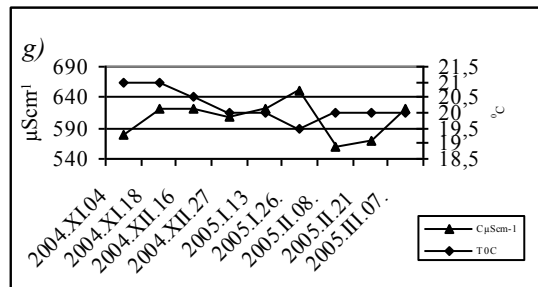
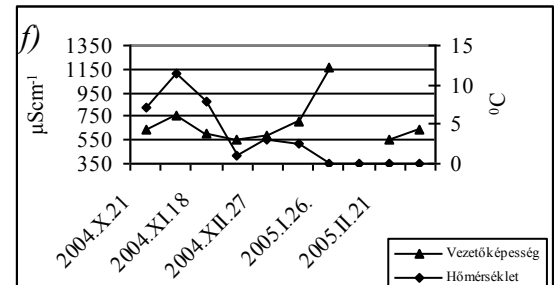
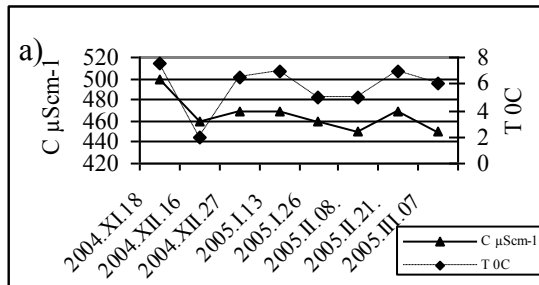
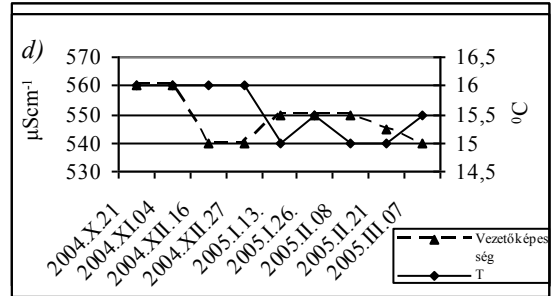
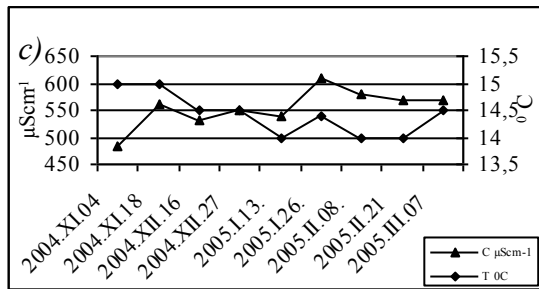
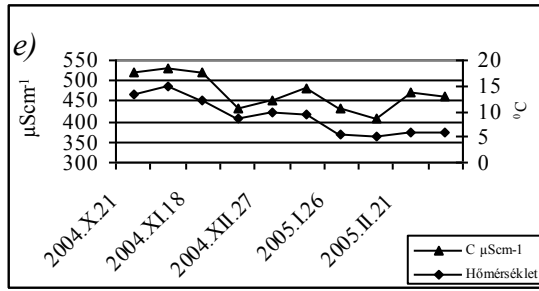
Az összes nehézfémet és mellettük a Na és K tartalmat a laboratórium atomabszorpciós lángfotométerével végeztük. A minták szűrése és hígítása után tömény salétromsavval tartósítottuk azokat.

3. Eredmények

A fent említett vizsgálatok után három forrástípus jellegzetességei kezdenek körvonalazódni. A források hőmérséklete alapján meleg-langyos és hideg-langyos, hideg vizű forrásokat különböztetünk meg, mint ahogy azt már *RÁDAI* (1988) és *LÉNÁRT* (1995) is említette. A különbség azonban az

egyres források vezetőképességében is jól megmutatkozik, különösen akkor, ha a hőmérsékletet és vezetőképességet együtt vizsgáljuk. (2. ábra) Ezek alapján világosan kitűnik, hogy a hideg, hideg-langyos vizű források hőmérsékleti görbéje jól követi a vezetőképességet és közöttük kapcsolat áll fenn. Ugyanez elmondható a Kácsi-patak vizéről is. Ugyanakkor ez a kapcsolat látszólag nem áll fenn, a meleg-langyos vizű forrásoknál, így a kácsi Alap-, a sályi Vízfő-, valamint a Tükör-forrásoknál. Ez magyarázható a források mélységi összetevőivel, amelyek kiegyenlítő szerepet töltenek be. A hideg források hőmérséklete nagyobb amplitúdóval változott azután a téli időszakban 10°C körül mozgott a hőmérsékletük. Ebbe a típusba Bársonyos- és a kácsi Máriás-forrás tartozik. A kevert típusú forrásokhoz a kácsi Alap- és a sályi Vízfő-forrás tartozik. Hőmérsékletük általában $14\text{-}16^{\circ}\text{C}$ között változik, de eddigi méréseink során nem szállt 14° alá. A meleg típushoz 3 mintavételi pont tartozik, mindhárom Kácson található (Tükör-forrás, 4. és 5. forrás). Hőmérsékletük csekély mértékben változott, átlagosan 20° körül mozognak, de az idei téli nagy hidegek idején is csak fél fokot csökkent hőmérsékletük.

Két mintavételi helyen- a kácsi Máriás-forrásban és a Sályi-patak vizében- igen magas vezetőképesség-értékeket mértünk, és itt a többi általunk vizsgált ion, vegyület-tartalom is magasabb. Szinte minden mintavételi pont vezetőképesség-görbéjén látható egy kiugrás, amit az okozott, hogy a hidegben és a hóesésben a műszer nem jól működött. A későbbiekben ezt a hibát úgy küszöböltük ki, hogy védett helyen mértük meg e paramétert.



2. ábra

A különböző források vezetőképessége és hőmérséklete

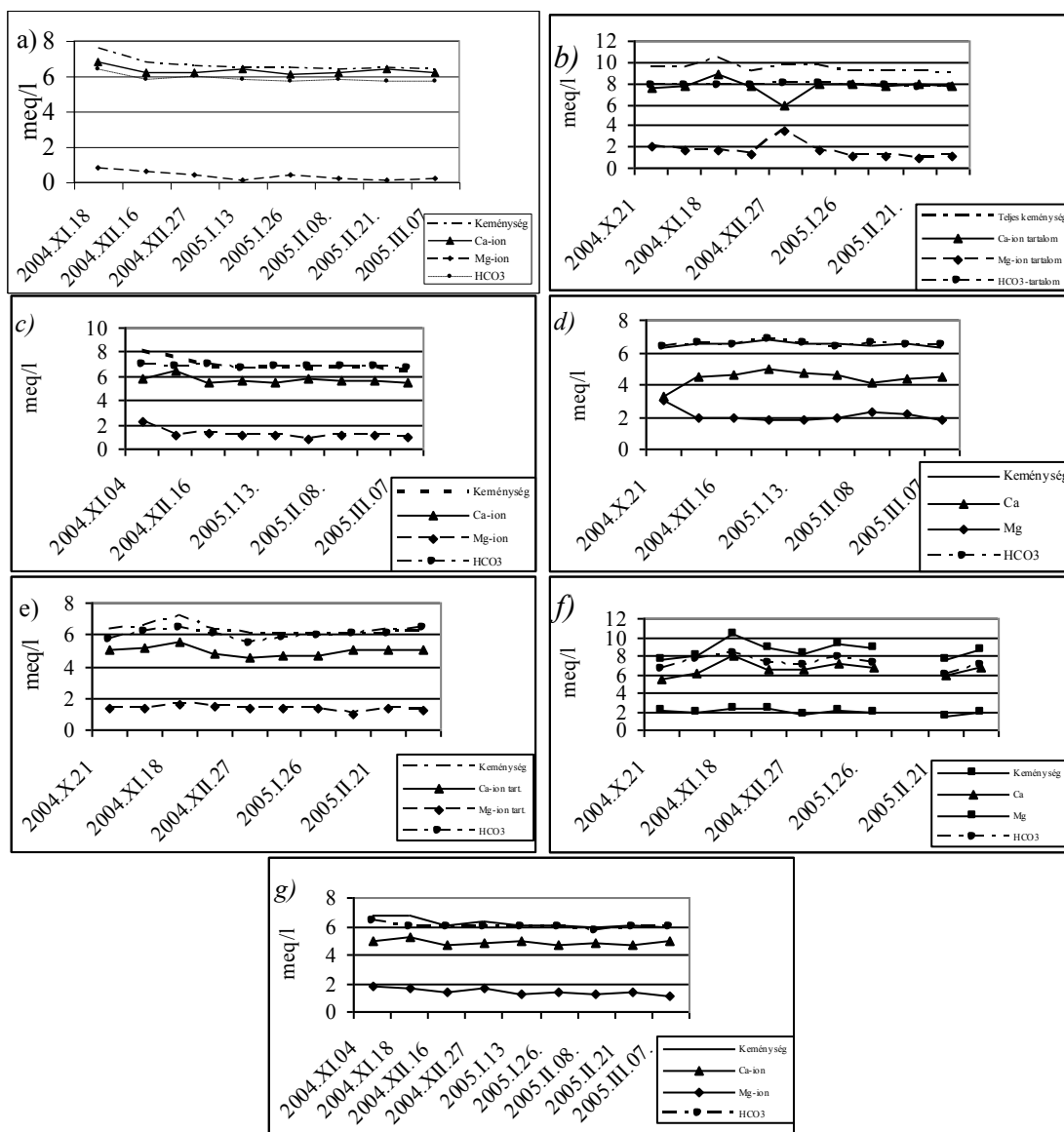
The conductivity and temperature of the different karst springs

a) A lillafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsi Máriás-forrás c) A kácsi Alap-forrás d) Sályi-forrás e) Kácsipatak f) Sályi-patak g) Tükör-forrás

A keménység, a Ca^{2+} és a Mg^{2+} tartalom arányait a 2. ábra mutatja. Amint az az ábrákon is jól látszik szinte mindegyik forrásban relatíve magas a Mg^{2+} aránya. A sályi Vízfő-forrásban a mérési időszak kezdetén a Mg^{2+} és a Ca^{2+} ionok aránya majdnem fele-fele arányú volt, később ez a Ca^{2+} javára eltolódik. A magas Mg^{2+} -tartalomnak két lehetséges forrása lehet: egyrésztől származhat dolomitos kőzetekből, ami valószínűsíthető, tekintve, hogy a forráscsoport vízgyűjtőterületén találunk dolomitos kőzeteket (Felsőháromi dolomit F., és a Felsőtárkányi Mészke F. mellett a Belvácsi

Dolomit F. *PELIKÁN* (2002)); másrésről *HOFFMANN* (1998) és *SALOMON* (2000) szerint a Mg aránya és mennyisége egyenes arányban növekszik a víz karsztban eltöltött idejével, vagyis minél több időt tölt el a rendszerben annál valószínűbb, hogy magasabb értékeket kapunk. Nos ez a második eshetőség is fennállhat vizeink esetében, ha mélykarsztos utánpótlódást is kapnak. Egyedüli kivételt a Bársonyos-forrás jelent, ahol jól látható a karsztrendszer működése, és a Ca^{2+} -ionok magas aránya (*ld. 3a. ábra*). Meglepő azonban az, hogy a meleg és kevert vizű forrásokban nincs jelentős különbség a Mg^{2+} -tartalomban. Itt jegyezném meg, hogy a helybéliek szerint a lapos borsó csak a kácsi Alap-forrás vizében fő meg, pedig keményebb, mint a környező források és patakok vize. A keménység a Ca és a Mg időben azonos módon változtak és tendenciáját figyelve minden mintában azonos módon, vagyis október végén, november elején magasabb értéket mutattak és egy fokozatos csökkenés után egy egyensúlyi helyzetet adnak. Ennek oka részben abban kereshető, hogy a vízgyűjtő területre jelentősebb mennyiségű csapadék nem hullott az elmúlt hónapokban, a hóolvadás, pedig még nem jelent meg a források és a patakok vizében.

A HCO_3^- -tartalom minden mintában közel azonos arányú a keménységgel és sokkal kevésbé változik időben a mennyisége, mint a többi mért komponensnek. Azokban a forrásokban és patakokban, ahol a keménység magasabb, ott a bikarbonát aránya is magasabb lesz. (*2. ábra*) *MUXART* és *BIROT* (1977) szerint a vízben oldott HCO_3^- -tartalom a pH-tól függ: ha a pH 8,3 alatti, akkor csak HCO_3^- -ion található benne és a karbonátion mennyisége elhanyagolható. Ha a pH 4,3 alatt van, akkor csak oldott CO_2 van jelen a vízben. 8,3 pH fölött azonban CO_3^{2-} -ion mennyisége jelentőssé válik és a vízben nincs többé oldott CO_2 .



3. ábra

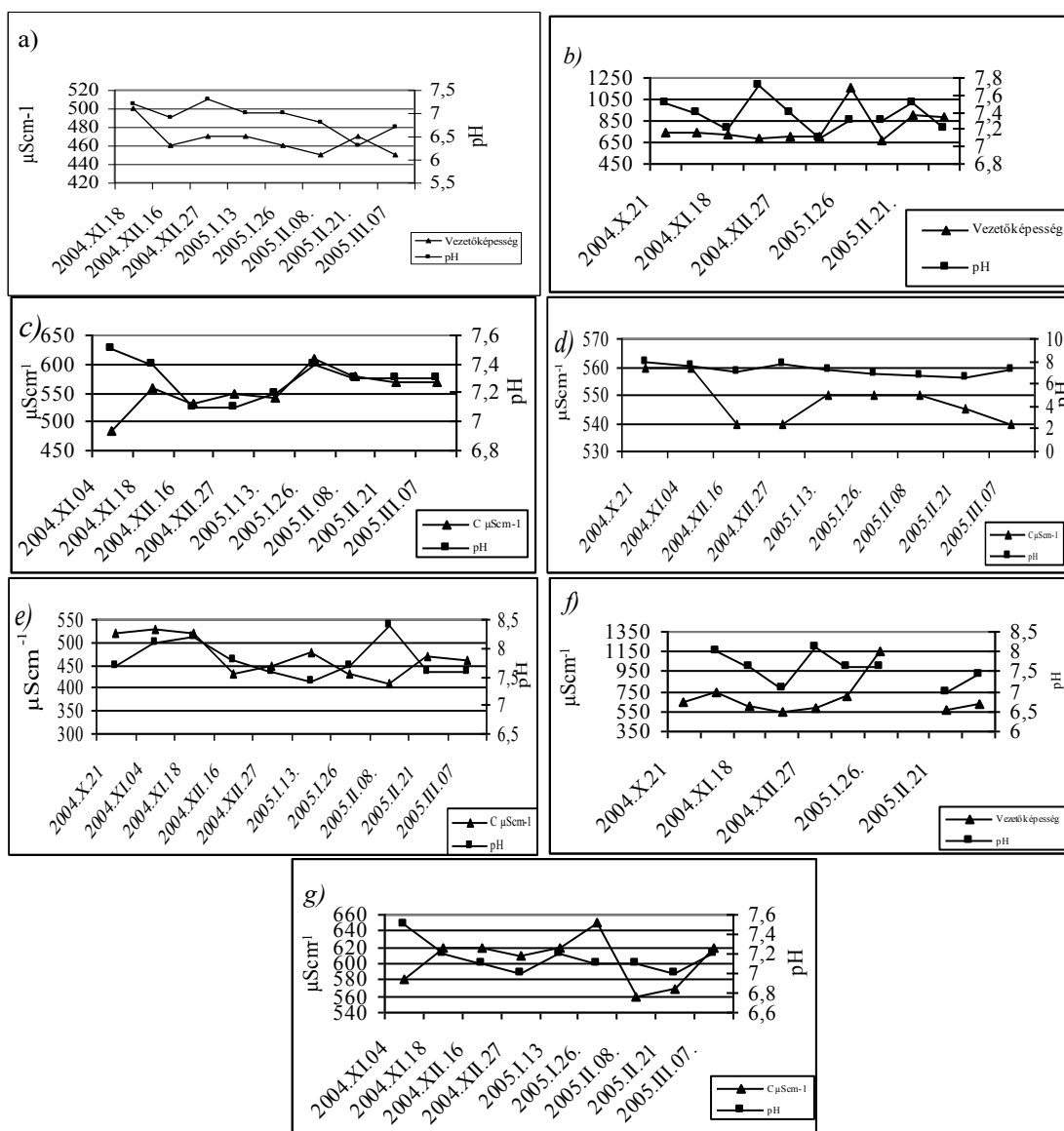
Az egyes források Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- -és keménysége

The total hardness and the Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- contents of the different karst springs

a) A lilafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsai Máriás-forrás c) A Kácsai-forrás d) Sályi-forrás e) Kácsai-patak f) Sályi-patak g) Tükör-forrás

Az általunk vett minták pH-ja a legtöbb esetben 6, 9 és 8, 1 között változnak és időben is igen változatosak, amelyeket a 4. ábra láthatunk. Szinte minden mintavételi helyen csökkent a pH október végétől egészen december végéig, január elejéig, akkor emelkedik az értéke, majd ismét visszaesés látható. Ennek oka lehet, hogy a korábban hullott csapadék ekkor

erte el a forrásokot, illetve a felszínt. A pH általában véve magas és *HOFFMANN* (1998) szerint ilyen pH-nál gyakoriak a mésztufa-képződések, de esetünkben erről nem beszélhetünk. Ugyanakkor megmértük a vízgyűjtőre esett hó pH-ját, amely 7, 8 lett, így tehát érthető a magas pH.



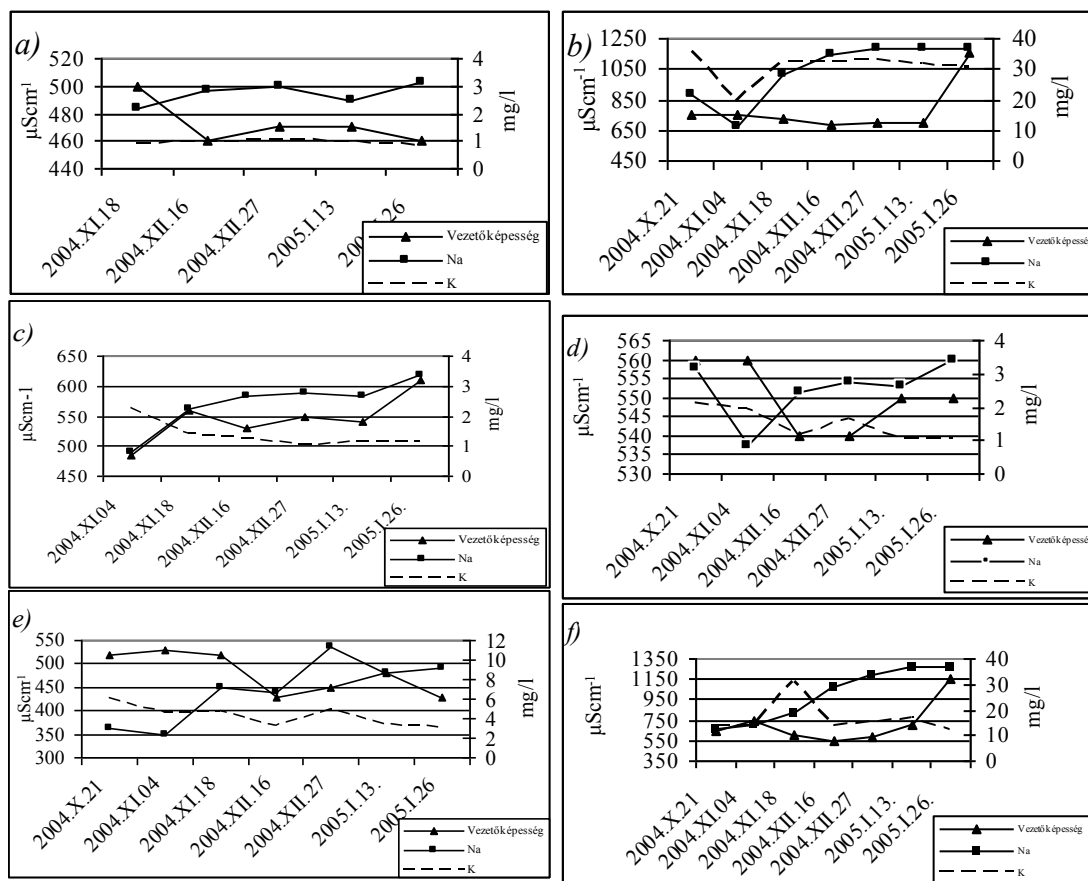
4. ábra

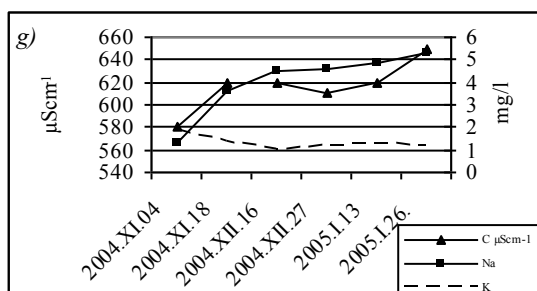
A különböző források és patakok pH értékei

The pH values of the different springs and streams

a) A lillafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsi Máriás-forrás c) A Kácsi-forrás d) Sályi-forrás e) Kácsi-patak f) Sályi-patak g) Tükör-forrás

A Na^+ és K^+ ionok a Sályi-patak és a kácsi Máriás-forrás vizeiben sokkal magasabb értéket mutatnak, mint az összes többi mintában, és úgy tűnik, hogy ezekben a vizekben a nehézfémek alacsonyabb mennyiségben fordulnak elő. Ugyanezekben a mintákban a Cl^- ion mennyisége is magasabb, ami nem csoda, hiszen a három elem leggyakrabban együtt képeznek sókat a kőzetekben és általában nagy mennyiségben kősó, kálisó jelenlétére utal. Ám még az általunk mért mennyiségek nem eléggé magasak, ahhoz, hogy ez a feltevés megállja a helyét. Ugyanakkor a K gyakori eleme bizonyos agyagásványoknak, pl. illit, montmorillonit, amelyek a földpátok, akár vulkanikus kőzetek mállásából származnak (SZEDERKÉNYI 1994). Ez utóbbiak megtalálhatók mind a Sályi-patak, mind a Máriás-forrás vízgyűjtőjén. A Na-tartalom időbeni változása megközelítőleg jól követi a vezetőképesség változásait, különösen a meleg és a kevert vizű forrásokban. A Kácsi-patakban azonban ez a K-ionra teljesül, míg a Máriás- és a Bársonyos-forrásban ez a megállapítás nem igaz. (ld. 5. ábra)





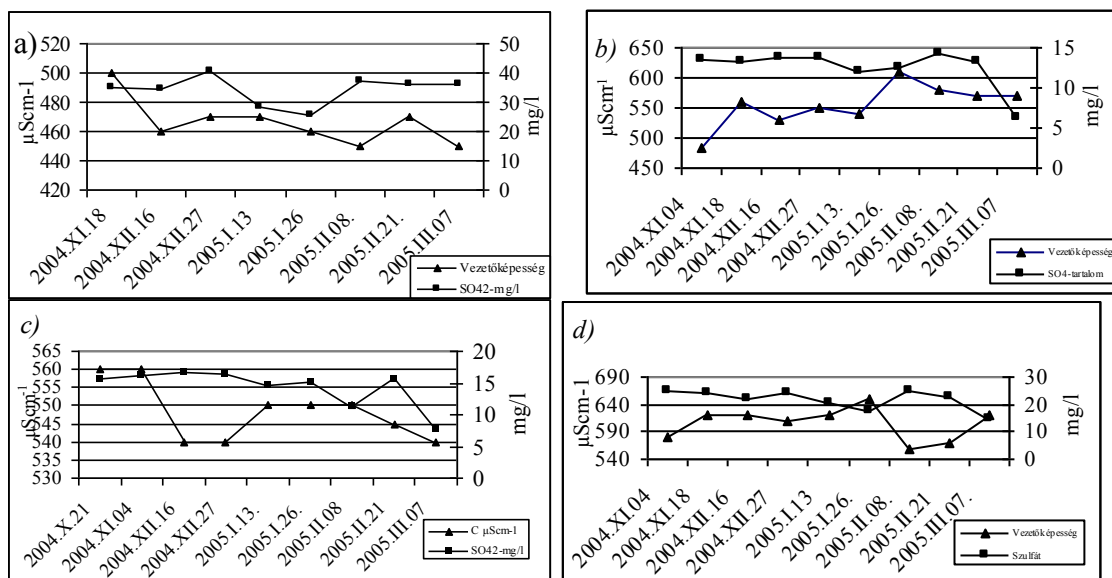
5.ábra

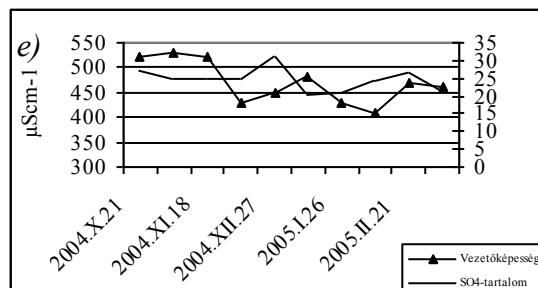
A különböző források és patakok Na és K tartalma

The contents of K and Na ions of the different springs and streams

a) A lillafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsi Máriás-forrás c) A Kácsi-forrás d) Sályi-forrás e) Kácsi-patak f) Sályi-patak g) Tükör-forrás

A következő komponens, amelyet a mintáinkban megvizsgáltunk a SO_4^{2-} volt. Ez alapján szintén tipizálhatjuk a forrásokat, ekkor azt állapíthatjuk meg, hogy a már fentebb említett Sályi-pataokban és a Máriás-forrásban 60 és 80 mg/l között változik és *SCHOELLER* (in *HOFFMANN* et *PELLEGRIN* (1996)) szerint az igen magas szulfáttartalmú vizek közé tartoznak. A Bársonyos- és a meleg források vizében 10 és 30 mg/l körül mozog, és így a gyengén és a közepesen szulfátos vizek közé tartoznak. Ezzel szemben, mind a Kácsi-, mind a Sályi-forrás vizében 5-17 mg/l és így ezek is a gyengén szulfátos vizek közé sorolhatók. A SO_4^{2-} időbeli változását a 6. ábra mutatja.





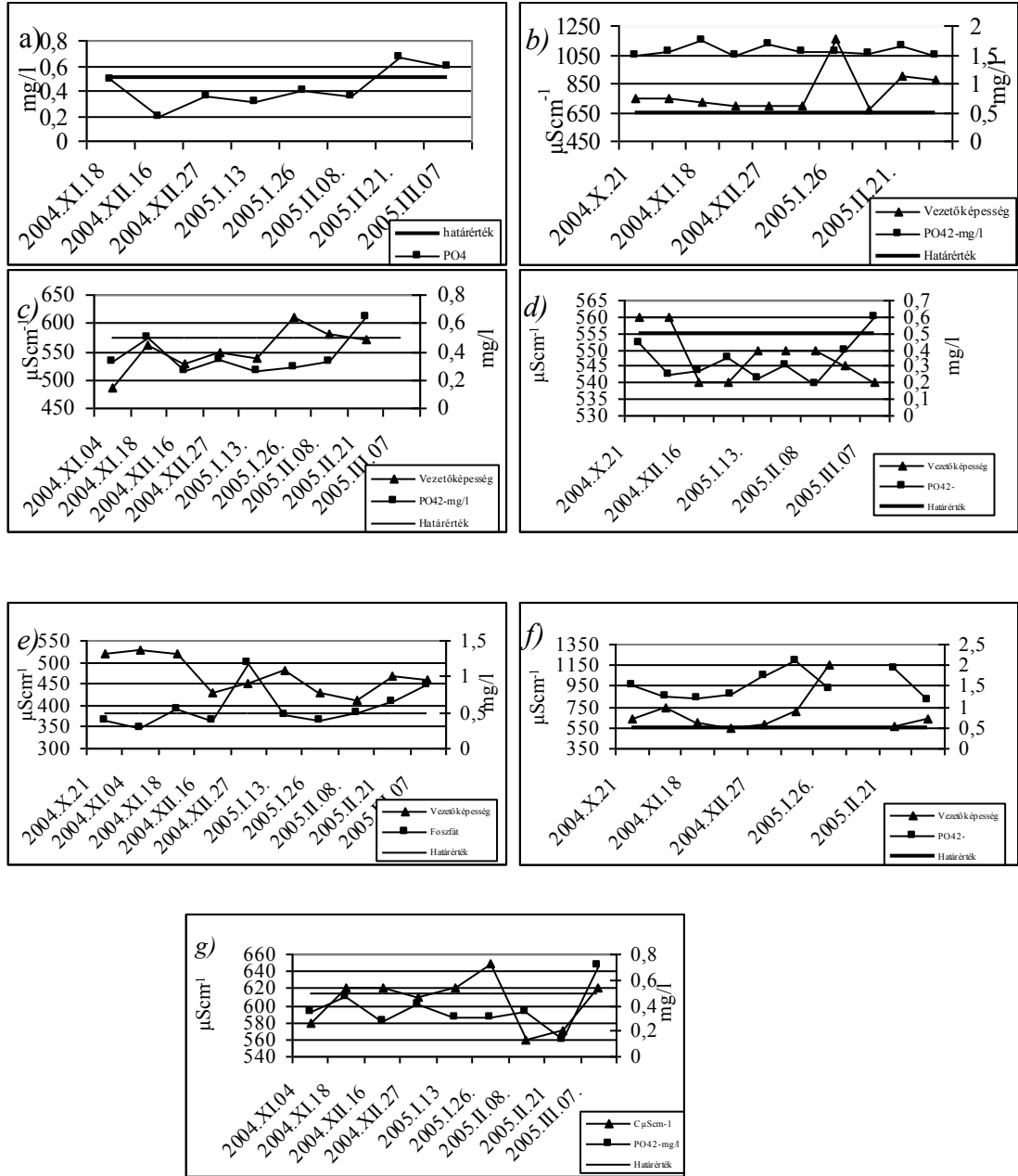
6.ábra

A különböző források és patakok SO_4^{2-} tartalma

The contents of SO_4^{2-} ion of the different springs and streams

a) A lillafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsai Alap-forrás c) A Sályi-forrás d) Tükör-forrás e) Kácsai-patak

Ami szennyezőanyagok közül a NO_3^- , a PO_4^{2-} és néhány nehézfém (Zn, Cu, Cd, Ni, Pb) vizsgáltunk. Sajnos a NO_3^- mérése során módszertani problémáink akadtak és ezért nem kaptunk használható eredményeket. A foszfát esetében minden mintavételi pontnál növekedést tapasztaltunk karácsony után, aztán visszaesés tapasztalható és az utolsó 2 mintavétel esetén növekedést tapasztaltunk, amint azt a 7. ábra láthatjuk. Itt is kiemelném a Máriás-forrás és a Sályi-patakok mintáit, mert ezekben igen magas foszfáttartalmat mértünk. A Kácsai-patakban is gyakran találunk határértéken túli vagy ahhoz közeli értékeket. Kács nincs csatornázva, és ez egyértelműen látszik a falvat átszelő patak vizében is, ugyanis abban magasabb foszfáttartalmat mértünk, mint a kiindulási források vizében. A legkevesebb PO_4^{2-} -tartalmat a Tükör-forrásban mértünk, 0,12 mg/l. Azonban ennek a szennyező komponensnek az értéke eddig még nem szállt 0,1 mg/l alá, amely *HOFFMANN* (1998) szerint a természetes háttérértéket képviseli és az ettől magasabb értékek a mindenkori antropogén hatást tükrözik.



7.ábra

A különböző források és patakok PO₄ tartalma

The contents of PO₄ ion of the different springs and streams

a) A illafüredi Bársonyos-forrás b) Kácsai Máriás-forrás c) A Kácsai-forrás d) Sályi-forrás e) Kácsai-patak f) Sályi-patak g) Tükör-forrás

Ami a nehézfémeket illeti, még nem áll rendelkezésünkre a teljes adatsor. Az első három mintavétel eredményei mindegyik vízben kimutatták bizonyos nehézfémek (Cu, Zn, Cd, Pb) jelenlétét. A legtöbb esetben azonban ezek mennyisége nem lépi át a szennyezettségi határértéket, kivéve az ólom és a kadmium esetét, amelyek szinten minden esetben határérték feletti koncentrációban vannak jelen. A kérdés, hogy honnan kerültek a források és a patakok vizébe? Vagy természetes úton a vízgyűjtőn található kőzetekből, vagy pedig szennyezőanyagok útján, amelynek forrásait fel kell deríteni.

Mint azt már az előbbieknél során két mintavételi pontnál láttuk, a Sályi- patak és a kácsi Máriás-forrás vizében a rendszer többi tagjához képest jóval magasabb vezetőképességet kaptunk. Továbbiakban az is kiderült, hogy ezek a minták minden komponensből több található bennük, mint a többi forrás vizeiben. Így érthetővé válik a jelenség. A kérdés azonban az, hogy ezek vizek honnan kapják. Részben az antropogén hatásoknak köszönhető, részben pedig a megváltozott kőzettani körülményekkel. Hiszen a Bükkalján végighúzódik egy riolitos-riolittufás összet, amelyet a patakok vize is átszel.

Minden mintavétel alkalmával igyekszünk a vízhozamok megállapítására, és figyelemmel kísérjük Miskolc és Eger csapadékadatait. Eddig úgy tűnik, hogy a forráshozamok 2-3 hónapos késéssel követik a csapadékot.

4. Összegzés

E cikkben felsorakoztatott adatok egy komplex vizsgálat részét képezik, és ennek a kutatásnak még az elején állunk. Ezért még nem láthatók az egy éven belüli évszakos változások. Az is megnehezíti jelenlegi állásfoglalásunkat, hogy jelentős mennyiségű eső nem hullott az elmúlt 6 hónapban és az olvadékvizek még nem értek el a forrásokhoz, patakokhoz. Az eddigi eredmények újabb kérdéseket vetnek fel, amelyek további, elsősorban kőzettani szempontú vizsgálatokat tesznek szükségessé.

Különösen nagy gondot kell fordítanunk a szennyezőanyagok jelenlétére, időbeni és térbeli mozgásukhoz, hiszen ezek a források igen fontos szerepet töltenek be több mint, 10 település ivóvízellátásában. A közeljövőben az ellátásba bekapcsolt települések köre tovább bővíülhet Csincsével, amely szintén szeretne a kácsi-sályi rendszerre kapcsolódni (Kiss Gabriella szóbeli közlése). A Kácsi- és a Sályi-patakok vizei már elvesztették természetes vízjárásukat, hiszen csak a túlfolyó vizét kapják. Azonban ha fenti csatlakozás megvalósul, akkor ez a vízmennyiség is elvész a kistáj számára.

Mindazonáltal jelen munka beleillik abba az elképzelésbe, amely szerint a bükki karsztvízről szerzett ismereteinket lokális szintű vizsgálatok tovább bővíthetik.(*LÉNÁRT* 2004)

Köszönetnyilvánítás: Köszönetünket szeretnénk kifejezni Jean-Noël Salomonnak és Frédéric Hoffmannak, akik szakmai tudásukkal, vitáikkal és a Bordeaux-i Egyetem laborjával hozzájárultak a vizsgálatok elméleti és gyakorlati megalapozásához. Szeretnénk megköszönni az ÉRV Rt. munkatársainak, Kiss Gabriellának, Lengyel Vikornak és Baloghné Annának, hogy lehetővé teszik számunkra a kéthetenkénti mintavételezéseket.

IRODALOM

HOFFMANN F. - PELLEGRIN J. C.(1996): Méthodologies hydrochimiques. -Travaux du L.G.P.A n.14. Inst. Géogr. Univ. Bordeaux 3. Talence pp.13-79.

HOFFMANN F.(1998): Les tufs et les travertins en Périgord-Quercy. Étude de la dynamique passée et du fonctionnement actuel de dépôts carbonatés exokarstiques. -Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux 3. P.701

KRAWCZYK W.E.(1996): Manual for karst water analysis- kézirat Univ.Silesia, Sosnowiec p.52

LÉNÁRT L.(2002): A Bükkben keletkezett kitermelhető karsztvízkészlet folyamatos meghatározásának módszere.- Kézirat, XII. Miskolci Egyetem, Miskolc

LÉNÁRT L.(2004): A fenntartható karsztvízhasználat néhány kérdésének vizsgálata a Bükkben, valamint az Aggteleki- és a Szlovák-karszton. Karsztfejlődés IX., Szombathely pp.103-118.

MUXART T.- BIROT P.(1977): L'altération météorique des roches.- Publications du département de Géographie de l'Université de Paris-Sorbonne n.4. Paris p.279.

RÁDAI Ö.(1988): A Kács-Sályi karsztforrások hidrológiai védőidoma elkészítése.- Védőidom vizsgálat VITUKI-témajelentés, Kézirat 762311/674

SALOMON J. N.(2000): Précis de Karstologie.- Presses Universitaires de Bordeaux, Pessac p.250

SZEDERKÉNYI T.(1994.): Ásvány- és kőzettan.-Egyetemi jegyzet Jatepress, Szeged p.112