

**ÉDESVÍZI MÉSzkÖVEK VIZSGÁLATA A KÁRPÁT-MEDENCÉBŐL:
PALEOKLIMATOLÓGIAI ÉS SZEDIMENTOLÓGIAI ELEMZÉSEK**

c. doktori értekezés tézisei

KELE SÁNDOR

Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar
Földtudományi Doktori Iskola
Földtan-Geofizika Doktori Program

Doktori Iskola vezetője: Dr. Monostori Miklós D.Sc., egyetemi tanár
Doktori Program vezetője: Dr. Monostori Miklós D.Sc., egyetemi tanár

Témavezető: Dr. Szabó Csaba, PhD, egyetemi docens
Konzulens: Dr. Demény Attila, az MTA doktora, igazgató

2009

Bevezetés, a dolgozat célja

A Kárpát-medencében a langyos- és meleg hévforrásokból kivált édesvízi mészkövek (travertínok) és a hideg karsztforrások mésztufa üledékei gyakori képződménynek számítanak. A pliocén-pleisztocén során jelentős hévforrás tevékenység jellemezte a Gerecsét és a Budai-hegységet is, aminek következtében száznál több édesvízi mészkő előfordulás képződött. A kezdeti terepi megfigyeléseket (pl. Kormos és Schréter 1916, Schréter 1953) a '70-es évektől felváltották a szedimentológiai, morfológiai megfigyelések (Scheuer és Schweitzer 1988). A Gerecse és a Budai-hegység édesvízi mészköveit Pécsi (1959), később Kretzoi és Pécsi (1982) a Duna és mellékfolyóinak teraszszintjeivel párhuzamosította, főleg geomorfológiai, szedimentológiai és biosztratigráfiai vizsgálatok segítségével. A '90-es évektől újra népszerűvé vált az édesvízi mészkövek kutatása (pl. Bakacsi 1993, Korpás *et al.* 2004, Kele *et al.* 2003, stb.), de stabilizotóp-geokémiai vizsgálatok hazai szinten alig készültek a témában (pl. Szőőr *et al.* 1992, Korpás *et al.* 2004, Kele *et al.* 2003), a radiometrikus koradatok pedig ritkaságszámba mentek (pl. Pécsi 1973, Kretzoi és Pécsi 1982, Hennig *et al.* 1983), holott a mészkövek korának ismerete nélkülözhetetlen a paleohidrogeológiai, paleoklimatológiai és tektonikai következtetések levonásához.

Dolgozatomban szedimentológiai, stabilizotóp-geokémiai, valamint U/Th sorozatos kormeghatározások révén tisztázom számos Budai-hegységi és gerecsei előfordulás korát, paleokörnyezeti viszonyait, újravázolom a Gerecse és a Budai-hegység paleohidrogeológiáját, az édesvízi mészkövek teraszrendszerrel való kapcsolatát, a hegységek kiemelkedési, valamint a Duna bevágódási sebességének meghatározását, általános következtetéseket vonok le az édesvízi mészkövek képződési periódusaival kapcsolatban, valamint az elért eredményeket beillesztem a Föld paleoklimájáról jelenleg alkotott képbe. A recens egerszalóki édesvízi mészkő komplex szedimentológiai-geokémiai vizsgálatával az édesvízi mészkő képződését kísérő stabilizotóp-frakcionációs folyamatokkal kapcsolatban olyan új észrevételeket teszek, amelyek a fosszilis édesvízi mészkövek kutatása esetén is jól alkalmazhatóak.

Alkalmazott módszerek

A recens egerszalóki édesvízi mészkövet és termálvizet folyásirányú szelvények mentén mintáztam, és a helyszínen meghatároztam a termálvíz lényeges fizikokémiai paramétereit (T, pH, EC). Az édesvízi mészkövön petrográfiai, ásványos összetételi, fő- és nyomelem-geokémiai, stabil szén-, oxigén- és hidrogénizotópos vizsgálatokat és elektron mikroszondás megfigyeléseket végeztem. A Budai-hegység és a Gerecse több mint 100 édesvízi mészkő előfordulásának GPS koordinátáit, és települési magasságát határoztam meg. Mintegy 360

mintán végeztem petrográfiai megfigyeléseket optikai mikroszkóp segítségével és 625 db mészkőmintát stabil szén- és oxigénizotópos összetételét határoztam meg az MTA GKKI stabilizotópos laboratóriumában, Finnigan MAT delta S, és Finnigan delta Plus XP tömegspektrométerekkel, továbbá 53 db gercsei és a Budai-hegységi előfordulás 58 db mintáján végeztem 87 db U/Th sorozatos kormeghatározást a tajvani National Taiwan University (NTU) Földtudományi Tanszékén. Az urán és tórium izotópos összetételt és ^{230}Th koradatokat Thermo Electron Neptune tömegspektrométerrel, MC-ICPMS (Multi Collector – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) technika segítségével határoztam meg.

Tézisek

1. A recens egerszalóki édesvízi mészkő és termálvíz szedimentológiai, stabilizotópos-, fő- és nyomelem-geokémiai, valamint ásványos összetételi vizsgálatával kimutattam, hogy az édesvízi mészkő képződése során a morfológián alapuló CO_2 kigázosodás, valamint a párolgás és a mikrobiológiai aktivitás játssza a legnagyobb szerepet. Vizsgálataim megerősítették, hogy a termálkúttól folyásirány mentén távolodva a képződő édesvízi mészkövek $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értéke egyre pozitívabb a már említett három tényezőnek köszönhetően. Kimutattam, hogy az édesvízi mészkövek üledékképződési környezetei (kifolyási pont, csatorna, proximális lejtő mikroterasz tavauskákkal, disztális lejtő, mocsár) a terepi és petrográfiai megfigyeléseken kívül nyomelem és stabilizotópos vizsgálatokkal is elkülöníthetők. Ennek különösen akkor van jelentősége, ha a karbonátot lerakó fluidum eredetére vagyunk kíváncsiak, ebben az esetben ugyanis fontos a képződő karbonát izotópos összetételét másodlagosan befolyásoló hatások leválasztása, amelyek leginkább a forráskilépési ponttól távolodva kapnak jelentősebb szerepet. A megfigyelések akár fosszilis édesvízi mészkövek vizsgálata esetén is felhasználhatóak a képződési környezet és a mikrofaciések beazonosítására.
2. Kimutattam, hogy az egerszalóki édesvízi mészkő $\delta^{18}\text{O}$ értékei eltérnek az egyensúlyi kalcit-víz frakcionációs görbétől (Friedman és O'Neil 1977) a gyors karbonátképződés, és a folyásirány menti szállítódás következtében. Az adatok jó egyezést mutatnak az egyéb, termálvízből képződött édesvízi mészkövek esetén megfigyelt hőmérséklet- $\Delta^{18}\text{O}$ görbékkel, amelyek enyhén el vannak tolvá az elméleti kalcit-víz egyensúlyi görbétől. Vizsgálataim alapján ez az eltolódás, vagyis az új „travertínó görbe” használata mintegy 8 °C különbséget eredményez a vízből történő paleo-kiválási hőmérséklet számítása során (Kele *et al.* 2008). Ez a korrekció azokra az édesvízi mészkövekre érvényes, amelyek a kifolyási pont körül képződtek, ahol a másodlagos hatások (pl. karbonát kristály szállítódása, ásványos összetételbeli változások) nem játszanak szerepet.

3. Dolgozatom keretei között a Budai-hegység és a Gerecse édesvízi mészköveinek átfogó terepi, szedimentológiai és geokémiai vizsgálatával számos előfordulás genetikai és paleokörnyezeti viszonyait tisztáztam. Megállapítottam, hogy a Gerecsére inkább az alacsonyabb hőmérsékletű, tavi eredetű édesvízi mészkövek (pl. Les-hegy, Süttő, Dunaszentmiklós), míg a Budai-hegységre a magasabb hőmérsékletű termálvizekből képződő, és a hidrotermális hatást jobban tükröző édesvízi mészkövek jellemzőek, valamint a forráskúpos képződmények (pl. Gellért-hegy Ifjúsági-park, Törökvész lejtő) is gyakoribbak. Mindazonáltal az előfordulások többsége a Budai-hegységben is tavi, sekélytavi környezetben képződött (pl. Budakalász, Ūröm-hegy, stb.) és a Gerecsében is előfordulnak forráskúpos képződmények (pl. Alsóvadács).
4. U/Th sorozatos korvizsgálatok segítségével megállapítottam, hogy a Budai-hegység és a Gerecse édesvízi mészkövei jóval fiatalabbak, mint azt a „hagyományos teraszrendszer”, geomorfológiai megfontolások, az előfordulások tengerszint feletti magassága, paleomágneses vizsgálatok alapján (pl. Pécsi 1959, Scheuer és Schweitzer 1988) korábban feltételezték. Vizsgálataim alapján a felső-pannon édesvízi mészkőképződést követően a középső-pleisztocént jellemezte egy igen intenzív forrástevékenység mindkét említett hegységben. A középső-pleisztocéntól a Gerecsében és a Budai-hegységben is 3-3 intenzív édesvízi mészkőképződéssel jellemezhető szakaszt (B-I., B-II., B-III. és G-I., G-II., G-III.) mutattam ki. Méréseim alapján a Budai-hegységben 180 ky-tól egészen a holocénig édesvízi mészkőképződés koradattal nem igazolható, míg a Nyugati-Gerecsében az elmúlt 100 ky során is folyt az édesvízi mészkövek képződése (pl. Tata, Porhanyó-bánya, Öreg-tó, Angol-kert).
5. U/Th sorozatos korvizsgálataim, valamint a GPS méréseim segítségével meghatározott tszf-i magasságok alapján az édesvízi mészkővel fedett felszínek kiemelkedési (a Duna és mellékfolyóinak bevágódási) sebességét a korábbiaknál jóval pontosabban, a hegységek egyes részterületeire külön-külön, és jóval tágabb időintervallumban határoztam meg. Kimutattam, hogy az átlagos minimális bevágódási (kiemelkedési ráta) mindkét hegységben 0,3-0,4 mm/év körül változott, míg a hegységeken belül az egyes részterületek kiemelkedési sebessége akár többszöröse is lehetett a másikénak (pl. Gellért-hegy: 0,47-0,52 mm/év; Vár-hegy: 0,11-0,14 mm/év). A részterületek eltérő kiemelkedési sebessége arra enged következtetni, hogy az édesvízi mészkövek települési magassága nem (feltétlenül) tükrözi a képződmények korát, és az egykori paleokarsztvízszintek megállapítására is csak durva becslésként használható.
6. A folyóteraszok kormeghatározásának egyik lehetséges módja a teraszokat fedő üledékek korának meghatározása. U/Th sorozatos elemzéseim alapján megállapítottam, hogy a Budai-hegységben a 400-500 m tszf-i magasságon található (felső-pannon) édesvízi mészkövek az

idősebbek, és a legalacsonyabb, tI.-tIII. teraszokon található képződmények a legfiatalabbak. A korábbi U/Th koradatok (<360 ky) jó alapul szolgáltak a legalacsonyabb tszf-i magasságon található (tI.-tIV.) teraszszintek korának meghatározásához, de a tV.-tVII. szintek korát jobb híján geomorfológiai megfontolások, szórványos paleontológiai leletek, és paleomágneses mérések alapján tartották felső-pliocénnek és alsó-pleisztocénnek. A tV.-tVII. teraszokat borító édesvízi mészkövek azonban az U/Th sorozatos vizsgálataim alapján a korábban feltételezetteknel jóval fiatalabbnak, főleg középső-pleisztocén korának bizonyultak. Megállapítottam, hogy a Gerecsében és a Budai-hegységben egyaránt a középső-pleisztocén középső-felső részére intenzív hévforrás-tevékenység volt jellemző, aminek következtében számos édesvízi mészkő előfordulás képződött, sok esetben folyóterasz üledékekre települve. Kimutattam, hogy a Budai-hegységben az azonos tszf-i magasságon található édesvízi mészkövek kora gyakran jelentősen különbözik egymástól, míg a Gerecsében az előfordulások tszf-i magassága és kora közötti kapcsolat elemzéseim alapján szorosabb.

7. Az édesvízi mészkövek radiometrikus koradatainak birtokában felvázoltam a mészköveket lerakó egykori források átrendeződésének képét. A felső-pannóniaiban a Budai-hegységben az édesvízi mészkövek képződése 400 m tszf-i magasság felett, a Széchenyi-hegy-János-hegy területére esett. Ezt követően a forráskilépési helyek K-i irányba vándoroltak és a középső-pleisztocénben nagy mértékű átrendeződés és jelentős hévforrás tevékenység indult meg a Budai-hegységben, miközben súlyponti vizkilépési területté vált Budapest északi része, a Solymári-völgy és az Ős-Dera patak közti terület. Az édesvízi mészkő képződése Budakalász térségében (210-240 m tszf) mintegy 550-600 ky-vel ezelőtt kezdődött, míg az Ördögárok-völgyében 280 m tszf-i magasságon található máriaremetei előfordulás 400 ezer éve keletkezett. A középső-pleisztocén alatt a Vár-hegyen is javában képződött a mészkő, és mintegy 350 ezer éve a Rózsadomb területét (160-190 m tszf) is intenzív hévforrás tevékenység jellemezte. 250 ezer éve a források kilépési szintjében ismét csökkenés ment végbe, és a forráskilépési pontok K-i irányban, a Duna völgye felé mozdultak el, miközben az egyes területek (pl. Rózsadomb, Gellért-hegy, Vár-hegy) eltérő sebességgel emelkedni kezdtek. Ennek bizonyítékai a különböző magasságon található azonos korú mészkövek. A máriaremetei előfordulást lerakó források később (200-250 ezer évvel ezelőtt) K-DK-felé, az Ördögárok-völgyében alacsonyabb szinteken léptek a felszínre. A további relatív vízszintcsökkenés következtében 240 ezer éve a 150-160 m tszf-i magasságon található Farkastorki úton, 180 ezer éve pedig a 140 m-en elhelyezkedő Kiscelli-fennsíkon is megindult az édesvízi mészkőképződés, a források pedig a rózsadombi területről ÉK-i irányba vándoroltak. Méréseim alapján a felső-pleisztocéntól a holocénig édesvízi mészkövek jelenléte a Budai-hegységben nem bizonyítható.

tó. A termálforrások jelenlegi kilépési szintje a pleisztocén vége – holocén eleje körül alakult ki.

8. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a Gerecsében 250-350 m tszf-i magasságok között általában az U/Th módszer határánál idősebb édesvízi mészkövek települnek. A legidősebb előfordulások a Nyugati-, Központi- és Keleti-Gerecsében, a hegység központi részének közelében helyezkednek el. A középső-pleisztocén során a forráskilépési pontok a Gerecsében a peremi területek felé tolódtak, és a források alacsonyabb szinteken (150-250 m tszf) kezdték meg működésüket (pl. Vértesszőlős). A hegység belsejében elhelyezkedő középső-pleisztocén előfordulások (pl. Alsóvadács: 329 m tszf; Vékonycser: 238 m tszf) képződését követően a tőlük ÉK-re, 225-235 m tszf-i magasságon található Réz-hegy (466 ky) és Öreg-hegyek (391 ky) mészkövei képződtek. A Központi-Gerecse északi részén, a korábban felső-pleiocén-alsó-pleisztocén korúnak tartott (220-250 m tszf-i magasságon található) süttői édesvízi mészkőről bebizonyosodott, hogy a középső-pleisztocén során is képződött. A Keleti-Gerecsében a középső-pleisztocénben a források szintén kelet felé vándoroltak. A felső-pleisztocénben a hőforrás tevékenység és a mészkő képződése a Nyugati-Gerecsébe, Tata térségére tevődött át, míg a Központi- és a Keleti-Gerecsében mészkőképződés koradataival ebből az időszakból nem bizonyítható. Mintegy 50 ezer éve képződött a tatai Öreg-tó K-i partjánál található édesvízi mészkő, valamint recens előfordulások találhatóak az Angol-kertben, a Fényesforrásoknál, valamint a dunaalmási Csokonai-forrásnál is (110-140 m tszf).
9. Elemzéseim alapján a Budai-hegység és a Gerecse édesvízi mészköveinek $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei jelentősen eltérnek a Bükk és a Mecsek hegységek recens mésztufa üledékeitől (pl. Sebesvíz, Tettye). A mésztufák alacsony $\delta^{13}\text{C}$, és magas $\delta^{18}\text{O}$ értékei az alacsonyabb hőmérsékletű víznek, a szerves anyag nagyobb mértékű hozzájárulásának, és a klímával való szorosabb kapcsolatnak köszönhetőek. Méréseimmel igazoltam, hogy a Gerecse- és a Budai-hegység édesvízi mészköveinek $\delta^{13}\text{C}$ értékeiben jelentős különbségek vannak. Kimutattam, hogy a $\delta^{13}\text{C}$ értékek leginkább a területi eloszlásnak megfelelően alakulnak, bár tükrözik az egyes mikrofaciális típusokat, és közvetve az egykori klíma nyomait is. A Gerecse és a Budai-hegység $\delta^{13}\text{C}$ értékeinek egymástól való eltérése feltehetően a hegységek forrástevékenységében levő alapvető különbségeknek tudható be, de szerepet játszhat a felszín alatti tartózkodási idő, illetve az áramlási pálya hossza, ami pozitívabb $\delta^{13}\text{C}$ értékeket eredményezhet a tengeri mészkövekkel való kontaktus révén. A Gerecsén belül lokális területi eltéréseket mutattam ki a $\delta^{13}\text{C}$ értékekben DNy-ról ÉK-i irányban haladva. A Tata környéki édesvízi mészkövek alacsony $\delta^{13}\text{C}$ értékét a szerves eredetű CO_2 hozzájárulása alakíthatta ki, de nem zárható ki a magmás eredetű CO_2 hozzájárulása sem. A Budai-hegységben a $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékek elsősor-

ban az előfordulások korával és genetikájával állnak kapcsolatban. A Szabadság-hegy környékének felső-pannon édesvízi mészkövei jóval pozitívabb $\delta^{18}\text{O}$, és negatívabb $\delta^{13}\text{C}$ értékek, mint az alacsonyabb tszf-i magasságon található pleisztocén és holocén édesvízi mészkövek. Utóbbiak $\delta^{13}\text{C}$ értéke jóval pozitívabb a felső-pannon mészkövékéénél, ami a beoldódott karbonátos kőzetek dominanciájára utal a szerves eredetű, és egyéb, ^{12}C -ben gazdag CO_2 forrásokkal szemben. Mivel az egyes hegységek (hegységgrészek) eltérő stabilizotópos értékek, a stabilizotópos mérések (a mikrofácies vizsgálatokkal együtt) az édesvízi mészkövek képződési helyének meghatározására is alkalmasak.

10. A Gerecse és a Budai-hegység édesvízi mészkövein végzett U/Th sorozatos méréseimmel a Pentecost (2005) által a világ édesvízi mészkő előfordulásainak koradataiból szerkesztett, 350 ky-re visszatekintő korgyakorisági görbéjét 500 ky-ig visszamenőleg egészítettem ki. Méréseim alapján az édesvízi mészkövek képződése nem csak és kizárólag az interglaciálisokra (pl. Mindel/Riss, Riss/Würm), meleg és nedves időszakokra, hanem a glaciálisokra (pl. Riss) is jellemző volt, és minden olyan időszakban előfordulhatott, amikor megfelelő mennyiségű csapadék állt a rendelkezésre a források vízutánpótlásának biztosításához. Méréseimmel igazoltam, hogy hazánkban a glaciálisok során is előfordulhattak csapadékosabb, a mészkőképződésnek kedvező nedves, ámbar hideg időszakok. Stabil oxigénizotópos vizsgálataim eredményeivel rámutattam, hogy a hazai édesvízi mészkő előfordulások alkalmasak a klíma globális változásainak a rögzítésére. A mélytengeri fúrások foraminiferáinak oxigénizotópos összetételeiből szerkesztett görbéekkel, valamint a Vosztok jégmagfúrás paleohőmérsékleti görbéivel való egyezés szintén a hazai édesvízi mészkövek klímajelző szerepét támasztja alá. Hasonló egyezést eddig korábban még nemzetközi szinten sem sikerült édesvízi mészkövekből kimutatni.

Következtetések

Vizsgálataim alapján bebizonyosodott, hogy a hazai édesvízi mészkövek komplex szedimentológiai és geokémiai vizsgálata, a radiometrikus koradatokkal kiegészítve fontos paleoklimatológiai, paleokörnyezeti és tektonikai információkat szolgáltathat. A recens egerszalóki édesvízi mészkő vizsgálatával számos olyan, általános érvényű összefüggést írtam le, amely a fosszilis édesvízi mészkövek vizsgálata esetén is alkalmazható. A Budai-hegység és a Gerecse édesvízi mészkövein végzett U/Th sorozatos méréseim módosították a paleoforrások átrendeződéséről alkotott korábbi képet, az édesvízi mészkövek Dunateraszokkal való viszonyát, valamint a két hegység kiemelkedési (a Duna bevágódási) rátáját. Az előfordulások petrográfiai vizsgálatával számos édesvízi mészkő előfordulás képződési

körülményeit tisztáztam. A koradatok alapján elkülönítettem a mészkőképződéssel jellemezhető időszakokat, és meghatároztam a glaciális-interglaciális ciklusokhoz való viszonyukat. A dolgozat eredményei alapul szolgálhatnak az egyes előfordulások későbbi részletes feldolgozásához, további adatokat szolgáltatva a Kárpát-medence paleoklimájának megismeréséhez, valamint a lokális paleokörnyezeti és tektonikai viszonyok meghatározásához.

Irodalomjegyzék

- Bakacsi, Zs. 1993: A süttöi édesvízi mészkő szedimentológiai vizsgálata. – Diplomamunka, ELTE, Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, 108 p.
- Friedman, I., O'Neil, J.R. 1977: Compilation of stable isotope fractionation factors of geochemical interest. – In: Data of Geochemistry 6th, Geol. Surv. Prof. Paper 440-KK, p. 61.
- Hennig, G. J., Grün, R., Brunnacker, K., Pécsi, M. 1983: Th²³⁰/U²³⁴ sowie ESR Alterbestimmung einiger Travertine in Ungarn. – Eiszeitalter and Gegenwart, 33, pp. 7-19.
- Kele, S., O. Vaselli, Cs. Szabó, A. Minissale 2003: Stable isotope geochemistry of Pleistocene travertine from Budakalász (Buda Mts, Hungary). – Acta Geologica Hungarica, 46/2, pp. 161-175.
- Kele, S., Demény, A., Siklósy, Z., Németh, T., Mária, T., B.Kovács, M. 2008: Chemical and stable isotope compositions of recent hot-water travertines and associated thermal waters, from Egerszalók, Hungary: depositional facies and non-equilibrium fractionations. – Sedimentary Geology, 211, pp. 53-72.
- Kormos, T., Schréter, Z. 1916: Előzetes jelentés a Budai-hegység és a Gerecse hegység szélén előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. – MÁFI Évi Jel. 1915-ről, pp. 542-544.
- Korpás, L., Kovács-Pálffy, P., Lantos, M., Földvári, M., Kordos, L., Krolopp, E., Stüben, D., Berner, Zs., 2004: Sedimentology, geochemistry, chronology and palaeoecarst evolution of Quaternary thermal lacustrine travertine. An integrated case study from Vár-hegy, Budapest, Hungary. – Földtani Közlöny 134/4, pp. 541–562.
- Kretzoi, M., Pécsi, M., 1982. Pliocene and Quaternary chronostratigraphy and continental surface development of the Pannonian Basin. – Quaternary Studies in Hungary, INQUA Hungarian, National Committee, pp. 11–42.
- Pentecost, A. 2005: Travertine. – Springer-Verlag. 445 p.

- Pécsi, M. 1959: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalakítása. – Földrajzi Monográfiák, III. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 346 p.
- Pécsi, M. 1973: A vértesszőlősi ópaleolit ősemlék telephelyének geomorfológiai helyzete és abszolút kora. – Földrajzi Közlemények, XXI. Kötet., pp. 109-125.
- Scheuer, Gy., Schweitzer, F. 1988: A Gerecse és a Budai-hegység édesvízi mészkőösszletei. – Földrajzi Tanulmányok, 20, Akadémiai Kiadó, Budapest, 131 p.
- Schréter, Z. 1953: A Budai- és Gerecse-hegység peremi édesvízi mészkő előfordulásai. – Földtani Intézet Évi Jelentése 1949-ről, pp. 111-150.
- Szőőr, Gy., Balázs, É., Sümeghy, P., Scheuer, Gy., Schweitzer, F., Hertelendi, E. 1992: A magyarországi édesvízi mészkövek termoanalitikai és izotópgeokémiai elemzése fácies-tani és rétegtani értékeléssel. – In: Szőőr, Gy. (Ed.): Fáciesanalitikai, paleo-bio-geokémiai és paleoökológiai kutatások, Debrecen, pp. 93-107.

A doktori értekezés témájában megjelent publikációk jegyzéke

Tudományos folyóiratban közölt cikkek

- Sierralta M, Kele S, Melcher F, Hambach U, Reinders J, van Geldern R, Frechen M
Characterisation and Uranium-series dating of Travertine from Süttő in Hungary.
Quaternary International (doi:10.1016/j.quaint.2009.04.004) 2009
- Kele S Tajvan szigetének hévforrás tevékenysége, geotermikus potenciálja és karbonátos lerakódásai. Hidrológiai Közöny, március-április, pp. 38-46, 2009
- Kele S, Demény A, Siklósy Z, Németh T, Tóth M, Kovács M Chemical and stable isotope composition of recent hot-water travertines and associated thermal waters, from Egerszalók, Hungary: Depositional facies and non-equilibrium fractionation. Sedimentary Geology, 211, pp. 53-72, 2008
- Kele S, Korpás L, Demény A, Kovács-Pálffy P, Bajnóczi B, Medzihradzky Zs
Paleoenvironmental evaluation of the Tata Travertine Complex (Hungary), based on stable isotopic and petrographic studies. Acta Geologica Hungarica, Vol. 49:1, pp. 1-31, 2006
- Kele S, Korpás L, Kovács-Pálffy P, Lantos M 2004 Sedimentology, mineralogy, lake evolution and chronology of the Quaternary Tata thermal lacustrine travertine (Hungary). Topical issues of the research of Middle Palaeolithic period in Central Europe, Tudományos füzetek (ISSN 0866-2908), 12, pp. 33-51, 2004

Kele S, Vaselli O, Szabó Cs, Minissale A Stable isotope geochemistry of Pleistocene travertine from Budakalász (Buda Mts., Hungary). Acta Geologica Hungarica, 46:2; pp. 161-175, 2003

Ismeretterjesztő folyóiratban közölt cikkek

Kele S Az édesvízi mészkövek titkai. Egerszalóktól Pamukkaléig. – Élet és Tudomány, LXIII. Évfolyam, 25. szám, pp. 784-787, 2008

Kéziratok, intézeteken belüli publikációk, kirándulásvezetők

Kele S Az édesvízi mészkövek jelentősége a múlt és a jelen klímájának kutatásában, különös tekintettel a Kárpát-medence területére. – Fialat Éghajlatkutatók Fóruma, 44 p. 2008

Kele S, Siklósy Z, Demény A Stable isotope study on some Hungarian travertine occurrences. Climatic and tectonic controls on travertine formation: the case of the Pannonian Basin – field course, 4-9. July, 2004, Tata and Egerszalók, Hungary, pp. 224-225 2004

Kele S, Korpás L, Demény A, Medzihradsky Zs, Kovács-Pálffy P, Lantos M Petrography and geochemistry of travertines from Tata, Porhanyó quarry (Hungary). – Collection of reprints, preprints, submitted papers and abstracts. 4-9. July, 2004, Tata and Egerszalók, Hungary, pp. 185-210, 2004

Siklósy Z and Kele S Egerszalók. Hot-spring cone. – Excursion guide – Climatic and tectonic controls on travertine formation: the case of the Pannonian Basin – field course – 4-9. July, 2004, Tata and Egerszalók, Hungary, Excursion guide, pp. 35-36, 2004

Kele S Budakalász travertine occurrence. – Excursion guide – Climatic and tectonic controls on travertine formation: the case of the Pannonian Basin – field course – 4-9. July, 2004, Tata and Egerszalók, Hungary, Excursion guide, pp. 21-22, 2004

Kele S Tata, Porhanyó-Quarry travertine occurrence. – Excursion guide – Climatic and tectonic controls on travertine formation: the case of the Pannonian Basin – field course – 4-9. July, 2004, Tata and Egerszalók, Hungary, Excursion guide, pp. 9-10, 2004

Kele S Izotópgeokémiai vizsgálatok a budakalászi édesvízi mészkövön. – Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közöttani és Geokémiai Tanszék, 116 p., 2003

Kele S A budakalászi édesvízi mészkő izotópgeokémiai vizsgálata. – Tudományos Diákköri Dolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Közzetani és Geokémiai Tanszék, 63 p. 2002

Nemzetközi konferencián bemutatott előadások és poszterek kivonatai

Özgül M, Kele S, Gökgöz A, Fórizs I, Alçiçek M C Geochemical comparison of different travertine localities in the Denizli extensional basin, Western Turkey. 62th Geological Congress of Türkiye, 13-17 April 2009

Kele S, Demény A, Mehmet Ö, Ali G, Alçiçek M C, Siklósy Z, Fórizs I Non-equilibrium fractionations during travertine deposition, or a new equilibrium line? – European Geosciences Union, General Assembly, Vienna, 13-18 April, 2008

Kele S, Demény A, Borsody J Stable isotopic investigations on travertines from the Gerecse Mts. (Hungary). - IX ESIR Workshop, Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia, Vol. 52, (1), 39-40. 2007

Sierralta M, Kele S, Melcher F, van Geldern R, Frechen M Characterisation and Uranium-Series Dating of Travertine from Süttő in Hungary. Geophysical Research Abstracts, vol.9, 06157, 2007, European Geosciences Union, General Assembly, Vienna, 15-20 April 2007

Kulja A, Kele S, Siklósy Z, Demény A, Ramaley R Microbial Studies of an Isolated Active Travertine Hot Spring (Egerszalók) located in Hungary. International Conference on Extremophiles, 17-21 Sept. 2006, Brest, Brittany, France, p. 153., 2006

Kele S, Siklósy Z, Demény A, Németh T, Bruknerné Wein A Geochemical and petrographic studies on the recent Egerszalók hot-water travertine and thermal water (NE-Hungary): evidence for non-equilibrium precipitation. Proceedings of 1st International Symposium on TRAVERTINE (Eds: M. Özgül, S. Yagiz, B. Jones), 21-25 September 2005, (ISBN: 975-6992-11-5), p. 160. 2005

Kele S, Demény A, Vaselli O, Szabó Cs Stable isotope and scanning electron microprobe evidence for shrub structures of bacterial origin from travertines. Proceedings of the 32th International Geological Congress, Florence, Italy, 20-28 August 2004., p.201. 2004

- Kele S, Demény A, Korpás L, Kovács-Pálffy P, Lantos M Stable isotope geochemical and petrographic studies on travertines from Tata, Porhanyó-Quarry (Hungary). - ESIR VII Isotope Workshop, Seggauberg, 27. June - 1. July, 2004, Isotope Workshop Volume (ISSN 1608-8166), 72-74 2004
- Kele S, Siklósy Z, Demény A Depositional facies and stable isotope geochemistry of some Hungarian travertine occurrences. - ESIR VII Isotope Workshop, Seggauberg, 27. June - 1. July, 2004, Isotope Workshop Volume, 75-76 2004
- Kele S, Korpás L, Kovács-Pálffy P, Lantos M Sedimentology, mineralogy, lake evolution and chronology of the Quaternary Tata thermal lacustrine travertine (Hungary). - „Topical issues of the research of Middle Palaeolithic period in Central Europe”, Tata-Castle, Tata, Hungary 20-23 October 2003, p.5. 2003
- Kele S, Vaselli O, Szabó Cs Stable isotope study on travertines from Budakalász (Buda Mts., Hungary) - Abstract volume. MinPet 2003, Neukirchen am Grossvenediger, Austria, September 15-21, 2003
- Kele S, Vaselli O, Szabó Cs Stable isotope study on bacterial structures from travertines (Budakalász, Buda Mts., Hungary). Abstract volume, International Symposium on Mineralogy, Cluj Napoca, Romania, September 18-21, 2003
- Kele S, Vaselli O, Szabó Cs, Kovács J A budakalászi édesvízi mészkő izotópgeokémiai vizsgálata. Absztrakt kötet. Bányászati Kohászati Földtani Konferencia, Románia, Zilah, 2003. április 11.-13., p.55. 2003
- Kele S, Vaselli O, Szabó Cs Paleoclimatological studies on travertines from Budakalász (Buda Mts., Hungary): Evidence from stable isotopic data. Acta Mineralogica Petrographica, Abstract Series, vol. 12nd „Mineral Sciences in the Carpathians” International Conference, March 6-7 2003, Miskolc, p.51. 2003
- Kele S, Vaselli O, Szabó Cs, Minissale A Stable isotopes investigation on the travertines from Budakalász Quarry. Book of Abstracts. Third European Meeting of Environmental Chemistry, 2002 december 11.-14., Switzerland, Geneva., p.34. 2002

Hazai konferencián bemutatott előadások és posztterek kivonatai

Kele S Édesvízi mészkövek stabilizotóp-geokémiai vizsgálatának alkalmazhatósága a paleokörnyezet és paleoklíma rekonstrukciójában. – Téli Ásványtudományi Iskola, 2009. január 16-17., Balatonfüred, 2009

Kele S, Scheuer Gy, Demény A, Shen C.-C. A Budai-hegység és a Gerecse édesvízi mészköveinek U/Th sorozatos kormeghatározása, stabilizotóp-geokémiai vizsgálata és ezek következményei. – HUNGEO 2008, augusztus 20-24., ELTE, Budapest 2008

Kele S, Siklós Z, Demény A, Németh T A Az Egerszalóki hévforrás és édesvízi mészkő petrográfiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálata. – MFT Vándorgyűlés, Eger, 2004. október 1-3., 2004

Siklós Z, Kele S Az egerszalóki édesvízi mészkő petrográfiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálata. - XXXV. Meeting of Young Geologists, 19-20. March 2004, Sárospatak, Bodrog Hotel, absztrakt CD-ROM melléklet 2004

Kele S, Korpás L, Demény A, Kovács-Pálffy P, Lantos M A tatai Porhanyó-bánya édesvízi mészkövének szedimentológiai és stabilizotóp-geokémiai vizsgálata. – XXXV. Meeting of Young Geologists, 19-20. March 2004, Sárospatak, Bodrog Hotel, absztrakt CD-ROM melléklet, 2004

Kele S A budakalászi édesvízi mészkő izotópgeokémiai vizsgálata. XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Miskolc, 2003. április 14-16. absztrakt kötet, p.83. 2003

Kele S 2003: Izotópgeokémiai vizsgálatok alkalmazása az ÉK-dunántúli édesvízi mészkövek eredetének meghatározásában. Absztrakt kötet, Ifjú Szakemberek Ankétja, 2003. március 21-22., Dobogókő, Hotel Nimród., pp. 51-52, 2003

Kele S A budakalászi édesvízi mészkő izotópgeokémiai vizsgálata. ELTE kari TDK-konferencia, Budapest, 2002. december 17., 2002

Kele S A budakalászi édesvízi mészkő izotópgeokémiai vizsgálata. Az ÉK-Dunántúli mészkövek szedimentológiája és morfológiája konferencia. Budapest, Magyar Állami Földtani Intézet, 2002. október 25-26., 2002