

Hazai holocén cseppkövek paleoklimatológiai elemzése uránsorozatos korhatározás és stabil izotóp vizsgálatok alapján

Szakmai zárójelentés

A kutatás eredményeinek rövid, tényyszerű összefoglalása

Célunk volt a hazai klimatológiai célú alap kutatások sorába bevonni a karbonátos barlangi képződményeket. A hazai cseppköveken alkalmazott stabilizotóp-geokémiai (>1000 adat), ill. részben nemzetközi együttműködéssel kapott nagyszámú (>250 db) uránsoros kor-, valamint nyomelem-geokémiai adat (>10.000 adat) segítségével a pleisztocén és holocén klíma kutatásának nagy felbontású vizsgálata kezdődött meg. A kutatáshoz jelentős módszerfejlesztés kapcsolódott (víztartalmú zárványok stabilhidrogén-izotóp elemzése). Hazai képződményeken még nem alkalmazott geokronológiai technikával korábban elérhetetlenül kis tömegű (<0,2 gr) mintából nagy felbontással klímaváltozási eseményeket ismertünk fel és párhuzamosítottunk nemzetközi példákkal.

Az elmúlt ezer év klimatikus változásait azonosítottuk egy bükki barlangból származó cseppkövön. Egy mecseki mintán a kb. 3500-3600 évvel ezelőtt bekövetkezett környezeti változásokat, valamint vulkáni por jelenlétét, barlangba mosódását mutattuk ki, ill. az uránbányászat környezetre gyakorolt hatását is leírtuk.

A cseppkövek kora a vizsgálatok elvégzéséig nem is becsülhető. Így számos olyan cseppkővet, karbonátos kiválást vizsgáltunk meg rózsadombi barlangokban, a Baradla-barlangban és a Csévi-szirtek barlangjaiban, amelyeknek az eredményeit— mivel több tízezer évesek voltak — kutatási témánkban közvetlenül nem tudtuk felhasználni, de értékes adatokat szolgáltattak más kutatásokhoz, publikációkhoz. (Pl. a Baradla-barlang képződményeinek geokémiai vizsgálata az utolsó jégkorszak, valamint a holocén időszakok klímarekonstrukcióját mutatja be; a rózsadombi barlangok kalcitlemezeinek korából a hegység kiemelkedési ütemére vonhattunk le következtetéseket, stb.)

Célkitűzések

A pályázat célja a Kárpát-medence holocén klímaviszonyainak elemzése barlangi képződmények és a csapadékvíz geokémiai vizsgálatának segítségével. Munkánkat Magyarország egymástól távol eső lelőhelyeiről származó anyagokon kívántuk végezni, hogy minél nagyobb területről kaphassunk adatokat, és azokat összehasonlítva a régió múltbéli klimatikus változásait jobban megismerjük.

A jelenlegi kutatási irányvonalak közül az egyik – társadalmi szempontból is – legjelentősebb terület a globális felmelegedés kérdése. Az előrejelzési modellek pontosításához alapvető adatokat nyújt a földtörténeti múlt vizsgálata, különös tekintettel a geológiai szempontból közelmúltnak minősülő negyedkori képződményekre. Ezek közül az egyik legfontosabbnak a barlangi cseppkőképződmények számítanak, amelyek elemzése információt nyújthat a hőmérsékleti és csapadékvizviszonyokra, a talajban lejátszódó folyamatokra, valamint a felszíni növénytakaró változásaira. A cseppkövek finom lamináltsága és az utóbbi években elért elemzéstechnikai fejlődés a klímaváltozás igen jó időbeli felbontású vizsgálatát teszi lehetővé

Alkalmazott vizsgálati módszerek

Mintaelőkészítési protokoll

1961 óta minden magyarországi barlang védett, amelyet a természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény jelentősen kiterjesztett. Természetes, hogy ebben a jogszabályi környezetben a vizsgálat tárgya, a pótolhatatlan geológiai minta kezelése (azaz a cseppkő) különleges figyelmet követel. Így a terepi mintázáshoz, valamint a laborvizsgálatokhoz előkészítési forgatókönyvet („protokollt”) dolgozunk ki.

Terepi mintagyűjtés

A korábbi kutatásaink és az előzetes közettani-geokémiai vizsgálatok alapján megtörtént az alkalmasnak tűnő barlangok, illetve azok képződményeinek kiválasztása: dél-Magyarországról a mecseki Trió-barlang, később a vizsgált képződmények körét a bükkfi Kiskőhádi-zsombolyból származó minta egészítette ki (1. ábra).

Ezen felül barlangi hőmérséklet és csepegővíz monitoringozás kezdődött a budai Szemlőhegyi-, a Keszthelyi-hegységben található Csodabogyós, valamint a Trió-barlangban, hogy a jelenkori folyamatokat jobban megértsük.



1. ábra. A vizsgálatok körébe bevont, részletesebben vizsgált hazai barlangok elhelyezkedése

Vizsgálati módszerek	Alkalmazott technika	Vizsgált-mért paraméterek	Mérések helyszíne (befogadó intézmény)
Stabilizotóp-geokémia	Finnigan delta plus XP típusú vivőgázás tömegspektrométer	H, C, O izotóparányok	MTA Geokémiai Kutatóintézete, Demény Attila, Siklósy Zoltán
Kormeghatározások	alfa-spektrometriás technikát	U-Th izotópok, izotóparányok	Bergeni Egyetem, Norvégia, 2005, Siklósy Zoltán
	tömegspektrometria (MC-ICP-MS)	U-Th izotópok, izotóparányok	Taipei Egyetem, Tajvan, 2007-2009, Siklósy Zoltán

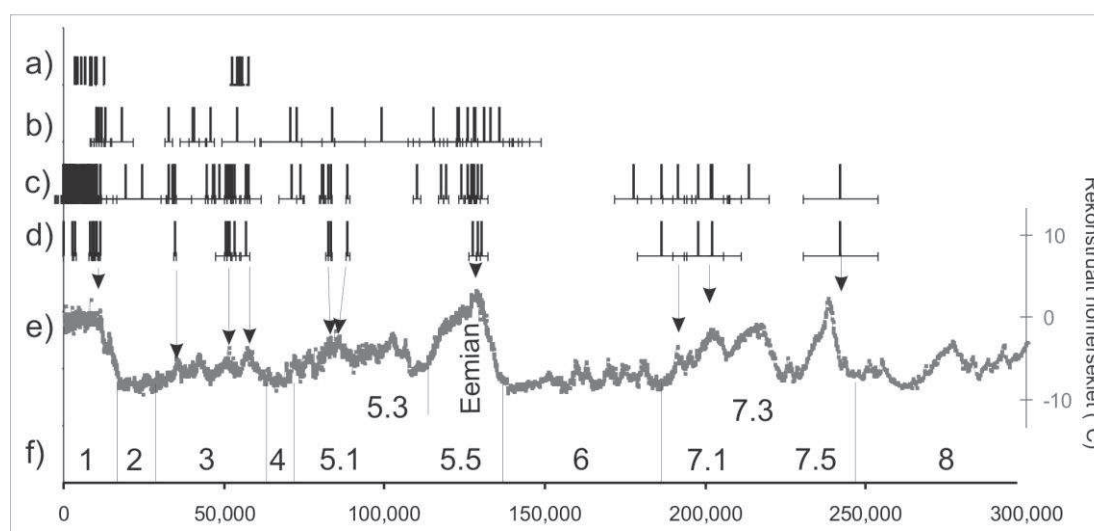
Nyomelem-geokémia	lézerablációs ICP-MS technika	Mg, Sr, Ba, U, P, Al, Si, ritkaföldfémek, stb.	Lausanne Egyetem, Svájc 2005-2008, Siklósy Zoltán
-------------------	-------------------------------	--	---

Kutatási eredmények

Kormeghatározások

A projekt célja elsősorban a holocén cseppkövek paleoklimatológiai elemzése volt. Ugyanakkor a cseppkövek képződési ideje csak a minták részletes, idő- és munkaigényes geokémiai vizsgálatával (leginkább külföldi laborokkal történő együttműködések keretében) határozható meg. Azaz korvizsgálatok nélkül nem lehet eldönteni a cseppkő korát, ezért a megfelelő, a kutatás célját beteljesítő példányok kiválasztásához számos egyéb cseppkő vizsgálata is megtörtént (2. ábra).

Az előzetes, kis számú (20 db) tömegspektrometriás koradatot (2. ábra a) a későbbiekben alkalmazott alfa-spektrometriás mérés technika egészítette ki (27 db, 2. ábra b). Ez kissé nagyobb mintamennyiség ellenére jelentősebb hibával terhelt korokat eredményezett, így a vizsgált cseppkövek zömén *újabb*, nagy pontosságú tömegspektrometriás mérések készültek (2007-2008, 134 db mérés, 2. ábra c). Néhány adatpontot leszámítva az U-Th sorozatos mérések 300,000 évnél fiatalabb kort eredményeztek, így az adatok bemutatása erre az időszakra korlátozódik. A 181 db - különböző technikákkal mért - adat közül számos ugyanazon cseppkőből és/vagy ugyanazon megmintázott mintadarabból származik, hiszen cél volt a későbbi kutatások számára a megfelelő, pontos korral jellemezhető képződmények és időszakok kiválasztása. Ennek következtében számos esetben sikerült nagy mértékben csökkenteni az adott kor hibáját, illetve növelni a mintán elvégzettormeghatározások számát. A klimatológiai kutatások központjába került minták ugyanakkor megnövelték az U-Th korok adatsűrűségét egy-egy adott cseppkő növekedési időszakára vonatkoztatva. Végül kiválasztottuk azokat a koradatotokat, amelyeket a cseppkövek talpán, a növekedési periódus kezdeti szakaszát képviselve mértünk, illetve azokat, amelyek jelentős hiátus után újraindult növekedést jeleztek. Ennek alapján 25 db koradatot kaptunk (2. ábra d).



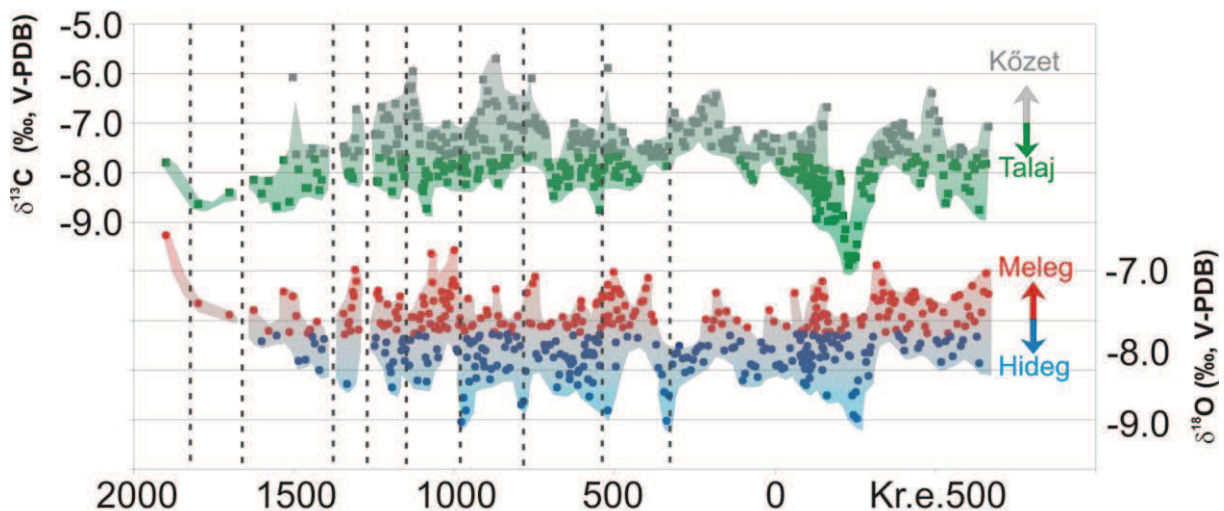
2. ábra. A hazai cseppköveken végzett U-Th sorozatosormeghatározások eredményei, illetve a mérések hibái. a) az előzetes, a Berni Egyetemen (Svájc, prof. Jan Kramers vezetésével, 2004) végzett tömegspektrometriás mérések. b) A Bergeni Egyetemen (Norvégia, prof. Stein-

Erik Lauritzen vezetésével, 2005) végzett alfa-spektroszkópiás mérések. c) A Taipei Egyetemen (Tajvan, prof. Chuan-Chou Shen vezetésével, 2007-2009) végzett tömegspektrometriás mérések. d) A cseppkövek talpán, illetve a növekedési szakaszok alján (hiátusok felett) végzett kormeghatározások adatai. e) A Vostok jégmagfúrás izotópadatai alapján rekonstruált paleohőmérséklet-adatok (PETIT et al, 1999). f) A tengeri oxigénizotópos adatsor alapján elkülönített, eltérő klímával jellemezhető időszakok határai (MARTINSON et al., 1987)

A cseppkövek képződése korántsem egyenletesen történik, amint azt a szerkezetben felismerhető szöveti bélyegek is mutatják. A kormeghatározások révén látható, hogy az elmúlt 300,000 év során nem egyenletesen, ill. nem a fiatalodással, azaz a nagyobb esélyű megőrződéssel arányosan kapunk korokat, hanem azok a földtörténeti múlt jellegzetes, felmelegedési időszakaival fednek át (2. ábra d és e). A mért koradatok egyike sem esik a vostoki jégmagfúrás (2. ábra e), illetve a tengeri oxigénizotópos adatsor (2. ábra f; MARTINSON et al. 1987) alapján hidegnek meghatározott időszakra (MIS 2, 4, 6, 8).

Klimatológiai eredmények

A pályázat során megtörtént a bükk-hegységi Kiskőhádi-barlang nagy felbontású stabilizotóp (3. ábra) és nyomelemgeokémiai adatainak értelmezése és publikálása. A felismert kémiai változékonyságok a régió elmúlt ezer évre vonatkozó klíma és csapadékrekonstrukcióját tették lehetővé. Megállapítottuk, hogy a középkori meleg időszak a cseppkő növekedési időszakán belül pozitív irányú oxigénizotóp-érték eltolódást okozott. Ez az időszak meleg és csapadékos volt, jelentősebb biogén aktivitást okozva a talajtakaróban (negatív irányú $\delta^{13}\text{C}$ eltolódás). A kisjégkorszaknak nevezett időszak (kb.1550-1700 AD) jelentős lehűlést és (feltételezhetően) barlangon belüli szárazodást okozott, amelyet elsősorban a képződésben bekövetkezett leállási felületek jelölnek.

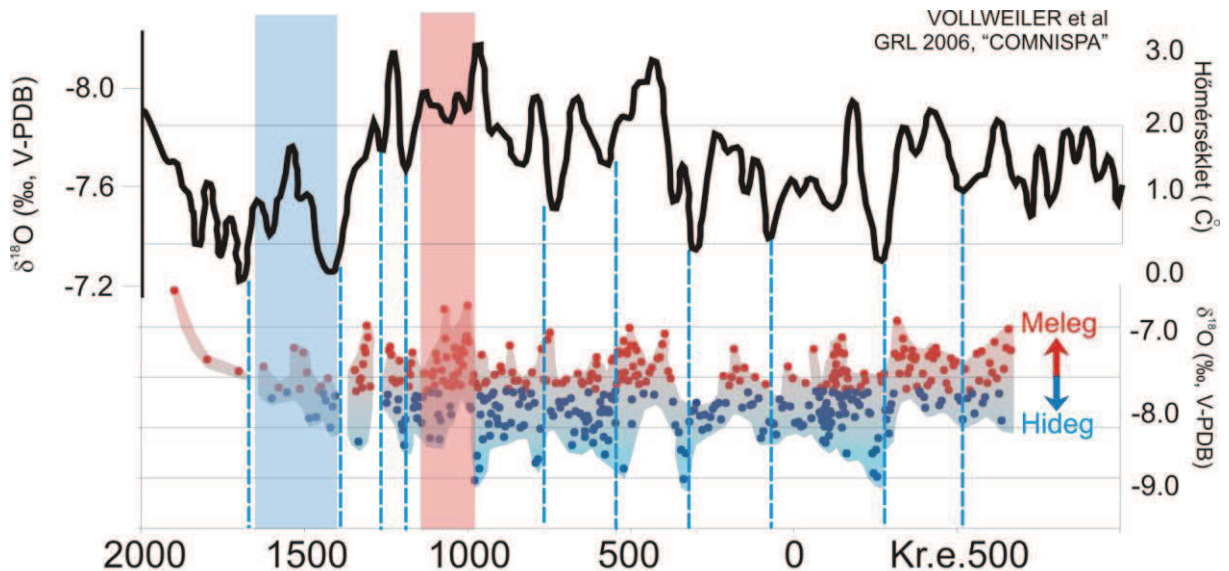


3. ábra. A Kiskőhádi-zsombolyból származó cseppkőminták stabil O és C izotópos adatai (naptári évek). Függőleges szaggatott vonalak jelölik a képződési szüneteket.

Megállapítottuk, hogy a cseppkő oxigénizotóp aránya, és annak változása a becsepegő víz, ezáltal a csapadékvíz összetételére, vagy mennyiségére, így a hidrológiai cikluson keresztül a klímára utal. A szénizotóp aránya, és változékonysága a barlang felett kialakult vegetáció változását (talajaktivitás), és a kőzet-víz kölcsönhatását mutatja. A foszfor mennyisége a

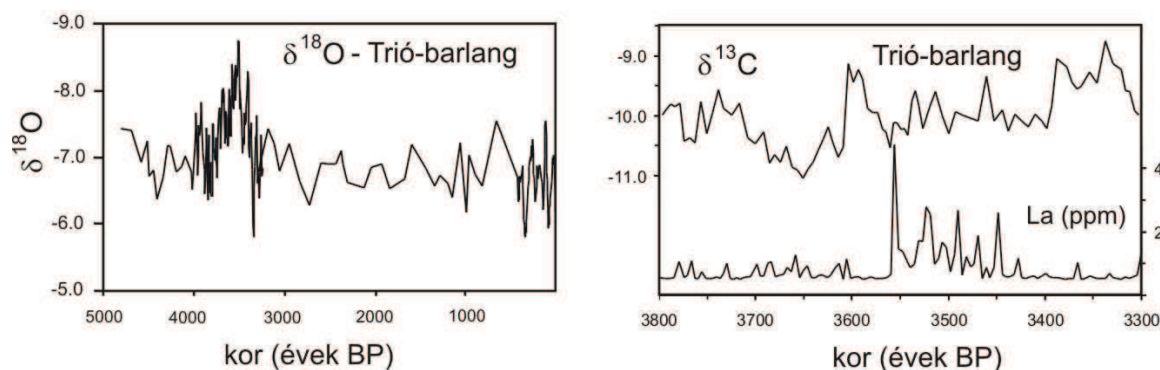
karbonátban a karsztrendszer feletti biogén aktivitás mértékét (növényzet, talajlakó szervezetek), közvetve a csapadékmennyiség változását mutatja. A stroncium elsődlegesen a kőzetben átszivárgó víz mennyiségére utal, azaz a csapadékviszonyokra.

Eredményeinket összevetve a nemzetközi irodalomból ismert hasonló, nagy időbeli felbontást tükröző mérésekkel meglepően jó egyezést mutattunk ki az alpi régió cseppkövei alapján rekonstruált paleohőmérsékleti adatsorokkal (4. ábra).



4. ábra A Kisköhati-zsombolyból származó cseppkőminta stabil O izotópos adatsora, és az alpi térségből rekonstruált paleohőmérsékleti adatok. Függőleges szaggatott vonalak jelölik a leghidegebb időszakokat.

A kutatások során kiemelkedő fontosságú a késő-holocén Trió-barlangi cseppkő vizsgálata. Az elvégzett stabilizotóp-geokémiai kutatások alapján sikerült egy - lehűléssel és csapadékmennyiség változással járó - több lépésben bekövetkezett éghajlatváltozási ciklust kimutatni kb. 3800-3500 év BP időszakban (5. ábra). Ebben az időszakban a stabilizotóp-összetételek több száz éves lehűlést és csapadékosabb éghajlatot jeleznek, amit melegebb és szárazabb időszak követ. Ezen időszakon belül kb. 3600 évvel ezelőtt lejátszódott egy néhány évtizedet felölelő klímaromlás, ami a talaj biológiai aktivitásának csökkenésével járt, amint azt a szénizotóp-összetétel pozitív irányú csúcsa jelzi. Ezzel csaknem párhuzamosan (a mintavételezés felbontása közötti eltérés miatti látszólagos korkülönbséggel) hirtelen megnőtt a cseppkő ritkaföldfém-tartalma. Az ilyen mértékű dúsulásának kézenfekvő magyarázata egy vulkánkitörés, amely vulkáni hamut szállít a cseppkő fölötti térszínre, és amelynek mállása a cseppkőkiválást létrehozó csepegővizek nyomelemtartalmának eltolódását okozza (5. ábra). A korok – a korhatározás hibáján belül – nagyon jól illeszkednek a világhírű Santorini vulkán kb. 3650 évvel ezelőtti kitöréséhez, ami a régiót több ezer kilométeres térségben vulkáni hamuval borította. Mindazonáltal a kor- és geokémiai adatok párhuzamosítása alapján ez az esemény csak egy hirtelen hatás volt egy több száz éves időtartamú éghajlati változáson belül és nem annak okozója volt. A kutatás ezen részének lezárásaként a Trió-barlang cseppkővé kimutatott bronzkori klímaváltozási esemény adatait vetettük össze más, archeológiai elemzésekből és kagylóvizsgálatokból származó eredményekkel, amelyek kölcsönösen alátámasztották a levont következtetéseket.



5. ábra. A mecseki Trió-barlang stabil O és C izotópos adatai, valamint La tartalma, a kor függvényében ábrázolva

Környezet-geokémiai vizsgálatok

A mecseki Trió-barlangból származó recens cseppkőminták legfiatalabb szakaszának komplex geokémiai vizsgálatával kimutattuk, hogy a közeli uránércbánya által kibocsájtott szennyezők a barlangi rendszerbe mosódtak. Az uránkoncentráció értékek és a mért uránizotóp arányok az egyéb szennyező források lehetőségét kizárták. Az adatainkat a környékbeli élő fákból fűrt minták nyomelem-adataival is összevetettük, ami világviszonylatban is újdonság.

A cseppkő képzéséhez hozzájáruló barlangi csepegő víz és a kicsapódó karbonát izotóparányainak összevetése érdekében tovább folytatódott egy kijelölt budai barlang *csepegő vízmintáin az oxigén és hidrogénizotóp értékek meghatározása*. A másodlagos folyamatok (epikarsztban, ill. barlangban történő párolgás) kiszűrése érdekében a barlang 8 különböző pontján havi mintavételezés történik. A mintázási pontok között tapasztalható különbségeket a beszivárgási zónák közötti eltérések okozhatják, illetve (feltételezhetően) az urbanus környezetben tapasztalható antropogén hatások (vízszivárgások). A természetes hátteret jobban tükröző Csodabogyós-barlangban (Keszthelyi-hegység, Balatonederics) hasonló kiépítéssel szintén megkezdődött a beszivárgó vizek havi monitoringozása. Ezzel a klímavizsgálatok esetében megkövetelhető regionális mintavételezéshez igyekszünk hozzájárulni.

A pályázat tárgykörénél idősebb barlangi karbonát kiválások vizsgálata

A barlangi kiválások korát még közelítőleg sem lehet megbecsülni addig, amíg az uránsorozat korhatározás meg nem történt. Kb. 70 koradatunk van olyan képződményekből, amelyeknek a kora magasabb volt, mint amiknek a vizsgálatát pályázatunkban célul tűztük ki. Ezek sem voltak azonban fölösleges elemzések, mert értékes újabb adatokat szolgáltatottak a paleo karsztvízszint helyzetének, és a Budai-hegység kiemelkedésének a megismeréséhez, ill. múltbeli földtengések vizsgálatához a Darnó-vonal tágabb térségében. A Baradla-barlang képződményein végzett geokémiai vizsgálatok alapján az eemi klímaoptimum (MIS 5.5) felismerhető, és az utolsó jégkorszak klímája rekonstruálható: a klímaoptimum(ok) hossza, a bekövetkezett lehülés időpontja azonosítható, az időszakok hőmérséklet és csapadékmennyiség-változásai modellezhetőek a geokémiai adatokkal.

Módszerfejlesztés

Surányi Gergely okl. geofizikus a Leél-Őssy Szabolcs által 1996-ban Bergenben elsajátított és az ELTE-n adaptált uránsoros korhatározási módszert fejlesztette tovább a hazai

viszonyoknak megfelelően (Surányi Gergely: Módszerfejlesztés az $^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$ izotóparány mérésén alapuló urán-soros kormeghatározás terén.- PhD értekezés, ELTE 2005, 94 p.

Az MTA Geokémiai Kutatóintézetében egy pályázat (GVOP-3.2.1-2004-04-0235/3.0) révén beszerzett tömegspektrométer, ill. egy újonnan kidolgozott módszer (DEMÉNY & SIKLÓSY 2008) lehetővé tette, hogy a korábbi módszereknél egy nagyságrenddel kisebb anyagmennyiségből (0,1 g cseppkő) feltárható zárványok víztartalma is elemezhető legyen. Az így kidolgozott technikát alkalmaztuk a cseppkövek szerkezetébe záródott - egykori beszivárgó - vizek vizsgálatára.

Az eredmények gazdasági, társadalmi haszna

A napjainkban tapasztalható globális klímaváltozás a földtani múlt ismeretében anomálisnak mondható. A társadalmak és ezáltal a nemzetek gazdaságát is érintő folyamatok megértéséhez az emberi eredetű hatásokon kívül szükséges a természetes változások alaposabb ismerete is. Az előrejelzési modellek készítéséhez világszerte felhasználják a múltbéli változásokat nagy felbontással rögzítő képződmények elemzését, amelyek közül a cseppkövek vizsgálata különösen eredményesnek bizonyul. Ezáltal a klíma- és környezeti változások sebessége és mértéke megismerhető, ill. az ezekhez történő alkalmazkodás lehetősége válik tervezhetővé. Megállapítást nyert (a pályázat témakörén kívül), hogy az aggteleki Baradla-barlang térségében az elmúlt 50.000 év folyamán nem következett be pusztító erejű földrengés, így arra a jövőben sem kell számítani.

A kutatási témában a kutatás kezdete óta az OTKA nyilvántartási szám feltüntetésével készült előadások listája

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Leél-Őssy, Kramers J. (2005): A mecseki Trió-barlang képződményeinek paleoklimatológiai vizsgálata.- Karsztfejlődés X., Szombathely,, március 18-19, poszter és szóbeli előadás

Leél-Őssy Sz. és Surányi Gergely (2005): Paleovízszint in gadozások a József-hegyi-barlangban Karsztfejlődés X., Szombathely,, március 18-19, szóbeli előadás

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz. (2005): Stable isotope data and trace element variation from Holocene speleothems in Hungary. Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 01329, április 27. poszter

Leél-Őssy Sz. (2005): A József-hegyi-barlang fejlődéstörténete.- Nemzetközi konferencia (Hévízes barlangok és képződményei) a Pál-völgyi-barlang felfedezésének 100. évfordulóján. Budapest, május 18-19.

Leél-Őssy Sz. (2005): A budai termálkarsztos barlangok genetikája és értékei .-Nemzetközi konferencia (Hévízes barlangok és képződményei) a Pál-völgyi-barlang felfedezésének 100. évfordulóján, . Budapest, május 18-19.

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Lauritzen S.E., Leél-Őssy Sz. (2006): Speleothems and inclusion fluids: isotope and trace element variation reflecting climate conditions in Hungary, Daphne workshop, poszter

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz. (2006): Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Holivar -Final Open Science Meeting, p. 64, poszter

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz. (2006): Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 06905,, poszter

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz, Lauritzen S.E. (2006): Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Climate Change: The Karst Record (IV-2006), p.162, szóbeli előadás

Demény A, Fórizs I, Bajnóczi B, Siklósy Z, Kele S, Barna G. (2006): Paleoklimatológiai kutatások a Geokémiai Kutatóintézetben, VAHAVA projekt zárókonferencia, poszter

Demény A, Fórizs I, Bajnóczi B, Siklósy Z, Kele S, Barna G. (2006): Paleoklimatológiai kutatások a Geokémiai Kutató intézetben, MTA, szóbeli előadás

Leél-Őssy Sz. (2006): The method of new hydrothermal cave discovery in Budapest. - 2nd Middle-East Speleology Symposium, American University of Beirut, Libanon, 22. of April,.

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Lauritzen S.E, Leél-Őssy Sz. (2006): Middle bronze age climate change recorded in a Hungarian stalagmite: triggering by volcanic activity?, Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 00777, – poszter

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Hegner E, Kramers J, Lauritzen S.E., Leél-Őssy Sz. (2007): Climate changes and volcanic signals during the Bronze Age: a stalagmite record. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 71, Issue 15, Supp. 1, p. A936 – poszter

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Lauritzen S.E, Leél-Őssy Sz. (2007): Isotope and trace element variation in speleothems reflecting climate conditions in Hungary. MILLENNIUM European Climate (FP6, projekt no. 017008) konferenciája, – poszter

Siklósy Z (2007): Barlangi képződmények geokémiája a klímaváltozások tükrében. PAGES (Past global changes) konferencia, Budapest, 2007, MTA székház – szóbeli előadás

Leél-Őssy Sz. (2007): Solution forms in recently discovered thermal karstic caves of Budapest.- Conference of International Association of Geomorphologists, Malaysia, Kota Kinabalu, VI. 25.

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leel-Ossy Sz, Lin K, Shen C.C (2008) Stalagmite geochemistry and the timing of the last interglacial-glacial transition in Central Europe (NE Hungary). EPICA 2008, – poszter

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leel-Ossy Sz, Virág M. (2008): Monitoring environmental changes by investigation of stalagmites and drip waters in caves. 33IGC, Oslo, Norway – poszter előadás

Siklósy Z, Demény A, Pilet, S., Leel-Ossy, Sz. (2008): Speleothems as a sensitive indicators of environmental pollution. Geophysical Research Abstracts, EGU – poszter

Siklósy, Z., Demeny A, Leel-Ossy Sz, Szenthe I (2008): Klímaoptimumok bizonyítékai a hazai cseppkövek nagy felbontású kor és stabilizotóp-geokémiai vizsgálatával. Hungeo 2008, – szóbeli előadás

Siklosy Z, Demeny A, Pilet S, Leel-Ossy Sz, Virag M. (2008): Monitoring environmental changes by investigation of drip waters and stalagmites. Daphne 2nd workshop, Heidelberg, Németország – szóbeli előadás

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leel-Ossy Sz. (2008): Speleothems as a sensitive indicators of environmental pollution – a case study of a hungarian stalagmite, Chongqing, Kína – szóbeli előadás

Leél-Őssy Sz.-Móga J, Tajvan (2008)

Siklosy Z, Kern Z, Demeny A, Szenthe I, Shen C-C. (2008): First coupled proxy records from the inner part of the Carpathian Basin. Millennium Milestone Meeting 2, Mallorca,, Spanyolország – poszter előadás

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leél-Őssy Sz, Lin K, Shen C.C. (2009):A hazai uránbányászat nyomai a Trió-barlang cseppkővének geokémiai vizsgálatával. 4. Téli Ásványtudományi Iskola - Környezeti ásványtan Konferencia, Balatonfüred, szóbeli előadás

Siklósy Z. (2009): A cseppkövek: a múltbéli klíma kutatásának eszközei. Fiatal éghajlatkutatók fóruma – OMSZ. Budapest, szóbeli előadás

Siklósy Z, Demény A, Szenthe I, Leél-Őssy Sz, Pilet S, Lin Y, Shen C.C. (2009): Climatic and environmental changes during the last millennium in the Bükk Mts. (NE Hungary) from a stalagmite record. EGU, Bécs, poszter

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leél-Őssy Sz, Lin K, Shen C.C. (2009): Stalagmite geochemistry and the timing of the last interglacial-glacial transition in Central Europe (NE Hungary). EGU, Bécs, poszter

Siklósy Z, Kern Z, Demény A, Pilet S, Leél-Őssy Sz, Lin K, Shen C.C, Szeles E (2009): Impact of uranium mining activity on cave deposit (stalagmite) and pine trees (S-Hungary). EGU, Bécs, poszter

Siklósy Z, Kern Z, Bocic N, John Sz. (2009): Cave monitoring supports selection an appropriate sampling site for paleoclimate research. 17th International Karstological School., Postojna, poszter

Demény A, Kele S, Siklósy Z . (2009): Kis hőmérsékletű kalcitkiválások izotópfractionációs folyamatai. Múlt – jelen – jövő: Hertelendi Ede tiszteletére. Debrecen, szóbeli előadás

Siklósy Z, Bocic N, Suric M, , Siklósy Z, Kern Z, Demény A, Pilet S, Leél-Őssy Sz, Virág M. (2009):Human and climatic impacts on karstic phenomena - examples from Croatia and Hungary. Sustainability of Karst Environment, Plitvice, poszter

Siklósy Z, Demény A, Szenthe I, Leél-Őssy Sz, Pilet S, Shen C.C. (2009): Holocén klímaváltozások nyomai a cseppkövek geokémiai vizsgálatai alapján – Klímaváltozás a Kárpát-medencében: Mit üzen a múlt? PAGES 2009, Budapest, szóbeli előadás

Siklósy Z, (2009) Cseppkövek a paleoklimatológiában – lehetőségek és korlátok. Mozaikok az éghajlatkutatáshoz, Sopron, MTA Ku. Int.. szóbeli előadás

Leél-Őssy Sz. és Surányi G. (2009): Vizsgálatok a Molnár János-barlangban. Karsztfejlődés XIV. Szombathely,. március 17, szóbeli előadás

A kutatási témában a kutatás kezdete óta az OTKA nyilvántartási szám feltüntetésével készült konferenciakiadványok listája

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz (2005): Stable isotope data and trace element variation from Holocene speleothems in Hungary. Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 01329 CD-ROM, Internet:
<http://www.cosis.net/abstracts/EGU05/01329/EGU05-J-01329.pdf>

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Leél-Őssy, Kramers J. (2005) A mecseki Trió-barlang képződményeinek paleoklimatológiai vizsgálata Karsztfejlődés VIII, Szerk. Veress M, Szombathely 2005

Leél-Őssy Sz. (2005): A József-hegyi-barlang fejlődéstörténete.- Nemzetközi konferencia (Hévízes barlangok és képződményei) a Pál-völgyi-barlang felfedezésének 100. évfordulóján, Konferencia kiadvány, Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat, Budapest 41-44.

Leél-Őssy Sz. (2005): A budai termálkarsztos barlangok genetikája és értékei .-Nemzetközi konferencia (Hévízes barlangok és képződményei) a Pál-völgyi-barlang felfedezésének 100. évfordulóján, Konferencia kiadvány, Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat, Budapest 45-54.

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Lauritzen S.E., Leél-Őssy Sz (2006). Speleothems and inclusion fluids: isotope and trace element variation reflecting climate conditions in Hungary. Daphne workshop abstract volume 64-65

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz. (2006): Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Holivar Final Open Science Meeting 2006. Abstract volume, 64.

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz, Lauritzen S.E. (2006): Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Climate Change: The Karst Record (IV-2006) Spec.Publ. Vol.10 162

Leél-Őssy Sz. (2006): The method of new hydrothermal cave discovery in Budapest.- Proceedings of the 2nd Middle-East Speleology Symposium, American University of Beirut, Libanon, 21-23 of April, pp. 50-52.

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Leél-Őssy, Sz 2006.: Stable isotope compositions of speleothems from Hungary: climate conditions and local variations. Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 06905 CD-ROM, Internet: <http://www.cosis.net/abstracts/EGU06/06905/EGU06-J-06905.pdf>

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Hegner E, Kramers J, Lauritzen S.E., Leél-Őssy Sz. (2007): Climate changes and volcanic signals during the Bronze Age: a stalagmite record. Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 71, Issue 15, Supp. 1, p. A936

Siklósy Z, Demény A, Vennemann T.W, Kramers J, Lauritzen S.E, Leél-Őssy Sz. (2007): Middle bronze age climate change recorded in a Hungarian stalagmite: triggering by volcanic activity?. Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 00777, CD-ROM, Internet: <http://www.cosis.net/abstracts/EGU2007/00777/EGU2007-J-00777.pdf>

Leél-Őssy Sz. (2007): Solution forms in recently discovered thermal karstic caves of Budapest.- Conference of International Association of Geomorphologists, Malaysia, Kota Kinabalu, 2007. VI. 25-29., pp. 63-64. Karst Record 5, abstract book

Siklosy Z, Demeny A, Pilet S, Leel-Ossy Sz, Virag M. (2008): Monitoring environmental changes by investigation of drip waters and stalagmites. Daphne 2nd workshop, Heidelberg, Germany, abstract book 55-57

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leel-Ossy Sz, Lin K. Shen C.C (2008): Stalagmite geochemistry and the timing of the last interglacial-glacial transition in Central Europe (NE Hungary). EPICA2008 Conference Abstract.

Siklosy Z, Kern Z, Demeny A, Szenthe I, Shen C-C (2008): First coupled proxy records from the inner part of the Carpathian Basin. Millennium Milestone Meeting 2, abstract vol 103-104

Siklósy Z, Demény A, Pilet S, Leél-Őssy Sz. (2008): Speleothems as a sensitive indicators of environmental pollution – a case study of a hungarian stalagmite. Chongqing, China, 2008 Karst Record 5, abstract book

Siklósy Z, Demény A, Pilet, S, Leel-Ossy, Sz, Virág, M. (2008): Monitoring environmental changes by investigation of stalagmites and drip waters in caves. 33IGC, Oslo, Norway. Abstract CD <http://www.cprm.gov.br/33IGC/1338477.html>

Siklósy Z, Demény, A, Pilet, S, Leel-Ossy, Sz. (2008): Speleothems as a sensitive indicators of environmental pollution. Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-07482 <http://www.cosis.net/abstracts/EGU2008/07482/EGU2008-A-07482-1.pdf?PHPSESSID=>

Leél-Őssy Szabolcs Tajvan (2008)

Siklósy Z, Demeny A, Leél-Őssy Sz, Szenthe I. (2008): Klímaoptimumok bizonyítékai a hazai cseppkövek nagy felbontású kor és stabilizotóp-geokémiai vizsgálatával (in Hungarian). Hungeo2008 abstract book, 40–41

Siklósy Z, Demény A, Szenthe I, Leél-Őssy Sz, Pilet S, Lin Y, Shen C.C (2009): Climatic and environmental changes during the last millennium in the Bükk Mts. (NE Hungary) from a stalagmite record. Geophysical Research Abstracts (2009) 11, EGU2009-5107-1

Siklósy Z., Demény A., Pilet S., Leél-Őssy Sz., Lin K., Shen C.C. (2009): Stalagmite geochemistry and the timing of the last interglacial-glacial transition in Central Europe (NE Hungary). Geophysical Research Abstracts (2009) 11, EGU2009- 5155

Siklósy Z., Kern Z., Demény A., Pilet S., Leél-Őssy Sz., Lin K., Shen C.C., Szeles E. (2009): Impact of uranium mining activity on cave deposit (stalagmite) and pine trees (S-Hungary). Geophysical Research Abstracts (2009) 11, EGU2009- 8239

Siklósy Z., Bocic N., Suric M., Siklósy Z., Kern Z., Demény A., Pilet S., Leél-Őssy Sz., Virág M. (2009): Human and climatic impacts on karstic phenomena - examples from Croatia and Hungary. In: International interdisciplinary scientific conference Sustainability of Karst Environment Dinaric Karst and other Karst Regions - Abstract book (2009) 125-126 ISBN: 978-953-7333-02-7

Együttműködések, pályázatok és tudománykommunikáció

A pályázat keretében indult:

Együttműködés az ELTE Geológiai és Környezetfizikai Központ kutatóival és hallgatóival, mintagyűjtés, közös publikáció és előadás keretében (Dr. Szabó Csaba, Gálné Sólymos Kamilla, Dr. Szőnyi Judit, Virág Magdolna)

A Magyarországon és a Kárpát-medencében beindult klímakutatás kapcsán a barlangi cseppkőképződmények vizsgálata kibővült a Lausanne-i Egyetem (Svájc) stabilizotóp-geokémiai és lézer-ablációs ICP-MS, valamint a Bergen-i Egyetem urán-sorozatos kormeghatározó laborjainak bevonásával.

A Kárpát-Pannon térség klímaváltozásainak kutatásában együttműködés indult a Román Tudományos Akadémia kutatóival.

Sikeres csatlakozás a „Millennium European Climate” c. EU6-os keretprogram finanszírozásával futó pályázathoz (MTA GKKI a társult tag).

Együttműködés a Taiwan-i Nemzeti Egyetemen kutató Chuan-Chou SHEN professzorral (cseppkövek kormeghatározása). Elnyert kétoldalú együttműködési pályázat (MTA NEI).

Nemzetközi kapcsolat és együttműködés indult a Zágrábi Egyetem és a Ruder Boskovic Intézet (Zágráb) kutatóival a karsztos területeken bekövetkező klíma és környezetváltozások vizsgálata kapcsán (magyar-horvát TÉT pályázat, 2007-2008).

2005. szept.-nov.	Bergen, Norvégia	Magyar Ösztöndíjbizottság	Tanulmányi ösztöndíj (Siklósy Zoltán)
2008. április	Tajpej, Tajvan	MTA kétoldalú	Tanulmányi ösztöndíj (Siklósy Zoltán)

Az eredmények bemutatása a 2006-ban az MTA Geokémiai Kutatóintézetében létrejött Geokémia és Paleoklíma Kutatócsoport (www.geochem.hu/gp) keretében és honlapján is megtörtént. A publikált eredményekről beszámolt az „Analytical Chemistry”, az Amerikai Kémiai Társaság folyóiratának AC Detective rovata. Ezt követően számos hazai hírforrás, illetve ismeretterjesztő portál közölte a kutatások eredményét, amelyekre az MTA sajtószemléje is felfigyelt. A témában az MR1, Kossuth Rádió közölt interjút (2009. július).

Hallgatók bevonása a kutatásokba

Szanyi Gyöngyvér V. évf. geofizika szakos hallgató (2007) - Budai barlangok kalcitkiválásainak uránsoros kormeghatározása – szakdolgozat, ELTE 58 p. Munkáját a pályázat témakörében végezte.