

B e s z á m o l ó

**az MTA Geokémiai Kutatóintézet
2009. évi tudományos tevékenységéről**

MTA GEOKÉMIAI KUTATÓINTÉZET

1112 Budapest, Budaörsi út 45.

Tel./Fax: +36-1-319-3137

E-mail: demeny@geochem.hu

Web: www.geochem.hu

I. A kutatóhely fő feladatai a beszámolási évben

Az intézet 2009-ben is folytatta a litoszféra anyagának, folyamatainak jobb megismerését célzó azon alap kutatásokat, amelyek az intézetben nagy hagyományokkal rendelkeznek és egyben nemcsak a hazai szakmai közvélemény, hanem a nemzetközi tudományos közösség által is elismertek. Ezek az alap kutatások az ásvány-, kőzet-, és fluidum-képződés, az izotóp-geokémia, a környezet-geokémia és a szerves-geokémia területén folytak. Feladatuk a litoszférát felépítő, a geodinamikai folyamatok rekonstrukcióját lehetővé tevő fontos magmás, metamorf és üledékes kőzettípusok és velük együtt előforduló fluidumok képződési folyamatainak pontosabb megismerése volt. Mind a geokémia belső fejlődése, mind pedig a természetes környezet állapotának megismerése, megőrzése, az életminőség javítása szempontjából egyre nagyobb jelentőségű környezettudományi kutatások keretében folytatták a geoszférákban, illetve azok határfelületein végbemenő geokémiai folyamatok kutatását. Ezek közül elsősorban a múltbéli és jelenkori környezet állapotát és változásait, a nehézfémek körforgalmát, a talajok, valamint a felszíni és felszín alatti vízbázisok, hévizek sajátosságait, valamint az épített környezet és kulturális örökségünk egyes tárgyi emlékeit ért antropogén hatásokat vizsgálták. Folytatták az egyes hazai ásványi nyersanyagaink képződését, migrációját és felhalmozódását eredményező, illetve befolyásoló geokémiai folyamatok kutatását is.

II. Az év folyamán elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények, azok gazdasági-társadalmi haszna

A litoszférát alakító ásvány-, kőzet- és ásványi nyersanyag-képződési folyamatok, valamint fluidumok komplex geokémiai vizsgálata

Metamorf ásvány-kőzettani kutatásaik keretében tisztázták a kistekély metamorf pelites eredetű kőzetekben uralkodó rétegszilikát ásványok (muszkovit, paragonit és prekurzorai) együttes megjelenésének körülményeit. A szakirodalmi adatok kritikai értékelésével kimutatták, hogy a hőmérséklet változása nem játszik szerepet ezen ásványfázisok képződésében vagy hiányában. Megállapították, hogy jelentős különbségek vannak egy adott kőzet tényleges (analizált) és effektív (a metamorfózis során ható) kőzetkémiai összetételei között. A különbség oka a metamorf átalakulás során inerként viselkedő átöröklött, törmelékes ásvány- és kőzetszemcsék jelenlétével magyarázható. E hatást figyelembe véve megállapították, hogy a kőzetek Na/(Na+Al) és K/(K+Al) arányainak csökkenése kedvez a paragonit képződésének. Ezzel cáfolták azt a korábbi, a nemzetközi szakirodalomban elterjedt nézetet, mely szerint egy kőzet Na-tartalmának vagy Na/K arányának növekedése kedvezne a paragonit képződésének.

A jelen tapasztalatok szerint a paragonit az Al-ban gazdag és kevés Na-t, K-t Ca-t (valamint kevés Fe-t és Mg-t) tartalmazó kémiaiag erősen érett (erősen mállott) és/vagy utómagmás hidrotermális hatásra erősen kilúgzott finomtörmelékeny eredetű kőzetekben képződik. Ez a felismerés egyben kőzetkémiai magyarázatul is szolgál a különböző geotektonikai rendszerekben a filloszilikát együttesekben már korábban kimutatott szignifikáns különbségek értelmezéséhez. Termodinamikai modellezéssel kimutatták, hogy – adott kőzetkémizmus esetén – a metamorf nyomás növekedése kedvez a paragonit képződésének. A paragonit tartalmú ásványegyüttesek stabilitási tartományai nőnek és a kisebb nyomásértékek felé tolódnak el a teljes kőzet $\text{Na}/(\text{Na}+\text{Al})$ és $\text{K}/(\text{K}+\text{Al})$ arányainak csökkenésével.

Magmás kőzettani-geokémiai kutatásaik során hozzájárultak az ausztráliai Yungul karbonatit genetikai vizsgálatához. Az előzetes feltételezések szerint a képződmény genetikai kapcsolatban van egy jelentős fluorit-előfordulással. Az intézetben végzett stabilizotóp-geokémiai vizsgálatok kimutatták, hogy ugyan a kőzet kémiai összetétele eltér az átlagos karbonatitétól, a Föld köpenyéből származó karbonátolvadék-eredet azonban megállapítható.

A kanadai Wekusko Lake karbonatit-kimberlit összlet gyémántpotenciáljának geokémiai vizsgálata során meghatározták a kőzetösszlet széntartalmának eredetét. A korábbi vizsgálataikhoz kapcsolódóan folytatódott más kanadai karbonatitok elemzése is. Az eddig nem ismert Paint Lake előfordulás karbonatitjainak sajátos magmás-hidrotermás fejlődését mutatták ki, ami a masszívum egyéb előfordulásainak genetikájára is fontos információt nyújt.

Vizsgálták a Dél-Bakony és Balatonfelvidék jól ismert lelőhelyeiről származó peridotit xenolitok klinopiroxénjeinek rácsparamétereit (cellatérfogát, M1 és M2 térfogat). Az eredmények azt mutatják, hogy a klinopiroxének a protogranuláris, a porfiroklasztos és néhány ekvigranuláris szövetű xenolitban egy ún. „primer” összetételi trendet alkotnak, amely a szerkezeti, kémiai és szöveti változásokat tükrözi. A trend azt is mutatja, hogy a deformáció a nyomás és a hőmérséklet csökkenésével növekszik. A protogranuláris xenolitok mutatják a legnagyobb nyomást (közel a gránát stabilitás határához), míg az ekvigranuláris xenolitok jóval kisebb nyomáson (a plagioklász stabilitás tartományhoz közel) kerültek egyensúlyba. Néhány ekvigranuláris xenolit, továbbá a poikilitos és a mozaik szövetű xenolitok kristálykémiaja eltér a „primer” trendtől, ezek valószínűleg kisebb nyomáson képződtek, a plagioklász stabilitási tartomány közelében, vagy azon belül. A deformáció és a nyomás közti negatív korreláció a „primer” sorozaton belül a térség alatti köpenydiapír jelenlétével magyarázható, amely deformációt és litoszféra kivékonyodást okozott a Kárpát-Pannon térségben.

A metamorf és magmás geokémiai kutatási témák alapvető jellegűek, így közvetlen gazdasági hasznat nem jelentenek. Az ausztráliai Yungul karbonatit genetikai vizsgálatát a NiPlats Australia Ltd nevű, nyersanyagkutatással foglalkozó cég munkatársaival együtt végezték. Mivel a képződmény a hozzá közel eső, kb. 6,7 millió tonnás készletet képviselő fluorit-előfordulással genetikai kapcsolatban lehet, így a geokémiai elemzésnek közvetlen nyersanyag-kutatási vonatkozásai lehetnek.

A hazai ásványi nyersanyagok kutatása során folytatták a Dunántúli-középhegység jura időszakában felhalmozódott üledékes környezetű Mn-telepek vasas, kovás, oxidos, illetve vasas, oxidos képződményeinek ásványtani, geokémiai és szöveti vizsgálatát. Az úrkúti ércesedést fedő kovás, vasas kifejlődés komplex vizsgálata alapján megállapították, hogy az oxigénszegény, neutrofil környezetben Fe(II) oxidáló baktériumok működésével képződött, tehát öskörnyezeti indikátor. A csárdahegyi kovás-vasas ércben mikrobiális tevékenység

nyomait mutatták ki morfológiai és különböző típusú amorf szénfázisok jelenléte alapján, valamint vas-szulfidos előfázis jelenlétét valószínűsítették mikromorfológiai és nyomelem-tartalom vizsgálatok alapján (kén-gipsz előfordulás). Folytatták a Csárdahegy területéről, az úrkúti karbonátos ércesedésből és az úrkúti medencét alkotó formációkból származó mélyfúrások és fúrási magminták kémiai adatsorainak matematikai statisztikai és 3D térinformatikai feldolgozását.

Kőolajok reprezentatív csoportjainak nyomelem-tartalmát vizsgálva arra jutották, hogy négy fém (Co, V, Ni, Mo) koncentrációja a biomarkerek krakkmutatóihoz hasonló besorolást tesznek lehetővé. A kőolajmintákat nyomelem-tartalmuk szerint csoportosították, és megállapították a különböző területek kőolajainak nyomelem-forrásait, valamint hogy a Pannon-medence magyar kőolajai jól tükrözik a rendkívül tektonizált szerkezeti viszonyokat. Az adatok jó összefüggést mutattak a kőolajok keletkezési, vándorlási és tárolási körülményeivel is.

Kőolajfrakciók izotópos összetételét vizsgálva megállapították, hogy a frakciók szénizotópos összetételén alapuló technikák a magyarországi, nagy hőmérsékletű és érettségű olajok esetében nem hoztak kielégítő eredményeket a kőolajok rokonításában, és így a valószínűsíthető anyaközetek vizsgálatára sem alkalmasak. Bevezettek egy új, eddig nem alkalmazott módszert, a deutérium-görbék használatát, amely hasznosnak bizonyult a vizsgált olajminták esetében, és a két módszer kombinációja alkalmas volt a különböző eredetű olajok csoportosítására.

A nyersanyagok kitermelésével kapcsolatos közvetlen anyagi hasznon túl az eredmények gyakorlati hasznosítása a környezetszennyezés és elhárítás, valamint a bányarekultivációs tevékenység keretében valósulhat meg.

A földtani környezet geokémiai állapotának és változásainak vizsgálata

A talaj-nehézfém kölcsönhatás vizsgálata témakörben folytatták a nehézfémekkel adszorbeált agyagásványok nedvesítési-kiszáradási, illetve a nehézfémek talajbeli szorpciós viselkedésének kísérletes vizsgálatát. Megállapították, hogy a Cu, Pb, Co, Cd, Zn és K elemekkel adszorbeált montmorillonitok krisztallitmérete c-tengely és laterális irányban egyaránt jelentősen csökken a nedvesítési-kiszáradási ciklusok számával. E változások azonban nem feltétlenül, nem minden fém esetében hatnak jelentősen az agyag vagy talaj fizikai-kémiai tulajdonságaira, például a montmorillonitok duzzadóképeségére. A kálium adszorbeált montmorillonit azonban a ciklusok számának növekedésével egyre kevesebb ólomot képes megkötni. Ugyanakkor az ólomnak tizede nem-kicserélhető formába kerül.

Talajokon elvégzett nehézfém-szorpciós kísérleteik eredményei azt mutatják, hogy a réz és a cink elsősorban a szerves talajalkotó ásványfázisokon, míg az ólom inkább a talaj szerves alkotóin kötődik meg a három fém együttes jelenléte esetén. A kompetitív helyzet a vasoxidok szerepének növekedését is eredményezte az ólom esetében a szerves anyagban szegény mintákon, ami azt jelzi, hogy az oldatban levő többi fém (elsősorban a réz) kiszorítja az ólomot az agyagásványok megkötődési helyeiről. Úgy találták, hogy gyengén alkáli körülmények között a cink megkötődése csak kissé, míg az ólomé és a rézé nagymértékben növekedett. E két utóbbi elem esetében jelentős szerepe van a kicsapódásnak (elsősorban karbonátként), de míg az ólom esetében ez kizárólagos folyamat a megkötődésben, addig a

réznel sokkal jelentősebb az agyagásványok felületén történő megkötődés jelentős növekedése a lúgos kémhatásnak köszönhetően.

A talaj-agyag-nehézfém kapcsolat mélyreható vizsgálatának eredményei megkönnyíthetik a talajok környezetszennyezőkkel szembeni pufferkapacitásának jobb megismerését, segítve a szennyezések pontos elkülönítését és lehatárolását, valamint viselkedésének megértését. Az eredmények fontos adatokat szolgáltatnak hulladéktárolók agyag védőrétege fejlődésének, változásának megismeréséhez is.

A *paleoklíma- és környezet-rekonstrukciós kutatásaik* keretében folytatták a barlangi képződmények, édesvízi mészkövek, kagylóhéjak, faévgyűrűk és tavi üledékek komplex geokémiai vizsgálatát. A bükk-hegységi Kiskőhíti-barlang képződményeinek tanulmányozásával lehetővé vált a régió klíma- és csapadékrekonstrukciója az elmúlt ezer évre vonatkozóan. Kimutatták, hogy a Kisjégkorszak és a Középkori Meleg Időszak között nem csak a hőmérsékletben, hanem a csapadék mennyiségében is jelentős különbséget is képesek jelezni a barlangi képződmények kémiai és stabilizotóp-összetételei. A Baradla-barlang képződményének stabil H-C-O izotópos vizsgálata a legutolsó klímaoptimum és a rákövetkező jégkorszak átmenetének klimatikus viszonyait tükrözi, amely jó egyezést mutat az alpi régióból leírt változásokkal.

A geressei és budai-hegységi édesvízi mészkövek stabilizotóp-geokémiai vizsgálatával jelentősen módosították eddigi ismereteinket a képződmények keletkezési idejével, paleohidrológiájával, a Duna-teraszokkal való kapcsolatával kapcsolatban. Az U/Th sorozatos kormeghatározásnak köszönhetően lehetőség nyílt a mészkövek képződése során fennálló éghajlati viszonyok pontosabb rekonstrukciójára is. Az édesvízi mészkőképződést kísérő stabilizotóp-geokémiai folyamatok megértéséhez recens példák (Egerszalók és Pamukkale, Törökország) történetek elemzések.

A Balatonból származó recens kagylóhéjak vizsgálata alapján megállapították, hogy a növekedési mintázat és a stabilizotóp-összetételek tükrözik a környezeti paraméterek változékonyságát, ami bizonyíték a módszer múltbéli környezet- és klímarekonstrukcióra való alkalmazhatóságára. Rézkori településekből előkerült kagylómaradványok elemzésével kimutatták, hogy – hasonlóan a korábban meghatározott bronzkori változásokhoz – a késő-rézkor során jelentős klímaváltozás következett be, ami a régészeti bizonyítékok alapján társadalmi (településszerkezeti és mezőgazdasági) változásokat is okozott. A tiszapüspöki Karcsú-ér fúrásszelvényből származó szubrecens kagylóhéjak stabilizotóp-összetétel vizsgálatának eredményei a terület paleohidrológiájához szolgáltatnak kiegészítő információkat. A héjak előzetes nyomelem-tartalmának vizsgálata alapján valószínűsíthető a 7080 évvel ezelőtti talajerózió.

Dendrokronológiai módszerrel dátumozott cirbolyafenyők évgyűrűin elvégzett geokémiai vizsgálatokkal szolgáltatnak bizonyítékot a közeli külszíni kénkitermelés környezetterhelésére. Az adatok segítettek értelmezni a vizsgált cirbolyafenyők növekedésében tapasztalt átmenetileg leromlott hőmérsékleti érzékenységet is.

Szervesanyag-tartalmukat tekintve igen eltérő holocén és pleisztocén tavi üledékek szerves komponenseit vizsgálva kimutatták az üledékképződéskor jellemző élőlény-együttesek változását. Lipid-mutatók segítségével különbséget tettek az üledékek szerves anyagának forrásai között, valamint igazolták a feltételezett vízszint-ingadozásokat is. Az irodalmi adatokkal történt összehasonlítás során megállapították, hogy az üledékekben talált szerves anyagok egyes jellemzői egyediek a hasonló földtani környezetekben.

A fenti képződmények vizsgálatával a földtörténeti közelmúlt klíma- és környezetváltozásait lehet nyomon követni. A múltbeli klímaváltozások folyamatának megértése, a paleoklimatológia nagymértékben járul hozzá a jövőbeli klímaváltozások előrejelzéséhez, ezért a vizsgálatok nagy gazdasági és társadalmi jelentőségűek. Mindemellett a recens hévforrások vizsgálatának turisztikai vonzata is van.

Vízgeokémiai kutatásaik során folytatták a Budapest környéki hévizek és összetevőik eredetének vizsgálatát a pontos áramlási rendszer jobb megismerése érdekében. Tapasztalataik szerint változó mértékben, de mindegyik hévízre jellemző a viszonylag nagy szulfáttartalom (100-400 mg/l). Kimutatták, hogy a hévízben oldott szulfát S-izotópos összetétele tengeri szulfát beoldódására utal, valószínűleg perm korú evaporitokból. Ezzel szemben a langyos vizekben (Lukács-források, Bründl-forrás) a szulfát valószínűleg a tardi agyagban lévő pirit beoldódásából származik. A szulfát és a víz O-izotópos összetétele alapján feltételezik, hogy a legfeljebb 80-90 °C-os vízben, aminek kora 20 000 évnél kisebb, beállt az oxigénizotópos egyensúly. Ha ez igazolódik, akkor ez lesz a tudományos irodalomban az első olyan leírás, ahol a 80-90 °C tartományban becslést adnak a szulfát-víz oxigénizotópos egyensúly elérésének idejére.

Termásvizek oldott szerves anyagaival kapcsolatos kutatások során vizsgálták a hévizek szerves és szervetlen fázisának összefüggését. A szerves anyag bomlása szén-dioxid, metán és ammónia mellett kis molekulású, vízben jól oldódó aromás szerves vegyületeket is termel, amennyiben a hőmérséklet elér egy 80°C körüli küszöbértéket, és ezen szerves összetevők minősége és a homológ sorok tagjainak aránya függ a vizek hőmérsékletétől. Megállapították, hogy a hévizek eredetétől és korától is függ a szerves fázis. A vizek szervetlen összetevőinek mennyiségére hatással van a szerves anyagok bomlása, de nem a teljes oldott szerves széntartalom a befolyásoló tényező, hanem a kromatografálható szerves anyag megjelenése egy adott hőmérsékleti küszöbérték felett. Egyes oldható szerves anyag típusok koncentrációja alapján kialakított fázis csoportokhoz tartozó szervetlen jellemzők is karakterisztikusan különböznek. Vizsgálták a makói-árok több nagymélységű termásvize szerves összetevőinek időbeli változását is, és megállapították, hogy ilyen szempontból ezek a képződmények stabilnak tekinthetők. Eredményeik szerint a hévizek fulvosavai oxigénben szegényebbek, az O/C hányadosaik pedig szignifikánsan eltérnek a felszíni vizektől, ráadásul alifásabbak is.

Napi monitoring-vizsgálatok segítségével összehasonlították a szentendrei és a váci Duna-ágak egyes vízkémiai paramétereit. Megállapították, hogy a két Duna-ág vize azonosnak tekinthető. A vízkémiai paraméterek pozitív csúcsai a vízállás hirtelen megnövekedéséhez voltak köthetők. A Fővárosi Vízművek Zrt. hidrodinamikai modelljének eredményeivel összevetve a $\delta^{18}\text{O}$ értékeket sikerült egy olyan képletet alkotni, amellyel a vizsgált víznyerő kutak várható $\delta^{18}\text{O}$ értékei a vizsgált időszakban becsülhetővé váltak. A területen vizsgált megfigyelő-kutak vízhőmérsékletét a partközeli régióban néhány hónapos eltolással a Duna vízhőmérséklete befolyásolja, a sziget közepén azonban a vízhőmérsékletben évszakos változás nem mutatható ki.

Magyarország nagyon gazdag hévizekben, amelyeket számos célra használnak (vízgyógyászat, sport, rekreáció, ásványvíz palackozás). Engedélyezési és üzemeltetési szempontból rendkívül fontos a vízáramlást leíró hidrodinamikai modell megbízhatósága, pontossága, hiszen ezen alapszik a hévizek hosszú távú kitermelhetősége, valamint a víz minőségének biztosítása. A kutatásokat a GWIS Kft.-vel együttműködve végezték.

A *kulturális örökség vizsgálata* témakörben több magyarországi lelőhelyről vizsgáltak régészeti grafitos kelta kerámiákat a vaskorból. Kimutatták, hogy a grafitos kerámia készítéséhez alkalmazott grafitos soványító anyag import eredetű, ásványos és geokémiai összetétele alapján a dél Cseh-masszívum ún. Tarka Egységének környékéről származik. Ez az eredmény jól illeszkedik a korábbi vizsgálatok következtetéseihez. Petrográfiai megfigyelések alapján sikerült kizárni más potenciális grafit forrásrégiókat is. A régészeti lelőhelyen grafitos kőzet töredékeit találták meg cölöphely betöltésekben, mely arra utal, hogy az import grafitot helyben törték és keverték a helyi eredetű agyagos alapanyagba. Tehát Bátaszék esetében bebizonyosodott a grafitos kerámiák helyi készítésének ténye. A fenti vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy a kelták kiterjedt kereskedelmi szövetséggel rendelkeztek.

Módszert dolgoztak ki a régészeti csontanyagon végzendő DNS vizsgálatok találati sikerességének növelésére, az apatit rendezettség és szerves anyag várható mennyisége közötti kapcsolat feltárásával. A gyakorlati tapasztalatok alátámasztották a módszer használhatóságát, alkalmazásával jelentős anyagi megtakarítás érhető el a DNS vizsgálatok vegyszer-felhasználásának csökkenésével.

A hazai neolitikum egyik legjelentősebb lelőhelyén, az Aszód-Papi földek környéki régészeti lelőhelyekről származó csiszolt kőeszközök részletes petroarcheológiai vizsgálatával megtalálták az eszközök nyersanyagául szolgáló finomszemcsés bazaltos andezit egy lehetséges lelőhelyét az aszódi telephez közel eső területen, a Cserhát-hegységben.

Zöldpala metabázit, obszidián és dácit kőeszközök, továbbá nyersanyagként szóba jöhető kőzetminták összehasonlító elektron-mikroszondás vizsgálatát végezték. Az eredmények azt mutatták, hogy a Bakonyból és a Balatonfelvidékről származó metabázit kőeszközök anyaga a Cseh Masszíumból származik. A Kárpátaljáról származó obszidián és a dácit kőeszközök anyaga a mikroszondás ásványkémiai vizsgálatok alapján teljesen megegyezik a korábban lehetségesnek tartott nyersanyagok anyagával.

A természettudományos vizsgálatok alkalmazása a régészettel bővíti tudásunkat a Kárpát-medencében élt népek szokásairól, kereskedelméről és eszközhasználatáról. Ezáltal pontosabb képet kaphatunk múltunk egy-egy pillanatáról is.

III. Hazai és nemzetközi kapcsolatok bemutatása

A *metamorf ásvány-kőzettani kutatások* keretében hivatalos nemzetközi kapcsolatot tartottak fenn TéT pályázatok keretében a zágrábi egyetemmel (Horvátország), továbbá a granadai és a jaeni egyetemekkel (Spanyolország). A 2007-ben indult horvát-magyar együttműködés elsődleges célja a Medvednica- és a Szlavóniai-hegység metamorf fejlődéstörténetének vizsgálata. A szintén 2007-ben kezdődött spanyol-magyar együttműködés célja az antropogén folyamatok során és a diagenézis, a talajképződés eredményeként kialakuló rétegszilikát-átalakulások nyomon követése transzmissziós elektronmikroszkópos és röntgen-pordiffrakciós módszerek együttes alkalmazásával.

A témakörben további informális nemzetközi együttműködést folytattak a baltimore-i Johns Hopkins Egyetemmel, a cádizi, a granadai, az oviedoi, a padovai egyetemekkel, valamint a Krétai Műszaki Egyetemmel, a negevi Ben Gurion Egyetemmel és a Brit Geológiai Szolgálattal.

A magmás kőzettan-geokémiai kutatásaikat a hazai kutatóhelyek közül az MTA Izotópkutató Intézetével együttműködésben végezték. A témakörben informális nemzetközi kutatási kapcsolatot tartottak fenn a bécsi Természettudományi Múzeummal, a londoni Birkbeck College munkatársaival, a lausanne-i, a müncheni, a la lagunai egyetemmel, az University of Manitoba kutatóival, valamint a NiPlats Australia Ltd nyersanyagkutató céggel.

A hazai ásványi nyersanyagok kutatása sokrétű informális hazai és nemzetközi együttműködés keretében folyt. Magyarországon elsősorban a Magyar Állami Földtani Intézettel, a Szegedi Tudományegyetemmel, a Debreceni Egyetemmel, az MTA központi Fizikai Kutatóintézetével és az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézetével működtek együtt. Az Amerikai Geológiai Szolgálattal, az Orosz Tudományos Akadémiával, az ausztráliaia Monash University kutatóival, a freibergi Bányászakadémiával, valamint a Stanford Egyetem, az ausztráliai Curtin University munkatársaival, a newcastle-i, a lausanne-i és a belgrádi egyetemmel, továbbá az International Research Institute of Stavanger munkatársaival nemzetközi együttműködést folytattak.

A talajok környezetgeokémiai és -ásványtani kutatása az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetével és az MTA Anyagtudományi és Környezetkémiai Kutatóintézetével együttműködve történt.

A paleoklimatológiai tanulmányok elsősorban az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Természettudományi Múzeum, a Szegedi Tudományegyetem, a Magyar Állami Földtani Intézet, az MTA Atomenergia Kutatóintézetével, az MTA Izotópkutató Intézetével valamint a Régészeti Intézet és a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat munkatársaival közös kutatómunka keretében folytak. Magyar-török TÉT pályázat keretei között folyik együttműködés a denizli-i Pamukkale University munkatársaival az édesvízi mészkövek kutatása kapcsán. További együttműködést tartottak fenn a hannoveri Leibniz Institute for Applied Geosciences, a tajvani University of Taipei, a tartui, a lausanne-i, a zágrábi egyetem, a bécsi műszaki egyetem, a bécsi Természettudományi Múzeum, valamint a romániai Erdészeti Kutató és Gazdálkodó Intézet kutatóival.

Vízgeokémiai kutatásaikat az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Szegedi Tudományegyetem, Magyar Állami Földtani Intézet, a VITUKI Kht., valamint a GWIS Kft. és a Fővárosi Csatornázási Művek munkatársaival együttműködve végezték. Kutatásaik során nemzetközi kapcsolatot tartottak fenn a lublini Maria Curie-Skłodowska Egyetemmel, a potsdami egyetemmel, a müncheni Helmholtz Zentrum és svájci ETH munkatársaival.

A kulturális örökség vizsgálata témakörben a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálattal, az MTA Régészeti Intézetével, az MTA Művészettörténeti Kutatóintézetével, az MTA KK Anyag- és Környezetkémiai Intézetével, a Magyar Nemzeti Múzeummal, az Iparművészeti Múzeummal, a Hopp Ferenc Kelet-Ázsiai Művészeti Múzeummal, a Szépművészeti Múzeummal, az Aquincumi Múzeummal, a sárospataki II. Rákóczi Ferenc Múzeummal, a Kiscelli Múzeummal valamint a Pécsi Tudományegyetemmel és az Eötvös Loránd Tudományegyetemmel folytattak közös kutatásokat. Nemzetközi együttműködést folytattak a bécsi Iparművészeti Egyetemmel, az osztrák Műemlékvédelmi Hivatallal és a tübingeni egyetemmel.

Az intézet egy kutatója részt vett az IUGS Subcommittee on Systematics of Metamorphic Rocks munkájában, az albizottság tagjaként és a Very low-grade metamorphic rocks nemzetközi munkacsoport vezetőjeként. Az intézet igazgatója az MTA Geokémiai és Ásvány-Kőzettani Tudományos Bizottság elnöke, három további kutató a bizottság tagja. Egy kutató a

bizottság Archeometriai Munkabizottságának titkára. Egy kutató az MTA Geonómiai Tudományos bizottságának tagja és a Geokémiai és Ásvány-Kőzettani Tudományos Bizottság Szerves Geokémiai Albizottság elnöke. Két kutató a Magyarhoni Földtani Társulat választmányának tagja, egyikük tiszteleti tag. Egy kutató a társulat Ásványtan-Geokémiai Szakosztályának elnöke, egy másik a szakosztály vezetőségének tagja. Egy kutató a társulat Agyagásványtani Szakosztályának titkára. Az intézet igazgatója a Bolyai János Ösztöndíj Szakértői Kollégium tagja, egy kutatója az OTKA Földtudomány I. zsűri tagja. Egy kutató az IUGS Magyar Nemzeti Bizottság titkára, egy másik a Hidrogeológusok Nemzetközi Társulata Magyar Nemzeti Tagozatának titkára. Egy kutató az European Society for Isotope Research pénzügyi ellenőrző bizottságának tagja.

Az intézet igazgatója az Earth System Science Data, valamint a Central European Geology folyóiratok szerkesztőbizottsági tagja. Egy kutató az Acta Mineralogica et Petrographica folyóirat szerkesztő bizottságának tagja.

Az intézet egy kutatója egyetemi magántanár a Szegedi Egyetemen, földtudományi szakon, egy másik ugyanitt a Földtudományi Doktori iskola törzstagja. Az intézet igazgatója az ELTE Kari és Szakterületi Habilitációs Bizottságok tagja. Egy kutató PhD kurzust tartott az ELTE Földtudományi Doktori Iskolájában, ketten ugyanitt a graduális képzésben tartottak gyakorlatot, illetve speciális kollégiumokat. Három további kutató tartott a Szegedi Egyetemen speciális kollégiumot, közülük egy a Pécsi Tudományegyetemen és a Képzőművészeti Egyetemen is oktatott.

IV. Fontosabb elnyert hazai és nemzetközi pályázatok rövid értékelése

A beszámolási évben a GKKI kutatói 5 OTKA pályázatban voltak témavezetők és háromban szerepeltek alvállalkozóként. A projektek a munkatervekben meghatározott feladatok szerint haladnak.

Az intézet kutatói témavezetőként a tárgyévben egy OTKA pályázaton nyertek, amely 2010-ben indul (konzorciumi társpályázat az Iparművészeti Múzeummal „A magyarországi köz-és magángyűjteményekben fellelhető habán kerámiák művészettörténeti és archeometriai kutatása, számítógépes adatbázis és szakkatalógus elkészítése” címmel).

Az intézet egy kutatója 2009-től hazai koordinátora a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által támogatott „Using Environmental Isotopes for Evaluation of Streamwater/Groundwater Interactions in Selected Aquifers in the Danube Basin,” című projektnek. A projekt lehetőséget biztosít egy új izotóparány-mérő lézerspektrométer beszerzésére is.

V. Az év folyamán megjelent jelentősebb publikációk, szabadalmak

Chakhmouradian AR; Bohm CO; Demeny A; Reguir EP; Hegner E; Creaser RA; Halden NM; Yang P “Kimberlite” from Wekusko Lake, Manitoba: Actually a diamond-indicator-bearing dolomite carbonatite. LITHOS 112: Suppl. 347-357 2009

Siklosy Z; Demeny A; Vennemann TW; Pilet S; Kramers J; Leel-Ossy Sz; Bondar M; Shen CC; Hegner E Bronze Age volcanic event recorded in stalagmites by combined isotope and

trace element studies. RAPID COMMUNICATIONS IN MASS SPECTROMETRY 23: 801-808 2009

Sipos P; Németh T; Kovács Kis V; Mohai I Association of individual soil mineral constituents and heavy metals as studied by sorption experiments and analytical electron microscopy analyses. JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS 168: 1512-1520 2009

VI. A kutatóhely tudományos teljesítményének főbb mutatói

Átlaglétszám*: **31**

Ebből kutató*: **18**

PhD v. kand.*: **8** MTA doktora*: **2** MTA levelező tag*: MTA rendes tag*: **1**

Az intézethez kötődő akademikusok száma: **1**

35 év alatti, intézeti állományban levő kutatók száma: **9**

Publikációk:

Az év folyamán megjelent összes (tudományos és ismeretterjesztő) publikációk száma: **33**

Az év folyamán megjelent tudományos publikációk száma: **32**

Tanulmány, cikk:

impakt faktoros publikáció magyarul:	~ idegen nyelven: 7
nem impakt faktoros tudományos cikk magyarul: 8	~ idegen nyelven: 12
hazai tudományos folyóiratban magyarul: 8	~ idegen nyelven: 2
külföldi folyóiratban magyarul:	~ idegen nyelven: 10
tanulmánykötetben magyarul: 1	~ idegen nyelven: 6

nemzetközi együttműködés keretében: **10** SCI által regisztrált folyóiratban: **7**

összesített impakt faktor: **14,576**

összes hivatkozás száma: **229** összes hivatkozás száma önidézetek nélkül: **173**

Könyv

könyvfejezet (kevesebb mint 20 old.) magyarul: 1	~ idegen nyelven:
könyvfejezet (több mint 20 old.) magyarul: 1	~ idegen nyelven: 2
könyvfejezet magyarul: 2	~ idegen nyelven: 2

Tudományos ismeretterjesztő írás magyarul: **1** ~ idegen nyelven:

Tudományos fokozat, ill. cím megszerzése:

PhD: **1** MTA doktora cím: MTA levelező tag: MTA rendes tag:

Részvétel a tudományos és kulturális életben:

Rendezvények:

Nemzetközi rendezvényen tartott tudományos előadások száma: **20** poszterek száma: **28**

Hazai rendezvényen tartott

tudományos előadások száma: **38**

poszterek száma: **1**

Tudományos rendezvények szervezése

hazai: **6**

nemzetközi:

Szakértői tevékenység:

egyéni szaklektori vélemény összesen: **23**

ebből külföldre: **18**

opponensi vélemény összesen: **6**

ebből külföldre: **1**

egyéb szakértői vélemény: **7**

ebből külföldre: **1**

Részvétel tudományos testületben:

Nemzetközi tud. bizottsági tagság: **3**

Nemzetközi folyóirat szerk. tagság: **1**

Nemzetközi tud. bizottsági elnökség:

Hazai folyóirat szerk. tagság: **2**

Hazai tud. bizottsági elnökség: **2**

Hazai tud. bizottsági tagság: **13**

Felsőoktatásban végzett tevékenység:

Rendszeres hazai felsőfokú oktatási tevékenységet végzők száma: **7**

Ebből doktori iskolákban oktatók száma: **1**

Doktori iskolát vezetőik száma:

Elméleti kurzusok száma: **7**

Gyakorlati kurzusok száma: **2**

TDK-t készítő hallgatók száma: **3**

Diplomamunkát készítő hallgatók száma (BSc): **1**

Diplomamunkát készítő hallgatók száma (MSc): **9**

PhD-t készítő hallgatók száma: **2**

Felsőfokú graduális és posztgraduális oktatót órák száma: **214**

Pénzügyi adatok:

Az időszak folyamán a teljes költségvetési támogatás összege*: **129,8 MFt**

Fiatal kutatói álláshelyek száma*: **3**

Az időszak folyamán a teljes saját bevétel (pályázatok, szabadalmak, szerződések stb.)
összege (az akadémiai költségvetési támogatáson kívül)*: **34 MFt**

saját szabadalmi és szerzői jogi bevétel*:

Hazai pályázatok:

Az év folyamán művelt OTKA-témák száma*: **8**

A tárgyévre vonatkozó bevétel*:

1,5 MFt

Az év folyamán művelt NKTH-pályázat témáinak száma*:

NKFP*: A tárgyévre vonatkozó bevétel*:

MFt

Egyéb*: A tárgyévre vonatkozó bevétel*:

MFt

Az év folyamán művelt ÚMFT témák száma*:

A tárgyévre vonatkozó bevétel*:

MFt

Az év folyamán művelt egyéb hazai témák száma*:

A tárgyévre vonatkozó bevétel*:

MFt

Nemzetközi pályázati forrásból művelt témák száma*:

EU forrásból*:	A tárgyévre vonatkozó bevétel*:	MFt
Egyéb*:	A tárgyévre vonatkozó bevétel*:	4 5,7 MFt

Nem pályázati külső megrendelés keretében művelt témák száma*: **46**

A tárgyévre vonatkozó bevétel*:	22 MFt
---------------------------------	---------------

VI/a. A kutatóhely 2009. évi tevékenységének egyéb bemutatható jellemzői

Itt szerepeltethetők, word dokumentumként, legfeljebb egy oldal terjedelemben, az előző pontokban fel nem tüntetett kapcsolódó eredmények. Így:

- Bejelentett szabadalmak, és egyéb szabadalmi jellegű alkotások száma:
 - a Magyarországon bejelentettek
 - a nem Magyarországon bejelentettek
- A kutatónők száma:
 - vezető beosztásokban **2**
 - nem vezető beosztásokban **5**
- A mobilitással kapcsolatban az intézetből az állásukat megtartott, munkaviszonyban levő diplomások közül hat hónapnál hosszabb időre távollevők száma:
 - Magyarországon
 - egyetemen, kutatóintézetekben
 - gazdasági társaságnál
 - Nem Magyarországon
 - egyetemen, kutatóintézetekben **1**
 - gazdasági társaságnál
- az adott intézethez érkező kutatók száma:
 - 1-6 hónap időtartamra
 - Magyarországról
 - nem Magyarországról
 - 6 hónapnál hosszabb időre
 - Magyarországról
 - nem Magyarországról
- Vállalati kapcsolatok
 - jelentősebb ipari partnereik felsorolása és a kapcsolat típusa: pl. közös K+F, vagy kutatási megbízás stb. teljesítése: **kutatási megbízás keretében: Budapest Gyógyfürdői és Hévízei Zrt., Fővárosi Vízművek Rt., Golder Associates Kft., GWIS Kft., HYD Kft., Mecsekérc Zrt., MOL Nyrt., Optilab Kft., Piramis Energia Kft., TK Serv Ltd.**
 - az intézet holdudvarába tartozó kisvállalkozások száma.
- A társadalmi párbeszéd eredményei:
 - Az általános tudománynépszerűsítő közlemények száma: **1**
 - Az intézet tevékenységét népszerűsítő rendezvények száma

Az Intézet által elnyert hazai pályázatok a pályázatot kiíró finanszírozók szerinti bontásban

A pályázatot kiíró szervezet, a pályázat típusa (NKFP, OTKA, sib.) és a pályázat száma	VEZETŐ INTÉZMÉNY (KOORDINÁTOR)	PÁLYÁZAT CÍME (Téma címe)	Konzorcium tagok neve	Indulási év	Az intézeti témavezető neve	TELJES ÖSSZEG (eFt)	Ebből az Intézet bontásában		Elnyert összeg éves					Projekt időtartama (hó)
							által elnyert összeg (eFt)	saját forrása (eFt)	2009 (eFt)	2010 (eFt)	2011 (eFt)	2012 (eFt)	2013 (eFt)	
OTKA K81201	Iparművészeti Múzeum	A magyarországi köz-és magángyűjteményekben fellelhető habán kerámiák művészettörténeti és archeometriai kutatása, számítógépes adatbázis és szakkatalógus elkészítése	IM, MTA GKKI, MTA KK AKI	2010	Bajnóczy Bernadett	10 615	4488	-	1135	1135	1252	966	48	
IAEA RER8016	MTA GKKI	Using Environmental Isotopes for Evaluation of Streamwater/Groundwater Interactions in Selected Aquifers in the Danube Basin		2009	Fórizs István	603180 USD	603180 USD	-	-	-	-	-	36	
OTKA K76317	ELGI	Levegőben szállított por integrált mágneses, geokémiai és ásványtani vizsgálata	ELGI, GKKI	2009	Sipos Péter	19 300	7300	-	1950	1875	1775	1700	48	
OTKA PD 75706	MTA GKKI	Az andezit mállása természetes és épített környezetben		2009	Ripszsné Judik Katalin	5387	14440	-	3500	-	-	-	36	
OTKA K 60921	MTA GKKI	A víz és a széndioxid eredete a Budapest környéki termális karsztvizekben		2006	Fórizs István	14440	6000	-	1500	-	-	-	48	
OTKA K62468	MÁFI	A Mecseki- és a Villány-Bihari-zóna ősföldrajzi viszonyainak feltárása a felső-triász - középső-kréta képződmények sokoldalú elemzése alapján	MÁFI, MTA GKKI	2006	Nagy Géza	19345	14 886	-	3732	3509	1761	-	48	
OTKA K 68343	MTA GKKI	Édesvízi kagylók geokémiai-paleoklimatológiai elemzése		2007	Demény Attila	14 886	10 000	-	3 000	3 000	0	-	48	
NKTH-OTKA K 68992	MTA GKKI	Biominalizáció szerepe földtani képződmények és bányászati melléktermékek viszonylatában		2007	Polgár Márta	10 000	5387	-	1717	1835	1835	-	48	



Visszaigazolás

Igazolom, hogy a

Geokémiai Kutatóintézet

2009. évi publikációinak bibliográfiai adatai beérkeztek a Magyar Tudományos Művek Tárába.

A beküldött 2009-es forráspublikációk száma: **33** db

Budapest, 2010. 02. 16.

Vasvári Lilian
csoportvezető
Akadémiai Tudományos Publikációs
Adattár

Seres József
Az MTMT Koordinációs Iroda
vezetője

MTA GEOKÉMIAI KUTATÓINTÉZET

1112 Budapest, Budaörsi út 45.

Tel./Fax: +36-1-319-3137

E-mail: demeny@geochem.hu

Web: www.geochem.hu

Kormánytájékoztató a 2009. évben elért fontosabb tudományos eredményekről

Az intézet fő feladatának megfelelően a beszámolási évben is folytatták a nagy hagyományokkal és széleskörű elismertséggel rendelkező, metamorf és magmás ásvány-kőzettani alapkutatási tevékenységüket. Vizsgálták továbbá a hazai ásványi nyersanyagok genetikáját. Kiemelt figyelmet fordítottak az életminőség javítását célzó környezetgeokémiai kutatásokra, valamint a régészeti anyagok részletes archeometriai vizsgálatára.

Metamorf ásványtani kutatásaik keretében tisztázták a kistekély metamorf pelites eredetű kőzetekben uralkodó rétegszilikát ásványok (muszkovit, paragonit és prekurzorai) együttes megjelenésének körülményeit. Meghatározták ezen ásványok képződésének kedvező kémiai és nyomáskörülményeket.

Hazai kőolajok reprezentatív csoportjainak nyomelem-tartalmát vizsgálva kimutatták, hogy azok a biomarkerek krakkmutatóihoz hasonlóan felhasználhatók a kőolajok forrásának, földtani helyzetének, keletkezésének, vándorlásának és tárolási körülményeinek meghatározására.

Laboratóriumi kísérletekben vizsgálták a nehézfém-megkötés szempontjából egyik legfontosabb agyagásvány, a montmorillonit szorpciós tulajdonságainak változását nedvesítési-kiszáradási ciklusokban. Megállapították, hogy a vizsgált fázis krisztallitmérete jelentősen csökken a ciklusok számának növekedésével. A megkötött fém minőségétől függően azonban a méretnövekedés eltérően hat a montmorillonit megkötést is befolyásoló fizikai-kémiai tulajdonságaira.

A Budapest környéki hévizek és összetevőik eredetének vizsgálata során megállapították, hogy a legtöbb vizsgált hévízre jellemző a viszonylag nagy szulfáttartalom. Meghatározták továbbá a kén forrását ezekben a vizekben. Nemzetközileg is elsőként adtak becslést a hévizekben beállt szulfát-víz oxigénizotópos egyensúly elérésének idejére.

További hazai termálvizek vizsgálatával megállapították, hogy a vizekben található szerves anyag minősége függ a víz eredetétől és hőmérsékletétől is. Kimutatták, hogy bizonyos hőmérséklet felett a szerves anyag szén-dioxidra, metánra, ammóniára, valamint kis molekulású aromás vegyületekre bomlik, amelyek minősége és aránya szintén hőmérsékletfüggő.

Archemetriai kutatásaik keretében többek között számos hazai lelőhelyről származó, vaskori kelta grafitos kerámiák anyagának eredetét vizsgálták. Meghatározták az eszközök elkészítéséhez használt grafit származási helyét, ezzel igazolva, hogy azok importból származtak. Bizonyítékot találtak továbbá a kerámiák helyi készítésére is.

Az MTA Geokémiai Kutatóintézet 2010. évi fő kutatási célkitűzései

Az intézet fő feladata geokémiai alapkutatások végzése a kőzetgenetika, az ásványi nyersanyagképződés és a környezetgeokémia területén. A korábbi évekhez hasonlóan 2010-ben is tervezik a nagy hagyományokkal és széleskörű szakmai elismertséggel rendelkező alapkutatási témák művelését. Vizsgálják a magmás és metamorf képződmények, illetve a velük együtt előforduló fluidumok képződési körülményeit és jellegzetességeit, továbbá az ásványi nyersanyagok genetikáját. Környezettudományi kutatásaik keretében tanulmányozzák a múltbéli és jelenkori környezet állapotának változásait. Kutatják a nehézfémek talajbeli viselkedését, a közelmúlt klímaváltozásait dokumentáló különböző földtani képződmények geokémiai jellegét, továbbá a hévizek szerves komponenseinek sajátosságait. Tanulmányozzák az épített környezetet és a kulturális örökségünk tárgyi emlékeit ért antropogén hatásokat is.

A 2010. évi fő kutatási célkitűzéseiket a GKKI az MTA kutatóintézeteivel, támogatott kutatóhelyekkel, valamint más hazai intézményekkel szorosán együttműködve, és a kutatóintézet munkatársai által kialakított szerteágazó nemzetközi kapcsolatrendszert igénybe véve tervezi megvalósítani. A GKKI kutatásaihoz szükséges anyagi eszközöket az MTA-tól kapott központi költségvetési keret, valamint különböző hazai és nemzetközi pályázati, továbbá külső szerződéses források biztosítják.

A litoszférát alakító ásvány-, kőzet-, ásványi nyersanyag-képződési folyamatok és fluidumok komplex geokémiai vizsgálata

Metamorf ásvány-kőzettani kutatásaik körében az intézetben végzett négy évtizedes metamorf kőzetgenetikai kutatások tapasztalataiból folytatják egy metamorf kőzettani kézikönyv szerkesztését és megírását. Összefoglalják továbbá a metamorf kőzetek és jelenségek rendszertanának és nevezéktanának fő elemeit is.

Magmás kőzetan-geokémiai kutatásaik során folytatják a Kanári-szigetek vulkáni összeleteinek kutatását és a kanadai és ausztrál együttműködések keretében végzett karbonátit-kutatásokat is. Nemzetközi együttműködésben tervezik a polikristályos gyémántok N tartalmának, valamint N és C izotóparányainak meghatározását. Összefoglalják, és együttesen értelmezik a Kárpát-Pannon térségből származó peridotit xenolitokon eddig mért igen nagyszámú főelem, nyomelem és izotóparány adatokat.

A hazai ásványi nyersanyagok kutatása során OTKA kutatási projekt keretében tovább vizsgálják az úrkúti mangánércesedés és a bakteriális tevékenység kapcsolatát. Tervezik a karbonátos mangánérc kémiai sztratifráfiai, részletes ásványtani és szöveti vizsgálatát, a Mn-karbonát ásványok komplex katódlumineszcens vizsgálatát, az Úrkúti Mn-karbonát konkréciók, halmaradványokat tartalmazó konkréciók ásványtani, geokémiai, stabilizotóp és katódlumineszcens vizsgálatának folytatását és a CT vizsgálatok értékelését mangán-karbonát konkréciókon az ősmaradványok és a konkréció szerkezet tekintetében.

A földtani környezet geokémiai állapotának és változásainak vizsgálata

Tervezik a kis- és közepes radioaktivitású hulladékok elhelyezésére kiválasztott földtani képződmény további komplex ásványtani, kőzettani és geokémiai vizsgálatát. A Bábaapáti radioaktív hulladék-tároló agyagos zónáinak kutatása keretében kísérleteket végeznek a legjellegzetesebb agyagásványos összetételű mintákon lúgos közegben. A kutatás célja az agyag-beton pórusfolyadék kölcsönhatások minél alaposabb megismerése a tárolóban kísérleti úton, a várható ásványtani, fizikai és kémiai változások prognosztizálása, modellezése végett.

A nehézfémek geokémiai körforgalmának vizsgálata témakörben szorpciós kísérleteket különböző kioldásos vizsgálatokkal kombinálva vizsgálják a vas, továbbá a nedvesítési-kiszáritási ciklusok hatását a nehézfémek talajbeli megkötődésére különböző nehézfémek esetén (Pb, As). Vizsgálják a talajokban található vaskiválások makroszkópos és mikroszkópos bélyegei, ásványtani jellemzői és a nyomelem-tartalmuk közti összefüggést. Vizsgálják ezen képződmények nehézfém-akkumuláló szerepét, valamint a vas és a mangán eloszlását a vaskiválásokban. OTKA kutatás keretében folytatják az üledő porok ásványtani-geokémiai és mágneses tulajdonságai közti összefüggés vizsgálatát. Kiemelt figyelmet fordítanak a közlekedés környezetszennyező hatásának vizsgálatára a városi porokban.

A paleoklimatológiai és környezetrekonstrukciós kutatásaik körében tovább vizsgálják a Budai-hegységi és a gerecei édesvízi mészkövek szedimentológiai és stabilizotópos jellegét, kiterjesztve vizsgálataikat a szlovákiai előfordulásokra is. Feldolgozzák a törökországi Denizli medence, valamint az egerszalóki előfordulás termálvizeinek és édesvízi mészköveinek részletes szedimentológiai és geokémiai vizsgálatával nyert adatokat. OTKA kutatás keretében megkezdik a Dunántúli-középhegységi különböző dolomitfajták stabilizotóp-geokémiai vizsgálatát. Nemzetközi együttműködésben folytatják az észtországi tavi tufaüledékek paleoklimatológiai célú stabilizotóp-geokémiai vizsgálatát. Tervezik a Bükk-hegységi mésztufa képződményeket és karsztvíz forrásokat érintő nemzetközi projekt benyújtását (ERA-NET Circle). Folytatják a faminták geokémiai elemzését faévgyűrből származó, éves felbontással korolt elemösszetételek idősorai alapján a környezet múltbéli geokémiai állapotának vizsgálata céljából. Értékelik barlangi jég stabilizotópos adatainak elemzésével a barlangi jég éghajlati rekonstrukciókban történő alkalmazhatóságát. Tovább vizsgálják a recens és régészeti ásatásból származó kagylóhéjak stabilizotópos összetételét.

Vízgeokémiai kutatásaik során OTKA kutatás keretében folytatják a víz és szén-dioxid eredetének vizsgálatát a Budapest környéki termális karsztvizekben. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által támogatott „Using Environmental Isotopes for Evaluation of Streamwater/Groundwater Interactions in Selected Aquifers in the Danube Basin”, c. projekt keretében vizsgálják a Duna vízének és egyes parti szűrésű termelő kutaknak idősoros stabil hidrogén- és oxigénizotópos, tríciumos, vízkémiai, valamint egyes fizikai paramétereit. A projekt keretében beszerzésre kerül egy izotóparánymérő lézerspektrométer.

A szerves geokémiai kutatásaik körében folytatják a hazai termálvíz-kincs, valamint a talajok szerves geokémiai jellemzését.

A kulturális örökség vizsgálata témakörben a habán kerámiák alaptestének és mázának archeometriai vizsgálatát folytatják múzeumi és régészeti anyagok vizsgálata alapján a készítése technika rekonstrukciója céljából, OTKA kutatás keretében. Vizsgálják a különféle szilárdító-szerekkel kezelt építőkövek pórusaiban kiváló szilárdító-anyag behatolási

mélységét, eloszlását és megjelenési formáját. Tervezik a tavalyi év folyamán elkezdett laboratóriumi szilárdítási kísérletek hatékonyságának ellenőrzését mechanikai módszerrel (fúrási ellenállási mérés), ezen eredményének korrelációját a mikroszkópos módszerekkel. Tervezik továbbá a korábban már elkezdett Császár- és Rác-fürdő törökkori habarcsain végzett kutatások folytatását, különös tekintettel a hidraulikus jelleg kémiai elemzésen alapuló vizsgálatára. Új analitikai eljárások bevezetésével folytatják a régészeti anyagok eredet- és proveniencia-, valamint készítés-technika kutatását is.

Egy kiemelten sikeres terület bemutatása:

Talajalkotó ásványszemcsék nehézfém-megkötő képességének vizsgálata

A talaj-nehézfém kölcsönhatás egyik legfontosabb kérdése, hogy az adott fém milyen fázisokhoz és hogyan kötődik a talajban. Ez ugyanis nagyban befolyásolja a vizsgált elem mozgékonyosságát, ezáltal a tápláléklánca történő bejutásának, továbbá a káros hatás kifejtésének az esélyét. A természetes módon vagy szennyezés útján mobilis formában talajba kerülő nehézfémek több folyamat révén is immobilizálódhatnak a talajban. Ezek a folyamatok (ioncsere, adszorpció, fixáció, kicsapódás) a talaj szilárd alkotóinak felületén mennek végbe a talaj fiziko-kémiai tulajdonságainak függvényében. A nehézfém-megkötődés szempontjából legfontosabb talajalkotók a szerves anyagok, az agyagásványok és a vas-oxidok.

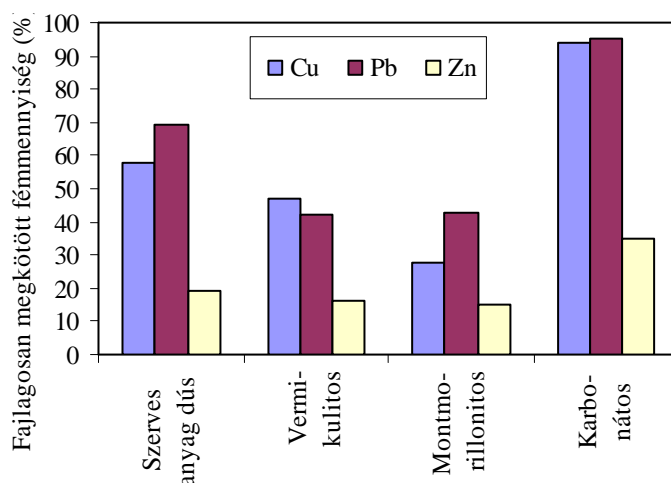
Egy adott talaj nehézfém-megkötő képességét szorpciós kísérletek segítségével határozzák meg. A kapott adatokból felrajzolható a vizsgált talajra és elemre vonatkozó szorpciós görbe, amely információt nyújt a talaj maximális fémmegkötő-képességéről, a kötődés erősségéről, továbbá a fém talaj felé mutatott affinitásáról, esetleg utalhat a megkötődési folyamat(ok)ra is. Arról azonban, hogy egy adott talajalkotó fázis milyen arányban vesz részt a vizsgált elem megkötésében, nem kapunk információt. Amennyiben viszont önálló talajfázisokon végezzük el a kísérleteket, úgy azt nem ismerjük meg, hogy együttes jelenlétük hogyan befolyásolja a vizsgált fém megkötődését. A nehézfémekkel kezelt talajokon elvégzett kioldásos vizsgálatok részben segíthetnek ezeknek a kérdéseknek a megválaszolásában, a megkötött fém fázishoz csatolása azonban itt is akadályokba ütközik. Ezek a vizsgálatok ugyanis inkább a mobilizálódási körülményekről, esetleg közvetve a megkötődési helyek típusáról adnak információt, amelyek azonban hasonlóak lehetnek többféle fázison. A fent vázolt hiányosságok miatt kezdték el alkalmazni a közvetlen módszereket az egyedi talajalkotó ásványszemcsék megkötődésben betöltött szerepének vizsgálatára.

Az MTA Geokémiai Kutatóintézetében évek óta alkalmazzák az ún. komplex környezetgeokémiai megközelítést a talajok, agyagásványok nehézfém-megkötő képességének vizsgálatára. Ennek lényege, hogy a megkötődési folyamatot a hagyományosan alkalmazott oldat-oldali vizsgálatok mellett a szilárd alkotók oldaláról is vizsgálják. Ezen vizsgálati eljárás egyik új eleme a talajalkotó ásványszemcsék közvetlen vizsgálata. Az intézet munkatársai nemzetközileg is először használták az analitikai elektronmikroszkópiát a szerves talajalkotó fázisok nehézfém-megkötő képességének vizsgálatára. Ez a módszer a többi közvetlen (főleg szerkezeti spektroszkópiái) módszerrel szemben nem a megkötődés módjáról, hanem a vizsgált fázis által megkötött elem mennyiségekről ad információt. Az alábbiakban bemutatandó kutatási eredményeket más akadémiai intézetekkel (Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, Anyag- és Környezettudományi Kutatóintézet) együttműködve érték el az intézet munkatársai.

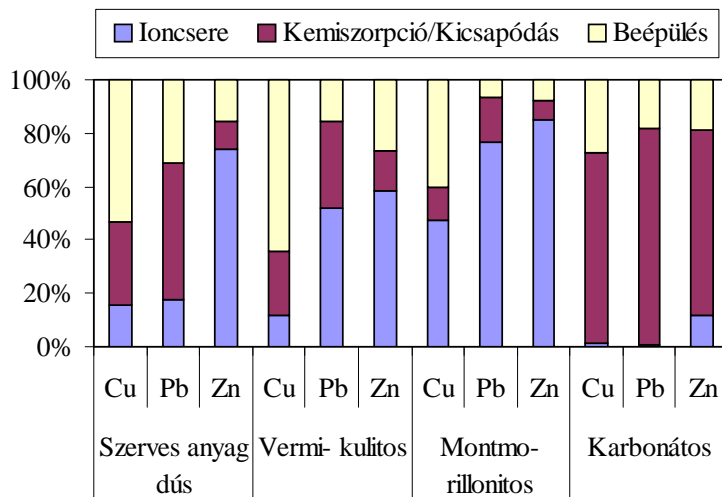
Laboratóriumi kísérletekben vizsgálták a réz, az ólom és a cink megkötődését talajokon a fent említett módszerek (kompetitív szorpciós kísérletek, szorpciós görbék elemzése, szekvenciális kioldásos vizsgálatok, egyedi ásványszemcsék vizsgálata) kombinálásával. A mintákat korábbi kísérleteik tapasztalatai és irodalmi adatok alapján úgy választották ki, hogy azokban különböző arányban képviseltetve legyenek a nehézfém-megkötésben szerepet játszó legfontosabb talajalkotók. Jelen esetben egy szerves anyagban, két duzzadó agyagásványban

(egy-egy vermikulitos és montmorillonitos) és egy karbonátban gazdag mintán kapott eredmények összehasonlítását mutatjuk be.

A szorpciós kísérletek szerint a karbonátos mintában tapasztalt jóval nagyobb megkötődés egyrészt az alkáli körülményeknek köszönhető megnövekedett szorpció, másrészt a kicsapódás eredménye. Ez utóbbi jelenség a szorpciós görbék elemzése mellett a szilárd minta vizsgálatával az ólom, illetve kisebb mértékben a réz esetén volt bizonyítható, míg a cinknél csak a felületi megkötődés mértéke növekedett ebben az esetben. Szembetűnő, hogy a karbonátmentes, gyengén savanyú talajmintákban a cink ugyanolyan mértékben immobilizálódott a minta összetételétől függetlenül, míg a másik két vizsgált elem esetében jelentős változékonyság tapasztalható. Ez annak tudható be, hogy a réz és az ólom általában jóval nagyobb affinitást mutat a talajalkotók felé mint a cink, ráadásul együttes jelenlétükkor az előbbieket kiszorítják az esetlegesen már korábban megkötődött cinkionokat a talajalkotók felületéről. Ez a jelenség a karbonátos mintában is megmutatkozott. A karbonátmentes mintákat összehasonlítva a szerves anyag elsődleges szerepe a réz és az ólom megkötődésében nyilvánvaló. Az agyagásványos mintákban viszont a két fém eltérően viselkedett: a réz a vermikulitos, míg az ólom a montmorillonitos minta felé mutatott nagyobb affinitást, ami a domináns fázisok változó szerepére utalhat a különböző fémek megkötődésében.



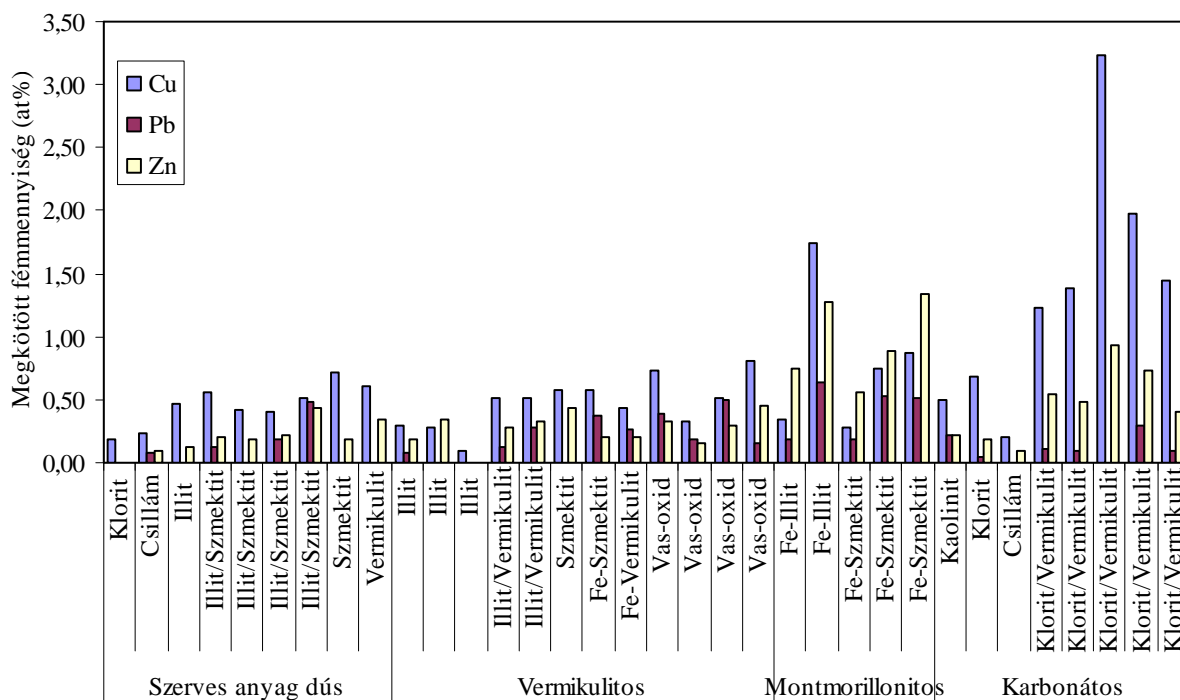
A kioldásos vizsgálatok eredményei alátámasztják a szorpciós kísérletek alapján megfigyelt jelenséget, miszerint a karbonátos mintában az erősebb megkötődés és/vagy a kicsapódás mindhárom fémre jellemző. A többi mintában viszont igen eltérő körülmények között mobilizálhatók a vizsgált fémek. Az általában kevésbé kötődő cink főleg ioncserével kötődik, és ez a megkötődési mechanizmus jellemző leginkább a montmorillonitos mintára is. A nagyobb mennyiségben kötődő réz minden esetben, az ólom viszont csak a szerves anyagban dús mintáról mobilizálható nehezebben a cinknél. Ez a minta nemcsak több rézet és ólmot köt meg, de erősebben is köti azokat, mint az agyagásványos minták. Az agyagásványos mintákban viszont az ólom és a jóval kisebb mennyiségben kötődő cink igencsak hasonlóan viselkedik. Ez utal arra, hogy az ólom elsősorban a szerves anyagon



kötődik meg, míg az agyagásványok erősebb kötődéssel jellemezhető helyein inkább a réz dominál, de megkötődése a szerves anyagon is jelentős.

A szorpciós és kioldásos vizsgálatok egybevágó eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a réz nem feltétlen a legnagyobb mennyiségben, de a legerősebben kötődő fém a vizsgált elemek közül. A legerősebb kötődést biztosító helyeket tehát ez az elem foglalja el, míg a kicserélhető helyekért inkább az ólom és a cink versenyez, előbbi jóval nagyobb hatékonysággal. Az ólom elsősorban a szerves anyagon kötődik, itt hatékony versenytársa a réznek is. A karbonátos mintában lévő alkáli körülmények miatt mindhárom elemnél megnövekszik a megkötődés mértéke és erőssége, ráadásul a réz és az ólom esetén a karbonátként történő kicsapódás is bizonyítható.

Az egyedi ásványszemcsék nehézfém-megkötő képességének vizsgálatával tovább árnyalható a fent vázolt kép. A vizsgálatok alapján igazolódott a réz általánosan tapasztalt nagyobb megkötődése a talajalkotó ásványszemcséken, míg a teljes talajmintákon legkevésbé kötődő cink sokszor nagyobb mennyiségben van jelen az ásványszemcséken mint az ólom. Ez közvetve utal a szerves anyag és – elsősorban alkáli környezetben – a kicsapódás jelentőségére az ólom immobilizálódásában. Ezzel van összhangban az is, hogy a karbonátos minta szemcséin az alkáli körülmények következtében megnőtt a réz és a cink megkötődése, míg az ólomé nem. Szembetűnő, hogy az egyébként kismértékű megkötődéssel jellemzett montmorillonitos talajminta szemcséin igen jelentős mindhárom vizsgált fém megkötődése. Különösen igaz ez a nagyobb vastartalmú agyagásvány-szemcsékre. Ebben az esetben ráadásul a szemtiteknel kisebb szorpciós képességű illit több fémet kötött meg mint a szemtitek. Ez arra utal, hogy ebben a mintában az agyagásványok és a vasfázisok szoros összeszövődése (pl. bekéregzések formájában) jelentősen megnövelte a szemcsék nehézfém-megkötő képességét. A közvetlen vizsgálatokkal igazolható volt a duzzadó agyagásványok és a vas-oxidok kiemelkedő szerepe a nehézfémek megkötésében.



A közvetett és közvetlen módszerek kombinálásával hatékonyan lehetett pontosítani a talaj-

nehézfém kölcsönhatásról eddig alkotott képet. Eredményeiket az elmúlt években a tudományterület kiemelkedő folyóirataiban publikálták, jelentőségüket pedig a kapott hivatkozások nagy száma is igazolja. A bemutatott eredmények elsősorban alapkutatás jellegűek, azonban közvetve felhasználhatók mind a mezőgazdaság mind pedig az alkalmazott környezetvédelem területén. Például a talajjavításra használt műtrágyák és szerves adalékanyagok (pl. szennyvíziszap) jelentős nehézfém-terhelést jelenthetnek a talaj számára, a kihelyezés után viszonylag rövid időn belül mobilizálódó nehézfémek és a talaj kölcsönhatásának jobb megismeréséhez a fenti vizsgálatok elengedhetetlenül szükségesek. Az eredmények alapadatokat szolgáltatnak a geokémiai transzport-modellezésekhez is, így felhasználhatók az egyéb (ipari, bányászati stb.) eredetű nehézfém-szennyezések pontos lehatárolódásában, terjedésének modellezésében, vagy a hulladéklerakók természetes vagy épített szigetelését alkotó talajok, agyagok és a lerakóból esetlegesen kiszabaduló elemek kölcsönhatásának előrejelzésében is.