



Magyar Tudományos Akadémia  
Geokémiai Kutatóintézet



2008. november 3–30.

# „A GEOKÉMIAI INTERPRETÁCIÓ JELENTŐSÉGE AZ ARCHEOMETRIAI KUTATÁSBAN”

c. előadózás

az MTA Geokémiai Kutatóintézet szervezésében

2008. november 19.

MTA Kutatóház

## AZ ELŐADÁSOK RÖVID KIVONATAI

Az előadózás védnökei:



**Renner Zsuzsa**

főigazgató

Iparművészeti Múzeum



**Baán László**

főigazgató

Szépművészeti Múzeum



**Kovács Tibor**

főigazgató

Magyar Nemzeti Múzeum

Az előadózás szponzora:

**CASON**

# AZ ARCHEOMETRIÁBAN ALKALMAZOTT GEOKÉMIAI MÓDSZEREK

Dobosi Gábor

MTA Geokémiai Kutatóintézet, Budapest

[dobosi@geochem.hu](mailto:dobosi@geochem.hu)

A régészeti leletek vizsgálatára a geokémiában használt anyagvizsgálati módszerek különösen jól alkalmazhatók, hiszen a tárgyak alapanyaga, vagy nyersanyaga (ásványok, kőzetek, ércek) a természeti környezetből származik, illetve a tárgyak előállítása során a természetes kőzetképződési folyamatokhoz hasonló folyamatok játszódhatnak le. A komplex geokémia és ásványtani vizsgálatok célja a műtárgyak származási helyének, készítési technikájának, felhasználási módjának, továbbá betemetődés utáni átalakulásának minél pontosabb megismerése. A különböző kőzetek, kerámiák, üvegek és fémek vizsgálatában alkalmazott analitikai technikák lehetőségeinek ismertetése segítséget nyújt a felmerülő problémák megoldásához szükséges mérési módszer kiválasztásában, az eredmények értelmezéséhez azonban a geokémiai szakismeret gyakran nélkülözhetetlen.

# GEOKÉMIAI VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEK ŐSKORI KŐESZKÖZÖKÖN

T. Biró Katalin

Magyar Nemzeti Múzeum

[tbk@ace.hu](mailto:tbk@ace.hu)

A kőeszközök az emberi történelem legkorábbi időszakának meghatározó leletei. Sokoldalú vizsgálatuk - tipológia, technológia, használati nyomok és származási hely meghatározás - az őstörténet elsődleges forrásaivá teszi őket. A klasszikus régészet, csakúgy, mint az "új régészet" néven közismertté vált, természettudományos módszereket felhasználó kutatás előszeretettel vizsgálja ezt az információ-bázist, amellyel elődeink technikai ismereteit, mindennapi szükségleteit, mozgásterét és kapcsolatrendszerét tudjuk megismerni.

A kőeszközök nyersanyaga elődeink magas fokú "alkalmazott földtani" ismereteit is tükrözi. A felhasznált nyersanyagok gyakran különleges, ritka kőzetek és ásványok, amelyeknek kiválasztása nem volt véletlenszerű. A nyersanyagokkal szemben támasztott minőségi igények lehetőséget adnak arra, hogy a kiemelkedően fontos, nagy területen elterjedt és nagy távolságokba eljutó speciális nyersanyagokat követve az egykori kereskedelmi hálózatot, útrendszert is megismerhessük.

A fontosabb nyersanyag típusok (és azok lelőhelyeinek) ismerete részét képezte az őskori ember világképének, és részét képezi az őskor történelmét kutató szakemberek számára szükséges alapismereteknek is. A proveniencia (=származási hely) vizsgálatok a régészeti anyag és a nyersanyagforrások párhuzamos, egyre részletesebb és sokoldalúbb megismerésén alapulnak, ahol a geokémiai vizsgálatoknak egyre fontosabb szerep jut.

Az előadásban foglalkozunk a geokémiai módszerek kőeszközökön való alkalmazásának klasszikus példáival, megoldott és nyitott kérdésekkel. Szempontjaink gyakran egymásnak ellentmondanak, és nem nélkülözik az irracionális elemeket sem: a vizsgálat legyen teljes körű, minél pontosabb, sok elemre/izotópra kiterjedő, ugyanakkor roncsolásmentes és "olcsó", legalább is megfizethető. Az értelmezés legyen korrekt, de érthető, és persze akkor igazán jó ha alátámasztja az elképzeléseket. A szakterületek határán mutatkozó csúszós és képlékeny zónában könnyű hibázni, aminek azután súlyos következményei lehetnek az eredmények értelmezésében. A megoldást természetesen a képzés színvonalának emelésében, a közös munkában és az eredmények gyors és pontos közzétételében kereshetjük.

# MAGYARORSZÁGI CSISZOLT KŐESZKÖZÖK NYERSANYAGTÍPUSAI AZ EDDIGI ARCHEOMETRIAI KUTATÁSOK EREDMÉNYEI ALAPJÁN

Szakmány György

ELTE TTK FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék

[gyorgy.szakmany@geology.elte.hu](mailto:gyorgy.szakmany@geology.elte.hu)

Az elsősorban a neolitikumban és rézkorban elterjedt (de már a paleolitikum legvégén és még a bronzkorban is megtalálható) csiszolt kőeszközök nyersanyagának vizsgálata elsősorban a kőzetek vizsgálata során alkalmazott hagyományos kőzettani, ásványtani és geokémiai módszerekkel történik. Mivel azonban ezek nagyrészt roncsolásos vizsgálatok, a roncsolásmentes vizsgálati módszerek térnyerése nagyon fontos a leletek vizsgálata során. Ezért a roncsolásos petrográfiai és - egyelőre elvéve - elektronmikroszondával végzett ásványkémiai vizsgálatok mellett hangsúlyt fektettünk a roncsolásmentes módszerekre is. Ez utóbbiak közül mágneses szuszceptibilitás vizsgálatokra, illetve a kémiai elemzések közül a prompt gamma aktivációs analízissel (PGAA) végzett elemzésekre történtek biztató kísérletek.

Magyarországon a csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálata viszonylag rövid múltra tekint vissza, a rendszeres elemzések mintegy 15 éve kezdődtek, addig csak szórványos kísérletek voltak. Az elmúlt években több lelőhelyről, illetve gyűjteményből eddig mintegy 2000 kőeszköz vizsgálatára került sor, illetve történik napjainkban is. Vizsgálatainkat újabban kiterjesztettük az ugyanazon lelőhelyeken fellelt szerszámkövekre is.

A kőeszközök alapvetően háromféle céllal készültek: 1) munkavégzésre (elsősorban fagyágás és -megmunkálás; 2) méltóságjelvények, illetve ceremonális eszközök; 3) sírbalták. A háromféle cél gyakran meghatározza, illetve elkülöníti a nyersanyagok típusát.

A Magyarországon fellelt csiszolt kőeszközök leggyakoribb nyersanyagtípusai az eddigi vizsgálatok alapján a következők: zöldpala-metabázit változatok (több lelőhelyről, közte a Cseh-masszívumból, illetve Felsőcsatárról), mész-szilikát szaruszirt (hornfels) (a nyersanyag lelőhelye eddig ismeretlen, feltehető a Kárpát-medence keleti-délkeleti része), bazalt (Plio-pleisztocén bazaltok a Kisalföldről-Balatonfelvidékről valamint a Karancs-Medves területről, továbbá alsó-kréta bazalt a Mecsekből), alkáli gabbró-alkáli dolerit-tefrit-fonolit (Mecsek), dolerit-metadolerit (Szarvaskő vagy Maros völgy esetleg Vardar Zóna), kékpala (DK Szlovákia - Sugov völgy), szerpentinit (K-Alpok Penninikum vagy Gogolow-Jordanov hg?), nefrit (Gogolow-Jordanov hg?). A fentiekén túlmenően számos egyéb nyersanyagtípusból készült kőeszközök is előfordulnak: pl, andezit és más S-N vulkanitok-metavulkanitok, telérkőzetek, ultrabázitok, metagabbró, amfibolit, nagynyomású metamorfitek (jadeitit, eklogit), kovásodott magnezit, mészkő, homokkő, aleurolit stb. Ezek a magyarországi csiszolt kőeszközök nyersanyagaként jóval ritkábban fordulnak elő.

Az eddigi vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a Dunántúli, Észak-Magyarországi és a Tiszántúli területek csiszolt kőeszközeinek nyersanyaga globális tekintetben eltér egymástól, de néhány regionálisan elterjedt nyersanyagtípus (zöldpala, mész-szilikát szaruszirt, szerpentinit, bazalt), az egész Kárpát medencében (és annak környezetében) széles körben elterjedt.

## PATTINTOTT KŐESZKÖZÖK NYERSANYAGAINAK RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATA PROMPT GAMMA AKTIVÁCIÓS ANALÍZISSEL

Kasztovszky Zsolt - MTA Izotópkutató Intézet, [kzsolt@iki.kfki.hu](mailto:kzsolt@iki.kfki.hu)  
T. Biró Katalin, Markó András, T. Dobosi Viola - Magyar Nemzeti Múzeum

2001 óta számos vizsgálatsorozatot kezdtünk a Magyar Nemzeti Múzeum Őskori Gyűjteményének kőeszköz anyagán. Vizsgálataink célja, hogy a minták fő- és nyomelem összetétele alapján elkülönítsünk makroszkóposan sokszor megkülönböztethetetlen vagy tévesen azonosított kőzettípusokat, ill. a régészeti leletekhez lehetséges nyersanyaglelőhelyet rendeljünk.

A Prompt Gamma Aktivációs Analízis (PGAA), mint roncsolásmentes nukleáris analitikai módszer, alkalmas ép tárgyak térfogati (bulk) elemösszetételének meghatározására. Eddig több, mint 150 különböző anyagú (flint, radiolarit, Szeletai kvarcporfír, obszidián, stb.) pattintott kőeszközt és geológia referencia mintát elemeztünk. Elsősorban a Kárpát-medence területéről de távolabbi területekről (Románia, Horvátország, Ukrajna, Lengyelország ill. a mediterrán régió) is származó mintákat vizsgáltunk.

Eredményeink szerint a PGAA mérések segítségével az obszidián ill. a kvarcporfír minták jól osztályozhatók, míg a magas SiO<sub>2</sub>-tartalmú kőzetek (flint, radiolarit, limnokvarcit, stb.) csoportjai nehezen különíthetők el.

Kutatásainkat 2006-tól 2009-ig az OTKA a K 62874 sz. pályázat keretében támogatja.

### Irodalom

- Markó, A., T. Biró, K. & Kasztovszky, Zs. (2003): Szeletian felsitic porphyry: non-destructive analysis of a classical Paleolithic raw material. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hung.*, 54, pp. 297-314.
- Kasztovszky, Zs. & T. Biró, K. (2004): A kárpáti obszidiánok osztályozása prompt gamma aktivációs analízis segítségével: geológiai és régészeti mintákra vonatkozó első eredmények. *Archeometria Műhely* (elektronikus folyóirat, <http://www.ace.hu/am/>) 2004/1, pp. 9-15.
- Kasztovszky, Zs., T. Biró, K., Markó, A. & Dobosi, V. (2008): Cold neutron prompt gamma activation analysis - a non-destructive method for characterisation of high silica content chipped stone tools and raw materials. *Archaeometry*, 50, 1, pp. 12-29.
- Biró, T. K., Markó, A. & Kasztovszky, Zs. (2005): 'Red' obsidian in the Hungarian Palaeolithic transition in Central and Eastern Europe, *Praehistoria*, 6, pp. 91-101

## A GEOKÉMIAI ÉRTELMEZÉS JELENTŐSÉGE A RÉGÉSZETI KERÁMIÁK EREDETVIZSGÁLATÁBAN - BOLÍVIAI INKA KORÚ LELETEK PÉLDÁJÁN

**Szilágyi Veronika** - MTA Izotópkutató Intézet, [szilagyv@iki.kfki.hu](mailto:szilagyv@iki.kfki.hu)

**Szakmány György** - ELTE FFI Közettan-Geokémiai Tanszék

**Gyarmati János** - Néprajzi Múzeum

**Tóth Mária** - MTA Geokémiai Kutatóintézet

A kerámia a régészeti ásatások során leggyakrabban előkerülő lelet. Mivel mind telep, mind temető kontextusból származhat, a kerámiatárgy minél részletesebb megismerésével az egykori kultúrák olyan életkörülményeinek feltárása válik lehetővé, mint az edénykészítési szokások a mindennapi élet, illetve a temetkezések eseményeihez, vagy a más népcsoportokkal történő kereskedelem. A klasszikus régészeti kerámiavizsgálatnak rendkívül hasznos kiegészítése a modern anyagvizsgálati módszereket alkalmazó archeometriai kutatás. A természetes anyagok mesterséges módosításával előállított kerámia komplex kőzet-ásványtani-geokémiai vizsgálatával azonosítani lehet a tárgyak elkészítéséhez alkalmazott nyersanyagokat (agyag(ok), soványító anyag, bevonat(ok)), illetve a készítési folyamat bizonyos lépéseit.

Az alapvető tudományágak (fizika, kémia, biológia) mellett a geológia-geokémia abban jelent többletet, hogy a természetes, nem vegytiszta anyagok analízisében hosszú múltra visszatekintő tapasztalata van. Emellett az elemek geokémiai (azaz geológiai folyamatokban való) viselkedésére alapozva, valamint a természetes, illetve az azokhoz gyakran igen hasonló mesterséges, kémiai és/vagy fázisösszetételt módosító folyamatok ismeretében képes komplex értelmezést nyújtani olyan bonyolult „életúttal” rendelkező anyagok, tárgyak esetében is, mint a kerámia.

Az előadás néhány példát (pl. helyi nyersanyagra épülő kerámiagyártás azonosítása, import fazekasáru kiszűrése) mutat be a régészeti kerámiák nyersanyagának eredetvizsgálatáról Bolíviából származó, inka kori leletek alapján. Ez az archeometriai kutatás az egykori inka birodalmi központ fazekasságának olyan részleteit tárta fel a régész számára, amely alapján kirajzolódott egy több fazekascsoportra támaszkodó kézműipar képe. Az egyes csoportok kerámiagyártási technikája (alkalmazott nyersanyag, anyag előkészítés-soványítás) jelzi a térségben élő vagy azzal kapcsolatot tartó népcsoportok közötti különbségeket is.

# TERMOLUMINESZCENS KORMEGHATÁROZÁS ÉS EREDETISÉGVIZSGÁLAT TERRAKOTTA MŰALKOTÁSOKON

Sipos György

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

[gyuri@earth.geo.u-szeged.hu](mailto:gyuri@earth.geo.u-szeged.hu)

A termolumineszcencia (TL) olyan fény, amelyet melegítés (izzításhoz szükségesnél kisebb) hatására bocsátanak ki különböző kristályos szerkezetű anyagok. A lumineszcens kormeghatározás elsősorban a kvarc és földpát kristályok ilyen irányú tulajdonságait használja fel. Ezekben a lumineszcens fény kialakulása két lépcsőben megy végbe. Elsőként a kristályok környezetében található természetes radioaktív elemek ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) bomlása során keletkező ionizáló sugárzás, valamint a kozmikus sugárzás hatására a kristályrácsban található elektronok magasabb energiaszintre kerülnek, illetve ott hosszú időre csapdázódnak. Ezt követően, amint a kristályokat hőhatás éri (400-500°C), az elektronok csapdáikat elhagyják és alacsonyabb energiaszintre esve lumineszcens fotonokat bocsátanak ki. A csapdázódó elektronok száma, illetve a lumineszcens fényintenzitás két dologtól: 1) a sugárzás időbeli hosszától és 2) a radioaktív elemek koncentrációjától függ elsősorban.

Cserép és terrakotta tárgyak kiégetésekor a lumineszcens csapdák kvázi ürülnek, így a készítést követően újraindul az elektronok csapdázódása, a lumineszcens jel felhalmozódása és tárolódása. A laboratóriumi vizsgálatok során tulajdonképpen a kiégetés óta eltelt időben csapdázódott elektronok számára, a készítés óta eltelt időre következtethetünk a minta újbóli melegítése és a lumineszcens fotonok detektálása által.

Termolumineszcens vizsgálatainkat a Szépművészeti Múzeum Régi Szobor Gyűjteményének 22 db terrakotta műtárgyán végeztük. A lumineszcens mérések elsődleges célja annak meghatározása volt, hogy a vizsgált műtárgyak eredetiek-e, avagy sem, azaz reneszánsz, illetve barokk korúak-e, avagy a XIX. században keletkeztek.

A mérések során az ún. additív módszert alkalmaztuk. Először a minták egyes részmintáiban hevítés segítségével meghatároztuk a természetesen felhalmozódott lumineszcens fény intenzitását. Ezután más mintarészeket növekvő mértékű mesterséges besugárzásnak tettünk ki, majd ezek esetében is megmértük a fényintenzitást. A különböző dózisokra (besugárzásokra) adott lumineszcens válaszok alapján felállítható egy dózis - lumineszcens fény összefüggés, melynek extrapolálásával meghatározható a mintában a kiégetés óta elnyelt dózis nagysága. A radioaktívelem-koncentrációt részben saját mérések, részben irodalmi adatok alapján határoztuk meg, ebből számítottuk a mintát érő éves dózis mennyiségét, azaz a dózisteljesítményt. A dózis, illetve a dózisteljesítmény hányadosa adja a kiégetés óta eltelt időt. A számítások során viszonylag nagy hibákat alkalmaztunk, így a koradatokat 20-30 %-os bizonytalansággal tudtuk megadni. Ez a legtöbb esetben elegendő volt az eredetiség meghatározásához.

A vizsgált tárgyak közül 5 db eredetisége vitatható, ezek készítése keltezhető a XIX. századra. Azon 16 db tárgy közül, melyeknek szerzője ismert 3 db eredetisége vitatható, míg 1 db eredetisége megkérdőjelezhető. Esetében további számítások, illetve radioaktívelem-koncentrációra vonatkozó pontosabb mérések segítségével a készítés kora pontosítható. A 22 db műtárgy közül összesen 9 db adódott reneszánsz, míg további 7 barokk korúnak. A mért adatok művészettörténeti szempontú értékelése folyamatban van.

## TÖRÖKKORI HIDRAULIKUS VAKOLATOK A BUDAPESTI CSÁSZÁR-FÜRDŐBŐL

**Pintér Farkas** - Naturwissenschaftliches Labor-Bundesdenkmalamt,  
Bécs, Ausztria, [farkas.pinter@bda.at](mailto:farkas.pinter@bda.at)

**Bajnóczi Bernadett, Tóth Mária** - MTA Geokémiai Kutatóintézet, Budapest

**Lászay Judit** - Kulturális Örökségvédelmi Hivatal, Budapest

**Johannes Weber** - Institute of Art and Technology - Conservation Sciences,  
University of Applied Arts, Bécs, Ausztria

Történeti habarcsok és vakolatok ásványtani-geokémiai célú vizsgálata hosszú múltra visszatekintő interdiszciplináris kutatási terület. Az archeometriai célú akadémiai kutatásokon túl azonban nem elhanyagolható a restaurátori munkákhoz kapcsolódó, a helyreállítást és megfelelő receptura kiválasztását elősegítő vizsgálatok szerepe sem. A budai Császár-fürdő 16. századi habarcsainak esetében szintén a művészettörténeti-restaurátori feladatokat támogató, magyar viszonylatban egyedülállónak számító, alkalmazott ásványtani és geokémiai kutatás nemcsak új tudományos eredményekkel szolgált, de új adatokkal is bővítette a téглаörleményes vakolatok összetételének és készítési technológiájának ismeretanyagát.

A fürdő belső teréből származó vöröses színárnyalatú vakolatok, ill. fehér falazóhabarcsok összetételét, szöveti tulajdonságait polarizációs mikroszkópi, röntgenpordiffrakciós és pásztázó-elektronmikroszkópos módszerekkel vizsgáltuk. Az eddigi megfigyelések részben egybecsengenek a szakirodalomban fellelhető adatokkal, de új, az eddigi ismeretek alapján nem várt eredmények is születtek. A nedves környezetben már a rómaiak által is használt téглаörleményes és hidraulikus tulajdonságokkal bíró ún. cocchiopesto vagy horasan habarcsok az Oszmán Birodalomban is közismert építőanyagok számítottak elsősorban vízvezetékek, medencék és fürdők építésénél. A budai Császár-fürdőben megjelenő vakolatok és habarcsok is ebbe a kategóriába sorolhatók, az eddigi vizsgálatok alapján feltételezhető azonban, hogy vízálló tulajdonságaikat nemcsak a téглаörlemény látens hidraulikus tulajdonságainak köszönhetik, hanem a habarcs készítéséhez felhasznált, nem csupán tiszta kalciumkarbonátból álló, hanem feltételezhetően szilikát komponenseket is tartalmazó mészkövek, márgák égetése során létrejövő, majd a készítésnél használt vízzel reagálva kalciumszilikát- és kalciumaluminát-hidrát fázisokat létrehozó reakcióknak is. Ez utóbbi folyamatokra egyértelműen utalnak a zónás szerkezetű és magas Si-tartalmú ún. mészcsoomók, az alapanyag helyenként igen magas Si:Ca aránya, az amorf fázis tartalom, és a helyenként CSH-fázisoknak megfelelő ún. kártyavár szerkezetű kötőanyag jelenléte, amely megjelenésre analóg példákat eddig csak 19.-századi románcementekben figyeltek meg. A vizsgálatok valószínűleg nem fognak tudni konkrét választ adni arra a kérdésre, miszerint szándékos vagy véletlen volt-e a szilikáttartalmú meszes nyersanyag kiválasztása a „mészégetéshez”, amely anyagok eddig ismert első tudatos felhasználását a 18. század végétől ismerjük, azonban mindenképpen új eredményekkel szolgálnak mind a hazai, mind az európai törökkori kötőanyagok készítési technológiáját és felhasználását, ill. a művészettörténeti-restaurátori feladatok elősegítését illetőleg.



## HOGYAN ÉS MIBŐL KÉSZÜLHETTEK A SZARMATA ÉS AVAR ÜVEGGYÖNGYÖK? PÉLDÁK A MIKROSZÖVET ÉS A KÉMIAI ÖSSZETÉTEL GEOKÉMIAI ÉRTELMEZÉSÉRE

Fórizs István, Nagy Géza, Tóth Mária - MTA Geokémiai Kutatóintézet

[forizs@geochem.hu](mailto:forizs@geochem.hu)

Pásztor Adrien - Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal

Az üvegtárgyak közül a történelem folyamán az egyik legnagyobb sikerű tárgy az üvegyöngy volt. Gazdag formai és színbeli változatossággal készültek. A szarmata (III-IV. sz.), de még inkább az avar (VI-IX. sz.) sírokból nagy számban kerülnek elő. A kémiai összetételük egyértelműen azt mutatja, hogy a szarmaták nem az üvegtárgy készítésükről méltán híres rómaiaktól szerezték be az üvegeiket - pedig kiterjedt kereskedelmi kapcsolat volt közöttük -, hanem maguk állították azokat elő.

Az avar vörös opak üvegyöngyök zárványainak kémiai összetétele és morfológiája pedig arról árulkodik, hogy egy keletről hozott készítési módszert alkalmaztak a vörös üvegek előállítására. Ezen túl még az is fontos új felismerés, hogy az adalékanyagok közül mit milyen formában és miért tettek az üvegbe, ill. hány lépésben készült az opak üveg.

## MANZONI MESTER MAJOLIKA TINTATARTÓJA

Bajnóczi Bernadett, Tóth Mária, Dobosi Gábor

MTA Geokémiai Kutatóintézet, [bajnoczi@geochem.hu](mailto:bajnoczi@geochem.hu)

Balla Gabriella, Csontos Katalin - Iparművészeti Múzeum

Az Iparművészeti Múzeum a Reneszánsz Év-2008 program részeként a 15. század végi itáliai luxusművesség kiemelt műfaját, a majolikaművészetet mutatta be a „Beatrix hozománya - Az itáliai majolikaművészet és Mátyás király udvara” c. tárlattal. A kiállítás anyagának része volt az Iparművészeti Múzeum gyűjteményének egy jelentős darabja, a Giovanni di Nicola Manzoni mester által, valószínűleg Colle Val d'Elsa-ban (Toszkána), 1510 körül készült tintatartó. A kiállításban külön, kiemelt helyen szerepel ez a világon egyedülálló, sokalakos kompozíció. Ez a tintatartó az eddig, ismert oroszlanokon nyugvó típusnak egyetlen, két eseményt - Krisztus születését és a Háromkirályok imádatát - bemutató körfeliratos, mesternévvvel ellátott darabja.

A művészettörténeti jelentősége mellett a tintatartó a restaurálási munkák között kiemelkedő helyet foglalt el. A restaurálást megelőző anyagvizsgálatok elsősorban arra irányultak, hogy a tárgy korábbi bizonytalan minősítését (tintatartó) igazolják, emellett az esetleges anyaghasználati és technológiai specifikumokat (alapanyag és máz geokémiai ujjlenyomatai) feltárják, ezzel a származási hely, műhely meghatározásához adatokkal szolgálnak.

Jelen előadásban a kerámia és a máz (röntgen-pordiffrakcióval meghatározott) fázisösszetétele, valamint a kis mintavétel lehetősége miatt mikroszondával végzett mikroszöveti és geokémiai elemzések eredményeit mutatjuk be. A vizsgálati eredményekből az ón-ólommázzal borított kerámiák (majolika, fajansz) kerámiateste, máza és festése során felhasznált alapanyagokra és az alkalmazott technológia jellegzetességeire (pl. kiégetési hőmérséklet) utaló bélyegeket ismertetjük abból a szempontból, hogy az alkalmazott technikák hol és milyen mértékben szorulnak más, kiegészítő eljárásra.

A test finomszemcsés, mikropórusos barnásvörös kerámia. Fázisösszetétele (kvarc, diopszid, gehlenit, plagioklász, kálföldpát és hematit) alapján alapanyagként közönséges meszes téglagyag valószínűsíthető, amelyből a tárgyat 850-950°C közötti hőmérsékleten égették ki. A kerámiatestet borító fehér, ón-ólomtartalmú szilikátmázban többféle zárvány fordul elő, pl. kvarc, földpát, kassziterit ( $\text{SnO}_2$ ). Ez utóbbi a máz üveges alapanyagában egyetlen eloszlásban, 1-2  $\mu\text{m}$  nagyságú sajátalakú szemcsékként jelenik meg, morfológiája alapján újrakristályosodott fázis. Az ólom-szilikátüveghez homályosítóként adott  $\text{SnO}_2$  a máz kiégetése során reagál a 600-650°C hőmérsékleten kialakuló ólom-szilikátokkal, majd megolvad, és 700°C felett újra kiválik. A rekrisztallizált kassziterit megjelenése a máz 700°C feletti és 1200°C alatti kiégetési hőmérsékletének jelzője (Tite et al. 2008). Mivel a második kiégetés szükségszerűen kisebb hőmérsékleten történt, mint az első - a kerámiatest túlzott felmelegedésének elkerülése végett -, a tintatartó esetében 700-950°C közötti mázégetési hőmérséklet feltételezhető.

### Irodalom

Tite, M., Pradell, T. & Shortland, A. (2008): Discovery, production and use of tin-based opacifiers in glasses, enamels and glazes from the Late Iron Age onwards: a reassessment. *Archaeometry*, 50, pp. 67-84.