

# ARCHAOMETRICAL ANALYSIS OF NEOLITHIC POTTERY AND COMPARISON TO POTENTIAL SOURCES OF RAW MATERIALS IN THEIR IMMEDIATE ENVIRONMENT - APPLICATION OF NEW ANALYTICAL, NON-DESTRUCTIVE X-RAY TECHNIQUES AND SR ISOTOPE MEASUREMENTS

TAUBALD, HEINRICH<sup>1</sup> & BIRÓ, KATALIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tübingen University, 72074 Tübingen, Wilhelmstr. 56, [taubald@uni-tuebingen.de](mailto:taubald@uni-tuebingen.de)

<sup>2</sup>Hungarian National Museum, 1088 Budapest Múzeum krt. 14-16.

## **Kivonat**

*A Tübingeni Egyetem és a Magyar Nemzeti Múzeum együttműködésében régészeti és geológiai mintákat vizsgálunk több újkőkori lelőhelyről egy új MÖB-DAAD program keretében, amely 2005-2006 folyamán valósul meg. Valamennyi vizsgálandó lelőhely magyarországi, a közelmúltban végzett ásatások eredménye, és jelentős leletanyagot szolgáltatott. Ebben a tanulmányban a kerámia vizsgálatára alkalmazható természettudományos módszereket foglaljuk össze, amelyeket a program során megvalósítunk. Vizsgálataink elsődleges célja a kerámia előállítás kérdéseinek vizsgálata, miszerint helyben és helyi nyersanyagból készültek-e az edények, esetleg a hozzávalókat vagy a kész edényeket kisebb-nagyobb távolságból szállították. Vizsgáljuk a nyersanyagfelhasználást, a lelőhelyek talajának, a környező agyagos üledések és a kerámia kémiai összetételének és kőzettani jellemzőinek összefüggését és az előállítási folyamatot (pl. égetési hőmérséklet és soványító adalékanyagok). Részletesen foglalkozunk a Sr-izotóp vizsgálatok alkalmazási lehetőségével és egy új, roncsolásmentes XRF technikával. Továbbá, összehasonlítjuk a különböző XRF módszereket, beleértve a roncsolásmentes technikát is.*

KULCSSZAVAK: KERÁMIA VIZSGÁLATOK, ÚJKÖKOR, XRF, SR-IZOTÓP VIZSGÁLATOK

## **Abstract**

*In collaboration of Tübingen University and the Hungarian National Museum, archaeological and geological samples from different Neolithic excavation sites and their geographical surroundings will be investigated, the a new MÖB-DAAD project lasts from 2005 to 2006. All sites are located in Hungary and have ample scientific evidences. State of the art analytical methods will be applied to evaluate the history of pottery production (question of on-site production or transportation), usage of raw material (geochemical and/or petrological correlation between clay deposits and pottery) and production processes (e.g. firing temperatures, temper). Analytical details and applicability of Sr-isotope method and a new non destructive XRF technique are described. In addition, different XRF methods are compared, including a non destructive method.*

KEYWORDS: POTTERY ANALYSIS, NEOLITHIC PERIOD, XRF, SR-ISOTOPE ANALYSIS

## **Introduction**

In course of former DAAD-MÖB collaboration, we have established excellent working connection between Hungarian and German partners (Tübingen University, Hungarian National Museum, Eötvös Loránd University and the Geochemical Research Laboratory of the HAS). The program "Archaeometrical study of Roman and Mediaeval Marbles in Hungary" was successful in clarifying the provenance of the marble relics found at Heténypuszta Roman fortress, and has completed our knowledge on marble quarries in and around the province of

Pannonia. The idea and necessity of a new joint research devoted to pottery emerged already during the former joint project. In continuation to this very successful exchange project in the years of 2001 and 2002, we are glad to have financial support by German DAAD and Hungarian MÖB for a new project to be carried out in 2005 and 2006. The new project's objective is prehistoric study of ancient pottery and its raw materials in Hungary.

Pottery production is one of the most important crafts of prehistoric communities. Most of the archaeological evidences were recovered from sherds and different ceramics, which were excavated on habitation sites as well as cemeteries.

Therefore, pottery has served for long as the basic starting point of archaeological analysis of a site. Material characteristics of the ceramics may depend on many complex factors: technological, regional, cultural and functional ones. Our project intends to deal mainly with regional factors, comparing local sediments with the material of early ceramics all over Hungary.

Our planned analysis is aimed at a systematic study of the regional factor, as one aspect of problems connected with prehistoric pottery production. By this, we hope to get closer to solving archaeological, petrological and historical problems emerging in the study of pottery.

The scientific approach of our work is to compare the mineralogical, petrological and geochemical composition of ceramics and local sediments (clay, silty clay, sand, etc.). The latter are supposed to be raw materials for pottery making in five selected localities (see Fig. 1): Vörs (SW-Hungary), Kup (W-Hungary), Szarvas-Endrőd (SE-Hungary), Aggtelek-Baradla (N-Hungary), Tiszaszőlös-Domaháza (E-Hungary). These sites were selected in the planning phase of the project; in the implementation phase, we have completed them by further important localities (see Map). These sites represent different geological areas in the Carpathian-Basin. Raw materials around Vörs, Szarvas-Endrőd and Tiszaszőlös can be characterised by young river sediments of two different water catchment areas (gathering grounds of river Danube and Tisza), while Aggtelek-Baradla and Kup are situated in piedmont areas characterised by Mesozoic sedimentary and Palaeozoic sedimentary and low grade metamorphic rocks. All of the samples originate from modern excavations with ample scientific evidences (soil samples for silting included). The

pottery is characteristic on regional level in respect of style and form.

Geochemical characterisation of sediments from these geological areas has not been done yet. The results of sediments analysis will be compared to the petro-archaeological results obtained from prehistoric pottery. We will apply state of the art analytical facilities to get the best information possible about the investigated samples:

- NAA (Neutron Activation Analysis for chemical composition)
- PGAA (Prompt Gamma Activation Analysis for chemical composition)
- XRD (X-ray Diffraction for mineralogical phase analysis)
- EPMA (Electron Probe Micro Analysis for chemical composition, if necessary)
- Isotope geochemistry (Sr-isotope analysis for identification of source materials)
- XRF (X-ray Fluorescence analysis for chemical composition)

Intensive personal scientific exchange between Budapest and Tübingen will help to make use of the analytical measurements, as much as possible.

#### *Sr-isotope techniques:*

Strontium isotope measurements in this project will be one particular application of radiogenic isotope techniques to solve archaeological problems. Strontium isotopic data presumably will help in differentiation/comparison between various sherds and raw materials. (for further details regarding the application of Sr see PINTÉR, 2005).



**Fig. 1:**  
Localities of archaeological excavations in Hungary, selected for sampling in the frame of the project.

The first pioneering work is also reported by the Geochemical Laboratories in Tübingen in the 90s, a project that focused on chemical and isotopic studies of Trojan sherds. Applying Rb-Sr, Sm-Nd and REE techniques, one was able to distinguish between different localities of production and proved the import of Mycenaean ware to Troy (KNACKE-LOY, 1994).

For detailed isotope analysis about 50 mg of powdered sample is required (applicable for Sr as well for Nd, or other isotope systems). The samples are digested over night with HF-HClO<sub>4</sub> and then kept at 170°C for another 6 days to dissolve also accessory minerals. Sr is then separated from the solution by adding 5 ml sample solution to a cation-chromatography resin (see Fig 2). The separation of Sr from other elements is necessary to avoid peak overlapping, caused by other isotopes with the same atomic mass in the mass spectrometer (e.g. <sup>87</sup>Rb and <sup>87</sup>Sr). Since Sr is usually present in the samples in a relatively low concentration (few ppm), all chemical steps are carried out in an ultra-clean lab (see Fig. 3), in order to avoid contamination.

Strontium isotopic ratios (<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratio) are measured with a Finnigan MAT 262 Thermion-mass-spectrometer, calibrated with international standards. Four Sr isotopes, namely Sr-84, Sr-86, Sr-87 and Sr-88 naturally exist.



**Fig. 2:** Cation exchange chromatography resin in cigarette-like columns, designed especially to separate Sr from other elements. The carousel is placed in an ultra-clean fume hood in the clean lab.

A portion of Sr-87 is formed by  $\beta$ -decay of primordial radioactive Rb-87, thus Sr-87 is called radiogenic isotope in Geochemistry. It implies that due to different original Sr and Rb concentrations and formation times, different clay sources presumably have different <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios. These isotopic ratios are not influenced by transport of raw material, fabrication or firing of sherds and thus can provide a not erasable fingerprint for a clay source (Knacke-Loy, 1994).

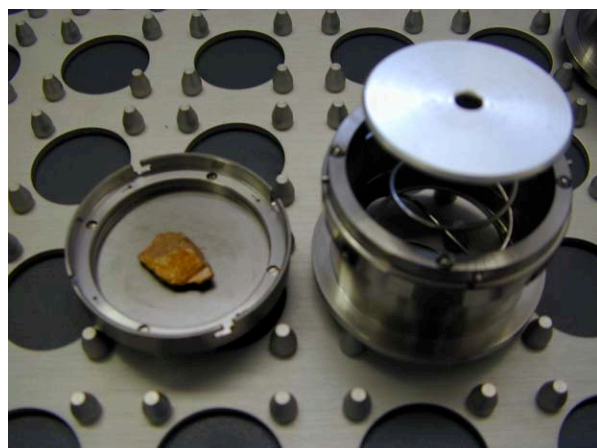


**Fig. 3:** One of the working benches in the geochemistry clean-lab at Tübingen University. In this laboratory the amount of air particles is reduced with filter systems to a minimum, the fume hood inside the lab provide even better conditions in order to avoid contamination of Sr (or Nd) from the sample to be analysed by other sources.

It has been used in Geosciences for a long time. It has proved its performance for generations of geologists and geochemists, as it is suitable for measurement of a couple of interesting elements. Of course, not all the elements can be analysed with the same precision and accuracy with all methods, but with the variety of analytical facilities to be applied in this project we might have a chance to get almost the complete system of elements, since the different chemical methods complement one another in a perfect way.

Conventional XRF methods, however, were destructive, where at least 1.5 g sample powder was required to fabricate a fused bead on which the chemical composition was analysed. For more than five years now, there is the possibility to get quantitative chemical information with XRF in a non-destructive way. All you need is a specimen small enough to fit in your sample holder (about 4 cm in diameter) and even enough to cover an 8 mm aperture homogeneously (see Fig. 4 and 5).

Up to now only qualitative analysis was possible this way; recently, due to improved analytical performance as well as software skills (complex matrix correction with variable  $\alpha$ -parameters) also quantitative measurements can be done without destroying the specimen.  $\alpha$ -parameters are required to correct the results for significant analytical effects produced by variable matrices (e.g. SiO<sub>2</sub>-rich or poor, heavy or light, liquid or solid, etc.). Formerly a certain  $\alpha$ -parameter was required and has to be determined for each individual matrix.



**Fig. 4:** Small archaeological sample (1.5 cm in diameter) in an open sample holder for XRF analysis.



**Fig. 5:** Three XRF sample holders (closed, upside down), one with a conventional 34 mm window, the other two with 8 mm window, containing a rock-specimen (left) and a gold-foil (right) inside.

Due to improved software capacity XRF machines are now able to calculate a specific  $\alpha$ -parameter within a few seconds by an iterative mathematical process, applicable only to your individual sample. This advantage allows for the quantification of data that could formerly only be used in a qualitative way. However, as the analytical precision usually is better for the conventional, standardized method, these new application is also called “semi-quantitative”. Detection limits and precision of the instrument depend on acquisition time. For most elements heavier than Na detection limits are usually 50 – 100 ppm, some elements however go down to 5 ppm. Corresponding analyses times vary between 10 min and approximately 3h, also depending on how many elements are of interest.

In order to show the differences, the analysis of a fused bead of one sample (PF1) measured with three different methods is displayed in Table 1. In the table, “standard 1.5h” stands for the conventional calibrated method, whereas “std.less 30 min” means the same sample (fused bead) measured with a standard less, 30 min-method in 1/3 time, and “std.less 30 min powder” means the same sample, but this time as rock-powder, measured with a standard-less, 30 min method in 1/3 time. One can see that for the major elements, as well as for many trace elements all three

methods give values that are in good agreement with each other, which also certifies the applicability of the standard less methods.

### Conclusion

Archaeological and geological samples from five selected Hungarian Neolithic localities will be analysed with state of the art analytical facilities in order to compare products and raw materials. Two of them are described in detail in this paper. Unfortunately no results from samples of this project are available yet at the time of writing. New data will be published here soon.

### References:

PINTÉR, F. (2005): Provenance study of the Early Iron Age Knobbed ware in Troia, NW Turkey and the Balkans: Petrographic, geochemical and isotope geochemical evidence. *PhD-thesis, University of Tübingen, Germany*, 242 pages (in English).

KNACKE-LOY, O. (1994): Isotopen-geochemische, chemische und petrographische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung der bronzezeitlichen Keramik von Troia. *Heidelberger Geowissenschaftliche Abhandlungen, 77*, Heidelberg 1994, 193 pages (in German).

Sample	SiO2 (%)	TiO2 (%)	Al2O3 (%)	Fe2O3 (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na2O (%)	K2O (%)	P2O5 (%)	LOI (%)
PF1 std.less 30 min.	62,56	0,63	16,78	3,67	0,06	1,54	4,45	3,61	4,28	0,41	1,20
PF1 std.less powder 30 min.	61,58	0,68	17,64	4,08	0,07	1,68	4,87	3,87	4,77	0,53	
PF1 standard 1,5h	63,59	0,63	16,65	3,81	0,07	1,80	4,32	3,71	3,96	0,50	1,20
	Ba (PPM)	Co (PPM)	Cr (PPM)	Ni (PPM)	Rb (PPM)	Sr (PPM)	V (PPM)	Y (PPM)	Zn (PPM)	Zr (PPM)	Ce (PPM)
PF1 std.less 30 min.	1284	0	0	0	114	594	3	10	1	513	122
PF1 std.less powder 30 min.	1156	0	0	0	120	550	46	12	84	324	72
PF1 standard 1,5h	1140	11	41	10	117	480	56	29	49	332	113
	Eu (PPM)	La (PPM)	Nb (PPM)	Nd (PPM)	Pb (PPM)	Sm (PPM)	Th (PPM)	U (PPM)	Yb (PPM)	Sum (%)	
PF1 std.less 30 min.	0	61	0	37	64	0	0	18	0	99,45	
PF1 std.less powder 30 min.	0	35	33	32	19	8	0	0	0	100,00	
PF1 standard 1,5h	1	63	0	47	32	6	5	1	2	100,49	

**Table 1:** Comparison of different XRF methods applied of the same rock specimen. One can see that for most elements they are in good agreement. For further details see text.

# A KÖRÖS-KULTÚRA ÉSZAKI ELTERJEDÉSI HATÁRÁNAK PROBLEMATIKÁJA A TISZASZŐLŐS–DOMAHÁZA-PUSZTÁN VÉGZETT ÁSATÁS EREDMÉNYEINEK FÉNYÉBEN<sup>1</sup>

DOMBORÓCZKI LÁSZLÓ

Eger, Dobó István Vármúzeum

E-mail: [domboroczki@div.iif.hu](mailto:domboroczki@div.iif.hu)

## **Abstract**

*Until now almost every possible neolithisation scenario of the Great Hungarian Plain has been sketched. That is why the task of the future research can not be so much to conceive new theories as to test the older ones. These are differing mainly about the presumed role the Mesolithic aboriginals played in the process.*

*According to the hitherto dominant view, the southern settlers of the Körös culture wandered up to the middle of the Great Hungarian Plain, where the local unfamiliar ecological endowments and the resistance of the aboriginals forced them to stop, leaving them the only possibility to detour to the east and colonise with smaller settlements the Upper Tisza and Szamos region. In the formation of the ALPC to the local Mesolithic inhabitants was attached decisive importance, who in the course of a long side by side living with the Körös culture and after a rapid acculturation process took over every aspects of the Neolithic novelties and finally even conquer the territory of the Körös culture.*

*Recently, partly due to research done in Heves County, we have managed to paint more realistic picture on the ALPC. Since we have new results from the sphere of the Körös culture as well, thanks to the recent discovery and excavation of a Körös site at Tiszaszőlős–Domaháza-pusztá, we can contribute to the discussion of the neolithisation in possession of rich comparative material. Based on these, we attribute much greater impact to the Körös culture in the development of the ALPC than before, so we can justify just those earlier opinions which ascribed only marginal role to the local Mesolithic population – at least in this early phase of the process.*

*In this paper we made a short report on the discovery and excavation of the Körös site at Tiszaszőlős escorted by some find-scattering maps and characteristic finds of the site and draw some preliminary conclusions on the so far analysed material.*

KEYWORDS: NEOLITHIC PERIOD, KÖRÖS CULTURE

KULCSSZAVAK: NEOLITIKUM, KÖRÖS-KULTÚRA

## **A Körös-kultúra elterjedésének északi határa a Tisza-vidéken**

Banner János, 1932-es munkájában, mely egyben a Körös-kultúra első összefoglalásának is tekinthető, a kultúra törzsterületét – három lelőhelytől eltekintve – a Tisza-, a Körös-, a Maros- és az Aranka-folyók által közrefogott területre, illetve attól délre, az Al-Dunáig elterülő, alföldi vidékre helyezte<sup>2</sup>. A három kivételnek számító lelőhely közül Halas–Majsa a Kiskunság területén, míg Bodrogkeresztúr és Rakamaz a Felső-Tisza vidékén található. Két utóbbi lelőhely igen távol esett a Körös-menti törzsterülettől, a későbbi összefoglalásokból ki is kerültek, Banner J. annak idején mégis komoly jelentőséget tulajdonított nekik.

A bodrogkeresztúri lelőhely az 1930-as évek elejéig stratigráfiai jelentőséggel bírt: ez lett volna az a lelőhely, ahol a Körös-leletek a Tiszai-réteg

fölött kerültek volna elő, így ez igazolta volna azt a néhány évvel később Banner J. által is revideált álláspontot, miszerint a Körös-kultúra a Tiszai-kultúra III. fázisát jelentené<sup>3</sup>. A másik, Rakamaz és Timár községek között vélelmezett Körös-lelőhely, mely Jósa A. bejelentése nyomán vált ismertté<sup>4</sup>, egy partomlásból származott. Mivel több korszak leleteinek keverékét mutatta, valószínűleg ezért kezelték fenntartásokkal a későbbiekben.

Kutzián Ida 1944-es Körös-monográfiájában a bodrogkeresztúri és a rakamazi lelőhelyek már lekerültek az elterjedési térképről. Ekkorra a Körös-kultúra legészakibb – bár szintén magányos – lelőhelyét Tiszaörvény–Malompart jelentette, ahonnan egy csipkézett szélű és egy körömcsípéses töredék került 1939-ben a Magyar Nemzeti Múzeumba<sup>5</sup>. Mivel csak két szórvány cserépdarabról volt szó, ezért a lelőhelyet bizonytalan helyszíneként kezelték – a későbbi összefoglalásokból ez a helyszín úgyszintén kimaradt.

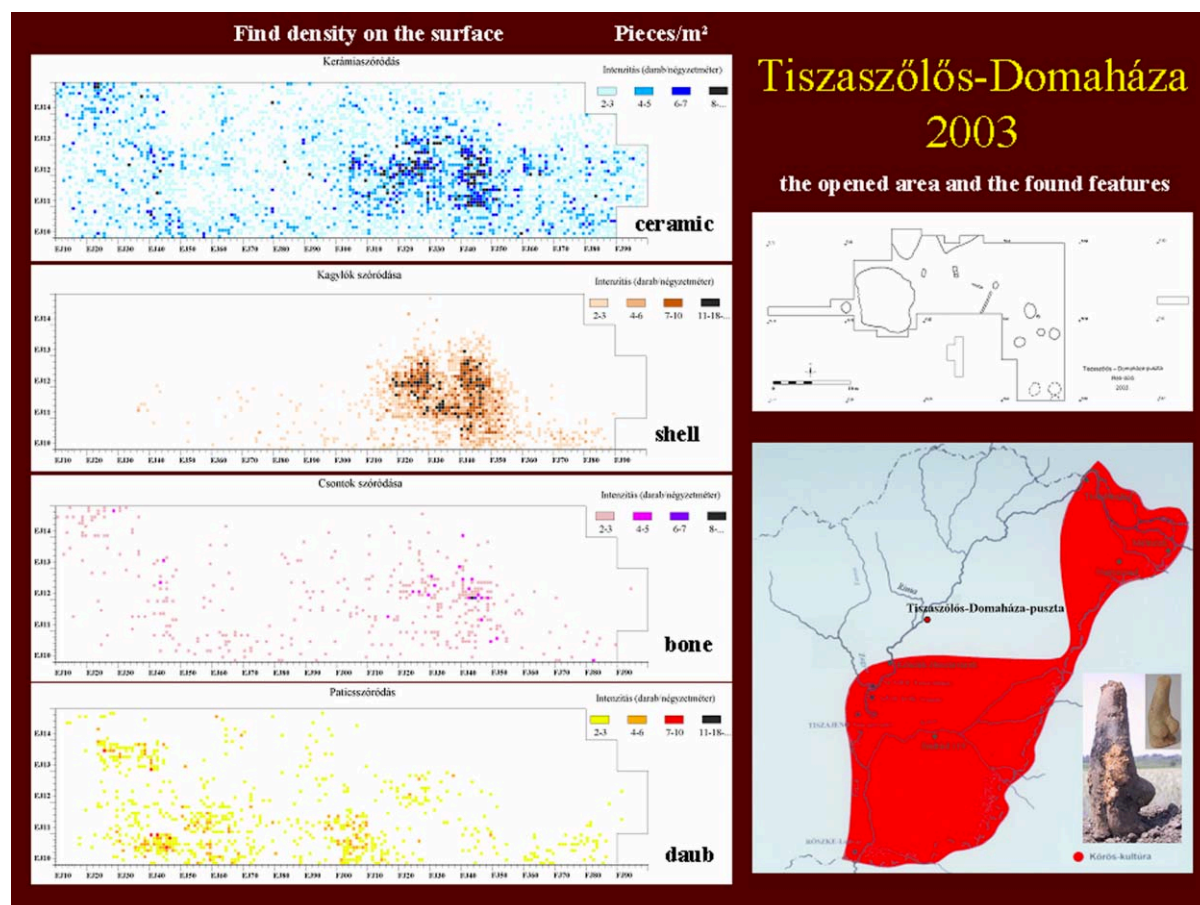


1. ábra: Ibrány, felszíni leletek (2004)

A törzsterület északi határa ekkoriban már Szolnok magasságában húzódott, az 1933-ban a Szolnoki Múzeumnak ajándékozott Zagyva-parti leletnek és a tószegi megfigyeléseknek köszönhetően.<sup>6</sup>

Az 1950-60-as években a Körös-kultúra lelőhelyeit is feltérképező terepbejárások Magyarországon elsősorban a Szolnoktól délre eső területekre és a bihari Berettyó-völgyre korlátozódtak<sup>7</sup>, a kultúra Szolnok környéki északi elterjedési határa egészen a hetvenes évek elejéig változatlan maradt.<sup>8</sup> Erdély területén ezzel szemben több Körös-lelőhely is ismertté vált<sup>9</sup>. A Körös-kultúra legészakabbi lelőhelye a Homoród-patak mentén lévő Felsőhomoród lett, de Szalacsról és Érmihályfalváról is előkerültek olyan felszíni leletek (Szolnok magasságától északra!) melyek alapján mostantól a Körös-kultúra népének az Érmellék mentén történő északra hatolásával számolhattak a kutatók.<sup>10</sup> Noha a kultúra ismert

lelőhelyei jelentős számban növekedtek<sup>11</sup>, a Közép-Tisza-vidéken az északi elterjedési határ olyannyira stabilnak tűnt, hogy Kalicz Nándor és Makkay János az AVK genezisést vizsgáló 1966-os majd 1972-es tanulmányukban a Körös-kultúra geográfiai viszonyokhoz nem igazodó, az Alföld közepén húzódó elterjedési határát a helyi mezolitikus alapnépesség ellenállásával indokolhatták.<sup>12</sup> Az általuk ekkor körvonalazott, az AVK legkorábbi fázisát képező Szatmár-csoport lelőhelyei ráadásul szintén e határsávtól északra kerültek elő<sup>13</sup>, ezért a határvonal megléte mindkét oldalról indokolhatóan tűnt<sup>14</sup>. Néhány Kunhegyes környéki szórvány Körös-lelet alapján<sup>15</sup> a határvonalat végül a Kunhegyes–Berettyóújfalu vonalon rögzítették<sup>16</sup>, így a Szatmár-csoport területe a Körös-kultúra északi komplementereként lett értelmezve, a Szatmár-csoportot és ezáltal az AVK alapnépességét pedig a helyi mezolitikus népelemekhez kötötték.



2. ábra: Tiszaszőlős-Domaháza, leletsűrűség

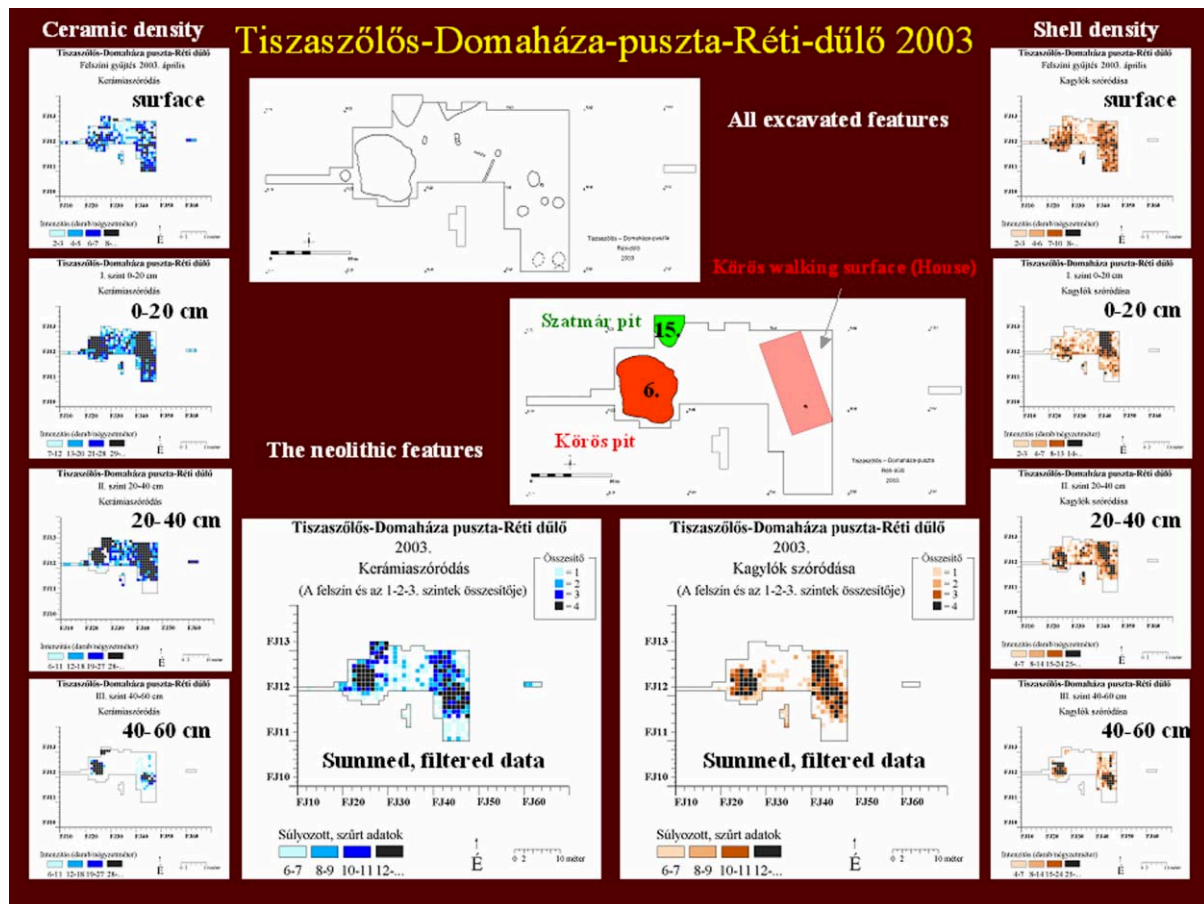
Az 1973-ban Méhtelken megkezdett ásatás jelentős fordulatot hozott a Körös-kultúra kutatásában<sup>17</sup>. Kalicz N. és Makkay J. felismerték, hogy a méhtelki és a felsőhomoródi Körös-leletek egy időhorizontba helyezhetők a korábban általuk a Szatmár-csoport első, idősebb fázisaként definiált tiszabezdédi és nagyecsed-i leletekkel, ezért rájuk inkább a Körös-kultúra elnevezést tartották helyesnek<sup>18</sup>. Így viszont a Szamos vidéken a Körös-kultúra zárt tömbje kezdett körvonalazódni, és a továbbiakban már csak a Szatmár-csoport második, fiatalabb fázisának leletei képviselték az átmenetet az AVK korszak felé.

Az 1970-es években, elsősorban Raczy Pál terepmunkáinak köszönhetően, Szolnoktól északra több helyen is sikerült kimutatni a Körös-kultúra jelenlétét, azonban az új lelőhelyek a Közép-Tisza vidékén még így sem lépték át a Kalicz N. és Makkay J. által meghúzott Kunhegyes-Berettyóújfalu vonalat<sup>19</sup>. 1971-72-ben a Szolnoktól 20 km-re északkeletre fekvő Nagykörű határában, gyümölcsfa telepítést előkészítő mélyszántás során kerültek magánygyűjtőkhöz olyan leletek, melyek néhány évvel később magukra vonták a figyelmet,<sup>20</sup> 1974-ben pedig, a kötelki határában, Nagykörűtől

további 5 km-re északra, egy leletmentés során került elő egy Körös- és egy Szatmár-gödör.<sup>21</sup> A kötelki ásatás leletei, a Szolnoki Múzeumba Selmeczi László gyűjtéseként bekerült tiszagyendai leletekkel<sup>22</sup> együtt, közel három évtizeden keresztül a legészakabbi Körös-leleteknek számítottak a Közép-Tisza-vidéken.

Az 1970-es években a Hortobágy-Berettyó és a Körösök vidékén is megszorodtak az ismert Körös-lelőhelyek, meghozzá rendkívüli mértékben. Békés megyében, a szeghalmi<sup>23</sup> és szarvasi<sup>24</sup> járások területén végzett módszeres terepbejárásoknak köszönhetően, több száz lelőhelyet fedeztek fel. Tovább keletre, a Berettyó és az Ér-völgyében, a magyar és a román területeken is, további, új lelőhelyek váltak ismertté, melyek immár összekötötték az Alföld középső részét a méhtelki-felsőhomoródi leletkörrel.<sup>25</sup>

A kötelki leletek közlését követően, az 1980-as évekre már láthatóvá vált, hogy a korábban egymás komplementereiként definiált Körös- és Szatmár-elterjedési területek immár két szakaszon is fedik egymást: Kötelken, valamint a Felső-Tisza és a Szamos-vidékén.



3. ábra: Tiszaszőlős-Domaháza, leletsűrűség

Raczky P. ismerte fel először, hogy a Szatmár-csoport etnikus alapjaként ebben a helyzetben már nem csak a mezolitikus alaplakosság jöhet számításba, hanem a Körös-kultúra Felső-Tisza- és Szamos-vidéki települési tömbje is.<sup>26</sup> Nézete szerint a Körös-kultúra két ága, a közép-tiszai és a szamos-vidéki Kőteleknél találkozott egymással, az északi ág azonban, déli terjeszkedése során már Szatmár-típusú leleteket készített és ezt terjesztette dél felé az új, dombvidékre adaptált, állattenyésztő-földművelő életmóddal együtt. A Szatmár-csoport Körös-gyökerei mellett érvelt Korek József is, ő azonban ezt a következtetést a Szamos-vidéken végzett ásatásai során, a helyi középső neolitikus kerámiában sokáig kimutatható Körös-hagyományok alapján szűrte le.<sup>27</sup>

A Körös-kultúra domináns szerepét hangsúlyozó elképzeléseket aztán az 1990-es évek közepétől, a jársági mezolitikus lelőhelyek felfedezése<sup>28</sup>, majd az erre alapozott elméletek szorították közel egy évtizedre háttérbe. Kertész Róbert és Sümegi Pál újra a helyi mezolit alapnépesség szerepét emelték ki a neolitikációs folyamatban, és egy agroökológiai barriert vizionáltak a Körös-kultúra elé.<sup>29</sup> Eszerint a Körös-kultúra Kőtelektől északra ökológiai zsákutcába került, és az Alföld közepén

elérte terjeszkedésének természetes határait. Makkay J. is több tanulmányban foglalkozott a Körös-határ kérdésével. Az új mezolit lelőhelyek előkerülése miatt megerősítve érezte eredeti nézeteit, miszerint a Körös-kultúra északi terjeszkedését a helyi őslakosság ellenállása akadályozta meg.<sup>30</sup> A helyi őslakosság meghatározó szerepét, elsősorban teoretikai megfontolások alapján, a Délkelet-Európa neolitikációjával foglalkozó brit kutatók is hangsúlyozták. A. Whittle,<sup>31</sup> J. Chapman<sup>32</sup> és M. Zvebil<sup>33</sup> tanulmányaikban olyan neolitikációs folyamatot valószínűsítettek, melyben a népi bevándorlás helyett inkább a neolitikus ismeretek terjedtek és ezeknek az őslakosság általi befogadása zajlott. Noha a bevándorlás tényét nem tagadják, a neolitikációban a helyi elemek fontosságát emelik ki. A helyi őslakosság szerintük már a Körös-kultúra kialakításában is fontos szerepet játszott.<sup>34</sup>

Magam több részeredmény publikálását követően, 2003-ban szóltam hozzá érdemben először a Körös-kultúra terjedésével, a Szatmár-csoport és az AVK kifejlődésével, valamint az É-Alföld területének neolitikációjával kapcsolatos kérdéskörhöz.<sup>35</sup>





4. ábra: Tiszaszőlős-Domaháza puszta. A Körös kultúra leletei.

Ugyan Heves megyei kutatásaim során eddig még csakis a Szatmár-csoport erős Körös-gyökereire nézve találtam bizonyítékokat, mindemellett azonban a helyi mezolitik népesség marginális szerepét is feltételezhetőnek tartom a neolitikációs folyamatban.<sup>36</sup> Számomra eddig úgy tűnik, hogy az AVK kultúrája, a településszerkezetektől kezdve az anyagi kultúra típusain át az antropológiai és zoológiai anyagig bezárólag, szinte minden aspektusában a Körös-kultúrából vezethető le, a mezolitik-neolitik átmenet ezzel szemben egyelőre még szinte sehol sem mutatható ki határozottan a régészeti leletegyüttesekben. Ráadásul a Kőtelektől 35 km-re ÉK-re lévő Tiszaszőlős-Domaháza-pusztai Körös-lelőhely felfedezése, majd az itt, 2003 nyarán végzett ásatás megmutatta, hogy igenis érdemes a Közép-Tisza-vidéken is Körös-lelőhelyeket keresni, a Körös és Szatmár elterjedési zóna tehát nagyobb területen fedi egymást, mint azt korábban vélték. 2004-ben már Telekháza, Rakamaz és Ibrány (1. ábra) környékén is sikerült olyan lelőhelyeket felfedezni<sup>37</sup>, melyek esetleg a Körös-kultúrához sorolhatók. Sajnos, a kutatásukra egyelőre még nem kaptam lehetőséget, az eddig gyűjtött adatok és érvek alapján azonban már most is indokolt feltételezni, hogy a Körös-kultúra települései a Tisza-mentén végig elterjedtek, a

kedvező adottságú, magas partokkal szegélyezett ártéri és friss vízi területek határain.

#### ***A Tiszaszőlős-Domaháza-pusztai Körös-lelőhely felfedezése***

A tiszaszőlős-domaházai lelőhely felfedezéséről azért érdemes néhány szót ejteni, mert nem véletlenül bukkantam a helyszínre, hanem tudatos és tervszerű kutatás eredményeképpen találtam rá. Több tényezőt is megemlíthetek, melyek a keresésre ösztönöztek.

Mindenekelőtt az AVK települések, köztük is elsősorban a füzesabony-gubakúti lelőhely elemzése révén nyert tapasztalatokra kell utalnom. A gubakúti település elemzése során, a radiokarbon és a restaurálási adatok révén, nagyjából 2001-re kiderült, hogy a település minimum 3-400 évig volt használatban, ezáltal – a szabályos, soros településszerkezet dacára – egy adott időpontban mindig csak legfeljebb 2-4 gödör és ház létezett egyszerre a helyszínen.<sup>38</sup> Ennek két fontos következménye is volt. Egyik, hogy a Szatmár-csoport időszaka, azaz az AVK kifejlődésének időtartama jelentősen lerövidíthető, és így legfeljebb a két legkorábbi gödör élettartamára korlátozódhat a lelőhelyen.



5. ábra: Tiszaszőlős-Domaháza puszta. A Szatmár csoport leletei.

Ezek valóban tartalmaztak is az átmenetre utaló jellegzetességeket. Rájuk nézve két korai dátum is adódott a lelőhely C14 adatai alapján, melyek 95,4 % valószínűséggel ie. 5605-5297, illetve ie. 5573-5444 közé estek.<sup>39</sup> A másik fontos következmény ezen korai dátumokból adódott, hiszen ezek által a gubakúti Szatmár-leletek megjelenését immár összefüggésbe lehetett hozni a Körös-kultúra végének ie. 5500 körüli dátumaival<sup>40</sup>.

Ezt követően át kellett gondolni, hogy hogyan is lehetne alaposabban vizsgálni az AVK és ezzel együtt a Szatmár-csoport geneziséét. Az utóbbi 20 évben a Szatmár-csoportot fokozatosan leépítették a szakirodalomban, ennek következtében viszont a Körös-kultúrából való átmenet vizsgálata szinte ellehetetlenült.<sup>41</sup> Manapság egy leletegyüttesre vagy azt mondják, hogy Körös, vagy azt, hogy AVK1. A Körös-kultúrából való kifejlődés útját, a finom átmenetet, tehát már maga az alkalmazott terminológia is kizárja. Ennek következtében viszont úgy tűnik, mintha az AVK *per definitionem* csakis a helyi elemekből, külső hatásoktól függetlenül fejlődhetett volna ki. Meg kell teremteni tehát azt a lehetőséget, hogy a Körös-AVK átmenet újra vizsgálhatóvá váljon. Ehhez az ezredforduló táján Kalicz N. és Koós J. tették meg

az első lépéseket, azáltal, hogy az általuk mindvégig konzekvensen használt Szatmár-csoporton belül időbeli fázisokat definiáltak.<sup>42</sup> Magam ezt a kezdeményezést, lényegét tekintve, nagyon inspiratívnak tartottam, viszont elleneztem, hogy a Szatmár-csoport kapcsán hosszú időszakról beszéljünk. Ehelyett azt javasoltam, hogy térjünk vissza a Szatmár-csoport eredeti Kalicz N. – Makkay J. féle 1972-es definíciójához<sup>43</sup>, azaz jelölje a Szatmár-csoport csak és kifejezetten az átmeneti jellegű, kevert leletegyütteseket a Körös- és az AVK-kultúrák között.<sup>44</sup> Ez, a gubakúti gödörkronológia tanulságainak fényében, legfeljebb egy-két, vegyesen Körös-leleteket is tartalmazó gödröt jelenthet lelőhelyenként, egy többségében AVK-t készítő telepen. Ugyanez persze érvényes a Körös-lelőhelyek oldaláról is, hiszen a lineáris Körös-telepek a C14-sorozatok fényében ugyanolyan településfejlődést mutatnak, mint például Gubakút, így nem zárható ki, hogy egy Körös-telep végső fázisában (egy-két gödör időtartama alatt) a helyi emberek AVK-t is használjanak. Ez a problémamegközelítési mód lehetővé teszi, hogy evolúciós módon vizsgálhassuk az átmenetet és a továbbiakban csakis a kevert leletanyagú gödrökre fókuszáljunk, kerüljön az elő egy nagyobb részt Körös-, vagy

AVK-telepen. Így viszont – a Körös-jellegzetességek, mint pl. a csipett díszek, az alacsony csőtálpak, magas talpgyűrűk, stb., valamint az AVK vonaldíszek és korai festésminták együttes előfordulása alapján – az arányok ismeretében, az átmenetiség foka mérhetővé válhat.

Az átmenet feltételezhető helyét a Szatmár- és a Körös-lelőhelyek együttes előfordulási zónájában, vagy ennek közelében volt érdemes keresni. Ha tehát a kevert leletegyüttesek valóban evolúciós fejlődést takarnak, akkor a Kőtelek-Tiszaszőlős-Tiszacsege-Tiszavalk közötti területen elvileg meg lehet találni a tisztább Körös-lelőhelyeket is. Nos, ez a fajta gondolatmenet vezetett a keresésre.

2003. márciusában először a Kiskörétől délre eső Heves megyei Tisza-szakaszt jártam végig. Errefelé egyáltalán nincsenek olyan biztonságos megtelepedésre alkalmas magas partok, melyek olyannyira jellemzőek a délebbi Körös-lelőhelyekre. Talán a kiskörei gát térsége lehetett ilyen, de az sajnos, megsemmisült. Korek J. publikációjában említhető is néhány olyan töredék, mely korainak tekinthető, emiatt a lelőhely talán több figyelmet érdemelt volna.<sup>45</sup> Ezen a partszakaszon még az AVK települések is ritkák, csak egyet sikerült találnom Kisköre határában. Ez az óriási terület tehát, a Tisza jobb partja, a kiskörei rész kivételével, régen bizonyára egész évben ártér lehetett.

A terepszemléket ezt követően a Tisza bal partján, Tiszaroff és Tiszafüred között folytattam. Errefelé már több potenciálisan alkalmas hely is található, de vagy mai települések<sup>46</sup>, vagy gátak és töltések<sup>47</sup> foglalták el ezeket a pozíciókat, vagy pedig írásos adatok vannak arra nézve, hogy a magas partokat ledózerolták<sup>48</sup>, megsemmisítve ezáltal a feltételezhető korai neolitikus lelőhelyeket is. Nem módszeresen, mindent bejárva vizsgáltam, hanem csak szűrőpróbaszerűen néztem meg a potenciálisan szóba jöhető területeket, magas partokat. Ebben nagy segítségemre voltak az internetről letöltött régi térképek, melyek feltüntették a XIX. századi szabályozás előtti állapotokat és a későbbi gátak helyeit egyaránt. Csak olyan, egykori holtágak és árterek mellett húzódozó magas partszakaszokat látogattam végig, amelyekre később nem építettek gátakat, így nagymértékben leszűkültek a vizsgálandó területek. Három-négy napi vizsgálódás után, végül, Tiszaörvény magasságában, de még a tiszaszőlősi határban sikerült megtalálnom egy olyan nagy kiterjedésű, magasabb fekvésű területhez tartozó, érintetlen partszakaszt, amelyen nem épült gát. A hely a Tisza közelében található, attól kb. 400 méterre, egy egykori ártér határában, egy impozáns, magas parton. A korábban ismeretlen lelőhely pontos neve Tiszaszőlős-Domaháza-Pusztá-Rétidűlő<sup>49</sup>. Ezen a parton kb. 1 km hosszan sorakoztak egymás mellett a különböző korú régészeti

lelőhelyek, köztük egy déli fekvésű részen több AVK lelőhelyrész is egymás közelében. Itt, egy helyen, egy kb. 40x20 méteres folton, különösen archaikus cserepek szóródtak, csipett díszekkel, vastag aljakkal, magas talpgyűrűkkel, pelyvás soványítással. Ezen a helyen ráadásul igen sok kagyló is hevert a felszínen. Ekkor már biztos voltam benne, hogy egy Körös-településre bukkantam, itt, a feltételezett határtól 25 km-re északra.<sup>50</sup> Miután a szükséges engedélyeket beszereztem<sup>51</sup>, egy 50x200 m-es területen, négyzetméterenkénti egységekben összegyűjtöttük a felszíni leleteket, majd az adatok kiértékelését követően, május elején, megkezdtük a feltárást.

### ***A Tiszaszőlős–Domaháza-pusztai Körös-lelőhely kutatása***

Mint azt a felszíni leletszóródási térképek mutatják **(2. ábra)**, elsősorban a kerámia és a kagylóadatok bizonyultak a legjobb indikátoroknak. A kis Körös-telep előkerülése az FJ21 és az FJ42 négyzetek közötti 20x30 m-es területen volt várható, ezért szelvényekkel és kutatóárokokkal ezt a területet kezdtük el vizsgálni.

A kutatószelvényekben, akárcsak a felszíni gyűjtés során, szintén négyzetméterenkénti egységekben dolgoztunk, 15-20 cm vastagságú rétegeket ástunk le egyszerre, majd a talált leleteket lelet típusonként leszámoltuk. Ennek révén rendkívül pontos leleteloszlási térképekkel és jól dokumentált metszetfalakkal rendelkezünk a feltárást minden fázisában. Mindemellett rendszeresen talajmintát is vettünk az egyes szintekből – az előkerült neolitikus objektumok esetében például a teljes betöltést kiiszapoltuk. Ez összesen több mint 800 nagy zsák átszítálását jelentette. Emiatt viszont a munka elég lassan haladt, a kb. 370 négyzetméternyi területet közel négy hónap alatt kutattuk át.<sup>52</sup>

A megnyitott felszínen bronzkori és Árpád-kori jelenségek mellett, két Körös-leletet tartalmazó gödröt (6. és 15. sz.) és egy kagylókkal, kerámiadarabokkal sűrűn borított Körös-járószintet tártunk fel **(3. ábra)**. A járószint, a leletszóródás alapján, egy teljesen szabályos, téglalap alakú, 12x5,5 m-es alapterületű, ÉNy-DK hossz tengelyű foltot rajzolt ki, melynek közepén egy tűzhely maradványa is előkerült. A járószintet egy ház helyeként interpretálhatjuk még akkor is, ha cölöpszerkezetek nyomait nem sikerült megfigyelnünk a löszös, állatjáratokkal telefürt talajban. A ház és a nagyobbik gödör feltehetően egy időben léteztek.

A két Körös-leletet tartalmazó gödör közül a nagyobbik, a 6. sz. gödör, mely 9x7,5 m nagyságú, ÉNy-DK hossz tengelyű volt, tele volt kerámialeletekkel, és a ház területéhez hasonlóan, nagy mennyiségben, több rétegben tartalmazott

kagylókat is. A Körös-kultúra cserepei a gödör valamennyi szintjéről előkerültek (4. ábra). Az alsóbb részekon kizárólagosan Körös-cserepek domináltak, a gödör felső rétegében azonban a Szatmár-csoport cserepei is megjelentek, egyes helyeken igen nagy számban (5. ábra).<sup>53</sup> Ennek a jelenségnek az lehet a magyarázata, hogy a Körös-gödör legfelső rétegének betöltődése után, a Szatmár-csoport települése is ugyanezen a helyen jelent meg. A korábbi Körös-gödör területét a Szatmár-csoport járószintje borította be. A 6. sz. gödörben a sok szerves anyag idővel megsüllyedt, a leletanyag összetömörödött, és a feltárás idejére a korai AVK, Szatmár-leletek immár a Körös-gödör legfelső rétegét képezték. A Szatmár-kori járószintre egyébiránt a 6. sz. gödörtől északra is találtunk nyomokat. A kerámiaeloszlási térképeken látható (3. ábra), hogy a 6. sz. gödör É-i, ÉNy-i zónájában rendkívül sok kerámia került elő – többségük korai AVK, Szatmár-korú. A járószint olyannyira sok kerámiát tartalmazott, hogy a kerámiaszóródás mértéke megegyezett a 6. sz. gödörtől É-ra lévő járószint és az itt földbe mélyedő 15. sz. gödör területén. Utóbbi gödör vagy a Szatmár-csoport idejében létesült, vagy az AVK-időszak késői, Szakálháti-fázisában. Ez a gödör is tartalmazott igen sok Körös-cserepet, kagylókat azonban csak szórványosan. Szatmár-típusú leletek is előkerültek belőle, de néhány Szakálháti-töredék is előfordult. A fentebb már említett, a 6. és a 15. gödör közötti Szatmár-járószint helyzete alapján, a 15. sz. gödör korát talán inkább a Szatmár-csoport idejével hozhatjuk összefüggésbe, bár itt konkrét bizonyítási menetet egyelőre még nem tudunk felvázolni. Meg kell említeni, hogy a 6. sz. Körös-gödörben 3 emberi csontváz maradványait és egy emberi koponyát is találtunk. A sírok közül kettőt a Szakálháti-időszakban ástak be, a harmadikat pedig, amely mélyebb rétegben feküdt, a Körös-kultúra idejében.

Az ásatási adatok fenti értelmezését radiokarbon dátumok is alátámasztják<sup>54</sup>. A 6. sz. Körös-gödör alsó rétegeire és az itt talált csontvázra nézve ie. 5850-5620-as<sup>55</sup> kalibrált mérési eredmények születtek, a gödör legfelső, Szatmár-kori szintjére ie. 5620-5460-as<sup>56</sup> kalibrált eredmény adódott, míg a Szakálháti-sírok ie. 5060-4840-re<sup>57</sup> datálhatók.

### ***A Tiszaszőlős–Domaháza-pusztai leletek feldolgozásának eddigi eredményei***

Noha a kerámialeletek restaurálása még meg sem kezdődött, néhány más tárgytypus elemzése már folyamatban van, vagy már meg is történt. Így például Zoffmann Zsuzsanna antropológiai elemzése szerint az előkerült emberi csontvázak gracilis típusokat mutatnak. Vörös István meghatározása értelmében az állatcsontok 44 %-a domesztikált fajoktól származik, 34 %-a vademlős, 22%-ban pedig hal, madár, illetve hulló. A kagylók

száma több tízezer darab, elemzésük még folyamatban van. Az elszenesedett magmaradványok elemzése rendkívül fontos eredményeket hozott. Gyulai Ferenc meghatározása szerint, eddig 38 növényfajt sikerült kimutatni. Az elemzett 1530 makromaradvány 70%-a kultúrnövény, gabona vagy hüvelyes – előbbieket a gabonatermesztés legkorábbi bizonyítékainak számítanak a Kárpát-medencében.

Jelenleg kezdődött egy kerámiaelemzési program a Magyar Nemzeti Múzeum és a Tübingeni Egyetem DAAD-MÖB 2005/2006 projektje keretében, mely különféle petrográfiai elemzéseknek fog alávetni Tiszaszőlős-Domaházáról és Füzesabony-Gubakútról származó kerámiatöredékeket is.<sup>58</sup> E két lelőhelyről származó 13 darab töredéket úgy válogattuk össze, hogy elemzésük eredménye mind a Körös-kultúra, mind a Szatmár-csoport oldaláról nézve betekintést engedjen a kerámiakészítés technológiai folyamataiba, választ adjon a kerámia exportjának és importjának lehetőségeire, avagy bizonyítékul szolgáljon a kerámiák helyi előállítására vonatkozóan. A további, regionális összehasonlítás lehetősége egyelőre déli irányban, a Körös-Starčevo-kultúra felé végezhető el egyszerűbben, tekintve, hogy itt állnak rendelkezésre ilyen jellegű, publikált elemzési eredmények.<sup>59</sup>

A Tiszaszőlős-Domaháza-pusztai lelőhely kutatási eredményeiből adódó általánosabb következtetéseket illetően, mindenekelőtt az fogalmazható meg, hogy valószínűleg a teljes tiszai szakaszon számolni kell Körös-lelőhelyekkel. Elsődleges távlati célként tehát a Közép- és Felső-Tisza-vidék további Körös-lelőhelyeinek felkutatása tűzhető ki. Mint a tiszaszőlősi példa is mutatja, errefelé már nem nagy lelőhelyek előkerülése várható, hanem kisebb, egy-két házból és gödörből álló településmaradványokra lehet számítani, melyek az árterek és friss vizek határán emelkedő, magas partszakaszok mentén, valószínűleg korai AVK-Szatmár lelőhelyek területén, vagy azok tőszomszédságában keresendők. Csak olyan helyeken érdemes keresgélni, ahol gátépítések nem történtek. Ilyen, alkalmasnak tűnő helyek viszonylag kis számban fordulnak elő, felkutatásuk ezért kis erőfeszítéssel megoldható.

Természetesen a tiszaszőlősi kutatási eredményekből még sok más, fontos, további következtetés is levonható lenne, ez azonban jelen összegzés szűkös kereteit szétfeszítené, ezért a téma iránt érdeklők figyelmét előkészületben lévő tanulmányaimra irányítanám, melyekben nagyobb terjedelemben foglalkozom az észak-magyarországi neolitikáció fő kérdéseivel és legfrissebb kutatási eredményeinek bemutatásával.<sup>60</sup>

**Irodalomjegyzék**

- BANNER J. 1932, A kopáncsi és kotacparti neolithikus telepek és a tiszai kultúra III. periódusa. Die neolithische Ansiedlungen von Hódmezővásárhely-Kopáncs und Kotacpart und die III. Periode der Theiss-Kultur. *Szegedi Dolgozatok VIII*. Szeged, 1932. 1-48.
- BANNER J. 1936, Régészeti kutatások Szegeden. *Szegedi Dolgozatok XII*. Szeged, 1936. 242-285.
- BANNER J. 1937, Die Ethnologie der Körös-Kultur. *Szegedi Dolgozatok XIII*. Szeged, 1937. 33-58.
- CHAPMAN J. 2003, *From Franchti to the Tiszazug: two Early Neolithic worlds*. In: Jerem E.-Raczky P. (eds.) Morgenrot der Kulturen. Festschrift für Nándor Kalicz zum 75. Geburtstag. Archaeolingua, Budapest, 2003. 89-108.
- COMŞA E. 1971, Über das Neolithikum in Westrumänien. *Acta Antiqua et Archaeologica XIV*, Szeged, 1971. 31-42.
- DOMBORÓCZKI L. 2003, Radiocarbon data from neolithic archaeological sites in Heves County (North-Eastern Hungary). *Agria XXXIX*. Eger, 2003. 5-71.
- DOMBORÓCZKI L. 2004, *Tiszaszőlős-Domaházapuszta-Réti-dűlő*. In: Kisfaludi J. (ed.) Régészeti Kutatások Magyarországon 2003. Budapest, 2004. 303-305.
- GLATZ F. (ed.) 1996, A magyarok krónikája. Magyar Könyvklub. Budapest, 1996.
- HORVÁTH F.-HERTELENDI E. 1994, Contribution to the 14C based absolute chronology of the Early and Middle Neolithic Tisza region. *JAMÉ XXXVI*. Nyíregyháza 1994, 1994. 111-134.
- JÓSA A. 1892, Őskori telep Rakamaz és Timár községek között. *Arch. Ért.* 1892. 205-207.
- KALICZ, N. 1957, A Tiszazug őskori települései. *Régészeti Füzetek 8*.
- KALICZ, N. 1965, Siedlungsgeschichtliche Probleme de Körös- und der Theiss- kultur. *Acta Antiqua et Archaeologica. VIII*, Szeged, 1965. 27-40.
- KALICZ N.-KOÓS J. 2000, Település a legkorábbi újkőkori sírokkal Északkelet- Magyarországról. *HOMÉ XXXIX*. Miskolc, 2000. 45-76.
- KALICZ N.-KOÓS J. 2002, Eine Siedlung mit ältestneolithischen Gräbern in Nordostungarn. *Preistoria Alpina 37* (2001). Trento, 2002. 45-79.
- KALICZ N.-MAKKAY J. 1966, Die Probleme der Linearkeramik im Alföld. *AASzeg. X*, 1966. 35-47.
- KALICZ N.-MAKKAY J. 1972, Probleme des frühen Neolithikums der nördlichen Tiefebene. In: Aktuelle Fragen der Bandkeramik. *Alba Regia XII*, 1972. 77-92.
- KALICZ N.-MAKKAY J. 1976, Frühneolithische Siedlung in Méhtelek-Nádas (Vorbericht). *Mitt.Arch.Inst. 6* (1976) Budapest, 1976. 13-24.
- KALICZ N.-MAKKAY J. 1977, Die Linienbandkeramik in der Grossen Ungarischen Tiefebene. *Studia Archaeologica VII*, Budapest 1977.
- KERTÉSZ R. 1996, *The mesolithic in the Great Hungarian Plain: A Survey of the Evidence*. In: Tálás L. (ed.), At the Fringes of Three Worlds. Hunter- Gatherers and Farmers in the Middle Tisza Valley, Szolnok 1996. 5-34.
- KERTÉSZ R. 2003, Mesolithic hunter-gatherers in the northwestern part of the Great Hungarian Plain. *Praehistoria 3* (2002). Miskolc, 2003. 281-304.
- KERTÉSZ et al. 1994, Kertész R.-Sümegei P.-Kozák M.-Braun M.-Félegyházi E.-Hertelendi E., Mesolithikum im nördlichen Teil der Großen Ungarischen Tiefebene. *JAMÉ XXXVI*, Nyíregyháza, 15-61.
- KERTÉSZ R.-SÜMEGEI P. 1999, Teóriák, kritika és egy modell: Miért állt meg a Körös- Starčevo-kultúra terjedése a Kárpát-medence centrumában? *Tisicum XI*, Szolnok, 1999. 9-23.
- KERTÉSZ R.-SÜMEGEI P. 2001, *Theories, critiques and a model: Why did the expansion of the Körös-Starčevo culture stop in the centre of the Carpathian Basin?* In: Kertész R.-Makkay J. (eds.), From the Mesolithic to the Neolithic. Proceedings of the International Archaeological Conference held in the Damjanich Museum of Szolnok, September 22-27, 1996. Archaeolingua 11, Budapest, 2001. 193-214.
- KOREK J. 1977A, Az Alföldi Vonaldíszes Kerámia népének települése Kisköre- Gáton. *Arch. Ért.* **104**. (1977) 3-17.
- KOREK J. 1977B, Die frühe und mittlere Phase des Neolithikums auf dem Theissrücken. *Acta Archaeologica XXIX*, 1977, 3-51.
- KOREK J. 1983, Adatok a Tiszahát neolitikumához. *JAMÉ XVIII-XX*. Nyíregyháza, 1983. 8-60.
- KOVÁCS K. 2001, Tiszaszőlős-Aszópart. Az Alföldi Vonaldíszes Kerámia kultúrájának korai telepe (Előzetes jelentés). *Tisicum XII*. 2001. 79-89.
- KUTZIÁN I. 1944, A Körös-kultúra. *Dissertationes Pannonicae Ser. II/23*. 1944.
- MAKKAY J. 1957, A bihari Berettyóvölgy őskori leletei. *Debreceni Déri Múzeum Évkönyve* 1948-1956. Debrecen, 1957. 21-40.
- MAKKAY J. 1982, A magyarországi neolitikum kutatásának új eredményei. Budapest 1982.

- MAKKAY J. (ed.) 1989, Békés megye régészeti topográfiája. A szarvasi járás IV/2. *MRT* **8**. Budapest, 1989.
- MAKKAY J. 1996, *Theories about the Origin, the Distribution and the End of the Körös Culture*. In: Tálás L. (ed.) *At the Fringes of Three Worlds. Hunter- Gatherers and Farmers in the Middle Tisza Valley*, Szolnok 1996. 35-49.
- MAKKAY J. 2001, A Jászság-határ és az indo-európai őstörténet: régészeti tények és nyelvtörténeti vonatkozásaik. *Tisicum* **XII**. Szolnok, 2001. 57-78.
- MAKKAY J. 2003, Ősrégészeti kutatások Magyarországon az utóbbi években. Az újkőkor és a rézkor. *JAMÉ* **XLV**. Nyíregyháza, 2003. 27-63.
- NAGY E. 1998, Az Alföldi Vonaldíszes Kerámia kultúrájának kialakulása. *Debreceni Déri Múzeum Évkönyve* 1995-96, 1998. 53-150.
- POTUSHNIAK M. 2004, Data to the question of the Starčevo/Körös Culture dwellings in the Upper Tisza Region. *JAMÉ* **XLVI**, Nyíregyháza, 2004. 53-69.
- RACZKY P. 1978, A Körös-kultúra figurális ábrázolásai Nagykörüből. *SZMMÉ* Szolnok, 1978. 7-17.
- RACZKY P. 1980, A Körös-kultúra újabb figurális ábrázolásai a Közép- Tiszavidékről és történeti összefüggéseik. *SZMMÉ* 1979-80. 5-33.
- RACZKY P. 1983, A kora neolitikumból a középső neolitikumba való átmenet kérdései a Közép- és Felső-Tiszavidéken. *Arch.Ért* **110**, 1983. 161-194.
- RACZKY P. 1986, Megjegyzések az "Alföldi Vonaldíszes kerámia" kialakulásának kérdéséhez. In: Németh P. (ed.), *Régészeti tanulmányok Kelet-Magyarországról. Folklor és Etnográfia* **24**. Debrecen, 1986. 25-59.
- RACZKY P. 1988, A Tisza-vidék kulturális és kronológiai kapcsolatai a Balkánnal és az Égeikummal a neolitikum, rézkor időszakában. Újabb kutatási eredmények és problémák. Szolnok, 1988.
- SPATARO M. 2004, Differences and similarities in the pottery production of the Early Neolithic Starčevo-Criș and Impressed Ware Cultures. *Rivista di Scienze Preistoriche*. **LIV**. 2004. 321-335.
- SUGÁR I. 1989, A Tisza-vidék két kézirat térképe. (1790, 1845.) *Tiszai Téka* **1**. Eger, 1989.
- SÜMEGI P.-KERTÉSZ R. 1998, A Kárpát-medence öskörnyezeti sajátosságai - egy ökológiai csapda az újkőkorban? *Jászkunság* **XLIV/3-4**. Szolnok, 1998. 144-157.
- SZAKMÁNY et al. 2004, Szakmány Gy.-Gherdán K.-Starnini E., Kora neolitikus kerámiakészítés Magyarországon: a Körös és a Starčevo kultúra kerámiáinak összehasonlító archeometriai vizsgálata. *Archeometriai Műhely* **1**. Budapest, 2004. 28-31.
- TOMPA F. 1937, 25 Jahre Urgeschichtsforschung in Ungarn 1912-1936. *BRGK* **24-25**. 1934-35. Mainz, 1937. 27-127.
- TORMA I. (ed.) 1982, Békés megye régészeti topográfiája. A szeghalmi járás IV/1. *MRT* **6**. Budapest, 1982.
- TROGMAYER 1972, Körös-Gruppe – Linienbandkeramik. In: *Aktuelle Fragen der Bandkeramik. Alba Regia* **XII**, 1972. 71-75.
- WHITTLE A. 1996, *Europe in the Neolithic. The Creation of new Worlds*. Cambridge 1996.
- WHITTLE A. 2004, Connections in the Körös Culture World: Exchange as an organising principle. *Antaeus* **27** Budapest, 2004. 17-26.
- WHITTLE et al. 2002, Whittle, A. - Bartosiewicz, L. - Borić, D. - Pettitt, P. - Richards, M., In the beginning: new radiocarbon dates for the Early Neolithic in northern Serbia and south-east Hungary. *Antaeus* **25**, Budapest, 2002. 63-117.
- ZOFFMANN ZS. 2004, Őslakók és bevándorlók a neolitikus és rézkori Kárpát-medencében az embertani adatok alapján. *Somogy Megyei Múzeumok Közleményei* **XVI**. Kaposvár, 2004. 127-137.
- ZVELEBIL M. 1995, Neolithization in Eastern Europe: A view from the frontier. *Documenta Praehistorica* **XXII**. Ljubljana, 1995. 107-151.

<sup>1</sup> Jelen tanulmány a Magyar Nemzeti Múzeumban 2005.03.08-án elhangzott előadás bővített változata.

<sup>2</sup> Banner 1932, 29-30, 45-46.

<sup>3</sup> Tompa 1937, 45-47, Banner 1936, 271, Banner 1937, 33.

<sup>4</sup> Jósa 1892, 205-207.

<sup>5</sup> Kutzian 1944, 33, 153-157.

<sup>6</sup> Kutzian 1944, 27, 33, 153-157.

<sup>7</sup> Kalicz N. tiszazugi terepbejárása: Kalicz 1957, 84-85. Kalicz N. zsákai kutatása, illetve a berettyóújfalui újabb leletek: Makkay 1957, 26-27.

<sup>8</sup> Kalicz 1965, 28.

<sup>9</sup> Comşa 1971, 31-33, 42-43.

<sup>10</sup> Korábban: Makkay 1957, 27, később: Kalicz-Makkay 1976, 23, Korek 1977b, 51, Makkay 1982, 19, 19. jegyzet.

<sup>11</sup> Kalicz 1965, 29.

<sup>12</sup> Kalicz-Makkay 1966, 44-45, Kalicz-Makkay 1972, 77.

<sup>13</sup> A legdélibb Szatmár-lelőhelyek ekkor a Tiszaörvény-Ebes-Csomaköz vonalon helyezkedtek el.

<sup>14</sup> Kalicz-Makkay 1972, 82.

<sup>15</sup> A Kunhegyes környéki leletek szerepéről, melyek Méri István gyűjtéséből származtak, előbb Raczyk Pál, majd Kalicz Nándor szíves szóbeli közlése révén szereztem tudomást.

<sup>16</sup> 1972-ben, amikor Kalicz N. és Makkay J. a kunhegyesi leletek alapján a határt definiálták, a Kalicz N. által 1965-ben még jegyzett tisztaörvényi leleteket (Kalicz 1965, 28.) már nem vették számításba – a határt jóval Tisztaörvény alatt húzták meg: Kalicz-Makkay 1972, 82, Kalicz-Makkay 1977, 20.

<sup>17</sup> Kalicz-Makkay 1976, 21-23.

<sup>18</sup> A tiszabezdédi, nagyecsedei és fényeslitkei leleteket Makkay J. manapság már a Szatmár II-csoport emlékének tekinti (Makkay 1996 38, 13.jegyzet), Kalicz N. ezzel szemben ma is kitart amellett, hogy a leletek a Körös-kultúrához tartoznak.

<sup>19</sup> Raczky 1980, 22.

<sup>20</sup> A leletekre egy magángyűjtő révén Raczky Pál figyelt fel, még a kötelki ásatással egy időben: Raczky 1978, 7.

<sup>21</sup> Raczky 1983, 161-162.

<sup>22</sup> A tiszagyendai leletek előkerülési körülményeit Raczky Pál szíves szóbeli közlése révén ismertem meg.

<sup>23</sup> Torma (szerk.) 1982. 217, 1. melléklet.

<sup>24</sup> Makkay (szerk.) 1989, 486, 1. melléklet.

<sup>25</sup> Makkay 1982, 19. 19. jegyzet.

<sup>26</sup> Raczky 1983, 189, Raczky 1986, 27-29, Raczky 1988, 29.

<sup>27</sup> Korek 1977a, 51, Korek 1983, 25-26.

<sup>28</sup> Kertész et al. 1994, 15-37.

<sup>29</sup> Kertész 1996, 26, Sümegi-Kertész 1998, 154-157, Kertész-Sümegi 1999, 17-19, Kertész-Sümegi 2001, 236-237, Kertész 2003, 289-291.

<sup>30</sup> Makkay 1996, 43, Makkay 2001, 61-64, Makkay 2003, 34-42. Makkay J. szerint a zápszonyi Körös-lelőhely a Körös-kultúra legészakabbi ismert lelőhelye: Zápszony-Zasztavnoje, Beregszásztól 15-20 km-re ÉNy-ra található (Makkay 2003, 35, 28. jegyzet, M. Potusnyak közlése alapján). M. Potusnyak legújabb publikációjában a zápszonyi lelőhely mellett a szernyei (Rivne) és a beregszászi (Beregovo) Körös-lelőhelyekről is beszámol: Potusnyak 2004. 53, 59, 62. A tiszabezdédi lelőhely ezektől északabbra található. Erről lásd a 18. sz. jegyzetet.

<sup>31</sup> Whittle 1986, 43, Whittle et al. 2002, 93, Whittle 2004, 19, 18. jegyzet.

<sup>32</sup> Chapman 2003, 90-92, 102.

<sup>33</sup> Zvelebil 1995, 116-120.

<sup>34</sup> A helyi preneolitikus őslakosság meghatározó szerepét a Körös-kultúra kialakításában már az 1970-es években felvetették: Trogmayer 1972, 71, Makkay 1982, 22-23, 69.

<sup>35</sup> Domboróczki 2003, 31-43.

<sup>36</sup> Nem zárom ki annak lehetőségét, hogy akár a Körös-kultúrának, akár a Szatmár-csoportnak helyi (mezolitik) népi összetevője is lehetne, sőt ez szerintem igen valószínű is, ennek aránya azonban a leletanyag alapján – legalábbis egyelőre úgy tűnik – nem lehetett meghatározó mértékű. Az AVK fejlődésének későbbi szakaszában viszont talán már nagyobb arányban neolitikizálódhattak a helyi őslakosok: Domboróczki 2003, 42-43, Zoffmann 2004, 130-131.

<sup>37</sup> A lelőhelybejelentéseket a KÖH és az illetékes megyei múzeumok felé még ugyanebben az évben megtettem.

<sup>38</sup> Domboróczki 2003, 16-18.

<sup>39</sup> Deb-5906, deb-5882. A 2003-as közlés óta, a legújabb OxCal 3.10 kalibrációs program segítségével, a dátumok még tovább pontosíthatók. Jelenleg 68,2 % valószínűséggel ie. 5620-5470 közé helyezhetők.

<sup>40</sup> Whittle et al. 2002, 107-117.

<sup>41</sup> A Szatmár II csoportot átmeneti jellegűből (Kalicz-Makkay 1976, 20-24) AVK1-gyé minősítették: Raczky 1983, 187, Raczky 1988, 28-29, Horváth-Hertelendi 1994, 115-118, Makkay 1996, 37-38.

<sup>42</sup> Kalicz-Koós 2000, 69, Kalicz-Koós 2002, 75.

<sup>43</sup> Kalicz-Makkay 1972, 78.

<sup>44</sup> Domboróczki 2003, 25-27. Természetesen a Szatmár-csoport alatt ma már csak a Szatmár II csoport értendő.

<sup>45</sup> Korek 1977a, 7. kép/8, 10, 11 és 12. kép/11.

<sup>46</sup> Pl.:Tiszafüred, Tisztaörvény, Tiszabura.

<sup>47</sup> Nagyon jó adatok vannak arra, hogy hogyan zajlott a Vásárhelyi-terv végrehajtása 1846-tól kezdődően (Glatz 1996, 393, 465., Sugár 1989, 89-98). A kanyarátvágások, az új medrek kiásása, a folyómeder szélesítése, majd a töltés és a gátépítés óriási pusztításokkal járhatott a Tisza egész szakaszán, sőt a Berettyó és a Körösök vidékén is. Tudjuk, hogy a Körös-kultúra lelőhelyei kifejezetten a magas partokon találhatóak. A telepek ugyan nagyon hosszúak is lehetnek, de szélességük legtöbbször nem lépi túl a 20-30 m-t. A Kutzián I. által idézett XIX. sz. végi leletbejelentések egy része éppen a töltésépítések során elpusztított lelőhelyekről szól (Kutzián 1944, 6-7., 10., 14., 20., 22., stb.). Az 1960-as évektől induló Tisza-szabályozás és vízlépcső-építés újabb pusztításokkal járt. Sajnos, egyes helyeken, még a régészeti leletmentéseket sem vették igazán komolyan (Korek 1977a, 3).

<sup>48</sup> Például ilyen történt Tiszaszőlös-Aszópart esetében is: Kovács 2001, 79.

<sup>49</sup> A Kutzián I. által említett Tisztaörvény-Malompart valószínűleg innen pár kilométerre található, a mai Tisztaörvény belterületén.

<sup>50</sup> Makkay 2001, 65.

<sup>51</sup> Hálás köszönetem a földtulajdonosnak, Jobbágy Sándor úrnak, a Szolnoki Múzeum régészeti osztályvezetőjének, Csányi Mariettának és a KÖH területi képviselőjének, Simon Katalinnak, akik kellően rugalmasak és segítőkészek voltak ahhoz, hogy mielőbb lehetővé váljon a kutatás.

<sup>52</sup> Domboróczki 2004, 303-305.

<sup>53</sup> Makkay J. a tiszaszőlösi AVK leletek helyéről legutóbbi összefoglaló tanulmányában a következőket írja: „Fura módon, az AVK formái és motívumai a gödör alsó részében voltak.” (Makkay 2003, 39.). A hivatkozott eredeti szövegben viszont az szerepelt, hogy az AVK cserepek a gödör tetején voltak: „It is interesting that ALP forms and motifs can be found towards the top of the pit.” (Domboróczki 2003, 30, 97. jegyzet).

<sup>54</sup> A tiszaszőlösi feltárás csontanyagából eddig 5 radiokarbon mérési eredmény született a Debreceni Atomki laboratóriumában. Az adatok részletes közlése előkészületben van.

<sup>55</sup> 68,2 % valószínűséggel, az OxCal 3.10 kalibrációs program szerint.

<sup>56</sup> 63,1 % valószínűséggel, az OxCal 3.10 kalibrációs program szerint.

<sup>57</sup> 65,8 % valószínűséggel, az OxCal 3.10 kalibrációs program szerint.

<sup>58</sup> Jelen összefoglalás ebből az alkalomból íródott. Ezen a helyen szeretném megköszönni Kalicz Nándornak, hogy a szöveg elolvasását követően segítő észrevételeit megosztotta velem, és így munkám minőségén javítani tudtam.

<sup>59</sup> Szakmány et al. 2004, Spataro 2004.

<sup>60</sup> Ezek előre láthatólag a 2005-ben megrendezett debreceni és mainzi konferenciák kötetiben fognak majd megjelenni.

# A VIZSGÁLANDÓ KÖZÉP-DUNÁNTÚLI ÚJKŐKORI KERÁMIA ÉS KÖRNYEZETE

REGENYE JUDIT

Laczkó Dezső Múzeum, Veszprém

[regenyej@vmmuzeum.hu](mailto:regenyej@vmmuzeum.hu)

## Abstract

*Transdanubia, strictly speaking the Balaton region played a very important role in the neolithisation of the central and western parts of Europe. On the inspiration of the population group that had arrived to Southern Transdanubia from the Balkan (Starčevo culture), and the Mesolithic autochthonous population of the Balaton region developed a specific Neolithic culture, which spread in an astonishingly short time over the loess areas of Europe. This culture is called Linear Pottery culture. The process was going on in the second half of the 6<sup>th</sup> millennium BC.*

*The first farming communities lived on the bank of the lake, usually in swampy areas. Their lifestyle preserved much from the Mesolithic, farming could be only a supplementary activity. In the developed Neolithic, the villages can be found on loess areas next to watercourses or springs where the soil was soft and easy to turn. Neolithic period in Hungary coincided with the Atlantic climatic period when warm and humid climate dominated in Europe. It was a period rich in forests and waters. Closed, mixed deciduous forests covered the land, the tiny Neolithic villages composed of a few houses existed as islands in the thick woods. The fields were cleared out from the forests beside the villages.*

*The cultural impact coming from the south (through delivery of population) happened again at the very beginning of the 5<sup>th</sup> millennium BC. At that time the settlements of the Sopot culture appeared on the scene and subsisted for a short time in Transdanubia. On the basis of these influences and on the basis of existing local population Lengyel culture emerged, extending over large parts of Central Europe.*

*Clusters of settlements were characteristic of both the Linear Pottery culture and the Lengyel culture in the 5<sup>th</sup> millennium BC. The clusters were separated by uninhabited forest zones. The groups shared these forested areas, which, at the same time, acted as natural boundaries. There is a characteristic feature that the sites of the two cultures are usually not found in the same environment. Both cultures were farming cultures, they cultivated the land and bred cattle, both used the same raw material sources but with a different order of importance. According to their impact in the archaeological record, cultivation and horticulture were seemingly more important for the Linear Pottery culture, while cattle breeding and stone acquisition and processing dominated in the Lengyel culture. The sites to be investigated in the framework of the project: Vörs-Máriaasszonysziget (Excavation of Cs. M. Aradi 1990., Zs. M. Virág, K. Biró, N. Kalicz). Settlement of the Starčevo culture; Tihany-Apáti (Excavation of P. Rainer 2002). Settlement of the Starčevo culture; Kup-Egyes (Excavation of S. Mithay 1974; K. Biró, J. Regenye 2000-2003). Settlement of the Linear Pottery and the Lengyel culture.*

## A dunántúli neolitikum történeti vázlat

A földművelés, az állandó falvak megjelenése a Dunántúl középső részén az i.e. 6. évezred második felére tehető. A kora neolitikum lelőhelyeinek száma nem túl nagy, az utóbbi évtizedben azonban egyre bővül ez a szám és differenciálódik a lelőhelyekről alkotott képünk (Kalicz 1990, Kalicz et al. 1998, Simon 1996, Bánffy 2004).

A Dunántúlnak, szorosabban véve a Balaton környékének igen jelentős szerep jutott Európa középső és nyugati felének neolitikációjában. A Dél-Dunántúlon élt balkáni eredetű Starčevo kultúra inspirációjára a Balaton vidékének mezolitikus őslakossága saját neolitikus kultúrát alakított ki, mely meglepően rövid idő alatt elterjedt Európa löszvidékein. Vonaldíszes kerámia kultúrájának nevezzük ezt a kultúrát. Ezt a széles körben elfogadott hipotézist (Kalicz 1978-79;

1983; 1993). Az utóbbi időben feltárt lelőhelyek sora (Vörs, Andrásida, Szentgyörgyvölgy) erősítette meg. A Balaton nyugati medencéjében régóta ismert egy vitatott leletcsoport Tapolca csoport néven (Sági & Törőcsik 1989), melynek ebben a történelmi folyamatban betöltött szerepével a legutóbbi időben Bánffy E. foglalkozott (Bánffy 2004). A Dunántúl neolitikálódását teljes összefüggésében tárgyaló elmélete szerint része ez a leletanyag annak a speciális lelethorizontnak, mely a Ny-Dunántúl és a Balaton környéki érintkezési zónában jött létre a balkáni betelepülők és a feltételezett helyi őslakosság kölcsönös egymásra hatásából (Bánffy 2004. 334–344.).

A projektben érintett lelőhelyek közül kettő (Vörs és Tihany) ugyancsak e lelethorizontba tartozik, azaz része az említett, Közép-Európa neolitikálódása szempontjából rendkívül fontos történelmi folyamatnak. Mindkettő a Starčevo



kultúra lelőhelye, de van közöttük mégis valami különbség. Vörs anyagában kerámiatipológiai szempontból nézve erőteljesen képviselve van a helyi, korai vonaldíszes elem, míg Tihanyban tisztán balkáni eredetű leletanyagot találunk – legalábbis a rendelkezésre álló kis mennyiségű leletanyag ezt sugallja.

Az érintkezési zónában kialakuló és Közép-Európa felé gyors ütemben terjedő vonaldíszes kultúra nagymértékben azonos egész Európában, később azonban a kerámiában nyomon követhető különbségek alapján területi csoportok alakultak ki. A dunántúli vonaldíszes kerámia kultúrának a Dunántúl nagyobb felén élt csoportját Keszthely csoport néven ismerjük. Tőle északra megtalálható a kottafejes és a zselízi csoport is (Kalicz 1991a). Sajátos, a neolitikumban előforduló jelenség, hogy a csoportok között nincs éles határ, széles sávban – lelőhelyenként eltérő arányban – kevert leletanyagot találunk egészen a zselízi csoport végső horizontjáig, amikor a jelek szerint megszűnt a sokszínűség. Jó példa erre Kup–Egyes, a vizsgált lelőhelyek közül a harmadik. A lelőhely a kevert leletanyagú sávban található. Az 1974-es feltárás zárt gödörből tisztán kottafejes anyagot hozott felszínre (Gläser & Regenye 1989), holott ott inkább a keszthelyi csoport anyagát vártuk volna.

A Balaton környékén a legelső földművelő közösségek közvetlenül a vízparton éltek, általában mocsaras helyeken. Életmódjuk még sokat őrzött a mezolitikusból, a földművelés csak kiegészítő tevékenység lehetett. A már kialakult neolitikumban, a vonaldíszes kultúra idején a falvakat a szárazabb löszterületeken, patakok, források közelében találjuk, ahol a források környékén elég laza, könnyen megművelhető volt a talaj. A neolitikum az atlantikum időszakával esik egybe, amikor Európa-szerte meleg, csapadékos időjárás uralkodott. Erdőben, vízben gazdag időszak volt ez. Zárt, kevert lombos erdők (tölgy, hárs, szil, kőris) uralták a vidéket, az apró, néhány házból álló neolitikus falvak szigetekként éltek az erdőrengetegben. Szántóföldjeik a falu melletti irtásokon voltak.

A dél felől jövő kulturális hatás (populációs közvetítéssel) az i.e. 5. évezred elején megismétlődött, ekkor a Sopot kultúra települései jelentek meg és éltek rövid ideig a Dunántúlon. A Dunántúl nagy részén, szórvaosan megtelepült kultúra a Dráván túlról érkezett, kiindulási területe azonos a dunántúli Starčevo kultúrával. Ennek az ismételt balkáni impulzusnak a hatására, helyi alapokon jött létre a Közép-Európa jelentős területére kiterjedő lengyeli kultúra.

A 6. évezred második felében virágzott Vonaldíszes Kerámia Kultúra és az 5. évezredben élt lengyeli kultúra jellemző vonása a csoportos településhálózat. A csoportokat lakatlan erdős sávok

választották el egymástól. Ezeket az erdőterületeket közösen hasznosították, ugyanakkor természetes határt is képeztek. Az erdő mint határvonal (murus naturus) a középkorban is ismert fogalom volt pl. a püspökségek határán. Az ősi társadalmak egyik alapvető vonása a területiség. Jellemző ugyanakkor az is, hogy a csoporton belül a két kultúra településeit nem ugyanabban a környezetben találjuk meg. Bizonyos eltolódást figyelhetünk meg a vízjárta alacsonyabb területekről a szárazabb domboldal felé, ami nyilván a mezőgazdasági technológia változásával magyarázható – és jellemző az egész elterjedési területre, tehát nem csak vidékünkre. A lengyeli kultúra lelőhelyei a környezetből kiemelkedő domboldalakra települtek kevés kivétellel, ahol a háttérben még magasabb erdős hegyvonulatok húzódtak. Fontos szempont lehetett a vidékre való rálátás. A termőföld kimerülésével magyarázták korábban ezt az eltolódást, de ott is markáns a terepválasztás, ahol nem voltak a vonaldíszes kerámia kultúrának telepei, tehát termelés hiányában nem merülhetett ki a föld. Megoldásként a termelés elemeinek eltérő hangsúlyára gondolhatunk. Mindkét kultúra parasztkultúra volt, földet művelt és szarvasmarhát tenyésztett, mindkettő azonos nyersanyagforrásokat használt, de más fontossági sorrendet tartott. A vonaldíszes kerámia kultúránál a földművelés, a kertgazdálkodás szerepe volt hangsúlyos, a lengyeli kultúránál a szarvasmarha-tenyésztés és a kőkitermelés, -feldolgozás, -kereskedelem; Legalább is ez utóbbiak markánsabb nyomot hagytak.

A lengyeli kultúra meglehetősen nagy lelőhelysűrűséggel hálózta be a Dunántúlt, különböző csoportokat alkotva. A csoportok nem csupán a kerámiájuk alapján határolódnak el, hanem különbségeket látunk az életmódban, a nyersanyagforrások használatában, a temetkezési szokásokban. A csoportok csak nagy vonalakban határolhatók körül: a kelet-dunántúli (ezen belül elkülönül a délkeleti), a közép- és észak-dunántúli, valamint a nyugat-dunántúli. (Kalicz 1985, Zalai-Gaál 2002, Dombay 1960). A kultúra kialakulásának kérdését egészen új fénybe helyezték az M7 autópálya zalai szakaszán folyó ásatások eredményei olyan területen hozva felszínre a kialakuló fázis leleteit, ahol erre kevésbé lehetett számítani. A DNy-Dunántúl lengyeli anyag még egy fontos történeti kérdést vet fel, mégpedig a késői időszak vonatkozásában. A markáns, erős balkáni vonásokkal rendelkező leletanyag eltérő vonásait kronológiai különbségként interpretálta a kutatás (Bánffy 1995, Kalicz 1991b), ma inkább területi csoportként (Bánffy 2002). A zalaszentbalázi és hasonló korú délnyugat-dunántúli leletekben megjelenő sajátos vonások egy olyan történelmi szituáció következményei, mely során a rézkori kultúra a Közép-Balkánról egészen Közép-Európaig ért el és a nyugat-dunántúli területnek ebben a folyamatban

közvetítő szerep jutott (Bánffy 2002), akárcsak korábban – mint láttuk – a neolitikum kezdetén (Kalicz 1990; 1993; 1998. 69; Bánffy 1995, 1999).

Témánk szempontjából a közép-dunántúli csoport érdemel elsősorban figyelmet. Ezen a területen különösen a fiatalabb lengyeli kultúra jelenléte szembetűnő, mégpedig elsősorban a nyersanyag-lelőhelyek környékén. Erre példa Kup–Egyes lelőhelyen a lengyeli kultúra megtelepedése. Jellemző sajátossága a kornak a kőbányászat intenzívvé válása, a nyersanyagforrások környékének megszállása (Bíró & Regénye 2003). Korábban lakatlan területeken is megjelennek a kultúra települései, pl. a Bakonyban. A települési hálózat új vonása a műhelycentrumok feltűnése, emellett megfigyelhetünk a települések között bizonyos hierarchiát, nagyobb, jól megtervezett települések jelenlétét a települési hálózatban. Mindezt a társadalom magas szintű szerveztségének jeleként értékelhetjük.

Az említett, a kőiparral kapcsolatos tevékenység mellett kevés adatunk van az életmód egyéb területeiről. Pollenvizsgálat a Kis-Balaton rekonstrukciós project során történt Keszthely. ill. Főnyed környékén. A legelső permanens *Cerealia* jelenlét 5000 BC-től mutatható ki, markánsan a lengyeli kultúra késői szakaszában van jelen mindkét mintavételi helyen. Erdőirtásra utaló markáns nyomot nem találtak (Medzihradzky 2001). Amennyiben általánosíthatók az eredmények az egész Balaton-vidékre, akkor azt látjuk, hogy a korai földművelők kis irtásai nem jártak jelentős környezeti változással, a lengyeli kultúra intenzívebb gazdálkodása azonban már hagyott nyomot a pollenanyagban.

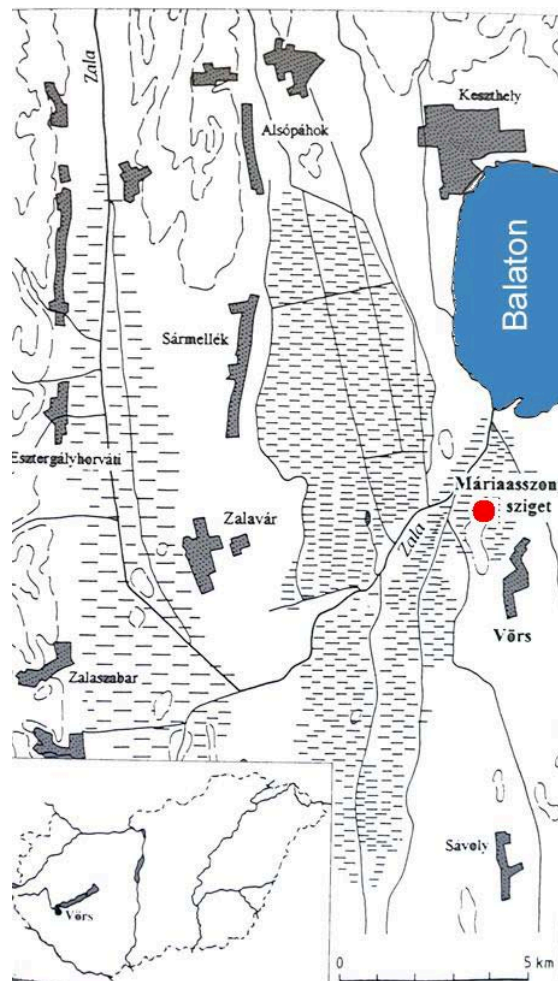
Az életmód, gazdálkodás meghatározásának fontos területe az állatsontok vizsgálata. Ahonnan van adat, az mind azt bizonyítja, hogy kezdettől fogva a szarvasmarha tenyésztése volt a meghatározó. Adat azonban korlátozottan áll csak rendelkezésre, mert a talaj nem kedvez ezen a vidéken az állatsont megmaradásának.

A neolitikus életmód a Dunántúlon jóval tovább fennmaradt, mint a Kárpát-medence keleti felében, a lengyeli kultúra egészen a korai rézkor végéig élt. Nyilvánvalóan szerepet játszott ebben a társadalom szerveztsége, amit a kőkitermelés- és feldolgozás, kereskedelem és a települési struktúra szerveztségéből tudunk kikövetkeztetni.

### ***Az érintett lelőhelyek bemutatása***

#### **Vörs–Máriaasszony-sziget (1. ábra)**

M. Aradi Cs. feltárása 1990., M. Virág Zs., Bíró K. és Kalicz N. feltárása 1999-2000. (Kalicz et al. 1998, Kalicz et al. 2002, M. Virág & Kalicz 2001). A lelőhelyet M. Virág Zs. és T. Bíró K. és Kalicz N. ásatási eredményei alapján mutatom be.



**1. ábra** Vörs–Máriaasszony-sziget, a lelőhely.

A Máriaasszony-sziget a Balaton délnyugati szögletéhez kapcsolódó Kis-Balaton keleti részén húzódó homokos félsziget, melynek legmagasabb pontja mintegy 3-5 m-re emelkedik ki a környező lápos területből. Az ásatás előzménye a kaposvári Rippl Rónai Múzeum munkatársai által végzett feltárássorozat volt, mely elsősorban egy középkori templom környezetének vizsgálatára irányult. Az átvizsgált közel 500 m<sup>2</sup>-nyi területen került elő a Starčevo kultúra gazdag települése. A feltárt objektumok egymásba kapcsolódó szabálytalan gödörkomplexumok voltak. A településhez tartozhatott egy melléklet nélküli temetkezés is. Későbbi korok emlékeit képviselték a Lengyel IIIb, Balaton-Lasinja, Kostolac, Kisapostag kultúrák gödrei és a késő kelta-kora római valamint Árpád-kori telepmaradványok.

Az 1999-ben újra induló feltáráson nagy felületen (700 m<sup>2</sup>) a Starčevo kultúra újabb települési objektumai és egy zsugorított csontvázas temetkezése került elő. A kultúra településének dokumentumait főként gödörök képviselik a lelőhelyen. Házak nem kerültek elő, bár a talált égett tapasztástöredékek és 2 cölöplyuk az egykori házak jelenlétére utalnak.



**2. ábra** Vörs, a Starčevo kultúra kerámiája M. Virág Zs. T. Biró K. és Kalicz N. 1999. évi ásatásából.

A kerámiaanyag a kultúra végső, spiraloïd B fázisát reprezentálja, melyben számos, később a DVK-ban is meghatározóvá váló jellegzetesség is felismerhető. (2, 3. ábra).

Ilyen a bemélyített vonaldísz szokatlan gyakorisága, a bikónikus formák domináló szerepe, a bevágásokkal díszített bütyökdiszkek megjelenése és a Schlickwurf alkalmazása. Nem hagyható figyelmen kívül, hogy a lelőhely a kultúra peremterületén fekszik, ahol különböző lokális eltérések is jelentkezhetnek. Ugyanakkor ez a földrajzi helyzet kiemeli a lelőhely fontosságát, mert a peremterület egyben az a zóna, ahol melynek döntő szerepe volt a DVK kialakulásában.

A Dunántúl első neolitikus megtelepedőivel kapcsolatosan számos nyitott kérdés merül fel a

### 3. ábra

Vörs, a Starčevo kultúra kerámiája Aradi Cs. 1990. évi ásatásából.



kutatásban, mint az ökológiai viszonyok, a népesség eredete, ill. a korai élelemtermelés problematikája. Az ökológiai viszonyok rekonstruálása a lelőhelyen alkalmazott komplex természettudományos mintavétel segítségével (pollen, archaeobotanikai, antropológiai és kőnyersanyag vizsgálatok) oldható majd meg.

### TihanyApáti (4. ábra)

Rainer Pál leletmentése 2002.

A lelőhely a Tihanyi-félsziget északi peremén található, a félsziget úgynevezett „nyakán”, Aszófő közelében, a Diósi-rétek (vagy másutt Felső-láp) nevű kiterjedt mocsaras terület szélén. A neolitikus lelőhely teljes kiterjedéséről nincs adatunk, mert a mocsaras rét mezőgazdaságilag műveletlen, felszíni gyűjtés nem végezhető.

2002-ben csatornázási munkák miatt került sor Rainer Pál vezetésével a 71. sz. út északi oldalán, a sajkodi elágazóval szemben a leletmentésre. Az úttal párhuzamosan futó vízvezetékárok aknájában talált késő középkori pince feltárása közben a pince falán kívül őskori objektumok kerültek elő, a déli oldalon egy vaskori gödör, valamint az északi oldalon egy neolitikus gödör és tűzhely. A lelőhely nagyobb léptékű feltárására nem volt mód, a feltárt leletanyag azonban kevés száma (alig több, mint 100 db kerámia) ellenére is jól reprezentálja a Starčevo kultúrát. A leletek egy gödörből, a mellette lévő tűzhelyfolt mellől és a távolabbi vaskori gödörből kerültek ki. A két gödör távolsága 10 m, tehát csak igen kis szeletét ismerjük a településnek, mindez azonban elég ahhoz, hogy biztosan lehessen állítani, a kultúra önálló településéről van szó.



4. ábra

Tihany-Apáti, a lelőhely fekvése.

A pelyvával soványított kerámia egyik része vékonyabb falú, barna, szürke, ritkábban sárga színű, igen szép kivitelű, esetenként teljesen épen megmaradt a felületen a bevonat fényezése. A kerámia másik része vastag falú, téglavörös, ritkán szürkés, az edény belsejében szinte minden esetben megtaláljuk a fényezett vörös bevonatot (slip). A kerámiatöredékek nagy többségének törésfelületén látszik a jellegzetes rétegzettség, a mag fekete, a vastag falú kerámia egy része azonban egyenletesen vörösre égett át. A vastag falú töredékek egy részének anyagában a pelyva mellett látszik, hogy soványító anyagként ritkán homokot vagy apró fehér kavicsot is használtak. (5., 6. ábra).

A tihanyi lelőhely szerepe azért fontos, mert azon az északi peremterületen található, ahol a Starčevo kultúra találkozhatott a – régészetileg még éppen csak elkezdett kutatású – helyi őslakossággal. Az erős balkáni hagyományokkal rendelkező Starčevo leletanyag a Balaton északi partján olyan egyidejű lelőhelyek közelségében található, melyek már a

**5-6. ábra** Tihany, a Starčevo kultúra kerámiája Rainer P. 2002. évi ásatásából.



kialakuló vonaldiszes kultúrát képviselték. A kialakulási zónában megtaláljuk tehát az eredeti Starčevo kultúra lelőhelyét bizonyítékként a kölcsönös kapcsolatokra.

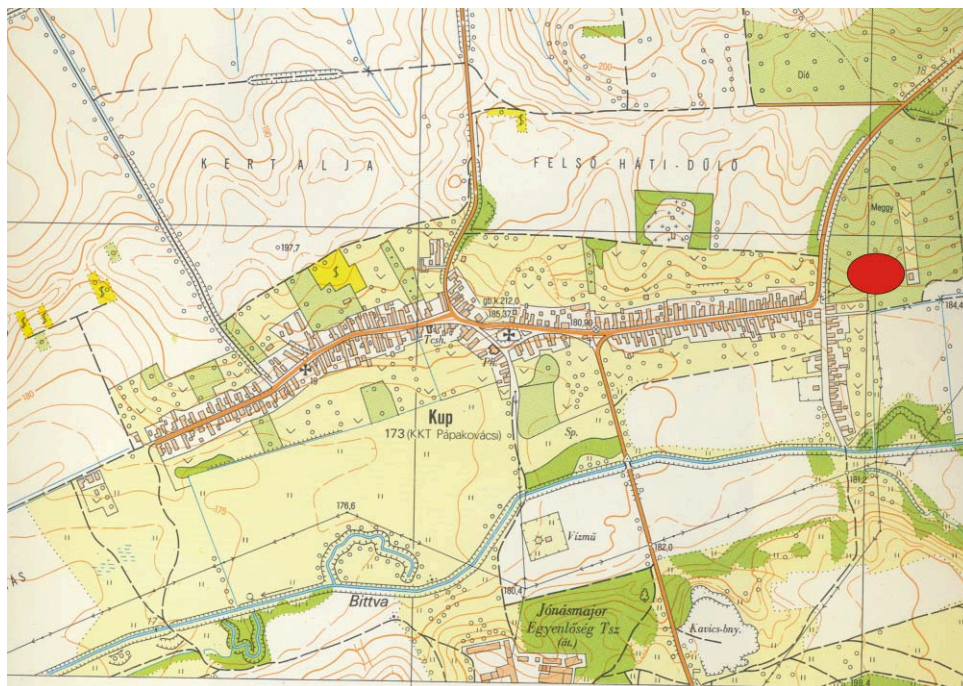
#### Kup–Egyes (7. ábra)

(A lelőhely bemutatása T. Biró K. feltárása alapján történik.)

Mithay Sándor feltárása 1974., Biró Katalin feltárása 2000-2003. (Mithay 1975, Biró & Regénye 2004). A Bittva patakra lejtő domboldalon, a Bakony és a Kisalföld határán találjuk a lelőhelyet. Kedvező természetföldrajzi adottságaihoz hozzájárul két fontos őskori nyersanyagforrás közelsége, a Nagytevel határában felszínre bukkanó felsőkréta korú tűzkő és a szintén nem túl távoli Somló, melynek vulkáni kőzeteit (bazalt, bazalttufa) egyaránt használták.

**7. ábra**

Kup-Egyes, a lelőhely fekvése.



Az újkőkori lelőhelyen Szalay Kálmán bejelentése alapján 1974-ben Mithay Sándor hitelesítő ásátásokat végzett (Mithay 1975, Gläser & Regenye 1989, Biró 1989). 2000-2003. között helyi kezdeményezésre újabb ásátás folyt Biró K. vezetésével. A telepjelenségek kb. egy kilométer hosszan mutatkoznak. A lelőhely teljes feltárása nem történt meg, Mithay S. ásátásaival együtt összesen kb. 375 m<sup>2</sup> feltárása történt meg. További 400 m<sup>2</sup> felületet dózerral kutattunk, az adott területen azonban nem tapasztaltunk telepjelenségeket, csak szórványos leletek kerültek elő.

A lelőhelyről több őskori kultúra és korszak leletanyaga került elő. A korábban megismert DVK és lengyeli anyag mellett későrézkori (protoboleráz) leleteket találtunk. Az újkőkori és rézkori kultúrák népessége feltehetően hosszabb ideig lakta a lelőhelyet, amire a lelőhely kiterjedése, a különféle periódusok megléte és több, egymást részben fedő települési objektum - házak, kemencék - megléte utal.

A legfontosabb telepítő tényezők a kedvező fekvés és a kő-nyersanyagforrások közelsége voltak.

Az 1974-ben feltárt DVK leletanyag a kultúra fontos lelőhelyévé tette Kup-Egyest. A keszthelyi csoport e vidékre jellemző vegyes leletanyaga helyett itt a kottafejes kerámia volt a domináns. Az újabb feltárás alapján – bár igen kevés a vonaldiszes lelet – azt kell mondani, hogy ez a helyzet csak az érintett objektumra volt jellemző, most zselízi kerámiát találtunk egy kis kemencében, kiegészítve ezzel a korábbi leletspektrumot. A Kupon feltárt kerámia jórészt a lengyeli kultúra késői időszakát képviseli. (8. ábra) Ennek a késői

leletanyagnak jellemzője, hogy a kerámia a lengyel II. töretlen továbbfejlődéseként jellemezhető. A későbbi fázis jellegzetességei felbukkannak már a megelőző fázisban, és fokozatosan válnak dominánssá (pl. peremtől induló fül, nagy bütykök), megteremtve ezzel a fokozatos átmenetet. Ezáltal lengyel II b-hez szorosan csatlakozik lengyel III, együtt alkotva a késői fázis. Ezt tapasztaljuk a Szentgál környéki műhelyzóna lelőhelyeinek anyagában is. A feltárt kerámia-anyagról elmondható, hogy alapvetően nem túl gazdag formákban. Díszítésében uralkodó a plasztikus dísz, de nem hiányzik a festés (vörös, fekete) sem.



**8. ábra** Kup, a lengyeli kultúra kerámiája T. Biró K. és Regenye J. 2003. évi ásátásából.

**Összefoglalva**

a vizsgált lelőhelyek által felvetett kérdéseket, amelyeket reméljük, a közös munka során meg tudunk válaszolni:

- van-e lényeges differencia a tisztán balkáni típusú és a helyi elemeket is tartalmazó két Starčevo lelőhely kerámiája között
- tapasztaljuk-e Kup több újkőkori kultúrára kiterjedő leletanyagában a helyi kerámiaművesség továbbhagyományozódását
- találhatóak-e az újkőkorra keltezhető kerámiákban távolabbi eredetre utaló nyers-anyagok, összetevők
- mennyire dolgoztak tudatos receptek alapján az egykori fazekasok és milyen messze mentek el a felhasznált nyersanyagért?

**IRODALOM**

BÁNFFY, E. (1995): Über den Ausklang der Lengyel-Kultur in Transdanubien. In: KOVÁCS T. (ed.) Neuere Daten zur Siedlungsgeschichte und Chronologie der Kupferzeit des Karpatenbeckens. *Inventaria Praehistorica Hungariae VII*. Magyar Nemzeti Múzeum Budapest, 11–28.

BÁNFFY, E. (1999): Újabb adatok a Nyugat-Dunántúl őskorának kereskedelmi és kulturális útvonalaihoz. Data to the trade and cultural routes of prehistoric Western Transdanubia. *Savaria* 24/3: 51–64.

BÁNFFY, E. (2002): A unique southeastern vessel type from Early Chalcolithic Transdanubia: data on the „western route”. *Acta ArchHung* 53: 41–60.

BÁNFFY, E. (2004): The 6<sup>th</sup> millennium BC boundary in western Transdanubia and its role in the central European Neolithic transition (The Szentgyörgyvölgy-Pityerdomb settlement). *Varia Archaeologia Hungarica XV*. Budapest.

BIRÓ, K. T. (1989): A kup-egyési neolit lelőhely kőszekői. *Veszprémi Történelmi Tár* 2: 34–42.

BIRÓ, K. T. & REGENYE, J. (2003): Exploitation regions and workshop complexes in the Bakony Mountains, Hungary. In: Stöllner, Th., Körlin, G., Steffens, G. & Cierny, J. Hrsg. Man and mining – Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65<sup>th</sup> birthday. *Der Anschnitt, Beiheft* 16. Bochum, 55–63.

BIRÓ, K. T. & REGENYE, J. (2004): Kup-Egyes: újabb ásatások egy őskori műhelytelepen (Kup-Egyes: new excavations on a prehistoric workshop site). *ΜΩΜΟΣ* III. Őskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete. Halottkultusz

és temetkezés. Szombathely-Bozsok, 2002. október 7-9. Szombathely, 55–63.

DOMBAY, J. (1960): Die Siedlung und das Gräberfeld in Zengővárkony. *ArchHung* 37 Budapest.

GLÄSER, R. & REGENYE, J. (1989): A vonaldíszes kerámia és a lengyeli kultúra telepe Kúpon. Siedlung der Linienbankeramik und der Lengyel-Kultur in Kúp. *Veszprémi Történelmi Tár* 2: 18–33.

KALICZ, N. (1978-79): Funde der ältesten Phase der Linienbandkeramik in Südtransdanubien. *MittArchInst* 6-9: 13–46.

KALICZ, N. (1983) Die Körös-Starčevo-Kulturen und ihre Beziehungen zur Linienbandkeramik. *Nachrichten aus Niedersachsens Uhrgeschichte* 52, 91-130.

KALICZ, N. (1985): Kőkori falu Aszódon. Neolithisches Dorf in Aszód. Aszód.

KALICZ, N. (1990): Frühneolithische Siedlungsfunde aus Südwestungarn. Quellenanalyse zur Geschichte der Starčevo-Kultur. *IPH IV*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest.

KALICZ, N. (1991a): Die Keszthely-Gruppe der Transdanubischen (Mitteleuropäischen) Linienbandkeramik im Lichte der Ausgrabung in Kustánszeg (Westungarn). *CommArchHung* 1991: 5-32.

KALICZ, N. (1991b): Beiträge zur Kenntnis der Kupferzeit im ungarischen Transdanubien. In: LICHARDUS, J. ed. Die Kupferzeit als historische Epoche. *Symposium Saarbrücken und Otzenhausen* 1988. Bonn, 347–387.

KALICZ, N. (1993): The Early Phase of the Neolithic in Western Hungary (Transdanubia). *Poročilo o raziskovanju paleolita, neolita in eneolita v Sloveniji (later Dokumenta Praehistorica) XXI*: 85-135.

KALICZ, N. (1998): Figürliche Kunst und bemalte Keramik aus dem Neolithikum Westungarns. *Archaeolingua Series minor* 10. Budapest

KALICZ, N., VIRÁG ZS. M. & BIRÓ K. T. (1998): The northern periphery of the Early Neolithic Starčevo culture in south-western Hungary. A case study of an excavation at Lake Balaton. *Documenta Praehistorica XXV*: 151–187.

KALICZ, N., BIRÓ K. T. & VIRÁG ZS. M. (2002): Vörs, Máriaasszony-sziget (Somogy megye). In: *Régészeti kutatások Magyarországon 1999. Archaeological investigations in Hungary 1999*. Budapest, 15–26.

MEDIHRADSZKY, ZS. (2001): The reconstruction of the vegetation in the Kis-Balaton area during Lengyel period. Preliminary report. In: *REGENYE, J. ed. Sites and Stones. Lengyel culture in western Hungary and beyond. A review of the current research.* Veszprém, 143–148.

MITHAY, S. (1975): Kup-Egyes. *Régészeti Füzetek* I/1 28: 13.

SÁGI, K. & TÖRŐCSIK, Z. (1998): A Dunántúli Vonaldíszes Kerámia „Tapolcai csoportja” (Előzetes jelentés). *A Tapolcai Városi Múzeum Közleményei* 1: 29–130.

SIMON, K. H. (1996): Ein neuer Fundort der Starčevo-Kultur bei Gellénháza (Kom. Zala,

Ungarn) und seine südlichen Beziehungen. In: *DRAȘOVEAN, F. ed. The Vinča Culture, its role and cultural connections.* Timișoara, 59–92.

VIRÁG ZS. M. & KALICZ N. (2001): Neuere Siedlungsfunde der frühneolithischen Starčevo-Kultur aus Südwestungarn. In: D. GINTER et al eds., *Problems of the Stone Age in the Old World. Jubilee Book dedicated to Professor Janusz K. Kozłowski.* Kraków, 265–279.

ZALAI-GAÁL, I. (2002): Die neolithische Gräbergruppe-B1 von Mórág–Tűzkődomb. I. Die archäologischen Funde und Befunde. *Wosinsky Mór Múzeum, Szekszárd–Saarbrücken.*

# PATICSONK: A KERÁMIA ÉS AZ ÜLEDÉK KÖZÖTT

KOVÁCS TÍMEA

ELTE TTK Közöttani és Geokémiai Tanszék

E-mail: [kovacstim@freemail.hu](mailto:kovacstim@freemail.hu)

## Abstract

*This study deals with the archaeometrical investigation of Neolithic daub fragments collected from two archaeological sites (Vörs-Máriaasszony-sziget, Somogy county and Kup-Egyes, Veszprém county) between 1999 and 2003.*

*Daub is the term used for different parts of a wattle-walled house (wall, floor, kiln). It can be preserved by occasional or intentional burning of the building. It is a common and frequent component of most archaeological sites, however, it has not been studied in details in Hungary yet.*

*I have examined altogether 500 pieces from the two sites. After macroscopical description I assorted them and chose 40 representative specimens for detailed analysis.*

*The analytical program was based on macroscopic and thin section petrography, accompanied by X-ray powder diffraction. Besides, soil samples, collected from both sites during the excavations, were examined by binocular microscope and analysed by X-ray powder diffraction. The mineralogical composition of the daub samples is quite monotonous and quite similar in the two sites. The dominant nonplastic component is quartz. In addition to quartz smaller quantities of micas, feldspars and fragments of metamorphic and sedimentary rocks are present. For this reason the classification of daub samples was based on textural characteristics and the composition of the matrix. Considering these parameters it is usually possible to identify the former position of the daub fragments in the house. In some cases the matrix is inhomogeneous even in one piece, which shows that different raw materials were used. This phenomenon is more typical at Kup-Egyes site.*

*According to X-ray powder diffraction analysis there are no clay minerals in the matrix of the daubs, which suggests that not the clay minerals but the clay size fraction is required to gain the proper stability of the wall. To increase the plasticity of the raw materials organic substance was used.*

*Comparing the daub samples of the two sites I could not find significant differences between the building technology of the different cultures.*

KEYWORDS: DAUB, NEOLITHIC AGE, THIN SECTION PETROGRAPHY, X-RAY POWDER ANALYSIS, HOUSE BUILDING TECHNOLOGY

KULCSSZAVAK: PATICSOK, ÚJKÖR, KÖZÖTTANI VIZSGÁLAT, RÖNTGEN-PORDIFFRAKCIÓS ANALÍZIS, HÁZÉPÍTÉSI TECHNOLÓGIÁK

## Bevezetés

A patics tapasztott sövényfalú házak elemeinek (fal, padló, kemence) a maradványa, amely a ház leégésével és a törmelék betemetődésével maradhat fenn. Munkám során újkőkori paticsok archeometriai vizsgálatával foglalkoztam, tehát természettudományos, elsősorban geológiai, közettani és ásványtani szempontból vizsgáltam a leletek anyagát. Szinte minden telepeltárásnak gyakori, jellemző maradványa a patics, de részletes, tematikus feldolgozására eddig sem az általam vizsgált lelőhelyeken, sem máshol Magyarországon nem került sor, és világszerte is csak a legutóbbi időkben kezdődött ezeknek az anyagoknak az archeometriai vizsgálata.

Munkám célja az volt, hogy az anyag közettani jellemzésén túl, információkat nyerjek a felhasznált nyersanyagokról, a készítési technológiákról és a

különböző lelőhelyek különböző kultúráinak építési szokásairól.



1. ábra

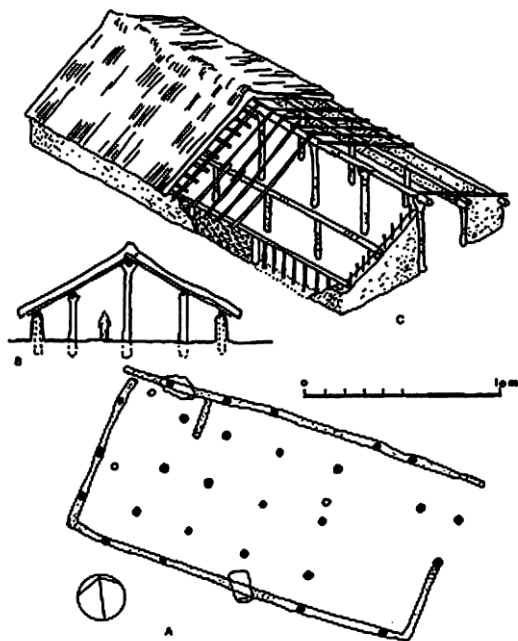
A lelőhelyek elhelyezkedése



## Régészeti háttér

A vizsgált paticsok két lelőhelyről, a Veszprém megyei Kup-Egyesről és a Somogy megyei Vörs-Máriaasszony-szigetről, származnak (1. ábra). A mintákat T. Biró Katalin a Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Tár munkatársa bocsátotta rendelkezésemre. Kup-Egyes lelőhely a Pápától mintegy 10 km-re délre fekvő Kup község keleti részén található. A dunántúli vonaldíszes kerámia népe, a lengyeli kultúra és egy későrézkori (protoboleráz) kultúra telephelye volt. Az általam vizsgált paticsminták mintegy 70%-át jelentették az innen - T. Biró Katalin és Regénye Judit vezetésével - 2003-ban begyűjtött darabok. Az egykori Kis-Balaton keleti peremén elhelyezkedő Vörs-Máriaasszony-sziget szintén egy több periódusú lelőhely, kedvező természeti adottságai miatt a legkorábbi neolitikum óta szinte minden korszakban lakott volt. (Feltárt kultúrák: Starčevo, Lengyeli III/b, Balaton-Lasinja, Kostolac, Kisapostag, későkelta-korarámai, Árpádkor.) (Kalicz et al., 1999) A vizsgált paticsokat 1999 és 2000 folyamán gyűjtötték T. Biró Katalin és Virág Zsuzsanna vezetésével. Munkám során mindkét lelőhelyről újkőkori leletekkel foglalkoztam.

Az újkőkor az emberiség fejlődésének fontos állomása, mivel az élelemtermelő gazdálkodás megindulásával ekkor vált lehetővé az időjárástól független tartós letelepedés, így az első falvak kialakulása. A települési szokások átalakulása leginkább a házak típusában, nem annyira a felhasznált építőanyagokban, hozott változásokat.



2. ábra Újkőkori ház rekonstrukciója, Istvánfi (1997) után.

A Kárpát-medencében az újkőkori kultúrákra általában – így a dunántúli vonaldíszes kerámia és a lengyeli kultúrára – az igen nagy méretű, felmenő falas, belül osztott, több családnak is otthonul szolgáló oszlopos szerkezetű házak voltak jellemzőek (Kalicz, 1974; Patel, 2004) (2. ábra). A természeti környezet nyújtotta lehetőségeknek megfelelően ezeket a házakat elsősorban vegyes falazatokkal építették. Ezek közül Európa őskorában mindvégig az önhordó cölöpvázazs sővényfal volt a legáltalánosabb (Istvánfi, 1997). Ennél egy 20-40 cm-enként a földbe szúrt karókra, esetleg ágasfákra font vesszősővény adta a fal tartószerkezetét, amelyet kívülről, belülről akár több 10 cm vastagon törekkel, pelyvával kevert sárral tapasztottak be. A tapasztással tömitették, szigetelték a sővényvázat, másrészt esztétikailag is elfogadhatóbbá tették (Sabján-Buzás, 2003). A végső lépést a fal híg, agyagos, esetleg trágyaleves lével történő lekenése, bizonyos esetekben festése jelentette.

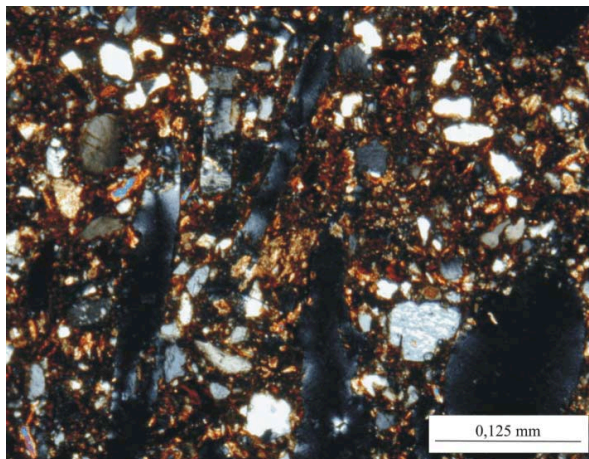
## Vizsgálati módszerek

A rendelkezésemre álló mintegy 500 darab paticsmintából a makroszkópos leírás és csoportosítás után 40 darabot választottam ki részletesebb vizsgálatra. A 25 Kupról és 15 Vörsről származó darabot úgy választottam ki, hogy a megfigyelt típusokat és csoportokat hűen reprezentálják, illetve, hogy a különleges, az átlagostól eltérő mintákról is szerezhessenek további információkat. A vizsgálatra szánt mintákból 30 µm vastagságú vékonycsiszolatokat készítettem, amelyeket petrográfiai polarizációs mikroszkóppal vizsgáltam. A mikroszkópos megfigyelések segítségével lehetőségem nyílt a paticsokban megjelenő törmelékeny elegyrészek ásványos összetétele mellett a szöveti bélyegek részletes tanulmányozására is. Így az alapanyag színét, izotropitását, karbonáttartalmát, a klaszterek méretét, mennyiségét, osztályozottságát, koptatottságát, esetleges irányítottságát és a porozitás jellegzetességeit és mennyiségét figyeltem meg a kerámiáknál rendszeresen alkalmazott, jól bevált módszertant követve (Szakmány, 1998). Végül 10 mintából - az ásványos összetétel pontosítására és az igen finom szemcsemérete miatt mikroszkóppal nem vizsgálható alapanyag összetételének megismerésére – röntgen-pordiffrakciós elemzés készült az MTA Geokémiai Kutatóintézetében PHILIPS PW 1730 típusú, Bragg-Brentano elrendezésű diffraktométeren.

A potenciális nyersanyagok feltételezett helyi finomszemcsés üledékekkel való összehasonlítás végett az egyes lelőhelyekről az ásatások során begyűjtött talajmintákat binokuláris mikroszkóppal, illetve röntgen-pordiffrakcióval vizsgáltam meg.

**3. ábra**

Deszka- és karólenyomatos, nagy porozitású patics makroszkópos felvétele a vörsi 1. csoportból.

**4. ábra**

Nagy porozitású, mono- és polikristályos kvarc- és csillámokat tartalmazó patics mikroszkópos felvétele a vörsi 1. csoportból. (X N)

### Eredmények

A makro- és mikroszkópos megfigyelésekből kiderült, hogy a paticsok nyersanyagát finomszemcsés, agyag-aleurit-finomhomok frakciójú üledékek adhatták.

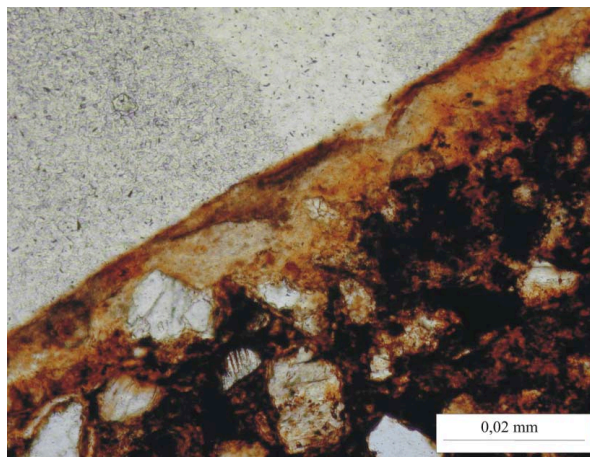
A mintákat a makroszkópos petrográfiai megfigyelések alapján csoportosítottam. A csoportosítás alapját a leginkább változatos paraméterek, azaz a porozitás, a nem-plasztikus elegyrészek mennyisége és szemcsemérete és a mátrix karbonát-tartalma jelentette. A fentiekén kívül figyelembe vettem, hogy az egyes darabokon megfigyelhető-e olyan jelek, amelyek a házban betöltött „funkciójukra” utalnak, pl. festett, simított felületek, szerkezeti elemek lenyomatai, stb. Ezen tulajdonságok alapján a mintákat mindkét lelőhelyen 3 csoportra osztottam. Az 1. csoportot ház szerkezeti vázát alkotó deszkák, ágak lenyomatait magukon viselő, nagy porozitású, sok növénymaradványt tartalmazó minták jelentik, amelyek a házfal belsejében helyezkedtek el (**3.-4. ábra**). A 2. szintén mindkét lelőhelyen jellemzően megtalálható csoportba a tömött, simított, esetleg festett felülettel rendelkező darabok tartoznak, amelyek a fal külső részét alkották (**5.-6. ábra**), illetve durvább szemcseméret és nagyobb sűrűség és tömörség esetén a padló részét képezhették. Ez a két csoport mindkét lelőhelyen jellemzően megtalálható. A harmadik csoportot a vörs-máriaasszony-szigeti lelőhelyen a nagyon finomszemcsés, agyagos (**7. ábra**), míg a Kup-Egyes lelőhelyen az átlagtól eltérően karbonátmentes alapanyaggal rendelkező minták jelentik, amelyek változatos megjelenésűek. Néhány mintánál megfigyelhető az a sajátosság, hogy simított felülettel ellentétes oldalukon, a minta felületén cm nagyságrendű, jól koptatott,

kvarc vagy karbonát anyagú kavicsok helyezkednek el. A régészek megfigyelései szerint ez a kavicsréteg kemencék alján volt jellemző. A kemence anyaga tehát lényegében nem tér el a ház többi részétől, ezek a minták a második csoportba illeszthetők be.

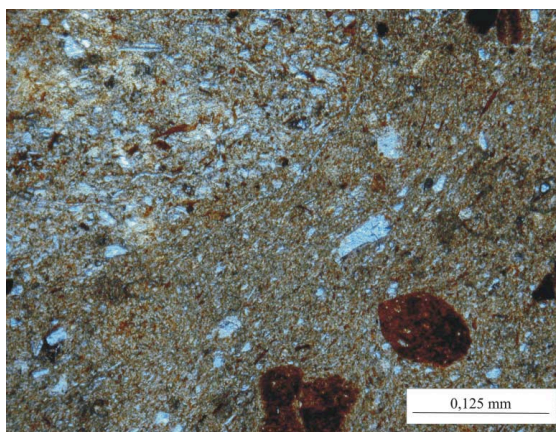
A mikroszkóppal végzett, a paticsok jellegzetességeire irányuló vizsgálatok megerősítették az imént bemutatott csoportosítás helyességét. Az alapanyag, a törmelékes elegyrészek és a porozitás egymáshoz viszonyított mennyiségét az egyes csoportokban az **1. táblázat** tartalmazza. A törmelékes elegyrészek ásványos összetétele azonban meglehetősen egyveretűnek bizonyult a különböző csoportokban és a két lelőhelyen egyaránt. A közepesen, illetve rosszul koptatott, átlagosan aleurit-finomhomok frakcióba tartozó törmelékes elegyrészeket uralkodóan mono- illetve polikristályos kvarc- és csillámok adják, amelyek, gyakorta hullámos kioltásuk alapján, metamorf eredetűek. Általánosan előforduló elegyrészek ezen kívül a muszkovit, biotit, a plagioklász és kálföldpát, illetve az uralkodóan hullámos kioltású kvarc és csillámok halmazából álló, foliált szövetű metamorf eredetű közettörmelékek. Kisebb mennyiségben pontosabban meg nem határozható, kvarcból, csillámból és földpátból álló, feltehetően magmás eredetű üledékes (karbonát és radiolarit) közettörmelékek is megfigyelhetők a minták anyagában. A törmelékes elegyrészek ásványos összetételét a **2. táblázatban** tüntettem fel. Sajátos, különösen a Kupról származó mintákban tipikus elegyrészek a korábbi - szöveti jellemzőik alapján - valószínűleg erősen megégett paticsfalak kis méretű, legfeljebb 0,5 cm-es törmelékei, amelyek szövete általában hasonló az őket tartalmazó paticsokéhoz (**8. ábra**).

**5. ábra**

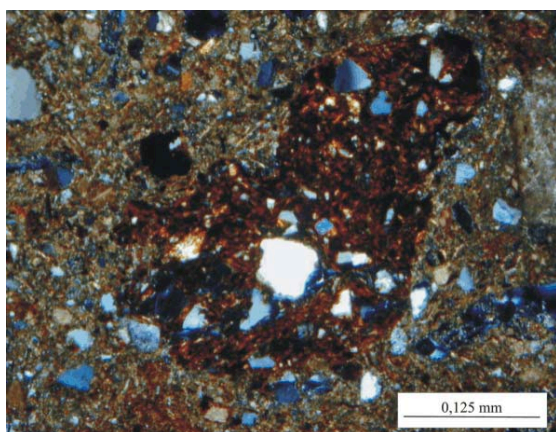
Símitott, festett felülettel rendelkező, kis porozitású, tömött paticsdarab a kupi 2. csoportból.

**6. ábra**

Festékréteg mikroszkópos felvétele, vörsi 2. csoport. (1N)

**7. ábra**

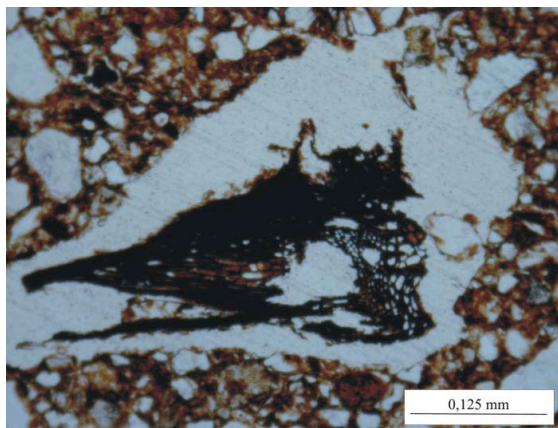
A vörsi 3. csoportba tartozó nagyon finomszemcsés patics mikroszkópos felvétele. (1N)

**8. ábra**

Idegen eredetű patics törmelék a kupi 1. csoportból. (XN)

A falakban jelen levő szerves anyag szenesedett növénymaradványok (**9. ábra**) és kis méretű csomók formájában őrződött meg. A néhány mintán megfigyelhető festék a mikroszkópban nagyon finomszemcsés, több alrétegből álló egyenletes rétegnek bizonyult. Ásványos és kémiai összetételének meghatározására további, más jellegű vizsgálatok szükségesek.

A paticsok alapanyaga Vörsön uralkodóan karbonátmentes, Kupon pedig uralkodóan karbonátos, de mindkét esetben akadnak kivételek. A karbonáttartalom változása tehát – a szöveti azonosságokat figyelembe véve – nem jelent funkcionális különbséget, csak a különböző nyersanyagok vegyes felhasználására utal. Az anyag akár egy mintán belül is megfigyelhető inhomogenitása alapján, mindkét lelőhely paticsairól megállapítható, hogy előállításukhoz gyakran többféle nyersanyagot használtak, amelyek tökéletes homogenizálására nem törekedtek alkotóik. A binokuláris mikroszkóppal megfigyelt paraméterekben (koptatottság, ásványos összetétel) jó egyezést mutatnak az azonos helyről származó patics- és talajminták. A Kupról származó klaszrok mindkettőben – átlagosan – valamivel jobban koptatottak. A paticsokban a szemcseméret és a szemcsék alapanyaghoz viszonyított mennyisége eltér a két lelőhelyen és a lelőhelyeken belül az egyes csoportok közt is (ld. **1. táblázat**). Kupon mindegyik csoportnál jóval kisebb a törmelékes elegyrészek mátrixhoz viszonyított mennyisége, mint Vörsön átlagosan – ez alól természetesen kivételt jelent a vörsi 3. csoport, ahol épp a nagyon finom szemcseméret volt az elkülönítő tényező – és mivel az összehasonlításra begyűjtött talajminták közt ilyen különbség nem volt felfedezhető, ez lehet szándékos is.



### 9. ábra

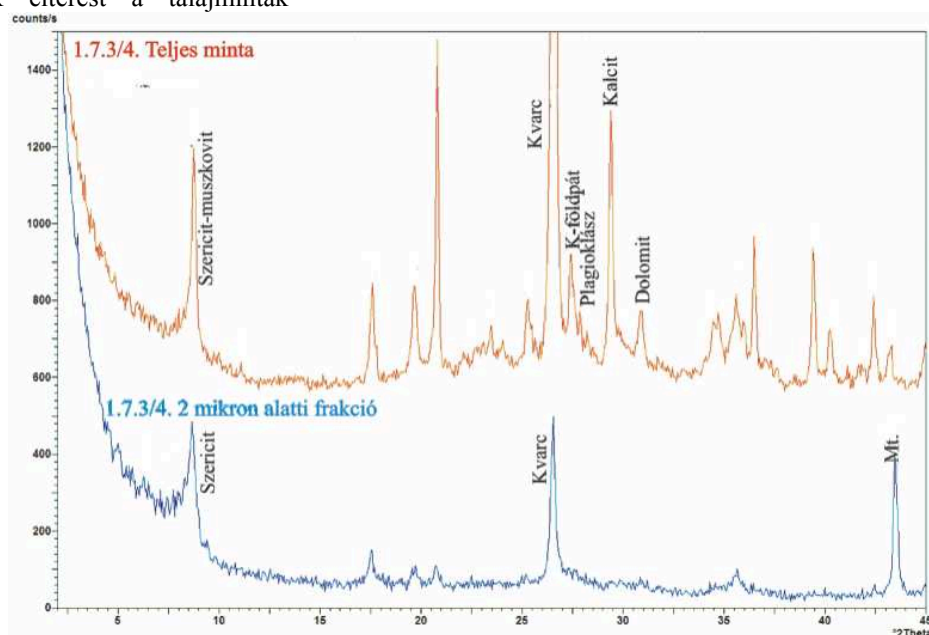
Szenesedett növénymaradvány mikroszkópos felvétele a vörsi 1. csoportból. (1N)

Ennek egyértelmű bizonyítására azonban – a későbbiekben - a potenciális nyersanyagként felmerülő üledékek szélesebb körű gyűjtésére és vizsgálatára lesz szükség.

A röntgen-pordiffrakciós elemzés megerősítette a mikroszkópos megfigyeléseket, ami a törmelékes elegyrészek összetételét és az alapanyag változó karbonáttartalmát illeti. A mikroszkópos megfigyelések és az azonos lelőhelyekről származó – korábban feldolgozott - kerámiák analógiája alapján feltételeztük, hogy a finomszemcsés alapanyagot - az esetleges karbonát és a szervesanyag mellett – agyagásványok alkotják, ezt a feltételezést azonban megcáfolta a röntgen-pordiffrakciós elemzés, lévén, hogy a paticsminták anyagában, még az e célból szeparált 2 µm alatti frakcióban sem mutatott ki agyagásvány fázist, csak a törmelékes elegyrészekként is jelen lévő ásványfázisokat, elsősorban kvarcot és csillámot (10. ábra). A másik eltérést a talajminták

### 10. ábra

Egy Kupról származó paticsminta röntgen-pordiffraktogramja a teljes mintára, illetve a 2 µm alatti frakcióra. Csak a határozó értékű csúcsok vannak megnevezve.



agyagásvány- és viszonylag magas klorittartalma jelentette, ami tehát különbséget jelent a paticsokhoz képest (11. ábra).

### Konklúzió

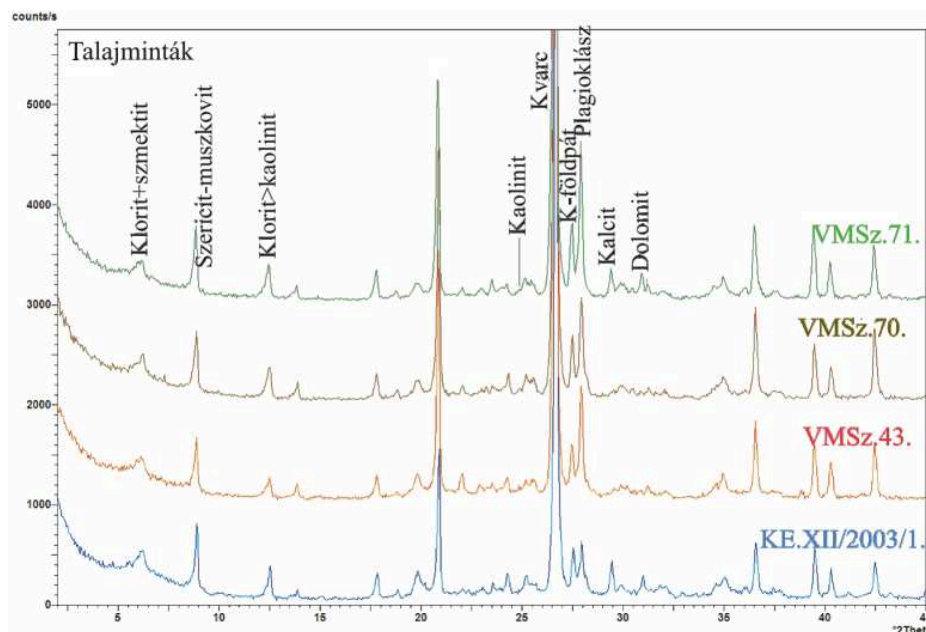
A petrográfiai és röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok eredményei szerint a paticsok nyersanyagát valószínűleg helyi finomszemcsés üledékek adták, amelyek pontosabb azonosításához azonban további vizsgálatok szükségesek. Az egyes tulajdonságaikban - például karbonát-tartalom, szemcseméret - különböző nyersanyagokat keverték, tökéletes homogenizálásukra nem törekedtek. Feltehetően tudatosan kerülték a nagy agyagásvány tartalmú anyagokat, azok kedvezőtlen száradási zsugorodási sajátosságai miatt, viszont céljuk volt a minél finomabb szemcseméret elérése, ennek érdekében nem zárható ki, hogy – különösen a kupi lelőhelyen – valamilyen eljárással (pl. iszapolás) mesterségesen dúsították az agyag frakciót.

A különböző házelemek anyagában nincs különbség, a szöveti bélyegek alapján azonban, általában azonosítani lehet, hogy az egyes elemek milyen funkciót töltek be a házban.

A fal könnyítésére, tömegének, sűrűségének csökkentésére és hőszigetelési tulajdonságának javítására mindkét lelőhelyen finomra aprított, növényi törmelék (szecskát, pelyvát), illetve, Kupon általánosan, Vörsön pedig esetenként, régebbi paticsfalak – feltehetően kiegészítő - anyagának törmelékeit keverték az anyagba.

**11. ábra**

Vörsről és Kupról származó talajminták röntgen-pordiffraktogramjai. (KE= Kup-Egyes, V= Vörs-Máriaasszony-sziget) Csak a határozó értékű csúcsok vannak megnevezve.



	V1	V2	V3	K-1	K-2	K-3a	K-3b	K-3c	K-3d
<b>Alapanyag</b>	55,1	62,7	93,7	69,2	80,8	78,3	70,8	79,7	68,1
<b>Pórus</b>	8,1	1,4	1,9	12,9	4,2	6,1	7,2	9,0	3,0
<b>Törmelék szemcsék</b>	36,9	36,0	4,4	17,9	15,1	15,6	21,9	11,3	28,9

**1. táblázat.**

Az alapanyag, a törmeléksejtszámok és a porozitás aránya térfogatszázalékban a két lelőhely csoportjaiban. (V = Vörs-Máriaasszony-sziget, K = Kup-Egyes)

	V1	V2	V3	K-1	K-2	K-3a	K-3b	K-3c	K-3d
<b>Monokristályos kvarc</b>	67,0	67,6	64,6	55,3	53,6	61,5	59,9	52,9	52,9
<b>Polikristályos kvarc</b>	11,6	11,4	0,0	14,8	10,4	11,5	18,5	15,6	22,1
<b>Csillám</b>	3,9	7,0	20,3	7,4	6,6	4,2	5,3	5,9	6,3
<b>Földpát</b>	6,0	5,9	0,0	6,0	7,2	9,4	4,3	7,4	3,2
<b>Kőzettörmelék</b>	6,5	4,2	0,0	11,3	15,0	9,3	9,9	13,9	11,9
<b>Opakásvány + szerves anyag</b>	5,1	3,8	15,1	5,1	7,2	4,2	2,1	4,4	3,5
<b>Akcesszória</b>	ny	ny	ny	ny	ny	ny	ny	ny	ny

**2. táblázat.**

A minták törmelékeselegyrészeinek egymáshoz viszonyított ásványos összetétele térfogatszázalékban megadva. (V = Vörs-Máriaasszony-sziget, K = Kup-Egyes)

A két lelőhelyen a paticsfal-készítés technológiája meglehetősen hasonló volt, bár Kupon nagyobb mennyiségben használták korábbi, leégett paticsok törmelékét, és feltehetően szándékosan törekedtek a finomabb szemcseméret dúsítására.

### ***Köszönetnyilvánítás***

Szeretnék köszönetet mondani mindenkinek, aki segítette munkámat, különös tekintettel Szakmány Györgyre, T. Biró Katalinra, Tóth Máriára, Regenye Juditra, Virág Zsuzsannára, Gherdán Katalinra és Szilágyi Veronikára. A vizsgálatokhoz anyagi támogatást az OTKA T-046297 program nyújtott.

### ***Irodalom***

ISTVÁNFI, GY., 1997: Az építészet története. Őskor. Népi építészet, Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, 261 p.

KALICZ, N., 1974: Agyagistenek - A neolitikum és a rézkor emlékei Magyarországon. Corvina Kiadó 78 p.

KALICZ, N., BIRÓ, K.T., VIRÁG, M. ZS., 1999: Vörs, Máriaasszony-sziget. Régészeti Kutatások Magyarországon 1999., Kulturális Örökségvédelmi hivatal és Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, pp.15-26.

PATEL, N.K., 2004: House Construction and Destruction Patterns of the Early Copper Age on the Great Hungarian Plain, Senior Honors Thesis, The Ohio State University, 35p.

SABJÁN, T., BUZÁS, M., 2003: Hagyományos falak, Budapest, Trec, 140p.

SZAKMÁNY, GY., 1998: Insight into the manufacturing technology and the workshops: evidence from petrographic study of ancient ceramics. In: KÖLTŐ, L. & BARTOSIEWICZ, L. (eds.): *Archeometrical Research in Hungary II., Budapest-Kaposvár-Veszprém*, pp. 77-83

# KERÁMIÁK VIZSGÁLATA KATÓDLUMINESZCENS MIKROSZKÓPPAL, ZALAVÁRI - KORA KÖZÉPKORI - LELETEK PÉLDÁJÁN

BAJNÓCZI BERNADETT<sup>1</sup>, TÓTH MÁRIA<sup>1</sup>, MERSDORF ZSUZSA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTA Geokémiai Kutatóintézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.,

E-mail: [bajnoczi@geochem.hu](mailto:bajnoczi@geochem.hu), [totyi@geochem.hu](mailto:totyi@geochem.hu)

<sup>2</sup>Archeosztráda Kft, 1119 Budapest, Etele út 59-61., E-mail: [zsuzsuzsu@hotmail.com](mailto:zsuzsuzsu@hotmail.com)

## Abstract

*The paper describes the possibility of using cathodoluminescence (CL) microscopy for petrographic study of archaeological pottery objects. CL microscopy shows more details than conventional polarized light microscopy about the inner structure and chemistry of aplastic components of pottery products as well as the texture of the samples. It enables to reveal differences in the mineralogy of aplastic components, and characteristic minerals as "fingerprints" may allow distinguishing potteries of different provenance and origin.*

*The pottery vessels studied by CL method are from Zalavár-Vársziget (W-Hungary) and derive from the second half of the 9<sup>th</sup> century AD. Most of the products were fired on less than 650°C. This relatively low temperature doesn't really affect aplastic components, therefore enables their petrographic study using CL method combined with X-ray diffraction. In addition to the common calcite and feldspar detritus and quartz-bearing fragments, part of the samples contains several mm large, rounded, dolomite-bearing lithofragments (pebbles), which are supposed to be tempering material. Dolomitic rock fragments are distinguished from angular calcite grains with dull to very bright luminescence by their non- or very weak CL. The dolomitic temper is possibly not of local origin, and dolomite-bearing ceramics are assumed to be "import" objects among the finds from Zalavár-Vársziget.*

KEYWORDS: POTTERY, EARLY MIDDLE AGES, CATHODOLUMINESCENCE, PETROGRAPHY, TEXTURE, XRD

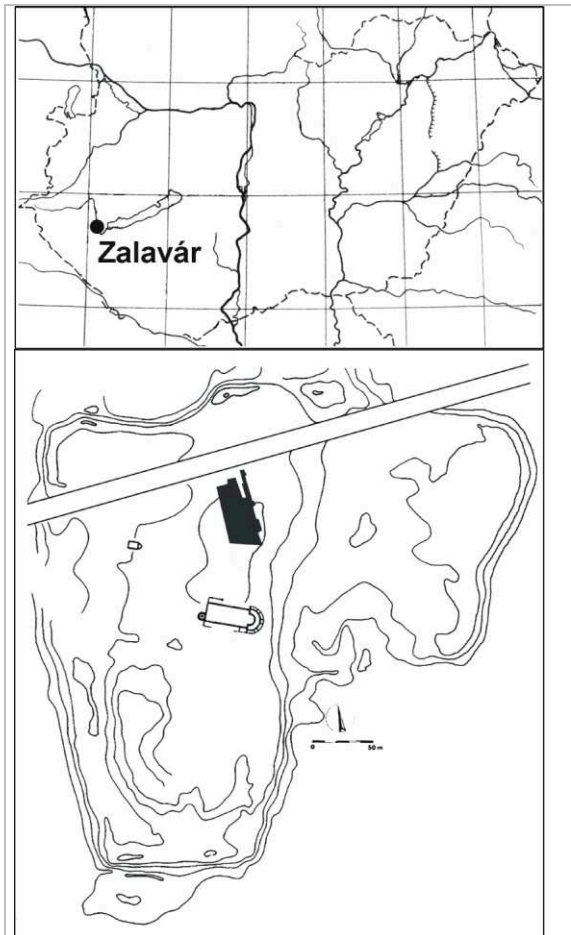
KULCSSZAVAK: KERÁMIA, KORA KÖZÉPKOR, KATÓDLUMINESZCENCIA, PETROGRÁFIA, SZÖVET, RÖNTGENPORDIFFRAKCIÓ

## Bevezetés

A lumineszcencia kifejezés a latin *lumen* (fény) szóból származik. Különböző energiával történő gerjesztés (besugárzás) során számos anyag bocsát ki látható fényt, azaz lumineszkál. A katódlumineszcencia a fénykibocsátás azon fajtája, ahol a látható fényt elektronok gerjesztik az anyagban, a katód elnevezés az elektronokat előállító forrásra utal.

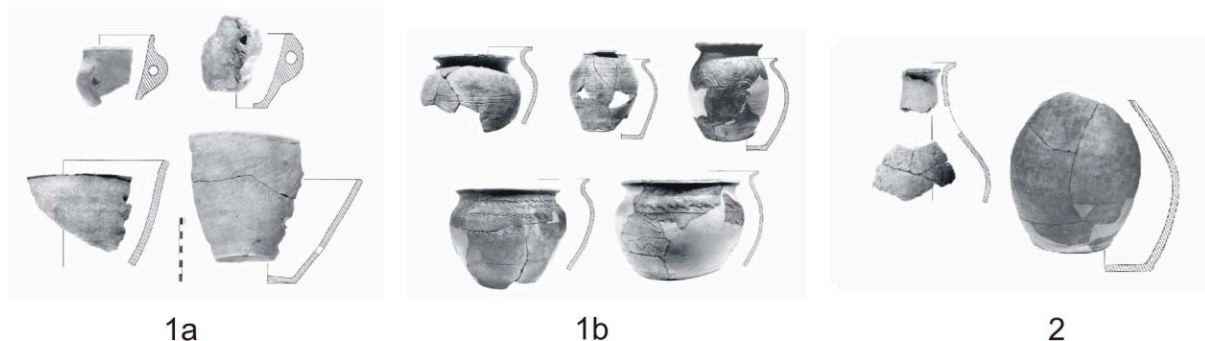
A lumineszcencia jelensége már az ókor óta ismert. Szilárd anyagok lumineszcenciájáról az első (írásos) megfigyelést 1602-3-ban a bolognai Vincenzo Cascariolo készítette. Az első katódlumineszcens vizsgálatokat Crookes (1879) végezte, aki különböző kristályokat elektronokkal bombázott és a keletkező fényt tanulmányozta. Ásványok lumineszcens sajátosságainak vizsgálatára a katódlumineszcens módszert az 1960-as években kezdték el szisztematikusan használni arra alapozva, hogy a földkéregben elterjedt legfontosabb ásványok (pl. karbonátok, földpátok) gyakran lumineszkálnak.

Régészeti minták esetén a katódlumineszcencia a felhasznált természetes kőzetanyagok (pl. márványok, mészkövek, homokkövek, tűzkövek) és a mesterségesen előállított tárgyak (pl. kerámiák, téglák) részletes szöveti, ásványtani, esetlegesen kémiai összetételi vizsgálatára használható. Napjainkra a márvány- és mészkő anyagú műtárgyak, építő- és díszítőkövek eredetének meghatározásához a katódlumineszcencia a rutinszerűen alkalmazott anyagvizsgálat alapvető diagnosztikai módszerévé vált mind a külföldi, mind a hazai archeometriai kutatások esetén (pl. Barbin et al. 1992, Lapuente et al. 2000, Zöldföldi et al. 2004). A katódlumineszcencia tűzkövek eredetének meghatározásához is segítséget nyújthat (Akridge & Benoit 2001). Katódlumineszcenciás vizsgálatok régészeti kerámiák anyagáról szintén ismertek, de jóval kisebb mennyiségben, mint az előbb említett anyagokból (Picouet et al. 1999, Chapoulie & Daniel 2004, Chapoulie et al. 2005). Jelen tanulmány az első hazai kísérlet a katódlumineszcens módszer alkalmazására Magyarország területéről származó kerámiamintákon.



**1. ábra.** Zalavár-Vársziget Emlékmű lelőhely elhelyezkedése (fekete színnel jelölve).

A vizsgált kora középkori (9. sz. 2. fele) kerámia Zalavár-Vársziget Emlékmű lelőhelyről származik. Zalavár-Vársziget Keszthelytől DNy-ra, a Kis-Balaton peremén, egy enyhe szigetszerű kiemelkedésen található. A lelőhely a *Mosaburg* néven ismert karoling tartományi központ szívében helyezkedett el, a Hadrianus templom közelében (1. ábra, Zalavárról összefoglalóan: Szőke (1999)). A terület feltárása 1982-85 között, Cs. Sós Ágnes vezetésével történt, a leletanyag régészeti feldolgozását Mersdorf (2003) végezte el.



**2. ábra.** Kerámiatípusok a kora középkori zalavári leletanyagban.

1a. csoport: bögrék és tálak, 1b. csoport: főzőedények, 2. csoport: polírozott palackok.

A vizsgált cserepek funkció és készítése technika alapján két fő csoportba sorolhatók: 1) durvaszemcsés soványítású, szürkésbarna színű házikerámia (fazekak, bögrék, tányérok, tálak), valamint 2) finomszemcsés, iszapolt anyagú, polírozott asztali edények (palackok) (2. ábra).

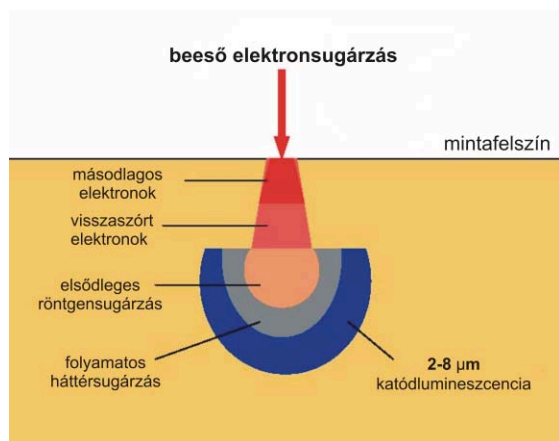
A leletek ásvány-közzetani vizsgálatának célja a két csoport közötti gyártási technológiai különbségek kimutatása, a soványítás eltérő módja és az égetési hőmérséklet eltérése alapján. A minták kézikorongolt, részben hiatuszos szövetű kerámiák. Röntgendiffrakciós elemzések alapján az edények égetése gyors felhűtéssel, hosszabb hűtőtartás nélkül, enyhén redukzív, inkább oxidatív körülmények között történt, melynek maximális hőmérséklete a minták többségénél (1. csoport) viszonylag alacsony volt, nem haladta meg a 650°C-ot (Mersdorf 2004).

A vizsgálatok eredményeként sor került a helyben készült és az import kerámia elkülönítésére. Fontos információkat nyertünk továbbá a fazekasság szervezeti kereteiről is: míg a durva kerámiát háziipari körülmények közt is előállíthatták, a dísedények készítése speciális, magas technikai tudás birtokában levő műhelyet feltételez.

### ***A katódlumineszcencia jelenségének oka, vizsgálatának eszközei***

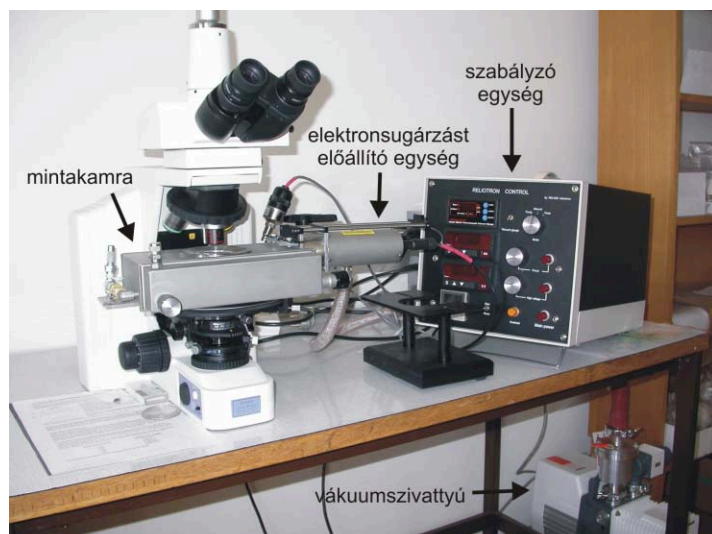
Az ásványok elektronokkal kölcsönhatásba lépve gerjesztődnek és többféle, különböző energiájú sugárzást (pl. másodlagos és visszaszórt elektronok, röntgensugárzás) bocsátanak ki. Nagyenergiájú elektronsugárzás (katódsugárzás) okozta gerjesztés hatására egyes ásványok lumineszkálnak is, a kibocsátott fény a minta felszínétől számított kb. 2-8  $\mu\text{m}$  mélységből származik (3. ábra). Az elektronok által gerjesztett katódlumineszcencia jellegzetessége - más lumineszcenciához hasonlóan -, hogy a gerjesztés visszafordítható, és nem okoz tartós változást vagy károsodást a mintában.





**3. ábra.** Elektronsugárzás kölcsönhatása a szilárd anyaggal (Marshall 1988 után módosítva). Az anyagban végbemenő kölcsönhatások (gerjesztés, szórás, abszorpció, diffúzió) miatt a beeső elektronok energiája a mélységgel csökken és az elektronsugár átmérője nő. A színes mezők az egyes, minta által kibocsátott sugárzások (relatív) keletkezési mélységét mutatja. A katódlumineszcencia nemcsak a minta felszínén, hanem annak belsejében (max. 2-8  $\mu\text{m}$  mélységig) is keletkezik.

A gerjesztést az ásványokban lévő kristályhibák és beépült szennyezők okozhatják (Marshall 1988). A szennyezők általában a kationokat helyettesítő nyomelemek (ún. aktivátorok), mint pl. átmeneti fémek ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , stb.), ritkaföldfémek ( $\text{RFF}^{2+/3+}$ ), nehézfémek (pl.  $\text{Pb}^{2+}$ ), amelyekből általában néhány ppm is elegendő a lumineszcencia kialakulásához. A kibocsátott fény hullámhossza (színe) a vizsgált ásványra jellemző és annak szerkezetétől és összetételétől függ. A mintából származó lumineszcencia intenzitását nemcsak a rácshibák és az aktivátorok száma, hanem a kristályrácsban végbemenő egyéb erősítő és gyengítő hatások is befolyásolják, pl. nagy aktivátor-koncentráció esetén öngyengítés.



**4. ábra.**  
Mikroszkópra szerelt,  
RELIONTRON típusú  
katódlumineszcens berendezés  
(MTA Geokémiai Kutatóintézet).

A katódlumineszcens vizsgálathoz többféle eszköz áll rendelkezésre. Az eszközök egyszerűbb formái a polarizációs mikroszkópra szerelhető berendezések, amelyek mintakamrából, elektronsugárzást előállító (a katódot tartalmazó) és szabályzó egységből, valamint vákuumszivattyúból állnak (4. ábra). Bonyolultabb berendezések, mint elektronmikroszkondára vagy pásztázó elektronmikroszkópra szerelt katódlumineszcens detektorok, használatkor azonban elvesz a mikroszkópra szerelhető berendezések előnye, hogy a mintákat azonos pozícióban, váltakozó üzemmódban (polarizált vagy katódlumineszcens fényben) lehet tanulmányozni. A petrográfiai vizsgálatokhoz készített konvencionális (fedetlen, polírozott) vékonycsiszolatok alkalmasak katódlumineszcens vizsgálatra, de a polírozott felületű vastagabb minták, valamint szükség esetén (kerámia)minták töredékei is egyaránt használhatók.

Az ásványok által kibocsátott lumineszcens fényt két módon dokumentálhatjuk: fényképen vagy a fény spektrumát, azaz a fény intenzitását a hullámhossz függvényében rögzítve. A fényképeken az ásványokra jellemző lumineszcens szint és intenzitást, az egyes ásványok szerkezetét (pl. zónásság) és a közet szövetét rögzíthetjük, míg a spektrumok a lumineszcenciát okozó rácshibákról és nyomelemekről, a nyomelemek töltéséről, szerkezeti helyéről, valamint koncentrációjáról adnak információt. Jelen tanulmányban részletesen nem térünk ki a katódlumineszcens spektroszkópiára, elsősorban a kerámiák katódlumineszcens mikroszkópban látható jellegzetességeit vizsgáljuk, amelyhez a bemutatott mikroszkópi felvételek az MTA Geokémiai Kutatóintézet Nikon Eclipse E600 mikroszkópra szerelt Reliotron típusú (ún. hidegkatódos) berendezésén készültek (4. ábra), Nikon Coolpix 4500 digitális fényképezőgéppel.

## ***A katódlumineszcencia alkalmazhatósága a kerámiakutatásban***

A katódlumineszcens mikroszkópia felhasználási területei:

- Ásványok és ásványparagenezisek meghatározása jellemző lumineszcens színük alapján.
- Az ásványok belső szerkezetének megjelenítése, pl. kristályalak, zónásság, ikresedés, szételegyedés, ami kémiai és/vagy szerkezeti különbségekre utal.
- Az ásványok eloszlásának megfigyelése és számszerűsítése számítógépes képanalizáló módszerrel.
- A mintát ért utólagos folyamatok kimutatása, pl. oldatáramlás, mállás, deformáció.

A katódlumineszcens módszer a kerámiák esetén is lehetővé teszi az ásványos és kémiai összetétel pontosítását, valamint nehezen meghatározható szöveti jellegek azonosítását. Ezáltal a Maggetti (1982) által felállított "kerámia-életciklus" összes fázisára kaphatunk információt a felhasznált alapanyagtól a kerámia talajban történő eltemetődéséig.

A viszonylag alacsony hőfokon (650°C alatt) kiégetett kerámiák esetében a fázisátalakulások még csak alig vagy egyáltalán nem mennek végbe, elsősorban az alapanyag agyagásványainak vízvesztése zajlik le. Ezért az eredeti nem plasztikus szemcsék jól megőrződnek, és petrográfiailag tanulmányozhatók.

Ha a nem plasztikus elegyrészek nagyrészt karbonát-, földpát-, valamint kvarcanyagú törmelékek, egymástól jól elkülöníthető lumineszcens sajátosságokkal rendelkeznek:

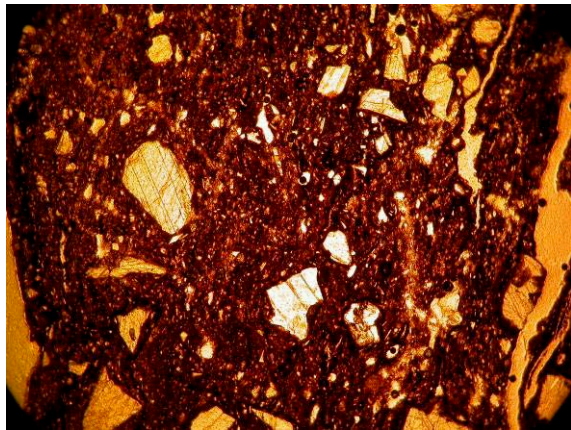
1. A *karbonátok* lumineszcenciája a sárgától a vörösre terjed. A kalcit ( $\text{CaCO}_3$ ) általában narancs, a dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) inkább vörös színű. A  $\text{CaCO}_3$  másik kristályszerkezetű módosulata, az aragonit zöld színnel lumineszkál. Mindezeket a színeket elsősorban a kristályrácsba épült  $\text{Mn}^{2+}$  okozza, amely a fő kation Ca-ot, és a dolomitban a Mg-ot is helyettesíti (Marshall 1988). A gyenge vagy erős intenzitás a rácsba épült Mn mennyiségétől függ. A lumineszcencia már 10-20 ppm Mn szennyezés esetén kialakul (Habermann et al. 2000), amit még elektronmikroszkopos vizsgálattal sem lehet kimutatni. A kristályba épült Mn egy bizonyos mennyiség felett (kb. 500-1000 ppm) saját maga akadályozza meg a lumineszcencia kialakulását („öngyengítés”) (Habermann et al. 2000). Kioltó hatású emellett a rácsba beépült a  $\text{Fe}^{2+/3+}$  is (3000-4000 ppm

mennyiség felett). A karbonátokban a lumineszcencia hiányának tehát több oka is lehet: túl sok Mn és/vagy Fe tartalmuk van, vagy - ritka esetben - a karbonát nem tartalmaz Mn (vagy egyéb) szennyezést.

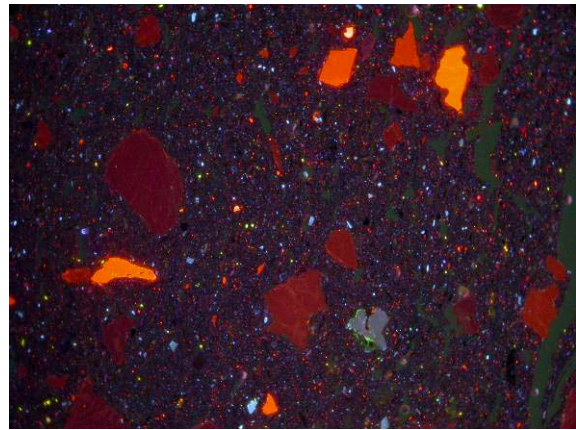
A fentiekből kitűnik, hogy a katódlumineszcencia különösebb kezelések (pl. festési eljárások) nélkül (bizonyos mértékig) lehetővé teszi a polarizációs mikroszkópban nehezen elkülöníthető karbonátásványok azonosítását. Eltérő intenzitású lumineszcenciájuk miatt más módszernél érzékenyebben tudja kimutatni a különböző Mn-tartalmú karbonát szemcséket, ami lehetővé teszi jellegzetes ásványtársulások kimutatását különböző kerámiákban, pl. nem lumineszkáló ill. intenzíven lumineszkáló kalcitot soványító anyagként felhasználó kerámiák elkülönítése. Nagyon fontos a szerepe a másodlagos karbonátosodás kimutatásában. Eltemetődés során a kerámiákban utólagosan karbonátmozgás, karbonátosodás történhet pl. az alapanyagban, ami a jellegzetes narancsos lumineszcencia alapján szintén jól azonosítható.

A zalavári kerámiákban a legkisebb mennyiségben jelenlévő (0-25%) nem plasztikus elegyrész a karbonát, ugyanakkor a kerámiatípusok elkülönítésében és az alapanyag származási helyének meghatározásában kiemelt jelentősége van. Kalcit anyagú nem plasztikus elegyrészek a tárgyak nagyrésztében megjelentek (5a-b. ábra). Röntgendiffrakciós és petrográfiai vizsgálatok alapján két nagy csoportot különítettünk el: dolomitot tartalmazóakat, valamint dolomitmenteseket. A felosztás mind a durva-, mind a finomszemcsés kerámiákra érvényes. A dolomit egyes mintákban a többi nem plasztikus elegyrésztől eltérően jól kerekített, több mm-es méretű kőzettörmelékekben jelenik meg, a törmelékek nem, vagy a kalcittartalom miatt helyenként gyengén lumineszkálnak (5c-d. ábra). A dolomitos kőzettörmelékek feltehetően a kerámiák alapanyagához szándékosan adagolt soványító anyag szerepét töltötték be. Néhány, dolomitot tartalmazó kerámiamintában kagylóhéjak és egyéb biogén karbonátmaradványok is megfigyelhetők, amelyek narancs színű lumineszcencia alapján kalcit anyagúak (5e-f. kép). A karbonátos vázak valószínűleg szintén soványító anyagként kerültek a kerámiákba. Másodlagos karbonátot a zalavári leletek esetén nem tudunk kimutatni.

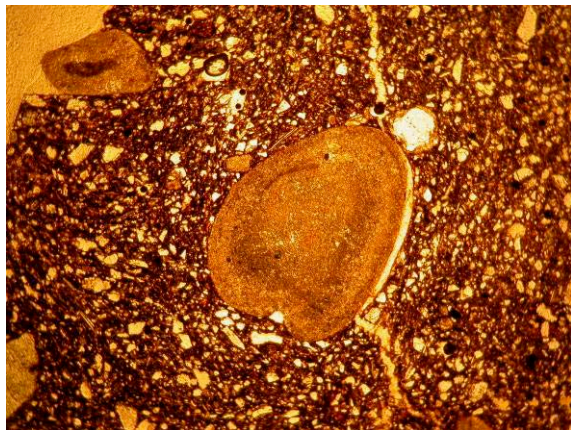
2. A *kvarc* ( $\text{SiO}_2$ ) gyenge lumineszcenciát mutat kéktől barnáig terjedő színekben. A színbeli különbségeket a rácsban lévő hibák és a Si-ot helyettesítő szennyező nyomelemek (pl.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ge}^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ) változó arányú eloszlása okozza (Götze et al. 2001).



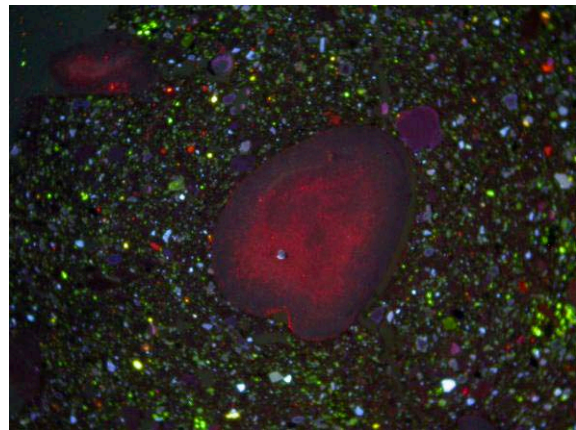
A



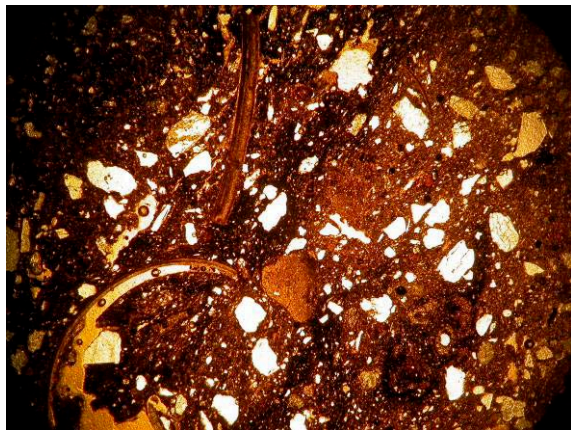
B



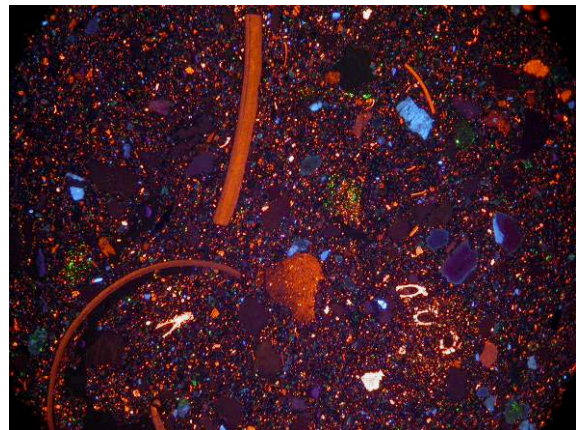
C



D

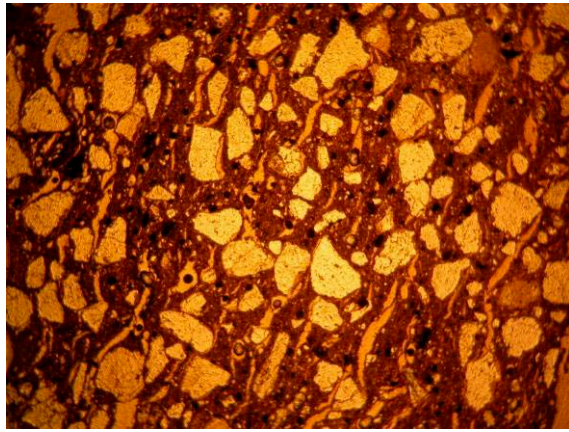
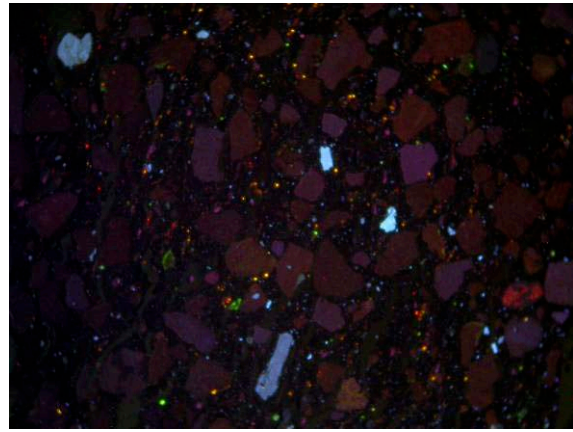
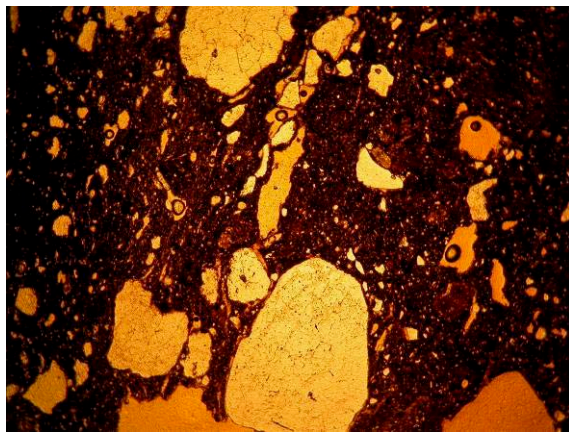
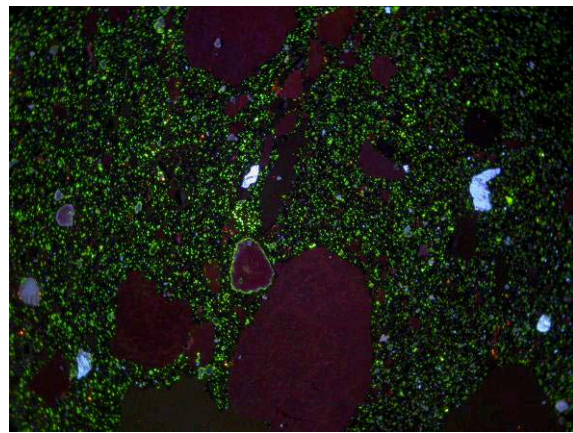
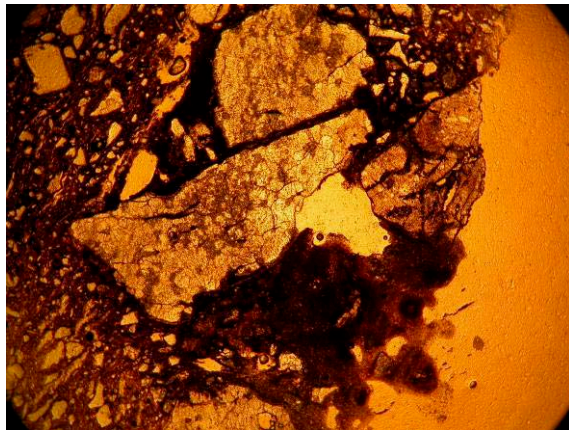
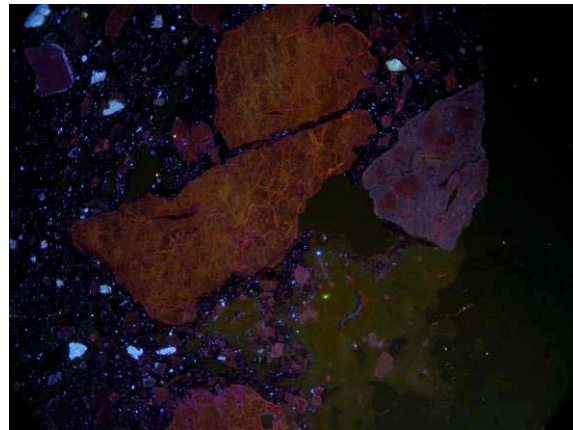


E

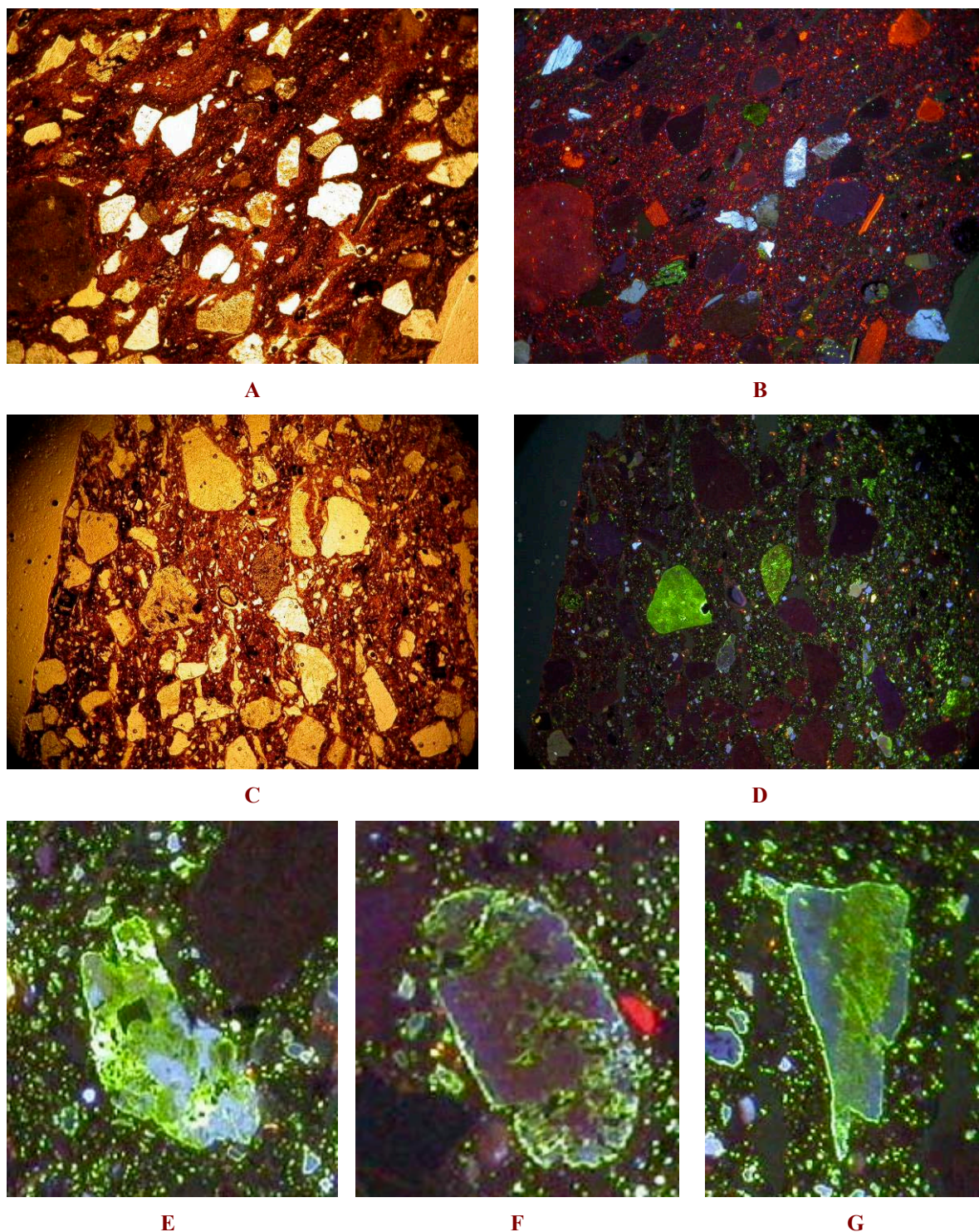


F

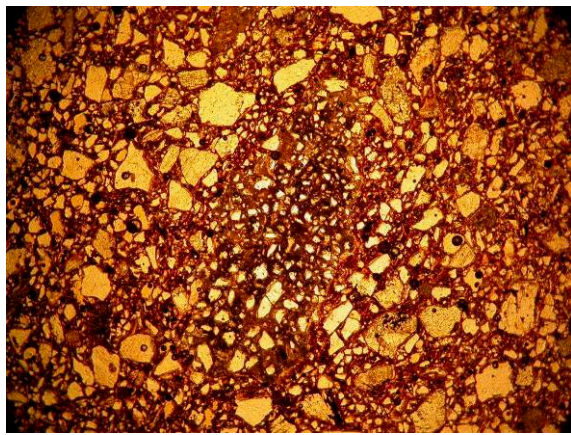
**5. ábra.** Zalavár-Várszigeti kerámiák karbonát anyagú nem plasztikus elegyrészei. Polarizációs (bal oldali) és katódlumineszcens (jobb oldali) mikroszkópi felvételek (méretarány: a fotók hosszabbik oldala kb. 5,5 mm). Egyéb világoskék és zöld színű törmelékek: földpátok, kék-lila-barna színnel gyengén lumineszkáló törmelékek: kvarcsemcsék. **(A-B):** kalcit anyagú törmelékek eltérő intenzitású, narancsszínű lumineszcenciával. **(C-D):** dolomitanyagú közettörmelék, közepén gyengén lumineszkáló kalcittal. **(E-F):** kalcit anyagú kagylóhéjtöredékek.

**A****B****C****D****E****F**

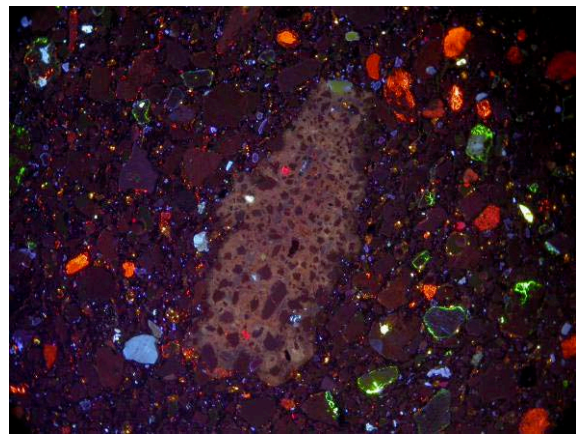
**6. ábra.** Zalavár-Várszigeti kerámiák kvarc anyagú nem plasztikus elegyrészei. Polarizációs (bal oldali) és katódlumineszcens (jobb oldali) mikroszkópi felvételek (méretarány: a fotók hosszabbik oldala kb. 5,5 mm). Egyéb világoskék és zöld színű törmelékek: földpátok, narancsszínű törmelékek: karbonátok. **(A-B)**: lila és barna színnel gyengén lumineszkáló törmelékek. **(C-D)**: barna színnel gyengén lumineszkáló, nagyméretű, polikristályos kvarcból álló közettörmelékek kisebb földpát szemcsék mellett. **(E-F)**: több mm-es méretet elérő kvarctörmelékek barna, valamint lilás színű lumineszcenciával.



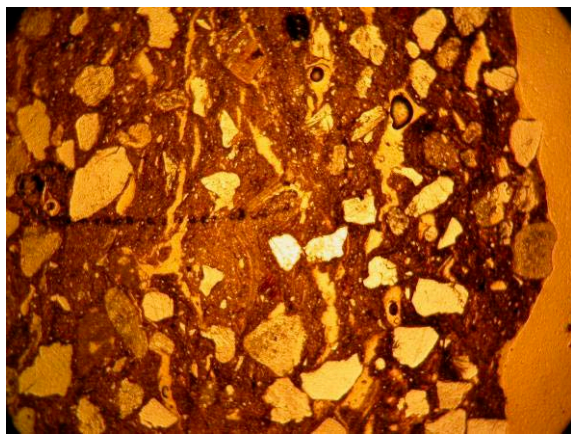
**7. ábra.** Zalavár-Várszigeti kerámiák földpát anyagú nem plasztikus elegyrészei. Polarizációs (bal oldali) és katódlumineszcens (jobb oldali) mikroszkópi felvételek (méretarány: a fotók hosszabbik oldala kb. 5,5 mm, kivéve az a E-F-G képeket). Egyéb narancsszínű törmelékek: karbonátok, gyengén lumineszkáló lila-barna törmelékek: kvarcok. (A-B): Világoskék és zöld színű földpátszemcsék. (C-D): Zöld színű földpátszemcsék. (E-F-G): Különböző színű lumineszcenciát mutató plagioklász-törmelékek (a szemcsék mérete kb. 0,5 mm). E – zöld: plagioklász, kék: kálföldpát, F – kék-lila: plagioklász, G – kék és zöld: plagioklász.



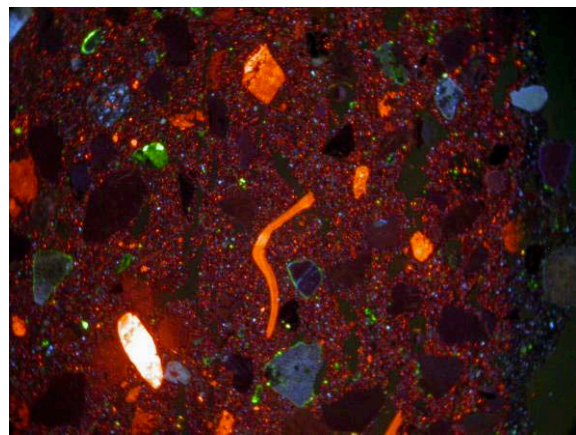
A



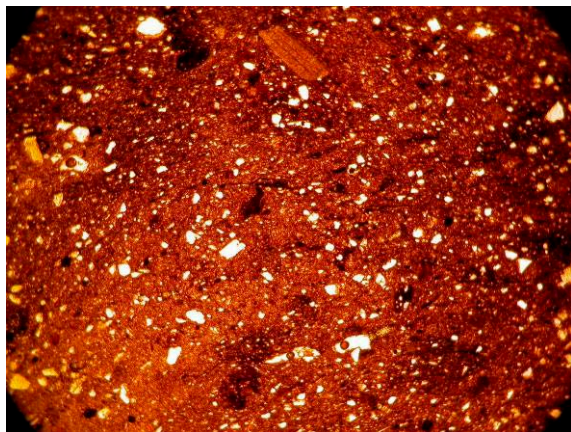
B



C



D



E



F

**8. ábra.** Zalavár-Várszigeti kerámiák szöveti jellegzetességei. Polarizációs (bal oldali) és katódlumineszcens (jobb oldali) mikroszkópi felvételek (méretarány: a fotók hosszabbik oldala kb. 5,5 mm). (A-B): lumineszcens felvételen jól körülhatárolható törmelék (tört kerámia?). (C-D): lumineszcens felvételen az alapanyagtól elkülöníthető kagylóhéj. (E-F): törmelékek finomszemcsés szövetű kerámiában.

A kvarc különleges tulajdonsága, hogy lumineszcens színe változik az elektronbombázás során: a gerjesztési idő növekedésével a kezdetben kék színű szemcsék lila és barna színűekre változhatnak. A különböző geológiai környezetben kialakult kvarctípusok jellegzetessége, hogy egymástól különböző (végső) lumineszcens szint mutatnak (Götze et al. 2001): kék-lila szín: mélységi magmás kőzetek kvarca, kvarc fenokristályok vulkáni kőzetekben és nagy metamorf fokú kőzetek kvarckristályai; vörös szín: vulkáni alapanyag kvarca; barna szín: (regionális) metamorf kőzetek kvarca; (rövididejű) kék-zöld szín: hidrotermális és pegmatitos kvarc; nem-lumineszkáló kvarc: másodlagos (alacsony hőmérsékleten keletkezett) ásvány homokkővekben.

Ez a bélyeg – bár nem teljesen általános érvényű, mivel hasonló színű kvarc különböző genetikai eredetű kőzetben is kialakulhat – lehetővé teszi homokkővekben a kvarcsemmék származási helyének meghatározását (Marshall 1988, Richter et al. 2003). A kerámiákban általában nehezen meghatározható kőzettörmelékek eredetének (maggás, metamorf, stb.) azonosításához az előzőek alapján szintén kézenfekvő a katódlumineszcencia használata. A kialakulási körülményektől függő lumineszcens szín segíti a kerámiában lévő kvarcsemmék és kvarctartalmú kőzettörmelékek eredetének meghatározását és kerámiatípusok elkülönítését (Picouet et al. 1999). A kvarcsemmék lumineszcens színén alapuló eredetmeghatározás feltétele, hogy miután a kvarc az eredeti kőzetből kikerült, lumineszcens színe ne változzon meg, például a kerámia égetése során (Picouet et al. 1999).

A zalavári kerámiákban a nem plasztikus elegyrészek elsősorban kvarcsemmék, valamint polikristályos kvarcból álló kőzettörmelékek (40-50%), amelyek kék-lila és barna színű lumineszcenciájuk alapján magmás és metamorf eredetűek (6. ábra). Az egyes kerámiatípusok között látszólag nem volt különbség a kvarctípusok megjelenésében és eloszlásában.

3. A földpátok [alkáliföldpátok:  $(K,Na)AlSi_3O_8$ , plagioklászok:  $(Na,Ca)(Al,Si)AlSi_2O_8$ ] lumineszcenciáját több nyomelem, valamint belső rács hibák együttesen okozzák.  $Mn^{2+}$  és  $Fe^{2+}$  beépülése zöldes-sárga,  $Fe^{3+}$  vörös, míg  $Ti^{4+}$ ,  $Cu^{2+}$  és/vagy  $Eu^{2+}$  és rács hibák kék színű lumineszcenciát okoznak (Marshall 1988, Götze et al. 2000).

A különböző kristályosodási körülmények (nyomás, hőmérséklet, oxidációs viszonyok) között kristályosodott földpátok más lumineszcenciát mutatnak az eltérő aktivátor- és a rács hibakonzentrációja miatt. A magmás és metamorf kőzetek földpátjai változatos színekkel lumineszkálnak: a plagioklászok kék-zöld-vörös

színekkel, míg az alkáliföldpátok főleg vörös és kék színnel (Götze et al. 2000). A homokkővekben a másodlagos kvarchoz hasonlóan az alacsony hőmérsékleten keletkezett földpátok általában nem, vagy csak gyengén lumineszkálnak a kis nyomelem- és rács hibakonzentrációjuk miatt.

A földpátok jellegzetessége a katódlumineszcencia anizotrópiája, vagyis a kibocsátott fény intenzitása függ az orientációtól (Marshall 1988). Szín- és intenzitásbeli változatosság alapján számos földpátgenerációt meg lehet különböztetni a (kerámia)mintákban: az alkáliföldpátok és a plagioklászok sok esetben könnyen elválaszthatók szabad szemmel is. Kerámiatípusok elkülönítő bélyege lehet a különböző színű alkáli- és/vagy plagioklász földpát anyagú nem plasztikus elegyrészek jelenléte, illetőleg hiánya.

A zalavári mintákban 5-25% részarányban előforduló földpátok kék-lila és zöld színnel lumineszkálnak. Míg a zöld szín csak a plagioklászokra jellemző, a kék szín megjelenik mindkét földpátcsoporthoz (7. ábra). Látható, hogy a katódlumineszcencia a polarizációs mikroszkópnál is érzékenyebben képes megkülönböztetni az egyes földpát típusokat, de további kvantitatív adatok (pl. elektronmikroszkopos vizsgálat) szükségesek a kék színű földpátsemmék pontos ásványtani meghatározásához.

Az ásványok pontosabb és részletesebb meghatározása mellett katódlumineszcens mikroszkópia további előnye a petrográfiaiban a szöveti elemek jobb megjelenítése. Például a soványító anyagként másodlagosan felhasznált kerámia, kőzettörmék vagy kagyló körvonala a környezetétől eltérő színe miatt jobban kirajzolódik a katódlumineszcens képen, mint a polarizációs mikroszkópi felvételen (8a-b., c-d. ábra). Finomszemcsés kerámiatípusokban a jellegzetes lumineszcens szín alapján az apró karbonát- vagy földpátsemmék kimutathatók, a lumineszcencia eltérő intenzitása miatt a földpátok és kvarc egymástól elkülöníthetők (8e-f. ábra). Röntgenpordiffrakciós vizsgálat során a mintákban nagyon kis mennyiségben, pl. egy-két szemcséként jelenlévő karbonát vagy földpát általában nem mutatható ki, ugyanakkor ezek a szemcsék a katódlumineszcens petrográfiai módszerrel azonosíthatók és genetikailag értékelhetők.

### Összefoglalás

A katódlumineszcens mikroszkópia a kerámiák újabb, és Magyarországon ilyen típusú leletanyagokon először használt petrográfiai vizsgálati módszere. A polarizációs mikroszkóppal végzett vizsgálatnál sok esetben több részletet mutat a kerámiák szövetéről és a nem plasztikus elegyrészek belső szerkezetéről és kémiájáról. Más

módszerekkel (pl. röntgenpordiffrakciós és röntgenfluoreszcens elemzés, prompt-gamma aktivációs analízis, neutronaktivációs analízis, pásztázó elektronmikroszkópos és elektronmikroszondás vizsgálat, radiogén izotóp-összetétel meghatározás) együtt alkalmazva a kerámiadiagnosztika magasabb szintje valósítható meg. Míg a hagyományos petrológiai vizsgálatok esetén a kőzetek és ásványok genetikájának pontosabb megismerésére végeznek katódlumineszcens vizsgálatot, a régészeti anyagok esetén elsősorban a kerámiák jellegzetes ásványcsoportjainak kimutatása vagy szöveti sajátosságainak tanulmányozása a vizsgálat célja. Ezáltal az egyes kerámiák jellegzetes bélyegeit, mint „*ujjlenyomatokat*” tudjuk meghatározni, amelyek lehetővé teszik a különböző származási helyű és eredetű kerámiák elkülönítését.

A Zalavár-Vársziget Emlékmű lelőhelyről származó, kora középkori kerámiák esetén kimutattuk, hogy a cserepek egy részét jól koptatott, kerekített, dolomitos közettörmelékkel (kavics) soványították, amelyekben a dolomitos közettörmelékek nem vagy gyenge lumineszcenciájuk miatt jól elkülöníthetők a változó lumineszcens intenzitású, általában szögletes kalciumszemcséktől. További ásvány-közettani vizsgálatok szükségessé teszik a lelőhely földtani környékéről, feltételezhető azonban, hogy a dolomitos kavicsok nem helyi eredetűek. Lehetséges származási helyük a Keszthelyi-hegység, ahol a legközelebbi dolomit-előfordulás található a felszínen, ami a lelőhelytől távolabbi műhely és nyersanyagbánya létét jelezheti. Ilyen értelemben a dolomitos soványító anyagot tartalmazó kerámiák a zalavári leletanyagban közeli „importnak” tekinthetők, a tartományi központnak számító Várszigetre valószínűleg nem a nyersanyagot, hanem a már elkészült edényeket szállították.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönjük Ritoók Ágnesnek, a Zalavár Gyűjtemény kezelőjének (Magyar Nemzeti Múzeum) és Szőke Béla Miklósnak (MTA Régészeti Intézet) hozzájárulását a vizsgálatok elvégzéséhez. A kutatást a lejrei Historical-Archaeological Experimental Centre (Dánia) támogatta (HAF 13/40 project). A vizsgálatokhoz használt katódlumineszcens műszert az MTA Geokémiai Kutatóintézete az OTKA támogatásával szerezte be.

### **Irodalom**

AKRIDGE, D. G. & BENOIT, P. H. (2001): Luminescence properties of chert and some archaeological applications. *Journal of Archaeological Science* **28**:143–151.

BARBIN, V., RAMSEYER, K., DECROUEZ, D., BURNS, S. J., CHAMAY, J. & MAIER, J. L. (1992): Cathodoluminescence of white marbles: An overview. *Archaeometry* **34**:175-181.

CHAPOULIE, R. & DANIEL, F. (2004): Cathodoluminescence in archaeometry through case studies: classification of chalcolithic ceramics from Syria, English glass stems (XVI-XVII<sup>th</sup> c. AD), and glass/paste interface of glazed islamic ceramics (X-XII<sup>th</sup> c. AD). 34<sup>th</sup> International Symposium of Archaeometry, Zaragoza (Spain) 2004 May 3-7

CHAPOULIE, R., DELERY, C., DANIEL, F. & VENDRELL-SAZ, M. (2005): *Cuerda seca* ceramics from *Al-Andalus*, Islamic Spain and Portugal (10<sup>th</sup> - 12<sup>th</sup> centuries AD): Investigation with SEM-EDX and cathodoluminescence. *Archaeometry* **46**:519-534.

CROOKES, W. (1879): Contributions to molecular physics in high vacua. *Philosophical Transactions of the Royal Society* **170**:641-662.

GÖTZE, J., KRBETSCHKEK, M. R., HABERMANN, D. & WOLF, D. (2000): High-resolution cathodoluminescence studies in feldspar minerals. In: PAGEL, M., BARBIN, V., BLANC, P. & OHNENSTETTER, D. (eds.): Cathodoluminescence in geosciences. Springer, Berlin, 245-270.

GÖTZE, J., PLÖTZE, M. & HABERMANN, D. (2001): Origin, spectral characteristics and practical applications of the cathodoluminescence (CL) of quartz - a review. *Mineralogy and Petrology* **71**: 225-250.

HABERMANN, D., NEUSER, R. D. & RICHTER, D. K. (2000): Quantitative high resolution spectral analysis of Mn<sup>2+</sup> in sedimentary calcite. In: PAGEL, M., BARBIN, V., BLANC, P. & OHNENSTETTER, D. (eds.): Cathodoluminescence in geosciences. Springer, Berlin, 331-358.

LAPUENTE, M. P., TURI, B. & BLANC, P. (2000): Marbles from Roman Hispania: stable isotope and cathodoluminescence characterization. *Applied Geochemistry* **15**:1469-1493.

MAGGETTI, M. (1982): Phase analysis and its significance for technology and origin. In: OLIN, J. S. & FRANKLIN, A. D. (eds.): *Archaeological Ceramics*. Smithsonian Institution Press, Washington, 121-133.

MARSHALL, D. J. (1988): Cathodoluminescence of geological materials. Umwin Hyman, Boston, 146 p.

MERSDORF, Zs. (2003): Zalavár-Vársziget Emlékmű 9. sz. kerámiája. *Közöletlen*



diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.

MERSDORF, Zs. (2004): Report of the project HAF 13/40. Differences and similarities in the firing process of coarse and good quality pottery from Zalavár. Manuscript, Historical-Archaeological Experimental Centre, Lejre, Denmark

PICOUET, P., MAGGETTI, M., PIPONNIER, D. & SCHVOERER, M. (1999): Cathodoluminescence spectroscopy of quartz grains as a tool for ceramic provenance. *Journal of Archaeological Science* **26**:943-949.

RICHTER, D. K., GÖTTE, Th., GÖTZE, J. & NEUSER, R. D. (2003): Progress in application of cathodoluminescence (CL) in sedimentary petrology. *Mineralogy and Petrology* **79**:127-166.

SZŐKE, B. M. (1999): A korai középkor hagyatéka a Dunántúlon. *Ars Hungarica* **1998/2**:257-319.

ZÖLDFÖLDI, J., PINTÉR, F., SZÉKELY, B., TAUBALD, H., T. BIRÓ, K., MRÁV, Zs., TÓTH, M., SATIR, M., KASZTOVSZKY, Zs. & SZAKMÁNY, Gy. (2004): Római márványtöredékek vizsgálata a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből. *Archeometriai Műhely* **1**:40-46.

## INKA KORI KERÁMIÁK PETROGRÁFIAI VIZSGÁLATÁNAK ELŐZETES EREDMÉNYEI (PARIA, BOLÍVIA)

SZILÁGYI VERONIKA<sup>1</sup>, SZAKMÁNY GYÖRGY<sup>1</sup>, GYARMATI JÁNOS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ELTE Közöttani és Geokémiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c,

E-mail: [szilagyi.vera@vipmail.hu](mailto:szilagyi.vera@vipmail.hu), [gyorgy.szakmany@geology.elte.hu](mailto:gyorgy.szakmany@geology.elte.hu).

<sup>2</sup> Néprajzi Múzeum, 1055 Budapest, Kossuth L. tér 12., E-mail: [gyarmati@neprajz.hu](mailto:gyarmati@neprajz.hu).

### **Abstract**

*As Inkas were one of the most important culture of South America before the Spanish colonisation it is a challenging task to investigate their ceramics. In spite of the lots of finds we have quite limited knowledge about their life. This especially holds true of archaeometrical examinations of the pottery.*

*There are several facts – for example unified manufacturing, forming and decorating process of pottery – that suggest high level organisation of the Inka Empire ranging over 900 000 km<sup>2</sup>.*

*The subject of our research is the archaeometrical-petrographical investigation of pot sherds excavated in a provincial centre of the Inka Empire (Paria), in recent Bolivia. Preliminary observations were carried out on the collection of sporadic surface ceramic finds. The gained results can furnish basic data to further systematic investigations of the excavated finds. The authors' main goal is to identify the used raw materials and to characterise ceramic making technology (raw material preparation, firing).*

*The basic method of pottery investigation is the microscopic petrographic observation. The result of this examination in general was that the Inka ceramics of Paria are well-fired ones (red in the whole cross-section) with hiatal fabric and medial porosity. Main grain size is diverse (50–1000 μm) and fabric is often oriented.*

*Classification of the sherds was based on the mineralogical composition of the non plastic inclusions. Three main groups could be distinguished. The first petrographic group of pottery is characterised by angular mineral fragments (quartz, feldspar, biotite) as non-plastics, rock fragments are rare. The second group contains dominantly clasts of variations of acidic-neutral volcanic-volcanoclastic rocks (isotropic glassy matrix with fine lath-shaped feldspar crystals, glass shards or pumiceous-glassy matrix with phenocrystals) and in addition the above mentioned mineral fragments. The non-plastics of the third petrographic group mainly consist of well rounded siltstone lithofragments and in minor quantity the same mineral clasts as the former groups. The inhomogeneous fabric of these pot sherds shows weak elaboration of the raw material. There is one pottery fragment in the collection not fitting into the above mentioned groups which contains foliated metamorphites as non-plastic inclusions.*

*The three petrographic groups have a similar non-plastic composition in respect of volcanic mineral and/or rock fragments. This characteristic suggests that the raw material of these potteries could derive from different deposits of the same geological setting. Although the possibility of different origin can not be precluded. In contrast with the former groups the mentioned unique sherd represents a ceramic type with a metamorphic derived raw material and this feature unambiguously distinguishes it from the other groups of pottery. In the light of this fact this sherd can be interpreted as a fragment of imported product.*

*The further aim of our research is to carry out a complex mineralogical-petrographical-geochemical investigation of the ceramic collection and to compare the material of pottery with local sediments and volcanics.*

*This work was supported by the National Research Found (OTKA) No. T-047048 to Gyarmati János.*

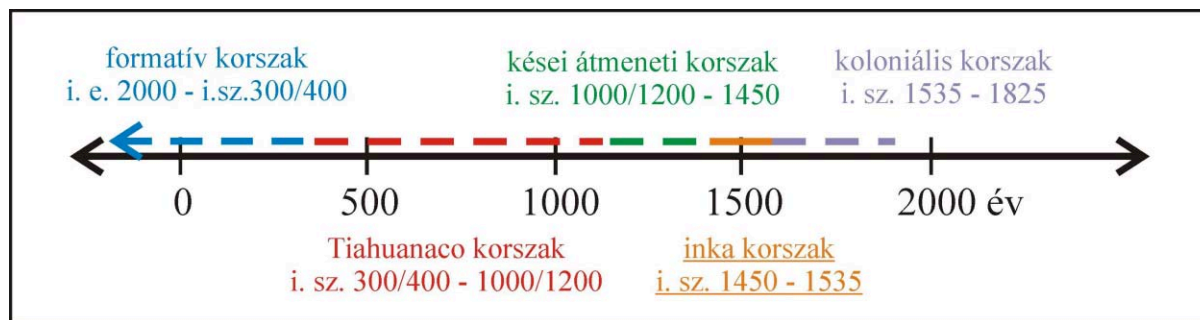
KEYWORDS: INKA POTTERY, PETROGRAPHY, PROVENANCE ANALYSIS, BOLIVIA

KULCSSZAVAK: INKA KORI KERÁMIA, PETROGRÁFIA, EREDETIVIZSGÁLAT, BOLÍVIA

### **Bevezetés**

A történelem folyamán számos olyan birodalom jött létre és tűnt el örökre, amelynek írott vagy íratlan emlékei feloldhatatlannak tűnő kérdéseket hagytak maguk után. Ilyen volt a dél-amerikai

inkák hatalmas állama is, amely több mint 900 000 km<sup>2</sup>-nyi területen át húzódott a Csendes-óceán partvidékén Ecuadortól Argentínáig. Az egykor virágzó kultúra emlékeiről írásos beszámoló csak a leigázó és pusztító spanyol hódítóktól származik.



1. ábra: Az Inka Birodalom területén létező kultúrák időrendi sora

Számos egyéb lelet őrzi azonban a valaha élt őslakosok gazdag életének nyomait: kőből emelt épületek, szobrok és használati tárgyak; érces és a belőlük készített fémeszközök; az agyagművesség termékei: szobrok és edények.

A leletgazdagság és -változatosság nem szokatlan egy régészeti kutatás során, ám az inka kézművesárukon mutatkozó, birodalomszerte azonosítható stílusjegyek olyan szintű központi szervezetséget sugallnak, amely egy középkori (1450—1535) dél-amerikai, "írástudatlan" kultúra esetében bámulatra méltó (1. ábra).

A kézművesáruk közül széles körben elterjedt, gyakori és jól azonosítható termék a kerámia. A legtöbb egykori inka település esetében számottevő mennyiségben tártak fel ún. birodalmi stílusú (államszerte elterjedt, hasonló formával, díszítésmóddal és kidolgozottsággal jellemezhető edények) és helyi kerámiák töredékeit. Ezek és az egyes települések cserépanyagának részletes anyagvizsgálatával és az eredmények összehasonlításával olyan adatokra derülhet fény, amelyek az inka állam működését segíthetnek megérteni. Fontos értelmezni az azonos megjelenésű (birodalmi stílusú) edények alapanyagában mutatkozó hasonlóságokat vagy eltéréseket, vagy a helyi eredetű kerámiaanyaggal való viszonyt.

A mi kutatásunkhoz hasonlóan az Inka Birodalom egy-egy szűkebb térségének, településének kerámia leletanyagának archeometriai vizsgálatát végezték korábbi szerzők is: Ixer & Lunt (1991), Hayashida (1998), Hayashida (1999), Hayashida et al. (2002), Hayashida et al. (2003), Bray et al. (2005). A vizsgált leletanyagok azonban korántsem fedik le az egykori Inka Birodalom területét, az információk sporadikusak és elsősorban a perui part- és hegyvidéki, preinka-inka kori lelőhelyekről származnak (Cusichaca-völgy, Dél-Peru; Leche-völgy, Észak-Peru). Bolívia területéről származó kerámia leletanyagok archeometriai vizsgálatának publikált eredményeire ezidáig nem találtunk utalást. A kutatások során a régészeti leletanyagot helyi üledékekkel és kőzetekkel (potenciális nyersanyagokkal), valamint ma élő fazekasok

áruival vetették össze (Ixer & Lunt, 1991). Egyes tanulmányok kizárólag a modern fazekasságban megőrződött hagyományok etnoarcheológiai vizsgálatára szorítkoznak (Druc & Gwyn, 1998). Az eredmények azt sugallják, hogy az inka kori lelőhelyeken általában összetett, helyi és importált kerámiaanyag jelenik meg. Az inka hódítást megelőző kultúrák fazekas hagyományai a legtöbb esetben átfedést mutatnak a birodalmi, nagy volumenű kerámiagyártással.

A bolíviai Paria kerámia leletanyagának vizsgálatával egy ezidáig lefedetlen régió fontos lelőhelyének (az Inka Birodalomnak a mai Bolívia területén alapított legjelentősebb adminisztratív központjának) fazekasságáról nyerhetünk információkat. A folyamatosan gyarapodó adatok idővel lehetővé tehetik, hogy átfogó képet alkossunk az Inka Birodalom agyagművességéről.

### Régészeti háttér

Bolíviában már 1995 óta folynak ásatások magyar régész – Gyarmati János – vezetésével. Az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok által támogatott kutatások előbb Cochabamba (Gyarmati & Varga, 1999), majd Oruro közelében indultak meg (2. ábra). Jelen kutatás tárgyát egy Oruro-tól 15 km-re északkeletre elterülő, inka birodalmi központ, Paria kerámialeleteinek feldolgozása jelenti. A több periódusú (preinka-inka-koloniális) lelőhely az Altiplano fennsíkjának és a Keleti-Kordillerák hegyláncainak találkozásánál helyezkedik el. A felszínen az épületek alapfalainak széthullott kövei és nagyszámú kerámiatöredék figyelhető meg. Ezekből a felszíni szórványleletekből a régészeti szempontok alapján kiválasztott inka kerámiák anyagvizsgálatának eredményei készítik elő a további évek ásatási anyagából gyűjtött kerámiák rendszeres feldolgozását. Az elsődleges cél a kerámiakészítés során felhasznált nyersanyag azonosítása és az alkalmazott technológia (anyag-előkészítés, kiégetés) jellemzése.



2. ábra: A régészeti kutatás tárgyát képező térségek Bolíviában

Paria fontos csomópontja volt az Inka Birodalmat átszelő, sok ezer km-es úthálózatnak, amely a készáru- és nyersanyagcsere és -szállítás legfőbb érrendszere volt (3. ábra). A város feltárása során tehát arra is számítanunk kell, hogy a birodalom számos részéről származó kerámia leletanyag kerülhet elő.



3. ábra: Az Inka Birodalom úthálózata (Cuzco: a birodalom központja, Paria: a vizsgált kerámialeletek lelőhelye) (Gyarmati & Varga (1999) után módosítva)

## Módszerek

A kerámiák archeometriai vizsgálatának alapjait a makroszkópos és mikroszkópos petrográfiai vizsgálatok jelentik. Ezek a vizsgálatok képezik tárgyát a kutatásunkról szóló első beszámolóknak is.

A makroszkópos megfigyelés alá vetett 140 db kerámiatöredék kidolgozási, felületkezelési, kiégetési és díszítési jellegeinek megfigyelését követően 60 db-ot választottunk ki részletes petrográfiai vizsgálatokra. A kerámiatöredékek makroszkópos és a vékonycsiszolatok mikroszkópos megfigyelésének eredményeit az alábbiakban ismertetjük.

## Makroszkópos petrográfiai vizsgálatok

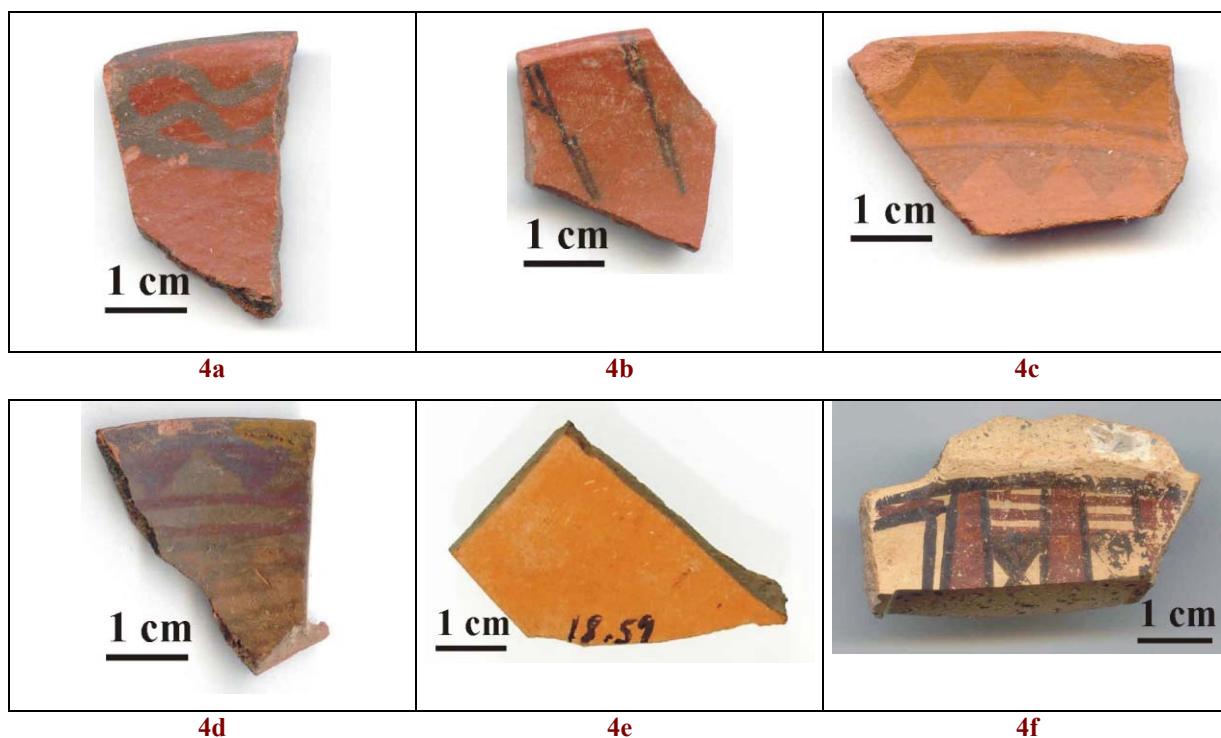
A 140 db makroszkóposan megvizsgált kerámiatöredék nagyobb részben vörös színűre égetett, igényes megmunkálású, finomszemcsés, tömött szövétű kerámia, amelyben szabad szemmel csak egészen apró (<0,5 mm) törmelékcszemcsék figyelhetők meg. A díszítési motívumok általában a klasszikus inka stílusnak megfelelő fekete hullámvonalak (4.a ábra), stilizált lámák (4.b ábra), geometrikus ábrázolások (4.c-d ábra). Elkülöníthetők azonban ezen a csoporton belül gyengébb kidolgozottságú, felületkezelésű edények is (4.d ábra).

Kisebb mennyiségben előfordulnak durvább szemcsés kerámiák, amelyek vastag falú tárolóedények (aribalo) töredékei lehetnek. Ezekben átlagosan 1 mm-t elérő különféle törmelékcszemcsék (világos vagy szürke közettörmelékek, fekete biotit) fordulnak elő és keresztmetszetükben sötétszürkére égetettek (4.e ábra).

Kivételes példánynak számít egy fehérre festett, geometrikus motívumokkal díszített kerámia, amelynek anyaga fehér színűre égett és szabad szemmel is jól látható (akár 1—1,5 mm-es), sötét, nyúlt közettörmelékeket tartalmaz (4.f ábra).

## Mikroszkópos petrográfiai vizsgálatok

A 60 db kiválasztott kerámiatöredékből készült vékonycsiszolatok polarizációs (petrográfiai) mikroszkópos megfigyelései azt mutatják, hogy a megvizsgált edények általában jól kiégetett, hiátuszos és gyakran irányított szövétű, közepes porozitású kerámiák. A hiátuszos szövetre jellemző szemcseméretbeli hézagosságból (azaz a nem folytonos szemcseméret-eloszlásból) is adódik, hogy a maximális szemcseméret változatos (100—2000  $\mu\text{m}$ ). A nem plasztikus alkotók mennyisége nem haladja meg a 30%-ot. A leletcsoport nagyobb részére jellemző a finomszemcsés szövet (max. 500  $\mu\text{m}$ ), amelyben a nem plasztikus elegyrészek elsősorban ásványtöredékek, de a közettörmelékek is gyakoriak.



4. ábra: A pariai inka kori kerámiák töredékei: (a-b-c) birodalmi stílusú, (d) helyi “inka” stílusú, (e) durvaszemcsés és (f) különleges, fehérre festett kerámia.

Durvább szemcsés kerámiák (törmelékszemesék mérete max. 1500–2000  $\mu\text{m}$ ) kisebb számban jelennek meg, ezekben gyakoribb a kőzet-, mint az ásványtörmelék.

A leletanyag csoportosításának alapjául a kerámiák nem plasztikus elegyrészeinek ásványos összetételét választottuk, amely három fő csoportot jelölt ki.

a) Az első kerámiacsoportra a szögletes ásványtörmelékek (kvarc, földpát, biotit) jellemzőek, közettörmelék csak ritkán fordul elő (5.a ábra). A felsorolt ásványok feltehetően magmás eredetűek. Koptatottságuk-kerekítettségük hiánya kizárja az üledékes eredetet, míg hullámos kioltású kvarcsejtcse vagy egyértelműen metamorf ásványtörmelék hiányában a metamorf származás is elvethető. A kis mennyiségben előforduló közettörmelékek hólyagos-üveges alapanyagú vulkanoklasztitokból származnak.

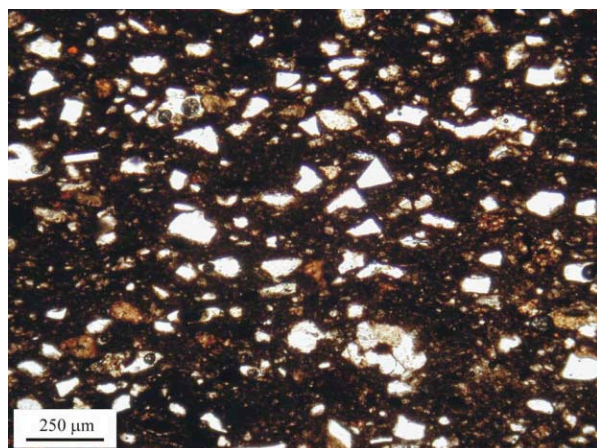
b) A második kerámiacsoport a savanyú-neutrális vulkáni és vulkanoklasztit kőzetváltozatok törmelékeit tartalmazzák változó mennyiségben, mellettük az előző csoportban említett ásványtörmelékek változatlanul előfordulnak (5.b ábra). Ezen a csoporton belül a vulkáni eredetű közettörmelékek megjelenése alapján alcsoportok választhatók el. Egyes kerámiákban az üveges alapanyagú finom léces földpátkristályokat tartalmazó vulkanitok, másokban a tisztán kőzetüvegből álló, szilánkos törésű közettörmelékek, míg a harmadik alcsoportban a hólyagos-üveges alapanyagú, nagyobb méretű

kristályokat tartalmazó változatok töredékei fordulnak elő uralkodó mennyiségben.

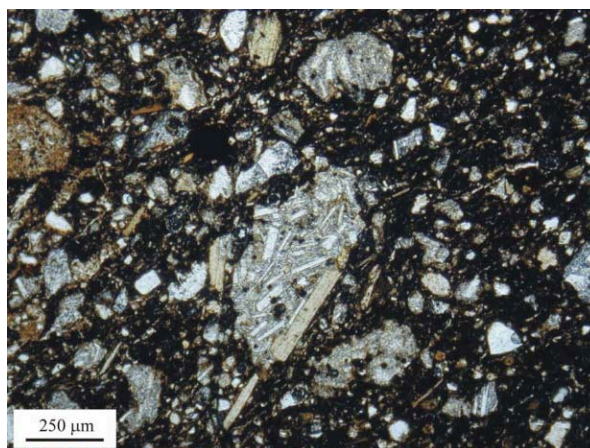
c) A harmadik kerámiacsoport példányaiban igen gyakori a jól kerekített agyagos-kőzetlisztes üledékes közettörmelék (aleurolit), ami mellett a fent említett, vulkáni eredetű ásványtörmelékek is megjelennek. A finomszemcsés üledékes közettörmelékek esetében kizárható a kerámiatöredék, mint soványítóanyag lehetősége, mivel a törmelékszemesék határozottan irányított szövetűek (ilyen fokú irányítottság gyorskorongolt kerámiáknál sem figyelhető meg) és koptatottak-kerekítettek, ami egy összetört kerámiatöredék esetében nem fordul elő. Az edények szövete általában rendezetlen, jelezve, hogy a nyers agyagot nem dolgozták össze kellőképpen (5.c ábra).

A leletanyagba egyetlen olyan töredék tartozik, amely már makroszkóposan és régészeti szempontból is jelentősen eltér a korábbiaktól (4.e ábra), és a három fő petrográfiai csoportba sem illeszthető be. A mikroszkópos megfigyelések szerint a töredék nem plasztikus elegyrészei kizárólag foliált szövetű, koptatott, kerekített metamorf kőzet- és ásványtörmelékekből (kvarc és rétegszilikát) állnak (5.d ábra).

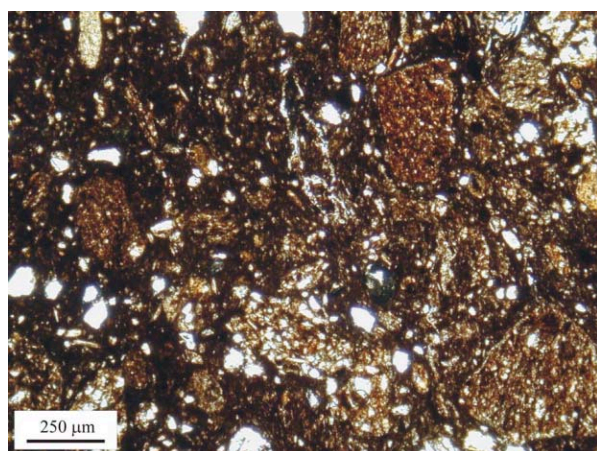
A három petrográfiai kerámiacsoport – nyersanyagát tekintve – származhat ugyanabból a földtani – uralkodóan vulkanoklasztitos és vulkáni magmás – egységből, azonban valószínű, hogy azon belül különböző lelőhelyekről származó nyersanyagot munkáltak meg a fazekasok.



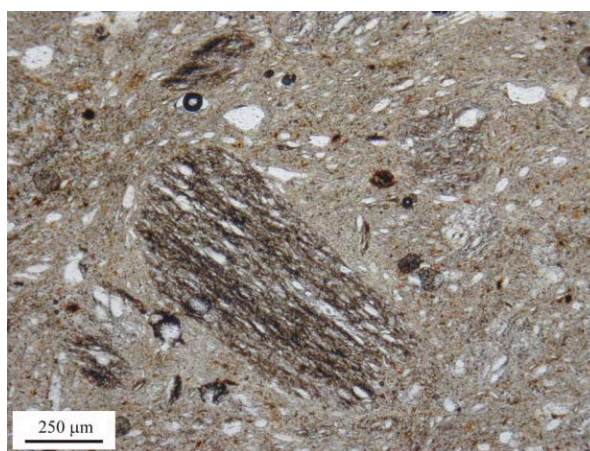
5a



5b



5c



5d

5. ábra: A fő petrográfiai kerámia csoportok: uralkodóan (a) ásványtörmeléseket, (b) vulkáni kőzetváltozatok törmeléseit, (c) agyagos-kőzetlisztes üledékes kőzettörmeléseket tartalmaznak. A leletanyagban egyedi példányként vizsgált fehér kerámia nem plasztikus alkotói (d) metamorf kőzettörmelések.

Az egyedülálló megjelenésű és összetételű kerámiatöredéknél azonban egyértelmű, hogy a nyersanyag földtanilag az előbbi csoportoktól eltérő – uralkodóan metamorf – környezetből származik.

### Eredmények

Előzetes vizsgálati eredményeinket összevetve a régészeti szempontú kerámia csoportosítással megállapíthatjuk, hogy a harmadik petrográfiai típusba tartozó töredékek (4.d ábra) kidolgozási, felületkezelési és díszítési módja egyértelműen utánozza az első és második petrográfiai csoportba eső, birodalmi stílusú kerámiákat (4.a-c ábra). Az archeológiai megfigyelések mellett a kőzettani eredmények is valószínűsítik, hogy a harmadik petrográfiai csoport példányai (5.c ábra) olyan kerámiák töredékei, amelyek anyaga kevésbé kidolgozott, feltehetően helyi, aleurolitos kőzettörmelék tartalmazó vagy azzal soványított agyagból készültek, a birodalmi stílusú edények formáját, díszítését utánozva. A három kerámia csoport azonban megegyezik abban, hogy

nyersanyaguk lehordási területén jelentős szerepet játszottak a vulkáni magmás és vulkanoklasztitos kőzetek. Ilyen földtani képződmények – a térségről készült földtani térképek előzetes tanulmányozása alapján – helyben és a szűkebb környezetben előfordulnak. Emellett első eredményeink nem zárják ki annak lehetőségét, hogy a kerámiák vagy azok nyersanyagának egy része más magmás területről származik.

Egyetlen olyan edénytöredék került elő a leletanyag begyűjtése során, amely a többi kerámiatípustól egyértelműen elkülönül. Ez a minta régészeti szempontból is egyedinek számít (4.f ábra), petrográfiai vizsgálata pedig nyilvánvalóvá tette, hogy metamorf kőzeteket tartalmazó lehordási területről származó nyersanyagot használtak fel készítéséhez. Ilyen kőzettípus a közelben nem fordul elő. Az Inka Birodalom területén feltárt települések kerámia leletanyagában csak igen kis százalékban előforduló kerámiatípus nagy valószínűséggel kereskedelem útján jutott el Paria térségébe is. A nyersanyag eredetének meghatározása azonban egyelőre nem megoldott.

## Összefoglalás

Munkánk során Bolíviából származó inka kori kerámiák petrográfiai vizsgálatát végeztük el. A nem plasztikus elegyrészek ásványos összetételén alapuló csoportosítás eredményeként két tisztán vulkáni magmás (első és második petrográfiai csoport) és egy kevert vulkáni-üledékes (harmadik petrográfiai csoport) lehordási területről eredeztethető nyersanyagot felhasználó kerámiacsoportot, valamint egyetlen tisztán metamorf anyagú agyagból készített kerámiát sikerült elkülöníteni. A vulkáni eredetű alkotókat (akár ásvány-, akár kőzettöredéket) tartalmazó edénytöredékek nyersanyaga között feltehető a kapcsolat. A petrográfiai hasonlóság alapján nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a nyersanyag egy területről származik, de nem kizárható az sem, hogy egyetlen földtani egység különböző feltárásaiból gyűjtötték. A metamorf eredetű kőzettörmelékeket tartalmazó kerámia azonban idegennek számít a leletanyagban, vélhetően import termék volt.

## Felhasznált irodalom

BRAY, T.L., MINC, L.D., CERUTI M.C., CHÁVEZ, J.A., PEREA, R. & REINHARD, J., 2005: A compositional analysis of pottery vessels associated with the Inca ritual of capacocha. *Journal of Anthropological Archaeology*, **24**: 82-100.

DRUC, I.C. & GWYN, Q.H.J., 1998: From clay to pots: a petrographical analysis of ceramic production in the Callejón de Huaylas, North-Central Andes, Peru. *Journal of Archaeological Science*, **25**: 707-718.

GYARMATI J. & VARGA A., 1999: The Chacaras of War. An Inka State Estate in the Cochabamba Valley, Bolivia. *Museum of Ethnography, Budapest*, 126 p. + mellékletek.

HAYASHIDA, F., 1998: New insight into Inka pottery production. *MASCA Research Papers in Science and Archaeology, Supplement to Vol. 15 (Andean Ceramics)* 313-335.

HAYASHIDA, F., 1999: Style, technology, and state production: Inka pottery manufacture in the Leche Valley, Peru. *Latin American Antiquity*, **10**, **4**: 337-352.

Bebizonyosodott, hogy a Paria-ból származó inka kori kerámia leletanyag alkalmas a helyi és birodalomszerte elterjedt, illetve a helyi és importált agyagműves termékek összehasonlító vizsgálatára. A petrográfiai vizsgálatok eddigi eredményei segítettek elkülöníteni a fő kerámiacsoportokat és megalapozták a további részletes anyagvizsgálatra érdemes minták kijelölését. A kutatás további fázisában – a kerámiák régészeti feldolgozása mellett – komplex ásvány-kőzettani-geokémiai vizsgálatokat tervezünk végezni, illetve a kapott adatokat helyi természetes üledékekkel és vulkanitokkal fogjuk összehasonlítani.

## Köszönetnyilvánítás

Kutatásunkat a T-047048 számú OTKA pályázathoz kapcsolódva folytatjuk.

HAYASHIDA, F., GLASCOCK, M., HÄUSLER, W., NEFF, H., RIEDERER, J. & WAGNER, U., 2002: Technology and organization of Inka pottery production: archaeometric perspectives. In: JEREM, E. & T. BIRÓ, K.: *Proceedings of the 31st International Symposium on Archaeometry, Central European Series 1, II, BAR International Series 1043, Archaeopress-Archaeolingua*, 573-580.

HAYASHIDA, F., HÄUSLER, W. & WAGNER, U., 2003: Technology and Organisation of Inka Pottery Production in the Leche Valley. Part I: Study of Clays. *Hyperfine Interactions*, **150**: 141-151.

HAYASHIDA, F., HÄUSLER, W., RIEDERER, J. & WAGNER, U., 2003: Technology and Organisation of Inka Pottery Production in the Leche Valley. Part II: Study of Fired Vessels. *Hyperfine Interactions*, **150**: 153-163.

IXER, R.A. & LUNT, S., 1991: The Petrography of Certain Pre-Spanish Pottery from Peru. In: MIDDLETON, A. & FREESTONE, I.: *Recent Developments in Ceramic Petrology, Occasional Paper 81, London, British Museum Publications*, 137-164.

# SEDIMENTARY GEOCHEMICAL APPROACH TO THE PROVENANCE OF THE NON-CALCIFEROUS NORTH MESOPOTAMIAN METALLIC WARE

MUSTAFA. KIBAROĞLU

Institute for Geosciences, University of Tübingen, Wilhelmstr. 56,  
72074 Tübingen, Germany

E-mail: [mkibaroglu@hotmail.com](mailto:mkibaroglu@hotmail.com)

## Abstract

*A korabronzkori észak-mezopotámiai fémfedényhatású kerámia jelentős területeken terjedt el Szíria északkeleti és Anatólia délkeleti részén. Ez a fajta kerámia jelentős változatosságot mutat forma és szín tekintetében. A cikk a jellegzetes kerámia petrográfiai és geokémiai vizsgálatával foglalkozik. A geokémiai jellemzők szerint ehhez a kerámiához speciális kalciumszegény agyagot használtak a délkelet-anatóliai Derik-Telbesim formációból, amely prekambriumi korú muszkovit-palából, fillitből, agyagos üledékekből és alárendelten homokkőből áll.*

KEYWORDS: POTTERY, ANATOLIA, SYRIA, ANALYSES

KULCSSZAVAK: KERÁMIA, ANATÓLIA, SZÍRIA, ANYAGVIZSGÁLAT

## Introduction

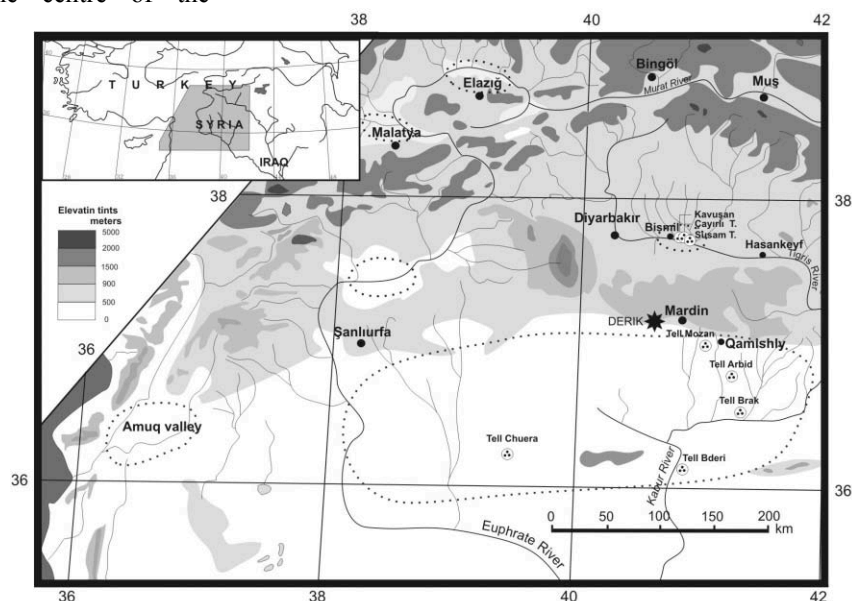
The Early Bronze Age North Mesopotamian Metallic Ware, which is dated as Early Dynasty II (Oates, 2002), shows up in the North Mesopotamian Bronze Age ceramic tradition by its fineness, high density, hardness and burning temperature. The ware exhibits an extensive variation of form and colour, ranging from black, blue-purple, light gray, brown to reddish gray, brown, orange red and olive-green. Different colours can also appear on the same vessel (Kühne, 1976; Oates, 2002). The main forms are bottles, bowls, and pots with different internal forms. According to the large amount of finds, north east Syria was considered as the centre of the

### Fig. 1.

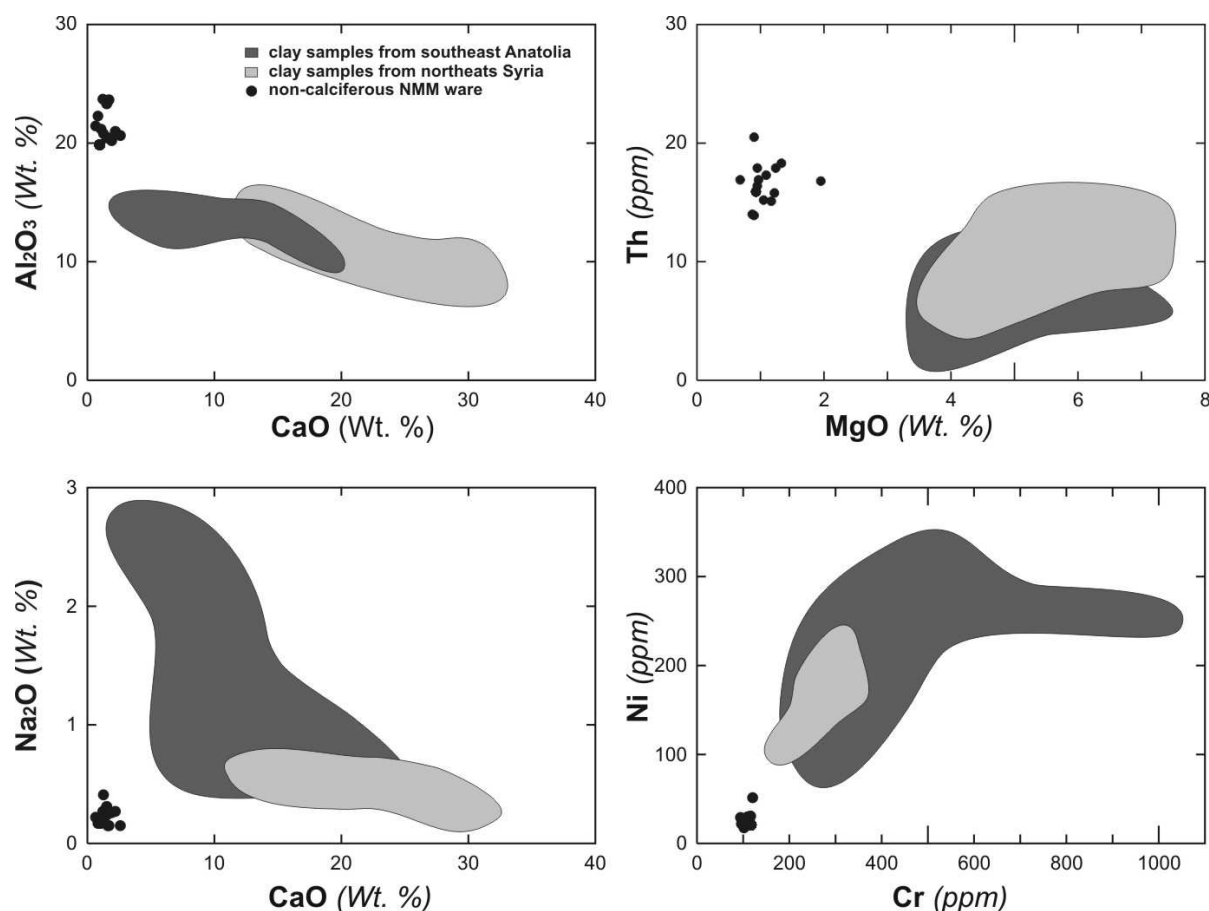
Map of the distribution area of the North Mesopotamian Metallic Ware in north-east Syria and Anatolia.

production of the wares. However, other regions in Anatolia, such as Amuq valley, Malatya and Elazığ regions are also known as distribution areas of this ware (Fig. 1).

In the archaeometric investigations of Kühne and Schneider (1988), it was asserted firstly that the North Mesopotamian Metallic ware was made of two completely different clays. One of them is characterised by high CaO, Sr, MgO, Ni, Cr and relatively low Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content. Pottery made of this type of clay is called calciferous North Mesopotamian Metallic Ware, while pottery made of the other type of clay, containing small amounts of CaO, Sr, MgO, Ni, and Cr is called non-calciferous North Mesopotamian Metallic Ware.







**Fig. 2.** Variation diagrams of CaO vs. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO vs. Th, CaO vs. Na<sub>2</sub>O and Cr vs. Ni of clay samples from south-east Anatolia, north-east Syria and non-calciferous North Mesopotamian Metallic Ware.

However, these two types of wares have similar features in terms of archaeology, indicating the same pottery-workshop (Oates, 2002). Chemical composition of the non-calciferous North Mesopotamian Metallic Ware (NMM Ware) discussed here is very different from the chemical composition of clays both from north-east Syria and south-east Anatolia (see Fig. 2.).

The provenance of this clay has remained enigmatic until today. In this study, sedimentary geochemical approach is applied for reconstructing the geology of the source area and the depositional environment of sedimentary rocks (see Taylor and McLennan, 1985; Bhatia 1985a, b; Bhatia and Crook 1986; McLennan *et al.*, 1990; Floyd *et al.*, 1991).

For petrographic analysis, two thin-sections were prepared. For chemical analysis totally 14 non-calciferous NMM-Ware sherds from Tell Brak and Tell Mozan sites from north-east Syria and Kavuşan and Susamtepe sites from south-east Anatolia were selected on basis of wall thickness and colour. Major and trace elements have been measured using X-ray Fluorescence Analysis.

In the evaluation stage, previously published data on the same ware were also considered.

### **Discussion and Conclusion**

Because of the fine texture of the wares, thin section analysis did not reveal any information on the geology of the source area of the non-calciferous clay. In this study, only quartz inclusions were observed. In previous studies, however, Kühne and Schneider (1988), Schneider and Daszkiewicz (2002a, b) reported presence of microcline, muscovite and calcite inclusions as a single grains. Especially microcline gives some important evidence about the source rock type of the clay deposit (raw material) of non-calciferous NMM Ware. Microcline and muscovite are typical rock forming minerals of granodioritic rocks. On the other hand, low MgO, Cr, and Ni contents suggest the absence of mafic rocks in the source area. In addition, very low CaO content indicates the absence of limestone in the source region. High concentrations of incompatible trace elements, such as Thorium (Th) and Cerium (Ce) –, enriched in granitic (acidic) rocks – suggest that the source rocks of the clays consist of granitic or geochemically equivalent rocks.

Especially Th conserves the chemical characteristic of the source rock and therefore it is known as a good indicator of the provenance of sedimentary rocks (Taylor and McLennan, 1985; Bhatia and Crook, 1986; McLennan, 1989; McLennan *et al.*, 1993; Roser and Korsch, 1986; Lahtinen 1996). High Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (~21 wt. %) concentration of the non-calciferous NMM Ware emphasises one of the distinctive chemical features. High Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> concentration, which indicates most probably high clay mineral content, shows strong alteration of the source rock of the clay. The so called Chemical Index of Alteration (CIA) values (Nesbitt and Young, 1982) allow the estimation of the alteration grade of the source rocks. Re-alteration of sedimentary rocks (especially fine sediments) increases clay mineral content in the newly deposited sediments and thereby Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content, thereupon CIA-values. Taking into account these it is plausible to suppose that the high Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> concentration of the non-calciferous clay was a result of the re-alteration of fine sedimentary rocks in the source area. If it is true, the source rocks of clay of the non-calciferous NMM Ware were sedimentary in origin, derived from granitic rocks or rocks with equivalent chemical composition. In the distribution area of the NMM Ware in North Syria, there is no such rock type. Only in Derik region in south-east Anatolia, west of the city Mardin, there are corresponding rock types available, known as Derik-Telbesim formation. The

## References

- BHATIA, M. R., 1985a: Composition and classification of Paleozoic flysch mudrocks of eastern Australia: implications in provenance and tectonic setting interpretation. *Sedimentary Geology* **41**, 249–268.
- BHATIA, M. R., 1985b: Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic sandstones and mudrocks: provenance and tectonic control. *Sedimentary Geology* **45**, 97–113.
- BHATIA, M. R. & CROOK, K. A. W., 1986: Trace elements characteristics of graywakes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **92**, 181–193.
- BREW, G., BARAZANGI, M., KHALED, A. & TARIF, S. T., 2001: Tectonic and Geologic Evolution of Syria, *GeoArabia*, Vol. **6**, No. **4**.
- FLOYD, P. A., SHAIL, R., LEVERIDGE, B. E. & FRANKE, W., 1991: Geochemistry and provenance of Rhenohercynian synorogenic sandstones: implications for tectonic environment discrimination. In FaúAndez, V; Hervé, F. & Lacassie, J. P., 2002: Provenance and depositional formation consists of 750 m thick muscovite-slates, phyllites, clayey sediments and partly sandstones of pre-Cambrian and Cambrian age, considered as remnants of the Proto-Tethian Ocean (Brew *et al.*, 2001). According to thin-section study and geochemical data summarised above, the Derik-Telbesim formation located in Derik and its surrounding area (see Fig.1), is the probable source region for the non-calciferous clay which reflects the provenance of raw material of the non-calciferous NMM Ware. Another possible source of clay for non-calciferous NMM Ware is the so-called Bitlis-Pötürge Massive, outcropping in a wide range in northern part of south-east Anatolia, consisting of various metamorphic rocks, also slate and flysch.

## Acknowledgements

I am grateful to my supervisor Prof. Dr. Muharrem Satir from the University of Tübingen and the German Research Foundation (DFG) for supporting this study: I am indebted to Prof. Dr. Peter Pfälzner and Alice Bianchi from the University of Tübingen for providing the ceramics for this investigation. To Dr. Heinrich Taubald and Laboratory staff of the Institute for Geosciences of University of Tübingen I should express my gratitude for laboratory work and their help with the manuscript.

setting of pre-Late Jurassic turbidite complexes in Patagonia, Chile. *New Zealand Journal of Geology & Geophysics*, Vol. **45**: 411–425

KÜHNE, H., 1976. Die Keramik vom Tell Chuera und ihre Beziehungen zu Funden aus Syrien-Palästina, der Türkei und dem Iraq. Berlin, Gebr. Mann.

KÜHNE, H. AND SCHNEIDER, G., 1988: Neue Untersuchungen zur Metallischen Ware. *Damaszener Mitteilungen*, **3**: 83, 139.

LAHTINEN, R., 1996: Geochemistry of Palaeoproterozoic supracrustal and plutonic rocks in the Tampere-Hameenlinna area, southern Finland. *Geol Surv Finland Bulletin* **389**: 113.

MCLENNAN, S. M., 1989: Rare earth elements in sedimentary rocks: Influence of provenance and sedimentary processes, in: B.R. Lipin and G.A. McKay, eds., *Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements*, MSA Reviews in Mineralogy **21**, 169-200.

MCLENNAN, S. M., TAYLOR, S. R., MCCULLOCH, M. T. & MAYNARD, J. B., 1990: Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep-sea turbidites: crustal evolution and plate tectonics associations. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **54**: 2015–2050.

MCLENNAN, S.M., 1993: Weathering and global denudation. *J. Geol.*, 101:295-303.

NESBITT, H. W. & YOUNG, G. M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature* **299**, 715-717.

OATES, J., 2002: The Third-millennium Pottery: in: D. Oates, J. Oates, H. McDonald, Excavations at Tell Brak, Vol. 2: Nagar in the third millennium, Cambridge, 151-175.

ROSER, B. P. & KORSCH, R. J., 1986: Determination of tectonic setting of sandstone -mudstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O ratio. *J. Geology* **94**, 635-650.

SCHNEIDER, G. & DASZKIEWICZ, M., 2002a: Stone Ware and Ninevite 5 - Notes on composition and technology of pottery from Tell Brak, In: D. OATES, J. OATES, H. MCDONALD: Excavations at Tell Brak, Vol. 2: Nagar in the third millennium, Cambridge, 2002, 194-216 pp.

SCHNEIDER, G. & DASZKIEWICZ, M., 2002b. Scherben nichts als Scherben? Keramikscherben im archäometrischen Labor, Orient Aktuell Heft 3.

TAYLOR, S. R. & MCLENNAN, S. M., 1985: The Continental Crust: its Composition and Evolution, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 312 pp.

# AZ IZOTÓPGEOKÉMIA ALKALMAZÁSA AZ ARCHEOMETRIAI KERÁMIAVIZSGÁLATOKBAN

PINTÉR FARKAS

Állami Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ, Természettudományi Laboratórium

[fpinter@amrk.hu](mailto:fpinter@amrk.hu)

## Abstract

*Radiogenic isotope geochemistry is a widely used analytical method among geochemical analyses. Radiogenic isotopes are mostly used for radiogenic dating of minerals and rocks, they can also be used as tracers (e.g.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ , etc.) in characterisation of geological regimes, rocks, and areas.*

*The radiogenic isotopes can also be successfully applied in the research of siliciclastic sediments. These mostly clayey sediments, which were used as raw materials of the pottery production, also bear the radiogenic isotope geochemical properties of the rocks of an orogenic region from which they derived due to alteration and sedimentation processes. Therefore radiogenic isotope ratios of the ceramics can provide valuable information about the origin of raw materials, and thus directly about the provenance of the artefacts.*

KEY-WORDS: RADIOGENIC ISOTOPE GEOCHEMISTRY, CERAMIC PROVENANCE ANALYSIS, SILICICLASTIC SEDIMENTS,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ISOTOPE RATIOS

## A radiogén izotópok

Egy jól megtervezett és kivitelezett archeometriai kerámiakutatásnak nemcsak a régészek által feltett kérdések megválaszolása (lehet) a feladata, hanem a geokémiai adatoknak (fő-nyomelemek, izotóp-összetétel, stb.) a geológiai folyamatok ismeretében történő korrekt magyarázata is.

A radiogénizotóp-geokémia alapjait Soddy és Rutherford már a XX. század első felében kidolgozta. Azóta számtalan új módszer került alkalmazásra a geológiai-geokémiai kutatásokban, amelyek leginkább a radiogén kormeghatározás területén váltak rutinvizsgálatokká. A radiogén izotópok egy másik alkalmazási területe a nuklidok, mint „tracer”, azaz (nyom)jelzők felhasználása, amely módszer segítségével a magmás-metamorf kőzetek vizsgálata mellett a sziliciklasztos üledékek genetikai kapcsolatai (pl. a lepusztulási terület átlagos geológiai felépítése, forráskőzet kemizmusa, stb.) is nyomon követhetőek.

Izotópoknak („isos topos” = azonos helyű) nevezzük a kémiai elemeknek azon atommag módosulatait, amelyek azonos proton, de eltérő neutronszámmal rendelkeznek. Az eltérő neutronszám miatt az elem töltése nem, csak a tömege változik meg. Kissé leegyszerűsítve, ez a tömegkülönbség és az abból fakadó fizikokémiai folyamatok okozzák az izotóp-geokémiai jelenségek két fő típusát az izotópfractionációt és a radioaktív bomlás jelenségét. Az előbbivel a stabilizotóp-geokémia, míg az utóbbival a radiogénizotóp-geokémia tudománya foglalkozik.

22 kémiai elem kivételével a periódusos rendszerben szereplő minden elemet legalább kettő, de általában több stabil és/vagy instabil izotóp alkot. Viselkedésük szerint két különböző izotópfajtát különböztethetünk meg:

1. A stabil izotópok, amint azt nevük is elárulja, stabilak, tehát nem bomlanak, pontosabban bomlásuk a mai technikai fejlettség szintjén nem mérhető.
2. A radioaktív izotópok instabilak, így különféle bomlási módok ( $\alpha$ ,  $\beta^-$ ,  $\beta^+$ , elektron befogás, spontán bomlás) során egy instabil kezdeti nuklidból (anyaizotóp) egy stabil végső izotóppá (leányelem) alakulnak át. Ezeket, a radioaktív bomlással keletkezett, a bomlási sor utolsó tagját jelentő stabil nuklidokat nevezzük radiogén izotópoknak.

A radioaktív rendszerek sokfélesége és az archeometriai kerámiakutatásokban szerzett tapasztalatok alapján (Knacke-Loy, 1994; Knacke-Loy et al., 1995; Guzowska et al., 2003; Carter et al., 2004) ebben a munkában csak a két legelterjedtebben használt Rb/Sr ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) és a Sm/Nd ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ) izotóprendszerek kerülnek bemutatásra.

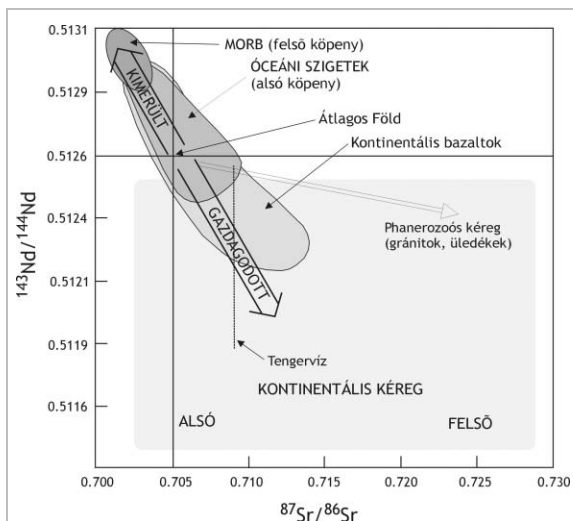
## A Rb/Sr ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) izotóprendszer

A  $^{87}\text{Rb}$  izotópból (a természetben található Rb 27.8 %-a)  $\beta^-$  bomlással,  $4.88 \times 10^{10}$  év felezési idővel radiogén, stabil  $^{87}\text{Sr}$  izotóp keletkezik. A keletkező leányelemek számát a következő bomlási egyenlet írja le:

$$^{87}\text{Sr} = ^{87}\text{Sr}_i + ^{87}\text{Rb} (e^{\lambda t} - 1), \text{ ahol}$$

$^{87}\text{Sr}$	=	$^{87}\text{Sr}$ izotópok száma a vizsgált ásványban
$^{87}\text{Sr}_i$	=	$^{87}\text{Sr}$ izotópok száma a vizsgált ásvány keletkezésekor
$^{87}\text{Rb}$	=	$^{87}\text{Rb}$ izotópok száma a méréskor
$\lambda$	=	bomlási állandó $^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{11} \text{ a}^{-1}$
$t$	=	a vizsgált ásvány keletkezési ideje

A fenti egyenletből látható, hogy egy vizsgált ásvány (kőzet)  $^{87}\text{Sr}$  izotópjainak mennyisége egyrészt az eltelt idő során a  $^{87}\text{Rb}$  bomlásából, valamint a már az ásvány által eredetileg is tartalmazott  $^{87}\text{Sr}$  mennyiségéből adódik össze. A LIL (Nagy Ionsugarú) elemek közé tartozó Rb és Sr hasonlóan viselkednek a magmatikus folyamatok során, azonban a némiképp eltérő töltés/ionsugár hányados miatt szilikátos magmák esetében a Rb erősebben kompatibilisebb viselkedésű, mint a Sr, azaz a frakcionációs kristályosodás során inkább a maradék magmában, majd a későbbiekben a belőle megszilárduló kőzetekben dúsul a felsőkéregben. A Rb felsőkéregben való dúsulása következtében, és mivel a  $^{87}\text{Rb}$  izotópból a radioaktív bomlás során  $^{87}\text{Sr}$  izotóp keletkezik, a felsőkéregre jellemző savanyú és neutrális kőzettípusok (az idő előrehaladtával is) gazdagabbak lesznek  $^{87}\text{Sr}$  izotóppal, mint a bázisos-ultrabázisos (pl. bazalt) kőzetek, amelyek a kristályosodás korábbi fázisaival során képződnek, és ezért jelenlétük inkább az alsó kéreghez kapcsolódik. Ezáltal az izotóprértékek kifejezésénél használt  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  arány a felsőkéreg-eredetű savanyú magmás kőzetektől az alsókéreg vagy köpeny eredetű bázisos-ultrabázisos kőzetek felé csökkenő tendenciát mutat (1. ábra).



**1. ábra** Különböző típusú kőzetek és üledékek izotóparányainak értékei a  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  -  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  diagramon (White, 2001 után módosítva)

### A Sm/Nd ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ) izotóprendszer

A  $^{147}\text{Sm}$  izotópból  $\alpha$  bomlással,  $1,06 \times 10^{11}$  év felezési idővel radiogén, stabil  $^{143}\text{Nd}$  izotóp keletkezik. A keletkező leányelemek számát a következő bomlási egyenlet írja le:

$$^{143}\text{Nd} = ^{143}\text{Nd}_i + ^{147}\text{Sm} (e^{\lambda t} - 1), \text{ ahol}$$

$^{143}\text{Nd}$	=	$^{143}\text{Nd}$ izotópok száma a vizsgált ásványban
$^{143}\text{Nd}_i$	=	$^{143}\text{Nd}$ izotópok száma a vizsgált ásvány keletkezésekor
$^{147}\text{Sm}$	=	$^{147}\text{Sm}$ izotópok száma a méréskor
$\lambda$	=	bomlási állandó $^{147}\text{Sm} = 1.42 \times 10^{11} \text{ a}^{-1}$
$t$	=	a vizsgált ásvány keletkezési ideje

Hasonlóan a Rb/Sr rendszernél leírtakhoz egy vizsgált ásvány (kőzet)  $^{143}\text{Nd}$  izotópjainak mennyisége az eltelt idő során a radioaktív  $^{147}\text{Sm}$  bomlásából, valamint a már az ásvány által eredetileg is tartalmazott  $^{143}\text{Nd}$  mennyiségéből adódik össze. A Sm és Nd a könnyű ritkaföldfémek közé tartoznak, ezáltal egymáshoz nagyon hasonló geokémiai tulajdonságokkal rendelkeznek. A kismértékű szerkezeti különbségekből adódóan azonban megoszlási hányadosuk némiképp különbözik. A Sm szilikátos magmák esetében ugyan valamivel kevésbé inkompatibilisen viselkedik, mint a Nd ez azonban csak nagyon kismértékű eltérés, hiszen mindkét elem inkompatibilis és a maradékmagmában dúsul, vagyis ez nem indokolja, hogy miért a savanyúbb, felsőkéreg-eredetű kőzetekben dúsul jobban a Sm-hoz képest. A bazaltos kőzetek nagyobb  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  arányának oka az, hogy többségük kimerült asztenoszféra köpenyből származik, amelynek a kimerülés miatt a fenti izotóparánya nagyobb. A differenciált kőzetek izotóparánya elsősorban attól függ, hogy milyen arányban kontaminálódnak (olvasztanak magukba) kéreganyagot, illetve elsődleges magmájuk milyen (mennyire kimerült) forráskőzetből származik. A nyomjelzőként (tracer) használt  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  arány tehát, ellentétesen a  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -nél tapasztaltaknál, a kimerült alsókéreg- vagy köpeny eredetű bázisos-ultrabázisos kőzetektől a savanyú-neutrális kőzetek felé csökkenő tendenciát mutat (1. ábra), de ezt a differenciációs és kontaminációs folyamatok befolyásolhatják.

### Radiogén izotópok az üledékgeokémia és a kerámiatanalízis szolgálatában

Korábbi geokémia kutatások (Goldstein *et al.*, 1984; Goldstein & Jacobsen, 1988; Miller & O'Nions, 1984; Nelson & DePaolo, 1988) alapján sikerült kimutatni, hogy egy orogén terület lepusztulásából származó sziliciklasztos (főleg agyagos) üledékek radiogénizotóp-összetétele

tükrözi az orogén kőzeteinek izotóp összetételét. Az izotópösszetétel - a tömegarányokat is figyelembe véve - a lepusztulási terület közettípusainak az átlagos értékét adja.

Az előző részben összefoglaltak alapján, két eltérő geológiai felépítésű és/vagy korú terület és a lepusztulásukból származó üledékek, eltérő izotópösszetétellel rendelkeznek. Ez a megállapítás elsősorban a Nd izotópokra vonatkozik, a Sr izotópok az elem geokémiai viselkedését figyelembe véve (inkompatibilitás, mobilitás) azonban szintén felhasználhatóak az üledékek és kerámiák eredethatározása során (Goldstein *et al.*, 1984; Miller & O'Nions, 1984; Nelson & DePaolo, 1988; Knacke-Loy, 1994; Knacke-Loy *et al.*, 1995; Carter *et al.*, 2004). További fontos tényező - elsősorban a Nd izotópok esetében -, hogy a mállási, szállítási, metamorf (amfibolit fáciesig bezárólag) folyamatok során nem változtatják meg az arányaikat, valamint az ugyanabba a geológiai formációba tartozó különböző szemcseméretű sziliciklasztos üledékek/közetek is azonos, vagy nagyon hasonló izotópösszetételt mutatnak (Nelson & DePaolo, 1988).

A kerámiák esetében fontos, hogy a betemetődés utáni talajvíz-eredetű ásványok (pl. kalcit) gyakori kiválása, valamint a kerámiakészítés közben a magas égetési hőmérséklet sem okoz lényeges változásokat a nyersanyag eredeti izotópösszetételében (Knacke-Loy, 1994; Carter *et al.*, 2004).

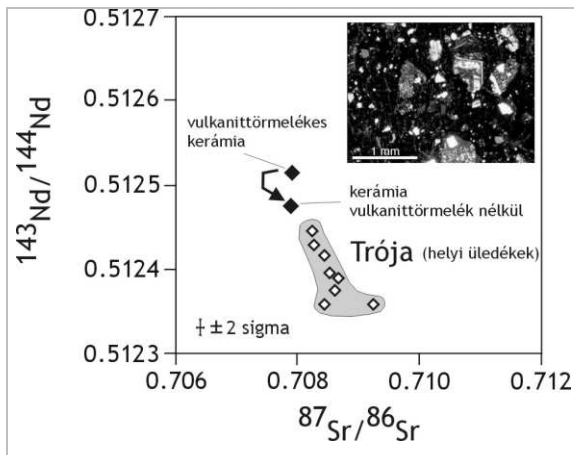
### **Eredmények a kerámiakutatások területén**

A radiogén izotópok archeometriai kerámiavizsgálatokban először az 1990-es évek első felében kerültek alkalmazásra (Knacke-Loy, 1994; Knacke-Loy *et al.*, 1995). A Tübingeni Egyetem (Németország) Geokémiai Tanszékén bronzkori kerámialeletek eredetét vizsgálták a kisázsiai Trójából, a görögországi Mükénéből, valamint Ciprusról (Knacke-Loy, 1994). Az eredmények jó összhangban voltak a korábbi üledékgeokémiai vizsgálatok eredményeivel és megállapításaival (Goldstein *et al.*, 1984; Miller & O'Nions, 1984; Nelson & DePaolo, 1988), így számos agyagos üledék valamint finomkerámia (a vizsgált cserép legnagyobb soványítóanyag szemcséi nem haladják meg a 0,2 mm-t; Schneider *et al.*, 1978) lelőhelyét sikerült meghatározni a módszer segítségével. A módszer elsősorban a homogén finomkerámiák esetében alkalmazható nagyobb biztonsággal, azonban egyéb hagyományos közettani-geokémiai módszerekkel kiegészítve és bizonyos paraméterek figyelembevételével durva soványítóanyagot tartalmazó régészeti kerámiák eredethatározásához is alkalmazható (Pintér, 2005).

A legfontosabb tényező, amit figyelembe kell venni a durvakerámiák izotópgeokémiai vizsgálata során, az a soványítóanyag minősége és mennyisége. Kevés kvarchomokkal soványított, vagy közetlisztes agyagból készített kerámiák Nd és Sr izotópösszetételében nem lehet olyan mértékű eltéréseket tapasztalni, amelyek nagyban befolyásolnák az eredethatározás helyességét. A zömében kvarcból álló homokkal soványított kerámiák esetében a nyomelemekben szegény SiO<sub>2</sub> ásványok nem fogják nagyban befolyásolni az agyagos alapanyag eredeti izotópösszetételét, továbbá az egy földtani formációba tartozó különböző szemcseméretű sziliciklasztos üledékek Nd izotóp-összetételét sem befolyásolja a szemcseméret változása (Nelson & DePaolo, 1988). Más a helyzet az olyan szemcséknél, amelyek a geokémiailag meglehetősen „tisztának” tekinthető kvarctól eltérően jelentős mennyiségű nyomelemet és azok bomlásából származó különféle radiogén izotópokat tartalmaznak, amelyek a kerámiák alapanyagául szolgáló, izotópösszetételükben a lehordási területre jellemző átlagos értékeket mutató agyagoktól jelentősen különbözhetnek, azaz egyértelműen nem az agyagos alapanyagot szolgáltató geológiai formáció részét képezik.

Ilyen nyomelem gazdag ásványok, pl. a gránátok, biotit, amfibol vagy piroxén, valamint számos metamorf, vulkanikus, mélységi magmás eredetű közetszemcsék, amelyek egy korabeli nyersanyaglelőhely geológia felépítésétől és a kerámia készítési technológiájától függően különböző mennyiségben jelenhetnek meg a régészeti leletegyütteshez tartozó kerámiatöredékekben.

Trójai koravaskori kerámiatöredékek vizsgálatokor (Pintér, 2005) derült fény arra, hogy a bennük található soványítóanyagok használt nagy mennyiségű neutrális összetételű (andezites) vulkanit törmelék, az agyagos üledékek átlagos Nd izotóp-összetételénél magasabb <sup>143</sup>Nd izotóp tartalmat mutatott és így magasabb <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd arány jellemezte, amely a vizsgált kerámia átlagos izotópösszetételét is befolyásolta. Ebből eredendően az edény nem helyben való készítésére lehetett volna következtetni. A cserépből egyszerű mechanikus módszerrel eltávolított a lehordási terület átlagos <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd arányánál magasabb izotóp értékkel jellemezett vulkanit szemcsék nélkül, a maradék agyagos mátrixból végzett mérés eredményeként kapott izotópösszetétel egyértelmű elmozdulást mutatott a helyi agyagos üledékek izotópösszetétele által meghatározott mező felé (2. ábra), így a soványítóanyagok a teljes minta izotópösszetételére gyakorolt hatása, valamint a kerámia helyi készítésének elképzelése is megerősítést nyert.



**2. ábra** Vulkanittörmelékes trójai kerámia és ugyanabból a mintából, a vulkanit eredetű soványítóanyag eltávolítása után, csak az alapanyagból meghatározott izotópösszetétel értékeinek változása (ld. nyíl; Pintér, 2005 után módosítva)

Egy másik példa alapján egy szintén Trójából származó bronzkori durvakerámia vizsgálata során a régészeti stílusjegyek alapján biztosan helyben készített kerámiatípus a helyi üledékszignáltól teljesen eltérő izotópösszetételt mutatott. Ebben az esetben a cserépben található nagy mennyiségű ultrabázisos eredetű magmatit töredékek befolyásolták az anyag geokémiai összetételét és így ez okozta a többi helyben készült kerámia illetve a helyi üledékanyag izotópösszetételétől való eltérést (3. ábra; Knacke-Loy, 1994).

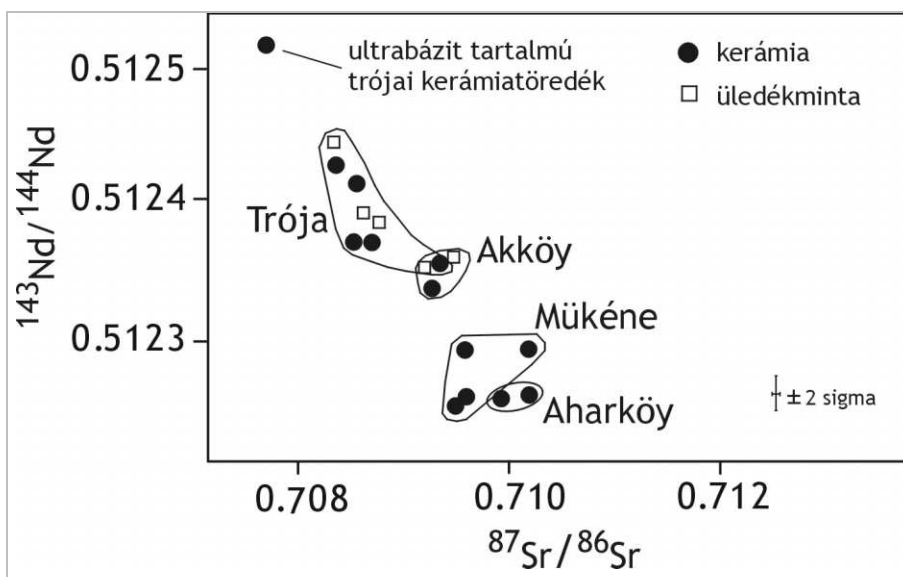
Elsősorban a durvakerámiák esetében a kapott adatok értelmezésénél nem hagyható figyelmen kívül a nyersanyagot szolgáltató üledékgyűjtő medence és a lepusztulási terület geológiai

felépítése, kora. Ezért, amint azt a fenti két példa is mutatta, a polarizációs mikroszkópi vizsgálatok, a vizsgált töredékek pontos ásvány-kőzettani ismerete nélkül a kapott izotópterékek magyarázata, értékelése, gyakran, a valóságtól eltérő következtetésekhez vezethet.

**Konklúzió**

A radiogénizotóp-geokémiai módszer a jövő potenciális kerámiakutatási lehetőségei között szerepelhet. Legfontosabb előnyei a kis (de a teljes minta összetételét reprezentáló) anyagmennyiség, továbbá, hogy számos másodlagos (betemetődés, égetés, mállás) tényező hatása elhanyagolható, mivel azok nem befolyásolják az izotópösszetételt valamint közvetlen összehasonlítási lehetőség a szakirodalomban szereplő adatokkal. A módszer finomkerámiák esetében megbízhatóbban alkalmazható, durvakerámiák estében a kőzettani elemzés és a komplex geológiai-geokémiai ismeretanyag az adatok értelmezéséhez elengedhetetlen. A módszer számtalan előnye mellett azonban nem hagyható figyelmen kívül a meglehetősen magas mérési költsége sem, amely valószínűleg egy ideig még háttérben tarthatja az archeometriában használatos hagyományos (XRF, INAA, ICP-MS, stb.) geokémiai mérési módszerek köréből.

Fontos továbbá azt is megjegyezni, hogy nem a kerámia nyersanyag eredethatározásának geokémiai problémáit megoldó, hanem egy számos egyedi előnnyel járó módszerről van szó, amelynek segítségével különféle, az eredethatározásban gyakran fellépő probléma megoldását elősegíthetjük, leegyszerűsítve a vizsgálatok menetét és az eredmények értelmezését.



**3. ábra** Trójai, Trója környéki, valamint mükénei agyagos üledékek és helyi kerámiák, valamint egy trójai ultrabázit-tartalmú durvakerámia-minta <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr és <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd értékei (Knacke-Loy, 1994 után módosítva)

**Irodalom**

- CARTER, S.W., WIEGAND, B., MAHOOD, G.A. & DUDAS, F.O. (2004): Strontium isotopic analysis as a tool for ceramic provenance research. – *34<sup>th</sup> International Symposium on Archaeometry*, Zaragoza, Spain, Abstract.
- GOLDSTEIN, S.J., O'NIONS, R.K. & HAMILTON, P.J. (1984): A Sm-Nd isotopic study of atmospheric dusts and particulates from major river systems. – *Earth and Planetary Science Letters*, **70**, 221-236.
- GOLDSTEIN, S.J. & JACOBSEN, S.B. (1988): Nd and Sr isotopic systematics of river water suspended material. Implications for crustal evolution. – *Earth and Planetary Science Letters*, **87**, 249-265.
- GUZOWSKA, M., KULEFF, I., PERNICKA, E. & SATIR, M. (2003): On the origin of Coarse Wares of Troia VII. – In: Wagner, G.A., Pernicka, E., Uerpman, H.P. (eds.) *Troia and the Troad, Scientific Approaches*, 233-249.
- KNACKE-LOY, O. (1994): Isotopen-geochemische, chemische und petrographische Untersuchungen zur Herkunftsbestimmung der bronzezeitlichen Keramik von Troia. – *Heidelberger Geowissenschaftliche Abhandlungen*, **77**.
- KNACKE-LOY, O., SATIR, M. & PERNICKA, E. (1995): Zur Herkunftsbestimmung der bronzezeitlichen Keramik von Troia: Chemische und isotopengeochemische (Nd, Sr, Pb) Untersuchungen. – *Studia Troica*, **5**, 145-175.
- MILLER, R.G. & O'NIONS, R.K. (1984): The provenance of crustal residence ages of British sediments in relation to paleographic reconstructions. – *Earth and Planetary Science Letters*, **68**, 459-470.
- NELSON, B.K. & DEPAOLO, D.J. (1988): Comparison of isotopic and petrographic provenance indicators in sediments from Tertiary continental basins of New Mexico. – *Journal of Sediment Petrology*, **58**, 348-357.
- PINTÉR, F. (2005): Provenance study of the Early Iron Age Knobbed ware in Troia, NW Turkey and the Balkans. Petrographic and geochemical evidence. – *Doktori disszertáció*, Tübingeni Egyetem, Geokémiai Tanszék Németország, 221p.
- SCHNEIDER, G., BURMESTER, A., GOEDICKE, C., HENNICKE, H.W., KLEINMANN, B., KNOLL, H., MAGGETTI, M. & ROTTLÄNDER, R. (1989): Naturwissenschaftliche Kriterien zur Beschreibung von Keramik. – *Acta Praehistorica et Archaeologica*, **21**, 7-39.
- WHITE, W.M. (2001): Radiogenic isotope geochemistry. – Geochemistry (online publication, <http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/Chapters/Chapter08.pdf>), 318-362.



## KÖZLEMÉNYEK

### *In memoriam*

#### *Kretzoi Miklós (1907 – 2005)*



*2005. március 13-án, életének 99. évében elhunyt Kretzoi Miklós, a hazai és a nemzetközi őslénytani kutatás doyenje, a debreceni KLTE Állattani és Embertani Tanszék nyugalmazott egyetemi tanára, a rudabányai prehominida leletek első feltárója és leírója.*

Kretzoi Miklós 1907. február 9-én Budapesten született. Egyetemi tanulmányait a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem természettan- földrajz szakán kezdte meg, majd második évtől szabad bölcész lett. Egyetemi doktori szigorlatát a pécsi Királyi Magyar Erzsébet Tudományegyetemen 1930-ban őslénytani-földtan-földrajz tárgykörökből védte meg.

1926-tól a Magyar Királyi Földtani Intézetben (MKFI) dolgozott: 1930-ig mint fizetés nélküli önkéntes munkatárs. 1930-33-ban a síkvidéki és talajtani térképészeti munkálatokba kapcsolódott be. 1933-tól 1941-ig az Eurogasco, a későbbi Magyar-Amerikai Olajipari RT (MAORT) térképező geológusa és geofizikusa. 1941-46-ig a Magyar Nemzeti Múzeum (MNM) Országos Magyar Természettudományi Múzeum Földtan-Őslénytárában I. osztályú múzeumi segédőr, 1945-től múzeumi őr, az újonnan szervezett „Gerinces Őslénytani és Összehasonlító Csonttani Tár” osztályvezetője, igazgatója majd 1947-től 1950-ig tárgazgató. 1950. március 1-től került vissza a Magyar Állami Földtani Intézetbe (MÁFI). Kezdetben a Dunántúl földtani térképezésébe kapcsolódott be, 1951-ben átvette az - ország első, és legnagyobb – ősgerinces gyűjteményének kezelését, amelyet 1956. augusztus 31-ig vezetett, 1953-tól megbízott osztályvezető, 1955-től osztályvezető. 1956-1958 között a MÁFI igazgatója. Az Őslénytani Osztályt 1959-ig vezette, majd 1960-tól főmunkatárs, 1974-ig tanácsadóként kiemelt tudományos témákon dolgozott. 1970-1974 között a debreceni KLTE Állattani és Embertani Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára. 1974-től ny. egyetemi tanár. 1986-ig az MTA Földrajz-tudományi Kutató Intézet tudományos munkatársa.

1970-1978 között a rudabányai prehominida lelőhely ásatásának vezetője, és a leletek leírója.

Egész életére kihatóan alapvetően két dolog érdekelte: az állatok és a csatahajók. Az előző lett az életpályája, utóbbi a „naprakész” ismeretekkel az örök hobbi. Amikor szabad bölcész lett, maga választhatta meg azokat a tantárgyakat, amelyeket önképzéséhez fontosnak tartott. Így az őslénytani, állattani, földtan, és földrajz köréből hallgatott kollégiumokat.

Markánsan megfogalmazott kutatási célkitűzése a gerinces állatok fejlődéstörténetének alap kutatás szintű tanulmányozása.

A Macska-féle ragadozók fosszilis és recens taxonjainak máig érvényes evolúciós rendszertanát írta le.

A kezdeti kis rendszertani csoportok speciális vizsgálata után zárt faunaegységekkel dolgozott. Az ásatások során világviszonylatban is jelentős leletanyagok feldolgozására kapott lehetőséget.

1941-ben a MNM Országos Magyar Természettudományi Múzeumba került statusba.

Legfontosabb feltárások, ásatások a solymári Ördöglyuk barlangban, Gombaszögön, Nagyvárad melletti Betfia-nál voltak. Összegyűjtötte és meghatározta a magyarországi múzeumokban levő külföldi fosszilis emlősmaradványokat.

1950. márc. 1-én kapta meg a MÁFI Őslénytani Múzeumi Osztályán a kutatói kinevezését, később az osztály helyettes vezetője lett. A legfontosabb ásatások-gyűjtések a Villány hegységben, Csákváron és Csarnótán illetve Polgárdiban, Kislángon voltak. Az 1952-ben megtartott Alföldi Kongresszuson ismertette az emlős faunahullámokra alapozott Negyedkor biosztratigráfiájának vázlatát.

Vértés Lászlóval együtt 1965-ben készítették el a magyarországi gerinces faunák és a paleolit kultúrák sztratigráfiai és kronológiai korrelálását.

1969-ben jelent meg a magyarországi harmad- és negyedkori gerinces faunák szárazföldi biosztratigráfiája, amelynek a közép-európai korrelációját is elvégzi. A pliocén 10, a pleisztocén 4 (Villányi, Bihari, Steinheimi, és un. „Névtelen” (v. Utrechti) faunahullámra osztotta fel. Ez utóbbi felső pleisztocén korszak faunaszakaszok szerinti tagolása: Süttő, Varbó, Subalyuk, Tokod, Istállóskő „Névtelen”, Pilisszántói, „Átmeneti” (arkai v. palánki).

Ugyanebben az időszakban indult el a rudabányai Ércbányák un. Vilmos-bánya területén az azóta világhírűvé vált leggazdagabb európai - 10-12 millió évvel ezelőtt élt - ősi emberelőd

(Prehominida) leletkomplexum feltárására és feldolgozására. A rudabányai ásatások első szakaszában, amelyet 1978-ig Kretzoi Miklós vezetett, 4 különböző nemzetségbe sorolt ősi emberszabású, összesen 74 maradványa került elő. A 4 nemzetség a *Rudapithecus hungaricus* Kretzoi 1967., *Bodvapathecus altipalatus* Kretzoi 1974., *Anapithecus hernyáki* Kretzoi 1974., és az *Ataxopithecus serus* Kretzoi 1984.

Közel fél évszázadon át gyűjtötte az emlősállatokról szóló rendszertani-nevezéktani adatokat, amelyeknek áttekintését feleségével, Kretzoi Máriával szerkesztett végső formába. Az eredményeket rögzítő monográfia 2000-ben jelent meg Leidenben.

A régészeti kutatásokhoz kapcsolódva meghatározta és feldolgozta Tata (1964), Érd (1968), és Vértesszőlős (1964, 1990) paleolitik települések állatsont-anyagát. Az érdi leletanyagot kidolgozott vadászat-módszertani és húshasznosítási rekonstrukciója - ahol a talált csontokat fej-, törzs-, húsos végtag-, száraz végtag-, és terminális csontok testrégiókra különítette el – új információszerzési lehetőségekkel bővítette az archeozoológiai kutatásokat is.

Nemzetközileg elismert nevezéktani, rendszertani és geológiai ismerete, segítőkészsége külföldön és itthon több generációnak adott útmutatást tudományos munkáikhoz. Hosszú élete során több generációnyi szakembert nevelt nem hivatalosan, hanem kötetlen formában a paleontológia, zoológia és az archeozoológia területén.

1926-ban, egyetemistaként, lett tagja a Magyar Földtani Társulatnak, 1948-tól választmányi tag volt. Alapítása (1926. február 20.) óta rendes tagja a Magyar Barlangkutató Társulatnak, 1929-től választmányi tagja, illetve főtítkára (1931-32.). 1950-1960. MTA. Földtani Főbizottság tagja, 52-től títkára. 1950. MTA. Geokémiai Főbizottsággal közös Intézőbizottság tagja. 1958. MTA. Földtani Főbizottság Őslénytani Szakbizottság elnöke, 1969. Őslénytani Bizottság titkára. 1955. Magyar Geofizikai Egyesület választmányi tagja. 1955. Társadalom-, és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat tagja. 1957. MTA. Földtani Főbizottság Életföldtani Szakbizottság tagja, 1958-60-ig elnöke. 1960. Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat társelnöke, 1986-tól tiszteletbeli tagja. 1963. Nemzeti Földtani Bizottság tagja. A Magyar Biológiai Társulat, Állattani Szakosztály tagja, elnöke. 1979. a Magyar Földrajzi Társaság tiszteletbeli tagja. 1987. INQUA tiszteletbeli tagság.

1952-ben a Magyar Népköztársaság kormánya törvénybe iktatta a tudományos minősítések

bevezetését Magyarországon. A Tudományos Minősítő Bizottság rövidített eljárás alapján Kretzoi Miklósnak a földtani és ásványtani tudományok doktora fokozatot adományozott

Elismerések: 1951. Akadémiai jutalom (2000 Ft), 1955. Földtani kutatás kiváló dolgozója, 1956., 1978. Akadémiai Díj, 1956. Szocialista Munkáért érdemérem, 1969. MÁFI. Centenárium Bronzérem, 1969. MKBT Kadić Ottokár emlékérem, 1977. RTV. Szabadegyetem Természettudományi tagozat bronzérme, 1984. Magyar Biológiai Társ. Állattani Szakosztály „Emlékplakett”, 1987. Magyar Földrajzi Társaság Lóczy Lajos emlékérem, 1992. Széchenyi-díj: „a magyarországi ősgércesek, különösen az ősemberi (ősi emberszabású V.I.) maradványok feldolgozása és a világ szakmai közvéleményével való megismertetése terén végzett munkásságáért”.

298 megjelent szakirodalmi cikke, tanulmánya közül a legfontosabb művei: *Materialien zur phylogenetischen Klassifikation der Aeluroiden* (1929), *A villányi hegység alsó-pleisztocén gerinces-faunái* (1956), *Az élővilág fejlődéstörténete* (társszerző, 1964., 4. rész A gerinces állatok fejlődése), *Vértesszőlős, Man, Site and Culture* (társszerző, 1989), *Index generum et subgenerum Mammalium*. Fossilium Catalogus I. Animalia Pars 137. Sect. 1-2. (2000), *The Fossil Hominoids of Rudabánya (Northeastern Hungary) and Early Hominization* (2002).

Választott Őslénytani munkája – mindig a külső tényezők következtében – nem volt egyenletes és folyamatos. Szűk szakterületét egyedül művelte, de jó együttműködési képességéről számtalan társtudományok képviselőjével közösen írt tanulmányok tanúskodnak. Nem tartozott semmiféle csoporthoz sem. „Vissza-vissza térései” a szakmájába érdekekkel ütközött. Akik tanulni akartak tőle, azok tisztelték és szerették. Akiknek megadatott, pályájuk elindítója, figyelemmel kísérője és mindvégig atyai jó barátja volt.

Befejezésül Kadić Ottokárról írt megemlékezéséből (1958.) szeretnék idézni: „Non omnis moriar (multaque pars mei, vitabit Libitinam)”. Horatius szavait felhasználva, „Nem hal meg egészen az, akinek művei fenntartják a nevét”. A mi feladatunk és kötelességünk példáját követni, ismerni műveit és azt a fiatal nemzedékkel is megismertetni.

Vörös István  
archeozoológus, főmuzeológus  
Magyar Nemzeti Múzeum, Régészeti Tár

## ***Radiogén izotópos mérések tanfolyam Tübingenben***

2005 július 18-tól 29-ig a MÖB-DAAD együttműködési program keretében részt vehettünk a Tübingeni Egyetem Ásványtani Intézete által szervezett „Radiogén izotópos mérések” c. tanfolyamon. A kéthetes kurzust rendszerint az Egyetem geológus hallgatóinak tartják, a reguláris képzés keretében.

A tanfolyamon négyen vettünk részt Budapestről:

- Gméling Katalin – doktorandusz (ELTE / MTA Izotópkutató Intézet)
- Szilágyi Veronika – doktorandusz (ELTE)
- Bajnóczy Bernadett – Ph. D. (MTA Geokémiai Kutatóintézet)
- Kasztovszky Zsolt – Ph. D. (MTA Izotópkutató Intézet)



A tanfolyam során párhuzamosan folyt a laborgyakorlat és az elméleti oktatás. A gyakorlatot Elmar Reitter vezette, az előadásokat Dr. Wolfgang Siebel és Dr. Heiner Taubald tartották.

A természetben, a kémiai elemek sorában található néhány ún. ősi (primordiális) radioaktív izotóp, melyek a Föld keletkezésekor jöttek létre, és nagyon hosszú (1 milliárd – 100 milliárd év) felezési idejük miatt még nem bomlottak el teljesen. Ilyenek például a  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{144}\text{Nd}$ ,  $^{147}\text{Sm}$  és  $^{186}\text{Os}$ . Ezek közül a  $^{40}\text{K}$  elektronbefogással  $^{40}\text{Ar}$ -ná, a  $^{87}\text{Rb}$   $\beta$ -bomlással  $^{87}\text{Sr}$ -má, a  $^{147}\text{Sm}$   $\alpha$ -bomlással  $^{143}\text{Nd}$ -má bomlik. Mivel a kőzetek keletkezésekor pl. a  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  és  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  izotóparányok

meghatározottak, az adott kőzetre jellemzőek és később csak a radioaktív bomlás miatt változik az értékük, lehetőség van az ún. radiogén izotópos kormeghatározásra, eredet meghatározásra. A módszer geológiai eredetű nyersanyagok, régészeti leletek (pl. kőszerszerek, márvány, kerámia) archeometriai vizsgálatában is nagy szerepet játszhat. Ennek az alkalmazásnak a lehetőségeit, jelentőségét csak az utóbbi időkben kezdték vizsgálni.

A laboratóriumi gyakorlat során végighaladtunk a teljes mintaelőkészítési és mérési folyamat lépésein. A mintaelőkészítés teljes egészében ultra-nagy tisztaságú laborban történik. A bemért ismeretlen mintát és a standardot savakban feltárjuk (külön-külön a Rb/Sr ill. Nd/Sm mérésekhez). Az oldatokat több lépésben beszárítjuk, újra feloldjuk, majd ún. ioncserélő kromatográfiás oszlopon elválasztjuk a Rb-Sr, valamint a Nd-Sm komponenseket. Az egyes – egymással átfedő tömegszámú izotópokat külön-külön mérjük tömegspektrométerrel. Az előkészített mintákat vékony W-elektrodára cseppentjük, és behelyezzük a tömegspektrométerbe.

A FINIGAN MAT 26 típusú tömegspektrométerben az elektród szálán lévő minta atomjai (izotópjai) fűtés hatására ionizálódnak, leválnak az elektródról, majd gyorsító feszültség hatására – eltérítő mágnesekkel meghatározott – görbe vonalú pályán mozognak. A pálya alakja függ az egyes izotópok tömegszámától, ezért a különböző izotópok más-más detektorra (Faraday-cup) csapódnak be. A detektorok egyszerűen megszámlálják a becsapódó ionokat (izotópokat), és végeredményül megkapjuk a kérdéses izotóparányokat. Mindez a mérési folyamat a spektrométer zárt terében, vákuumban történik.

Az elméleti oktatás során megismertük a teljes mérési folyamat elméleti hátterét, az elvi nehézségeket. Bemutatták a tömegspektrométerek technikai felépítését, és a legújabb generációs műszereket (SHRIMP – Sensitive High Resolution Microprobe, Laser Ablációs feltétellel kombinált ICP-MS). Emellett előadásokat hallottunk a radiogén izotópos mérések geológiai alkalmazásairól, bórízotóp geokémiáról, az U-Th-Pb módszerről, valamint az ún. stabilizotóp geokémiáról. (Ide tartozik a  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  és a  $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$  izotóparányok meghatározása, és ezek geokémiai alkalmazásai). Rövid látogatást tettünk az egyetem He-izotóp laborjában is. A tanfolyam, többéves szakmai kapcsolatunk és Zöldföldi Judit lelkes szervezésének köszönhetően, igen kellemes, baráti légkörben zajlott le.

*Kasztovszky Zsolt  
MTA Izotópkutató Intézet*