

SELECTION, OPPORTUNISM AND CONCEPTUAL CONTRADICTIONS IN THE MOUSTERIAN FROM THE CARPATHIAN CAVES (ROMANIA)

A NYERSANYAG KIVÁLASZTÁSA, OPPORTUNIZMUS ÉS FOGALMI ELLENTMONDÁSOK A KÁRPÁTOK BARLANGJAINAK (ROMÁNIA) MOUSTIERI KULTÚRÁJÁBAN

ELENA-CRISTINA NIȚU¹; MARIN CÂRCIUMARU²

¹„Princely Court” National Museum Târgoviște, Museum of Human Evolution and Technology in Palaeolithic, 4 Stelea Street, Târgoviște 130018, Dâmbovița County, Romania,

²Valahia University of Târgoviște, Doctoral School, 32-34 Lt. Stancu Ion Street, Târgoviște 130105, Dâmbovița County, Romania

E-mail: elenacristinanitu@yahoo.com, mcarciumaru@yahoo.com

Abstract

Between the settlements dating from the Middle Palaeolithic in Romania, a special place is held by the Mousterian from the Carpathian caves which provided lithic industries made of a great diversity of local rocks: flint, chaille, chert, jasper, radiolarite, quartz, quartzite, quartzolite, andesite, basalt, diorite etc. So far, all the specialized studies highlight the use of rocks other than flint, chaille or chert as a form of substitution of the high-quality raw materials missing in a certain area. As the use of certain types of rocks provides particular technological and typological features to the material culture from the Carpathian caves, we shall attempt to understand to what extent the Mousterian dwellers of the Carpathian caves chose, for debitage, certain categories of rocks with different mechanical properties and petrographic characteristics. The types of rocks analysed in this article come from the following Mousterian settlements: Bordul Mare Cave from Ohaba Ponor, Curată Cave from Nandru, Cioarei Cave from Boroșteni and Muierii Cave from Baia de Fier. Besides the prevalent use of local rocks, which denotes opportunistic behaviour and particular adaptability in relation to resources existing around the settlements, we find there are differences in selecting the types of raw material.

Kivonat

A romániai középső paleolitikus lelőhelyek között fontos helyet foglalnak el a Kárpátok barlangjainak moustieri rétegei, amelyek leletei olyan helyi kőzetekből készültek, mint a tűzkő, kova, szarukő, jáspis, kvarc, kvarcit, kvarcolit, andezit, bazalt, diorit, stb. Az eddigi tanulmányok szerint a különböző, gyengébb minőségű kova- és szarukő fajták felhasználását az ebbe a szükségessé, hogy az adott régióból hiányoztak a jó minőségű nyersanyagok forrásai. Mivel a különböző kőzetek felhasználása különböző eszköztípusok és technológiai jellegzetességek felhasználását teszi lehetővé, a cél annak megértése, hogy az itt élő emberek miért választották az egyes eltérő mechanikai és kőzettani jellemzőkkel rendelkező kőzeteket. Az elemzett kőzettípusok: a Bordul Mare-barlang (Ohaba Ponor – Ohábaponor, Hunyad megye), a Curată-barlang (Nandru – Nándor, Hunyad megye), a Cioarei-barlang (Boroșteni – Gorj megye) és a Muierii barlang (Baia de Fier – Gorj megye) moustieri lelőhelyeiről származnak. Az eredmények arra utalnak, középső paleolitikus közösségek, opportunisták viselkedést és alkalmazkodóképességet mutatva, túlnyomó részben a közeli nyersanyagforrásokat használták. Ugyanakkor, bizonyos különbségek is kimutathatóak a nyersanyagválasztás esetében.

KEYWORDS: MIDDLE PALAEO-LITHIC, CARPATHIAN CAVES, RAW MATERIAL, PETROGRAPHIC ANALYSES, MICROSCOPIC ANALYSES

KULCSSZAVAK: KÖZÉPSŐ PALEOLITIKUM, BARLANGOK, NYERSANYAG, KŐZETTANI ELEMZÉSEK, MIKROSKÓPOS ELEMZÉSEK

Introduction

Among the settlements of Romania in which Mousterian cultural layers have been defined, a special place is held by the Mousterian from the Carpathian caves which provided lithic industries made of a great diversity of local rocks: flint, chaille, chert, jasper, radiolarite, quartz, quartzite, quartzolite, andesite, basalt, diorite etc.

Generally, man's most favourite rocks in Prehistory to produce the tools are of the sedimentary siliceous type: flint, chaille, chert, jasper, radiolarite. Romanian geologists call them quite frequently silicolites. Among the jaspers, there are two varieties, more commonly encountered in the Palaeolithic, named lydienne and phtanite. Moreover, Romanian geologists include menilites in this category (Papiu 1960).

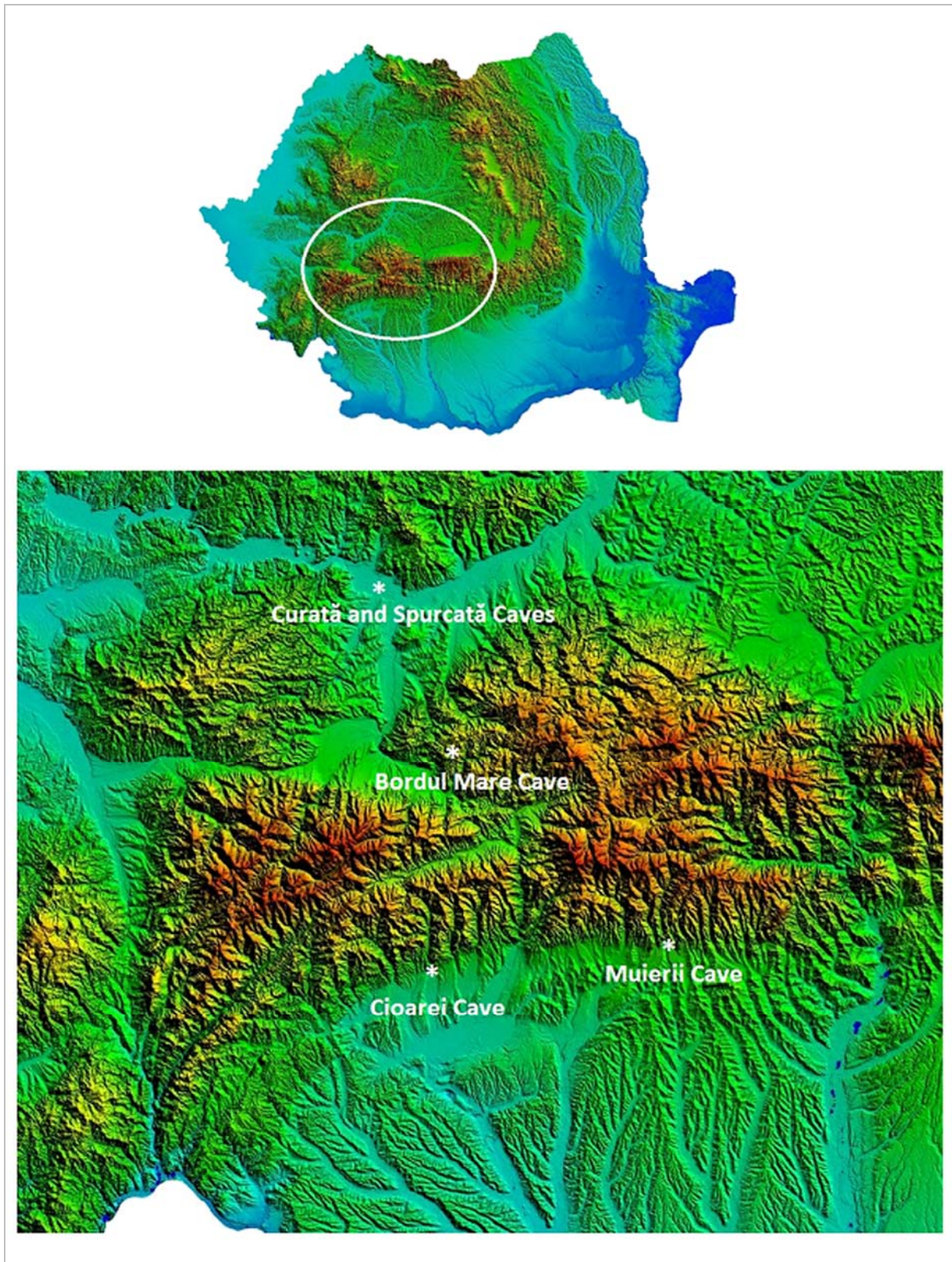


Fig. 1.: Geographic location of the researched caves

1. ábra: A vizsgált barlangok földrajzi elhelyezkedése

In addition to metamorphic rocks of the quartzite type, the Neanderthal man from the Carpathian caves, mainly the Cioarei-Boroșteni Cave, also used several types of igneous rocks. Among the igneous plutonic rocks, we can mention the use of quartzolites, granitoids and different types of granites, granodiorites, syenites, monzonites or diorites. Quartzolites are rocks with massively compact texture, an often equigranular structure, which are composed of 90% quartz along which other various minerals may appear. Granites are plutonic rocks made of quartz, alkali feldspars, plagioclases and few mafic minerals. They have holocrystalline structure and massive, sometimes varved, texture. Granodiorites are rocks formed mainly of quartz, plagioclase and alkali feldspar, with massive texture. At macroscopic level, granites and granodiorites differ from other rocks in the abundant presence of quartz. Syenites are plutonic rocks in which felsic minerals are almost exclusively represented by alkali feldspars and plagioclases. Monzonites are plutonic rocks in which felsic minerals are preponderantly represented by alkali feldspars and plagioclases in relatively equal proportions. Diorites are phaneritic rocks comprised of plagioclases (andesine and oligoclase) and mafic minerals. They are echigranular and present a low to high granulation, gray colour (the typical “salt and pepper” aspect) (Mareş et al. 1989).

Of the volcanic igneous rocks, rhyolites, basalts and andesites were used. Rhyolites are volcanic rocks composed mainly of quartz, alkali feldspar and plagioclase. They have porphyric or microporphyric structure. Basalts are aphanitic rocks made of mafic minerals and plagioclase. They are dark-coloured rocks, black or gray-black. When chloritized, basalts have a greenish colour, and when oxidized, they are reddish brown. They present various textures: fluidal, vesicular, amygdaloidal etc. Andesites are porphyric rocks composed mainly of plagioclase and mafic minerals. They have variable colours, generally gray, reddish brown or black (Mareş et al. 1989).

As the use of certain types of rocks provides particular technological and typological features to the material culture from the Carpathian caves, we shall attempt to understand to what extent the Mousterian dwellers of the Carpathian caves chose, for debitage, certain categories of rocks with different mechanical properties and petrographic characteristics. The types of rocks analysed in this article come from the following Mousterian settlements: Bordul Mare Cave from Ohaba Ponor, Curată Cave from Nandru, Cioarei Cave from Boroșteni and Muierii Cave from Baia de Fier (**Fig. 1**). The reason for selecting these settlements was influenced by two significant aspects: the existence of a sufficient number of lithic industries

and recent restudy of lithic ensembles which have provided an accurate assessment of the proportion of raw material used (Cârciumaru 2000, Cârciumaru et al. 2000, 2002a, 2002b, Doboş et al. 2010, Nițu 2012). Furthermore, Mousterian layers in these settlements are, chronologically speaking, fairly close to each other (Cârciumaru 1973, 1980, 1999, Nițu 2012), which allowed us to eliminate several risks inherent in comparisons along extremely large chronological levels and, at the same time, favoured the individualisation of several assumptions regarding communities which are close in terms of time and their occurrence.

Physico-geographical potential

For a better integration of lithic ensembles from the Carpathian caves considered in this study, we have deemed it useful to make a short presentation of the physico-geographical potential of the areas where the caves are located and of the geochronology of Mousterian layers in these particular caves.

Throughout the Hațeg-Orăștie Depression, drained by the hydrographic basin of the Strei river and a part of the Mureş, there are some of the most important caves inhabited by the Neanderthal man: Bordul Mare Cave from Ohaba Ponor, Curată and Spurcată caves from Nandru (**Fig. 2/1, 2**).

Bordul Mare Cave, Pui commune, Hunedoara County, is located at the foot of the Șureanu Mountains (also known, in geological literature, as the Sebeș Mountains), at an absolute altitude of 693 m. Having the code number 2063/7, the cave has a south-west oriented entrance which gives into a wide and spectacular panorama of the Hațeg Depression (**Fig. 2/1**).

According to recent micropalaeontological determinations and the observations made on the lamellibranches and gastropods discovered by us during archaeological excavations, the limestone in which Bordul Mare Cave was carved can be assigned to the Upper Cretaceous and not to the Jurassic, as previously thought. The Upper Cretaceous often includes conglomerates caught between layers of limestone, which, once released by erosion, lie upon the limestones underlying these layers (Gherasi et al. 1968, Mureşan et al. 1980). Thus we can explain the numerous and various quartz and quartzite pebbles, alongside other types of rocks, of different sizes, which can be encountered on the limestone slopes near the Bordul Mare Cave, rock that were extensively used by the dwellers of the cave during the Mousterian. Furthermore, we have discovered an extremely revealing situation on the Fântâna Socilor Plateau, close to Bordul Mare Cave, where, among pebbles of various rocks, including quartzite, we have found such rocks as flint and chert (Cârciumaru et al. 2011; Nițu, 2012).



Fig. 2.: Bordul Mare Cave (1); Curată and Spurcată caves from Nandru (2); Limestone spur in which the Cioarei Cave is carved and panorama of Subcarpathian depression opening above the cave (3); Entrance to the Muierii Cave and the Galbenu river Gorge (4).

2. ábra: Bordul Mare-barlang (1); Curată- és Spurcată-barlang, Nándor mellett (2); Mészköszirt a Cioarei-barlanggal és a Kárpátok előterének panorámájával (3); A Muierii-barlang bejárata és a Galbenu folyó áttörése (4)

The particularity of the Hațeg Depression is given by the mountain massifs which border it to the south (Retezat and Țarcu Mountains), west-northwest (Poiana Ruscă Mountains), and east-northeast (Șureanu Mountains). At the same time, the depression occupies a special place within the orographic ensemble of southwest Transylvania, with direct connections to surrounding mountain units, provided by the rivers descending from the heights, and to the more distant regions by the couloir of the Strei river as far as its flowing into the Mureș and further, to the entire Basin of Transylvania and the Hungarian Plain (Alföld). The

Hațeg-Orăștie Depression is truly an area of morphological, hydrographic convergence and, hence, of convergence of communication means with very large geographic units with natural potential (Badea et al. 1987a, 1987b).

The Curată (code 2277/1) and Spurcată (cod 2277/2) caves are located along the Petac river, a tributary of the Cerna, which expands its hydrographic basin over a length of 65 km and an area of 740 sq km in the Poiana Ruscă Mountains (**Fig. 2/2.**).

The Poiana Ruscă Mountains, flanking the Hațeg-Orăștie Depression to the west, are an intermediary relief level between the depression area and the high areas of the Southern Carpathians (Kräutner 1984).

Petrographically, the Poiana Ruscă Mountains stand out through the presence of metamorphic rocks such as mica-schists, amphibolites, gneisses, crystalline rocks (including quartzites) and limestones which locally (in the areas of Hunedoara-Runcu-Luncani or Nandru) reach 3,000 m in thickness. Igneous rocks such as granodiorites and andesites are also present.

Alongside the valley of the Strei, the Cerna forms a parallel couloir linking the depression with the valley of the Mureș river. This proves that Palaeolithic communities had a clear opportunity to penetrate, by its tributaries, deep into the mountainous plateaux and, moreover, it provided easy access to the wide valley of the Mureș river which represented, for the bunches of hunters, a real gate towards the east and the west, once they came out of the depression.

Two other caves, located south of the Southern Carpathians, revealed important Mousterian dwellings: the Cioarei Cave and the Muierii Cave.

The Cioarei Cave (code 2116/1) is situated along the Bistricioara river, a tributary of the Bistrița, in the vicinity of the Boroșteni village, commune of Peștișani, Gorj County, carved in a limestone spur of Barremian-Aptian age, which descends from Piatra Boroșteni in the Vâlcan Mountains (Cârciumaru 2000, Cârciumaru et al. 2000, Cârciumaru et al. 2002a, 2002b). The cave has a strategic location, at the contact of the southern rim of the mountain with the first depression groove specific to the Subcarpathians of Oltenia, which allows a wide panorama opening in front of the entrance to the cave (Fig. 2/3.).

The valley of the Bistricioara, which penetrates deep into the Vâlcan Mountains, crosses the granitoid and granitic geological layers of the Șușița and Tismana type (Bercia et al. 1968), as well as the Lainici-Păiuș series composed of quartzites, psamitic gneisses, sericite-chlorite schists, cornean, crystalline limestones with silicates, granogneisses, granitoid paragneisses, dynamically metamorphosed rocks, etc. (Pauliuc 1937, Ghica-Budești 1940). Among the granites of the Șușița and Suseni types, fully developed along the southern rim of the Vâlcan Mountains, quartz, granites and diorites stand out. The valley of the Bistricioara also presents quartzites from the Tulișa layers. Given the analyses conducted on the lithic material at the Cioarei Cave, we believe that geologists have wrongly defined the quartzite in this area; the rock they refer to is actually quartzolite. This confusion is due to the

macroscopic similarities between the two rock types.

The Muierii Cave (code 2051/1) was carved in the Tithonic limestones which form the Garba crest in the southwest of the Parâng Mountains. The entrance opens to the southwest, along the gorges formed by the valley of the Galbenu brook. The cave is located upstream of Baia de Fier, Gorj County, where the Galbenu brook exits the gorge in the Subcarpathian depression (Fig. 2/4.).

Galbenu valley crosses geological layers attributed to the Palaeozoic magmatites composed of granites, granitoids, granodiorites and gneiss facies. The series of Tulișa, in the area crossed by the Galbenu valley, appears to consist mainly of crystalline schists, while the quartzites are not present, as in the region crossed by the Bistricioara valley, where the Cioarei cave from Boroșteni is located (Bercia et al. 1968). However, its use during the Mousterian in the Muierii Cave remains an undeniable fact, which implies the existence of other areas of origin, near the cave.

Geochronology of Mousterian layers

Bordul Mare Cave

Bordul Mare cave revealed four Mousterian layers (Roska 1924, 1925a, 1925b, 1930, 1933, 1943, Nicolăescu-Plopșor et al. 1955, 1957a). We shall not insist on numbering the layers over the course of time for this has been dealt with in a recently published article (Cârciumaru & Nițu 2008). Chronologically speaking, absolute dating exists only for upper layers, i.e. layer III, the richest Mousterian layer of the cave, and layer IV. For layer III, there are several samples of C-14 dating establishing the evolution boundaries between 45.500 ± 3.500 /-2.400 (GrN 14.626) and 39.200 ± 4.500 /-2.900 (GrN 11.618), while for layer IV there is only one dating, namely 28.780 ± 290 B.P. (GrN 14.627). Sedimentation of layer III was completed in the glacial stage between the interstadial complex of Nandru (the Nandru 2 phase - Brörup) and the interstadial complex of Ohaba (Ohaba B climatic oscillation - Arcy-Kesselt). The climate was dry and cold and the landscape was dominated by a cold steppe, grass pollen reaching almost 95% (Cârciumaru 1973, 1980). A substantial list of macromammal species confirms the cold climate of this period: *Ursus spelaeus*, *Equus caballus fossilis*, *Cervus elaphus fossilis*, *Megaceros giganteus*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Rhinoceros antiquitatis*, *Bos (primigenius)*, *Bison priscus*, *Rangifer tarandus fossilis*, *Elephas primigenius*, *Saiga tatarica*, *Capra sewertzovi*, etc. (Roska 1925a, 1925b, 1930, Gaál 1928, 1943, Nicolăescu-Plopșor et al. 1955, 1957a). As regards Layer IV, palynological studies have revealed the existence of a wet temperate climate characteristic

of the Ohaba interstadial complex (Arcy-Stillfried B, Arcy-Kesselt) (Cârciumaru 1973, 1980). The large mammal fauna is consistent with this climate, with species such as: *Ursus spelaeus*, *Equus caballus fossilis*, *Ovis (argaloides)*, *Rangifer tarandus fossilis*, *Cervus elaphus fossilis*, *Canis lupus*, *Canis vulpes fossilis* (Roska 1925a, 1925b, 1930, Gaál 1928, 1943, Nicolăescu-Plopşor et al. 1955, 1957a).

For other older layers, dating was based on pollen analyses, so that Mousterian II was estimated to be prior to the age of 60.000 B.P. (Cârciumaru 1973, 1980). In fact, we may consider this estimation as valid considering that for Mousterian layers III and IV the assumptions formulated by M. Cârciumaru (1973) were later confirmed by C-14 dating. Although layer I did not reveal any palinological spectrum, given the environment characteristics during the sedimentation of the deposit which overlaps this cultural layer, one may state that it is contemporary with a glacial stage. The large mammal fauna suggests this assumption, being represented by the following species: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros antiquitatis*, *Equus caballus fossilis*, *Hyaena spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Canis lupus*, *Canis vulpes fossilis*, *Capra. sp.* (Roska 1925a, 1925b, 1930, Gaál 1928, 1943, Nicolăescu-Plopşor et al. 1955, 1957a). Layer II was deposited in a landscape dominated by pine, alongside spruce, juniper, willow, birch and then fir and deciduous trees dominating the late glacial stage that had preceded the Nandru interstadial (Nandru 1-Amersfoort) (Cârciumaru 1973, 1980). The large mammal fauna was dominated by *Ursus spelaeus*, *Equus caballus fossilis*, *Canis lupus*, *Canis vulpes fossilis* (Roska 1925a, 1925b, 1930, Gaál 1928, 1943, Nicolăescu-Plopşor et al. 1955, 1957a).

Curată Cave

Two Mousterian layers were identified in the Curată Cave, numbered from bottom to top Mousterian I and Mousterian II (Nicolăescu-Plopşor et al. 1957b; Nicolăescu-Plopşor & Păunescu 1959). Unfortunately, as presented by Al. Păunescu (2001), the samples of dating of the two Mousterian layers are completely absurd, in the sense that data obtained for the older layer are younger than those corresponding to the upper layer. We believe that this strange inversion of dating is due to the alteration of numbering layers from one excavation campaign to another. Seven samples of dating were performed, with values ranging between >36.300 B.P. (GrN 24.223); 29.940 + 420 / - 400 B.P. (GrN 13.249) and > 45.000 B.P. (GrN 23.407). If we take into account the palaeoclimatic frame, the succession is as follows: the older Mousterian layer deposited in the interstadial complex of Nandru (Amersfoort-Hengelo), while the second Mousterian layer is

placed between the glacial stage, preceding the Ohaba interstadial complex (Arcy-Stillfried B, Arcy-Kesselt), and the end of this interstadial complex (Cârciumaru 1973, 1980).

Cioarei Cave

Cioarei Cave is the Mousterian settlement that has been dealt with in the majority of the interdisciplinary studies, so that the geochronology of cultural layers can be assessed with much more arguments than in other cases. Mousterian lithic industries were identified in layers A-J, but high densities of materials were recorded in layers E, F, G, H and J (Cârciumaru 2000, Cârciumaru et al. 2000, Cârciumaru et al. 2002 a, 2002b).

One may say that the cave started to be systematically inhabited with the sedimentation of layer E, although lithic tools were recovered from subadjacent layers as well. Geo-chronologically speaking, layer E deposited, at least in its upper part, in the late stage of the warm period of Borosţeni (probably contemporary with the Eem interglacial period – Riss-Würm), in a forest landscape which dominated the surroundings of the cave and which was characterised by various tree species, among which hazel and hornbeam prevailed (frequent taxa especially during the last interglacial period) (Cârciumaru 1977), while, among the animals identified by M. Patou-Mathis (2000-2001) one can mention Carnivores (477): *Ursus spelaeus* (470), lynx (1), wolf (3), common fox (3); Herbivores (52): *Rhinoceros mercki* (3) (a fossil pointing to the last interglacial period), bison (4), stag (18), buck (1), mouflon (1), boar (2), Lagomorphs (2), Indeterminable (21).

For layer E, a few samples of C-14 dating have been obtained, hardly exceeding 50,000 years, which corresponds to the detection limit of the method, giving the impression that they come in contradiction with palinological estimations and those resulted from the study of fossil mammals. Here are the existing datings: GrN – 15.046: 50.900 + 4.400 / - 2.800 B.P.; GrN – 15.047: > 47.000 B.P. (charcoal); GrN 15.048: 51.900 + 5.300 / - 3.200 B.P. (unburned bones).

With different frequencies, the Cioarei Cave seems to have been dwelt quasi-permanently until the end of layer H, which represents, in fact, the most intense stage of inhabitancy of the cave. Layer H is deposited in a period in which stages of environmental improvement alternate with others of slight climatic recession, specific to the Nandru A climatic oscillation (Amersfoort-Brörup), of which Nandru 2 stage (contemporary with Brörup interstadial) is less represented, following some slight processes of disturbance. Mammal fauna associations, present in this part of the deposit, reveal the succession of sequences of cold climate with *Chionomys nivalis*, *Crocota spelaea*, *Cervus*

elaphus, *Equus sp.*, *Capra ibex*, Bovid, with others of climatic improvement such as *Hystrix vinogradovi*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus* (Terzea, 1987; Patou-Mathis, 2000-2001).

Two samples of C-14 dating indicate, for layer H, the following ages: GrN – 15.054: 48.000 + 1.800/ - 1.500 B.P.; OxA – 3.840-41: 48.500 ± 3.900 B.P.

After a certain period of time, during which layer I is deposited, when the cave is practically uninhabited, the Neanderthal man returns during the stage of the sedimentation of layer J, completed in the Nandru 3 phase (possibly palinologically contemporary with Odderade interstadial), C-14 dated: GrN 15.053: 48.900 + 2.100/ -1.700 B.P.; GrN 13.001: 43.000 + 1.300/ -1.100, which would rather imply contemporaneousness with the Moershoofd (Cârciumaru 2000).

Muierii Cave

The stratigraphic situation of the Muierii Cave from Baia de Fier is extremely complicated, especially since excavations were performed in several galleries and the entrance to the cave. According to the specialised literature, Mousterian lithic ensembles were discovered mainly in the Mousterian Gallery (two levels), but also in the main gallery and the mouth of the cave as well (Nicolăescu-Plopşor 1935-1936, Daicovicu et al. 1953, Nicolăescu-Plopşor et al. 1957c). As regards dating, most was performed on *Homo sapiens* bones found in the Mousterian Gallery that do not appear to have a clear connection with the materials discovered. There is only one dating for the Mousterian level I in the Mousterian Gallery, namely 42.560 + 1.310/ - 1.120 B.P. (GrN-16.977). Several other samples of dating were performed during a recent probing which did not reveal Palaeolithic materials. Dating was correlated with the stratigraphy established by C. S. Nicolăescu-Plopşor in older excavations, the assumption being that, as far as 0.90 m in depth, samples can be correlated with an Aurignacian habitation, while those below this depth with the Mousterian habitation (Doboş et al. 2010). We consider that, so long as dating hasn't been carried out for real cultural layers, they cannot be associated with the archaeological findings of this cave, therefore we shall not insist on them.

Rocks used in the Mousterian of Carpathian caves

Bordul Mare Cave

According to the analysis of the entire lithic ensemble from Bordul Mare Cave (Niţu 2012), regardless of the archaeological level, quartzite occupies in this settlement 90% of the rocks used.

Depending on its prevalence in the collection, it can be divided into several categories, according to macroscopic characteristics. The most frequently observed category is granular quartzite, with sugary texture, medium granulation, generally vitreous in fracture, whitish in colour, smooth cortex of the same tint as the core of the pebble (Fig. 3/1.). This is similar, in terms of granulation and texture, to two other categories:

- granular quartzite, sugary texture, medium granulation, whitish colour, yellowish or reddish intrusions, yellowish or yellowish-brown smooth cortex (Fig. 3/2.);

- granular quartzite, sugary texture, medium granulation, gray or blackish-gray colour, vitreous in fracture, smooth cortex of the same tint as the core of the pebble.

Actually, differentiating in terms of colour is relative since there are pebbles with medium granulation and sugary texture which comprise whitish, vitreous, gray, yellowish or reddish areas. Technologically, we may say that the variants above mentioned may be included in one category, namely granular quartzite with medium granulation and sugary texture, of various tints, with the specification that the whitish-vitreous is more common (Fig. 3/1,2,3.)

Alongside this type of quartzite, several categories, though minor, are also present, such as granular quartzite with sugary texture and high (Fig. 3/4.), medium to low (Fig. 3/5.) or low granulation (Fig. 4/1.), several types of compact quartzite with fine texture, opaque (Fig. 4/2.) or vitreous in fracture (Fig. 4/3.). Some type of quartzite can be included in the category of filonian quartz and others are very similar in aspect to sandstone (Fig. 4/4.).

As already mentioned, granular quartzite, with sugary texture and medium granulation is most frequently used to the detriment of quartzite with fine granulation and, obviously, with a more compact structure. This can be explained by the presence of a greater proportion of quartzite with medium granulation in areas close to the cave.

The technical characteristics of different types of quartzite present in the Bordul Mare Cave ensemble are closely related by texture and granulation. Naturally, debitage stigmata are generally hard to notice. Granular quartzite with sugary texture and medium granulation, which is predominant in the collection, has, usually, percussion stigmata typical of quartz, i.e. crushing at the impact point, what J. P. Bracco (1993, 1997) called *écrasement*, or convergent radial striae. The most frequently encountered debitage accidents are of the Siret type and hinged, very rarely plunging.

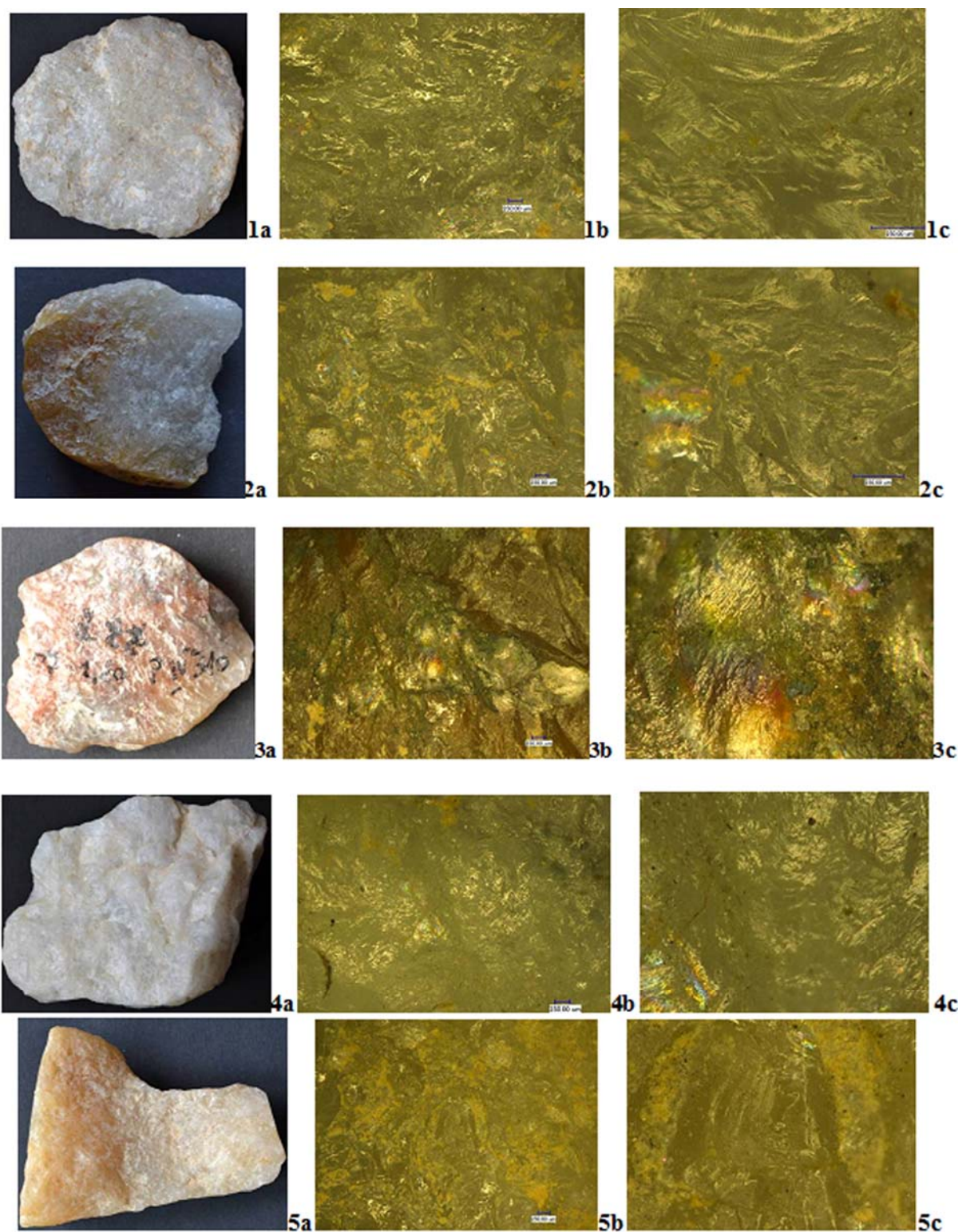


Fig. 3.: Bordul Mare Cave, Mousterian III layer - 1a, 2a, 5a quartzites very rich in quartz; 3a quartzite with various instances of mineralisation; 4a quartzite very rich in quartz minerals; 1 b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4b, 4c, 5b, 5c images provided by the VHX 600 digital microscope (1b, 2b, 3b, 4b, 5b x 50; 1c, 2c, 3c, 4c, 5c x 200)

3. ábra: Bordul Mare-barlang, moustiéri III réteg – 1a, 2a, 4a kvarc szemcsékben gazdag kvarcit; 3a kvarcit különféle ásványokkal; 4a kvarc szemcsékben gazdag kvarcit; az 1 b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4b, 4c, 5b, 5c képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek (1b, 2b, 3b, 4b, 5b x 50; 1c, 2c, 3c, 4c, 5c x 200)

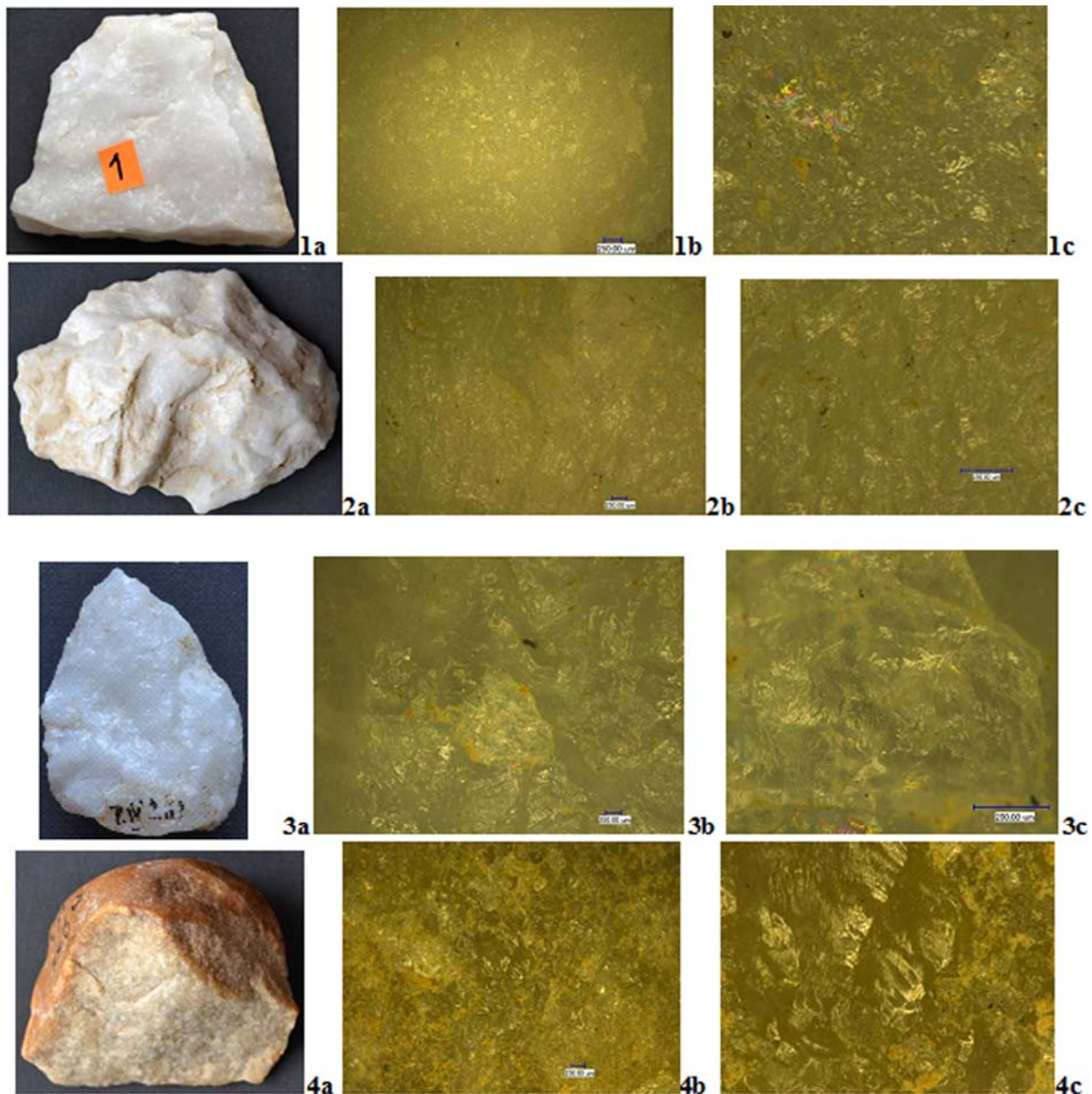


Fig. 4: Bordul Mare Cave, Mousterian III layer – 1a, 2a, 4a quartzites with disseminated quartz minerals; 3a quartzite with minerals very rich in quartz; 1 b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4b, 4c, images provided by the VHX 600 digital microscope (1b, 2b, 3b, 4b x 50; 1c, 2c, 3c, 4c x 200)

4. ábra: Bordul Mare-barlang, moustéri III réteg –1a, 2a, 4a kvarcit szórt kvarc kristályokkal; 3a kvarc kristályokban nagyon gazdag kvarcit; az 1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4b, 4c képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek (1b, 2b, 3b, 4b x 50; 1c, 2c, 3c, 4c x 200)

Studies on filonian quartz debitage assemblages (very similar to what we call quartzite) have revealed that the plunging debitage accident is never represented in its classic form and is unlikely that this type of accident exist (Mourre 1996, 1997). Its presence in the Bordul Mare industry can be connected to the special properties of the used quartzite (Nițu 2012).

Quartzite with sugary texture and medium to low granulation has rather diffuse debitage stigmata, but, as in the previous case, a fracture can be

sometimes noticed just below the point of impact. Quartzite with sugary texture and fine granulation or high granulation, often forms a percussion bulb, which is sometimes prevalent in the case of quartzite with high granulation. Generally, all types of quartzite with sugary texture, regardless of granulation, are more suitable for the debitage process, while the products are rather typical, especially with medium-granulation quartzite. Flakes have sharp, usable edges, the only exception being the pieces knapped from high-granulation

quartzite, which have round edges, according to the constituent quartz grains.

With compact quartzite with fine texture, debitage is rather difficult despite its more homogeneous structure. In fact, the pieces present numerous hinged type accidents. The edges of the flakes are more sharpened than with granular quartzite and hardness is visibly higher. Despite these functional characteristics which more common than at other quartz types, it was probably used less because of the difficulty to control percussion or because of the low presence around the cave.

Siliceous rocks different from quartzite, though present in a very small proportion in the Bordul Mare collection, are extremely diverse. Furthermore, it is difficult to place them in classic categories used in archaeology, such as flint, jasper etc. Differences can be noticed in terms of texture, granulation, homogeneousness, cortex. Colour, though a frequently used characteristic in differentiating this type of rocks, has no particular significance because there are sufficient examples of debitage products which incorporate several colours in their structure.

Given this huge variety of rocks, we have turned to a macroscopic differentiation according to texture and homogeneity. Based on this principle, we have determined the existence of the following categories: flint, jasper, chaille, chert, radiolarite, siliceous sandstone and volcanic rocks.

Some data on the existence of raw material sources can be found in the geologic literature. Around the settlements of Ohaba-Ponor, siliceous accidents in spatic limestone, attributed to the Jurassic, were encountered (Boldur & Stillă 1967). Chaille-type rocks are mentioned in the Pui area, Arsului hills, Luncani valley (Ciclovina), Pietra Roşie knob, Țiflea, between Lăutu and Cioclovina cave (Stillă 1985). Al. Codarcea and Gr. Răileanu (1961) note the presence of siliceous accidents in the Hațeg Basin, Pui area.

Alfred Mamulea (1952, 1953) makes a very interesting description of the cherts in the Hațeg Depression as light-yellow, almost white rocks, caught in Callovian-Oxfordian layers, of high hardness, fine and compact, often cornean structure. Even if they do not derive from the gaize or spongolite type of rock, like flint from limestone, the chert of this region presents, to the centre of concretions, a “porcelain, translucent” aspect which reminds of the flint fracture. Chalcedony, sponge and opal spicules, in intimate association, are prevalent in their structure. Mesozoic deposits, which comprise these rocks that seem to have often satisfied the demands of Palaeolithic man, imposed

by controlled debitage, stretch from Cioclovina to Barul Mare, including various points located on the southern rim of the Hațeg Depression, such as Valea Lupului, Șerel, Coroești and so on.

In order to identify lithic raw material sources other than quartz or quartzite, the Bordul Mare area was researched in 2008-2011, during the rescue excavations performed in this cave. Unfortunately, we did not manage to identify around the cave flint pebbles or other similar rocks, such as jasper, chert, etc., though we had expected to find them among the quartzite-type rocks derived from the erosion of the conglomerate deposits in the area neighbouring Bordul Mare. This does not mean necessarily that they did not exist when the cave was inhabited by the Neanderthal man. Due to rapid dynamics of landscape alteration and massive forestation of the area, they may have been hard to recover nowadays (Nițu 2012).

The next step was to analyse the water courses which might have affected a horizon with siliceous rocks. With the exception of smaller valleys around the Bordul Mare cave that did not reveal flint, jasper or chert, the only water crossing a pretty wide area, which has the possibility of collecting several types of rocks, remains the Strei. During the exploitation of some gravel levels along this river (Fig. 5/1.), several sources of flint, jasper (Fig. 5/2.), but mostly chaille and chert (Fig. 5/3.) were collected. Macroscopically, they only vaguely resemble the raw material used at Bordul Mare and there is a considerable distance between the river and the cave. The rocks from Strei could have been used by Palaeolithic communities by knapping them from the banks of the Strei and bringing them inside the cave. In this sense, according to observations on lithic material, a part of the pieces found in the settlement were brought to the site after they had been knapped.

The current exploitation of the gravel from the Strei river allowed us to make significant observations regarding the economy of Palaeolithic communities. We were able to notice the existence of an extremely wide variety of igneous and metamorphic rocks: basalt, andesite, diorite, rhyolite etc. (Fig. 5/1.). Furthermore, the Bordul Mare collection includes several pieces of volcanic rocks, of which one is knapped from andesite. Apparently, the existence of these rocks on the Strei did not particularly attract the humans since these rocks were only exceptionally used. The best example is Cioarei cave, where Mousterian communities used different igneous and metamorphic rocks, collected from the Bistricioara river in the immediate vicinity of the cave.



Fig. 5.: Raw material sources - 1. images of the Strei valley and abundance of existent rocks; 2. jasper; 3. chert; 4. flint found at Fântâna Socilor, not far from the Bordul Mare Cave from Ohaba Ponor.

5. ábra: Nyersanyagforrások - 1. a Strei völgye és az elérhető nyersanyagok gazdagsága; 2. jáspis; 3. kova; 4. tűzkő Fântâna Socilor közelében, nem messze a Bordul Mare-barlangtól, Ohába Ponor közelében.

Another assumption regarding the transportation to the cave of the pebbles of siliceous rocks for debitage purposes is related to the existence of sources on top of Bordul Mare, thus pebbles could be easily brought down to the cave instead of carrying them up. Starting from data provided by a participant in the 1954-1955 excavations, on top of Bordul Mare there is a plateau called Fântâna Socilor where we have identified mainly flint, macroscopically similar to that knapped inside the cave (**Fig. 5/4.**). Fântâna Socilor lies at an absolute altitude of 945 m and has the shape of a plateau on which quartz and, rarely, flint, chaille and chert

pebbles are scattered, chert pebbles being considerably bulky to suit a debitage that could result in products similar to those of Bordul Mare cave. Furthermore, several flint flakes, of Levallois type, have been recovered from the slipped banks of the plateau.

According to the observations made concerning the lithic material from Bordul Mare Cave (Nițu 2012), the raw material sources other than quartz and quartzite may come from different places, considering the great variety noticed in the entire series.



Fig. 6.: Images of the Petac valley at Nandru (1); quartzite with abundant quartz minerals alongside various instances of mineralisation from the Curatã Cave (2) and various raw material sources of the jasper, flint, chert etc. category from the Petac valley (3; scale 30 cm) (2b x50; 2c x200 – images provided by the VHX 600 digital microscope).

6. ábra: A Petac völgye Nándor mellett (1); kvarc szemcsékben gazdag kvarcit a Curatã-barlangból (2) különféle nyersanyagok a Petac völgyéből (jáspis, kova, tűzkő) (3; a mérce hossza 30 cm) (2b x50; 2c x200 – a mikroszkópos képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek).

Both the conglomerate levels situated on the plateaus over the cave, as the one from Fântâna Socilor, as well as along the valleys of certain rivers, such as the Strei, which crosses the entire depression, probably represented opportunities for the Neanderthal man. The Mousterian communities from Bordul Mare have a typical Middle Palaeolithic behaviour, in which the use of the raw materials present around the cave is a crucial component, although, at small distances, they could have found and used a larger variety of rocks.

Curată Cave

All the rocks used in this settlement are exclusively local and can be found in large quantities along the Petac valley (or Roatei valley), which flows at the foot of the cave. The numerous research works we carried out along this valley have allowed unprecedented observations on the use of raw material sources during the Mousterian and have given us a solid base for the thought concerning the interpretations that can be made on the strategies adopted by the Neanderthal man. Although high-quality siliceous rocks (jasper, chert, flint etc.) can be found abundantly along the above-mentioned valley, in the two Mousterian layers of the Curată Cave, the quartzite has a slightly higher value than the rocks from the flint, jasper and chert category. We are in front of an unparalleled situation as far as the Mousterian is concerned, because in all the other settlements of Europe, the quartz and the quartzite are not used in such a high proportion except in the case when the high-quality siliceous rocks are absent from the region. This observation totally contradicts to the classical theories on the behaviour of the Mousterian communities. Moreover, the quartzite was selected and preferred to the numerous types of magmatic and metamorphic rocks present along the Petac Valley (Nițu 2012) (Fig. 6.).

The question we must answer is why the Nandru communities selected mainly quartzite to make tools out of a huge variety of rocks. We may assume it was a very powerful cultural tradition, which would be perfectly consistent with some of the definitions of the Mousterian of Carpathian caves as “quartzite Mousterian” (Mogoșanu 1978), or it was some specific activities which required the use of quartzite tools. In order to understand this situation, we have tried to approach this issue in a different manner.

The first step was to collect various samples of rocks from the Petac valley, including both siliceous sedimentary rocks (Fig. 6/3.) and metamorphic rocks. Each rock was tested. This allowed us to make very interesting technological observations. Siliceous sedimentary rocks are in plenty, there are large-sized and very large-sized pebbles (20-30 cm), so, quantitatively, one could

make a great number of products out of each of them. The same thing was noticed with igneous and metamorphic rocks. The difference between these rock types is technological: they react in a different manner to the knapping procedure. Following the testing of the pebbles, we noticed that sedimentary siliceous rocks, flint, chert and jasper are, more often, pretty hard to chip and require an extremely rigorous control of the platforms and of dosing the force exercised with a view to obtaining mere flakes. Instead, quartzite has a structure which is homogeneous enough to allow easier knapping of any product (Fig. 6/2.). Consequently, the explanation of the prevalent use of quartzite in the Curată cave may be rather technological. The quartzite used is quite compact, with average or average-to small granulation. In fracture, it is whitish-glassy or greyish. From a technical perspective, the resulting tools have extremely resilient cutting edges. The stigmata are close to those characteristic to the vein quartz, yet there are also items that have a bulb of percussion. The communities in this settlement selected mainly a rock category that can be processed more easily, obtaining in this way different products necessary for diverse activities with a minimum effort and time consumption. From here, one can deduce the ingenuity of the Mousterian communities that – more often than not – have been characterised in a simplistic manner in the archaeological literature.

Muierii Cave

Although the stratigraphic situation is quite complicated in this settlement and Mousterian tools have been discovered in several galleries, the entire collection comprises almost exclusively quartzite (98%), the rest of the materials were knapped in flint, jasper and sandstone (Fig. 7.) (Doboș et al. 2010). This rock has obviously a local origin. For years, specialised archaeological literature postulated that raw material came mainly from the valley of the Galbenu River, which flows in the vicinity of the cave. At a first sight, this theory was absolutely reasonable, but we were to discover, during our own field research, that, surprisingly, the situation in the settlement is much more complicated. Ever since 2007, we have noticed a great variety of volcanic and metamorphic rocks on the Galbenu valley, but we haven't been able to identify any quartzite pebble (Fig. 7/1.). This prompted us to return to the area each year, however we haven't found quartzite-type rocks on the Galbenu valley. It is hard to conceive that the prevailing raw material in the Muierii Cave may come from great distances, especially since we are talking about quartzite, but, up to the present, we have not been able to identify the supply area of this source. The geological map, however, shows that the Galbenu valley does not intersect geological layers rich in quartzite.

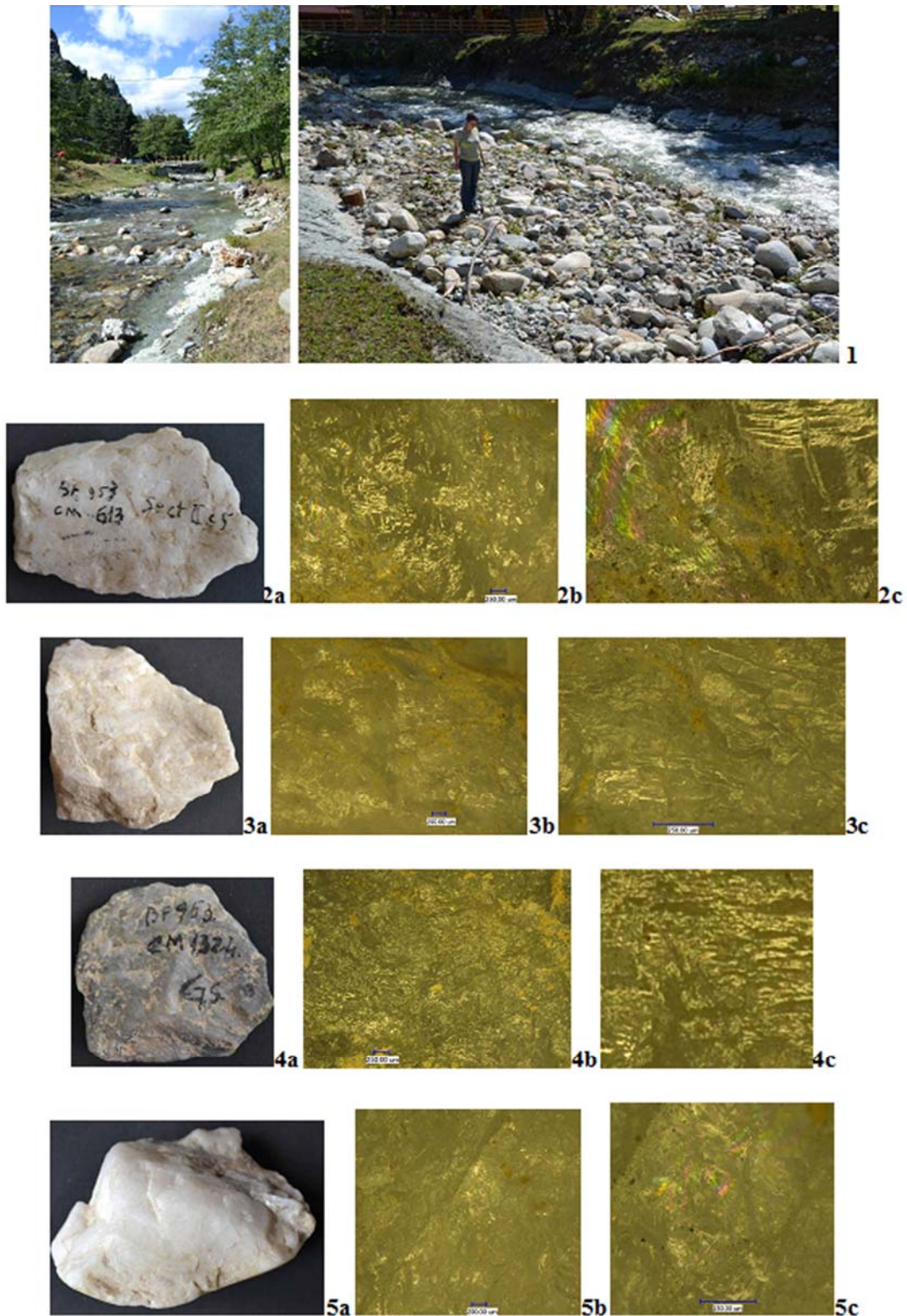


Fig. 7.: Muierii Cave – Images showing the abundance of magmatic and metamorphic rocks on the Galbenu valley just outside the Muierii Cave (1); quartzites very rich in quartz minerals (2, 3); quartzites with rich quartz minerals (4); disseminated quartz minerals (5); (2b, 3b, 4b, 5b x 50; 2c, 3c, 4c, 5c x 200) – images provided by the VHX 600 digital microscope).

7. ábra: Muierii-barlang – magmás és metamorf kőzetek a Galbenu völgyében a Muierii-barlang előtt (1); kvarc szemcsékben nagyon gazdag kvarcit (2, 3); kvarc szemcsékben gazdag kvarcit (4); szórtan jelenlevő kvarc szemcsék (5); (2b, 3b, 4b, 5b x 50; 2c, 3c, 4c, 5c x 200) – a mikroszkópos képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek).

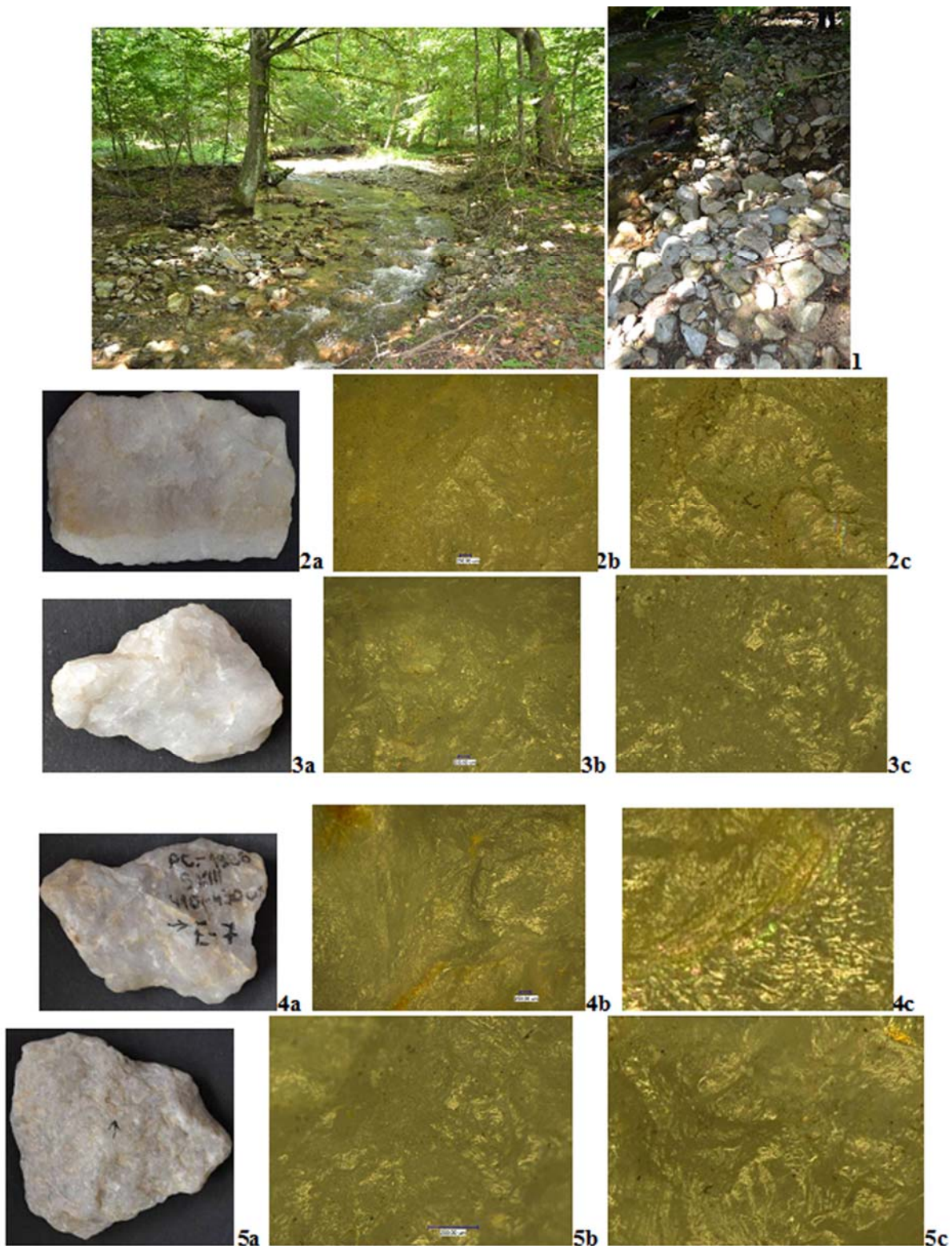


Fig. 8.: Cioarei Cave – Images showing the abundance of magmatic and metamorphic rocks on the Bistricioara valley from Borosțeni (1); quartzolites rich in quartz minerals (2); quartzolite rich in quartz (3); quartzolite with biotite (4); alkali feldspar granite rich in quartz (5) (2b, 3b, 4b, 5b x 50; 2c, 3c, 4c, 5c x 200 – images provided by the VHX 600 digital microscope).

8. ábra: Cioarei-barlang – magmás és metamorf kőzetek a Bistricioara völgyében a Cioarei-barlang előtt, Borosțeni mellett (1); kvarcban gazdag kvarcolit (2-3); kvarcolit biotittal (4); kvarcban gazdag alkáli földpátos gránit (5) (2b, 3b, 4b, 5b x 50; 2c, 3c, 4c, 5c x 200 – a mikroszkópos képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek).

Cioarei Cave

This settlement represents a special example of the usage of a high diversity of magmatic rocks. Furthermore, no item of flint, chaille, chert or other siliceous sedimentary rock of this type was found. Given the similar proportions of using the different rock types on each level, considerations shall be made for the entire lithic assemblage discovered. The complex petrographic analyses carried out on the lithic material collection from the Cioarei Cave brought to light the use of 22 rock types (Cârciumaru 2000). However, they can be grouped in a few distinct families. Half of the entire series is processed from rocks included in the quartzolites category (**Fig. 8**). The following category of processed rocks is that of granites (almost 28%), followed by diverse types of diorites (about 10%). Other rocks were used in very low proportions: monzonite, lamprophyre, gritstone, gneiss, rhyolite, basalt, sideritic limestones.

All the rocks that were used can be found in abundance along the Bistricioara valley, which flows at the foot of the cave (**Fig. 8/1**), and around the cave. Although the diversity of the rocks noticed along this valley is extremely significant, it seems that, nevertheless, the Mousterian populations preferred quartzolites, granites and diorites. Macroscopically, the quartzolite in the Cioarei cave is very similar to the quartzite defined in other settlements and even to the vein quartz defined by the French literature (Mourre 1996, 1997). Yet, in this collection, there is also another rock type, which from a macroscopic viewpoint is similar to quartzite and which any archaeologist would have included in this category. We are referring to the alkali feldspar granite, rich in quartz (**Fig. 8/5**). Without petrographic analyses, using only macroscopic observations, this rock type would be impossible to distinguish from quartzite.

Although all the rocks are local, they were used differently. Quartzolite and granite were knapped inside the site, while diorite pieces were knapped outside the cave and brought into the site. In terms of quality, the most representative tools are made of diorite, while most of the quartzolite and granite products are atypical.

Quartz, quartzite, quartzolite - similar, but different

Throughout the time, Romanian archaeologists have identified quartzites as being the prevalent raw material used in Carpathian caves. Moreover, based on this consideration, the material culture of this settlement was defined, at one point, as “quartzite Mousterian” (Mogoşanu 1978). Obviously, this classification lacks scientific arguments for a

culture cannot be defined by the raw material used. Furthermore, as we have shown in this study, there has been a confusion regarding the raw material of the Cioarei Cave: one of the rocks used is not quartzite, but quartzolite. For these reasons, we have considered it necessary to detail the petrographic features and mechanical particularities of quartz, quartzite and quartzolite.

Western archaeological literature (Bracco 1997, Mourre 1996, 1997, Collina-Girard 1997, Lombera-Hermida 2008, Colonge & Mourre 2009, Lombera-Hermida et al. 2011), based on the French geological terminology (Foucault & Raoult 1992), is using more and more, when referring to Palaeolithic industries, especially in France and Spain, industries which are known in Romania as quartzite, the term quartz. Since in the geological literature, quartz is considered as a mineral and quartzite is included in the category of metamorphic rocks in petrographical point of view, the ‘abusive’ use of the term quartz for rocks which are rich in quartz as well creates not only confusion, but also limits the identification of raw material sources used in various settlements in lithic debitage.

V. Mourre (1996, 1997) admits that, macroscopically, quartzite can easily be confused with common quartz. In French literature, quartz is presented in two forms: hyaline quartz (also known as rock crystal, which implies the mineral state of quartz) and filonian quartz (Mourre 1996, 1997; Lombera-Hermida 2008; Lombera-Hermida et al. 2011). Also, V. Mourre (1997) interprets the notion of hyaline quartz as the mineral named quartz (unanimously known as rock crystal), with a well-defined crystallisation system and translucent aspect. We do not understand why it has to be called hyaline when, in fact, this name has no justification so long as it expresses an aspect which defines its specific hyaline (vitreous=glass) structure. Quartz as a mineral with hyaline structure has no other variety to justify the addition of this feature.

J. Collina-Girard (1997) presents an interesting scheme based on the different cooling speed, which explains the inclusion of hyaline quartz into the category of filonian quartz (**Fig. 9/1**). The symbol used for hyaline quartz suggests the form of crystallisation of quartz as a mineral (probably produced hydrothermally). In the vein imagined by the author, inside a package of granites (obviously, admittedly, with a fairly high proportion of quartz, beside other minerals), two other categories of so-called filonian quartz are presented to us: macrocrystalline white quartz and microcrystalline sugar quartz.

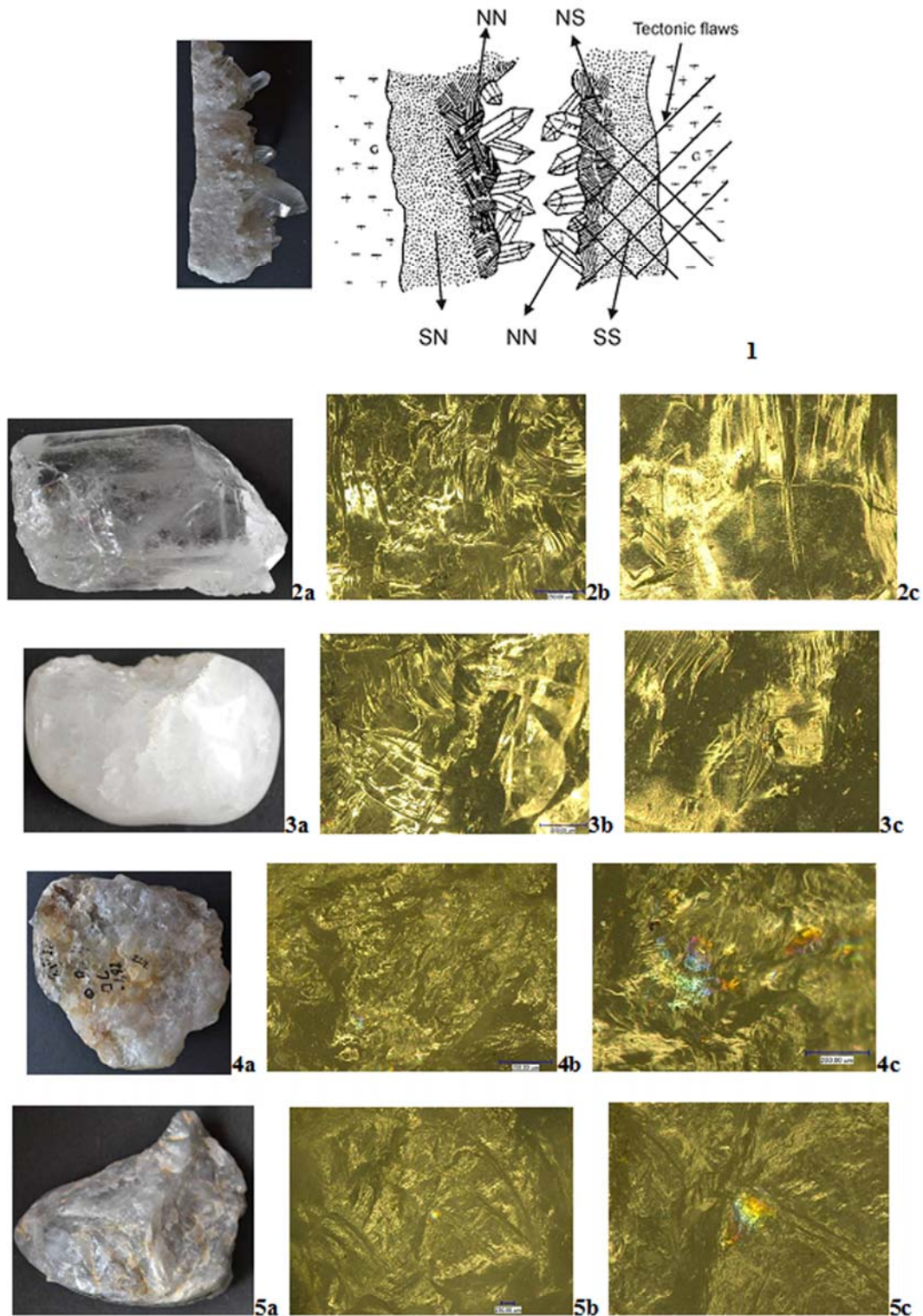


Fig. 9.: 1 Formation of a quartz vein (scheme acc. to J. Collina-Girard, 1997 and the image added by us); Quartz mineral (rock quartz) in the typical crystallisation shape (2a) and rolled pebble shape (3a) with microscopic images of composing pure minerals (2b, 3b x50; 2c, 3c x200); Filonian quartz (4a, 5a) from the Bordul Mare Cave, Mousterian III layer (4b, 5b x50; 4c, 5c x200 – images provided by the VHX 600 digital microscope).

9. ábra: 1 Kvarc ér képződése (J. Collina-Girard, 1997 nyomán); kvarc (hegyikristály) jellemző kristályos alakja (2a) és görgetett kavics formája (3a) az ásványok mikroszkópos képével (2b, 3b x50; 2c, 3c x200); tömeges kvarc bekérgeződés (4a, 5a) a Bordul Mare-barlangból, moustiéri III réteg (4b, 5b x50; 4c, 5c x200 – a mikroszkópos képek VHX 600 digitális mikroszkóppal készültek).

They, apparently, do not represent more than layers in different stages of diagenesis, which did not reach the similar stage of the formation of quartz as a mineral. Unfortunately, there is no mention of the mineralogical composition and the degree of diagenesis of the matrix which holds the quartz crystals of the categories proposed under the names of macrocrystalline white quartz and microcrystalline sugar quartz, in other words, of whether these layers are made exclusively of quartz or contain other minerals as well. This is an extremely significant aspect for, if they were exclusively made of quartz crystals, the term filonian quartz would be justified. But, since quartz is only prevalent, alongside other minerals as well, we find it more appropriate to use the term quartzite as metamorphic rock.

If we were to start from the scheme proposed by J. Collina-Girard (1997) (**Fig. 9/1.**), we could consider that what he calls hyaline quartz is the mineral form of quartz, its automorphic state, produced in hydrothermal conditions. The forms of monocrystalline agglomerates of xenomorph quartz crystals would include macrocrystalline white quartz and microcrystalline sugar quartz, with all their rather variable features owing to precipitation conditions of the silica caused by the saturation degree, temperature and pressure which account for the diversity of types of siliceous rocks produced in such conditions. Naturally, we can accept xenomorph quartz formed at high temperatures which would have a cryptocrystalline structure and a more transparent aspect as opposed to that formed at lower temperatures, not exceeding 400°C, which contains larger crystals, giving the rocks a more granular structure. Since cooling speed varies in such situations, the texture of products is as such, with great variations (Lombera-Hermida et al. 2011). Towards the boundaries of the vein, temperature is expected to decrease more rapidly and the frequency of crystallisation nuclei gradually lowers up to the point when they get lost in the mass in which other minerals mix as well, constituting the matrix of that particular rock. This results in the formation of a rock which has similar features to the metamorphic rocks.

Under such circumstances, we believe that accepting the term of filonian quartz (and by no means that of quartz only, for it would be mistaken for the mineral) may be an acceptable option, without eliminating that of quartzite, where necessary.

Our research performed using the Keyence VHX-600 digital microscope, with the capacity of penetration into and identification of mineralogical and petrographic features, on lithic materials defined as quartzites from the studied caves,

allowed several observations. In order to justify the term of filonian quartz, we identified certain samples in which quartz crystals are very rich, close to the rock crystal in terms of their way of dispersion (Fig. 9/2,3). Consequently, we separated from the materials considered so far as quartzites certain pieces that may be included in the category of the filonian quartz (Fig. 9/4, 5). Let us mention that this petrographic re-categorisation of these particular lithic tools is based, in this situation, strictly on the specified microscopic observations. Unfortunately, in the studies on Palaeolithic lithic tools from industries defined on quartz carried out in France or Spain we have not identified microscopic observations which would allow us to draw pertinent comparisons and justify, ultimately, the petrographic classifications invoked. Therefore, we consider that, as one can notice in the illustration of materials, in France in particular, assigning many of them to the category of quartz is exaggerated and subject to relativity, so long as it relies only on macroscopic observations. In this sense, we can provide several examples from caves we have researched in Romania, quartzite rich in quartz, which macroscopically, in the French acceptance terminology, seems more tempting to assign to filonian quartz, but microscopically has no sufficient features to justify such assignation (**Figs. 3-4.**).

Quartzite should be regarded as a category of different rocks because petrographically this type of rock differs genetically from many other rocks. Quartzite is defined as a metamorphic (Mareş et al. 1989) and sedimentary rock which underwent processes of metamorphosis. Quartzite derived from metamorphism is also named metaquartzite, as opposed to orthoquartzite which is a rock of sedimentary nature. This later one derives from siliceous sandstones which contain a high proportion of quartz. In our country, such an example could be the Kliwa sandstone (Papiu 1960). The petrographic study of the Kliwa sandstone showed that it is composed of 90-97% granular quartz and corresponds, both mineralogically and chemically, to quartz-arenites (Grasu et al. 1988). These terminological differences on quartzites were noticed by archaeologists as well. D. Colonge and V. Mourre (2009) state it is necessary to use the correct terminology by employing the terms of orthoquartzite, metaquartzite, quartz-arenites or quartzose arenites. A great variety of often macroscopically different rocks can fall into the category of the quartzites. Furthermore, microscopic analysis performed on them revealed differences between quartzites in terms of a more abundant or less evident presence of quartz minerals (**Figs. 3-4.**).

Following determinations based on thin sections of raw material sources used by the Neanderthal man who lived in the Cioarei cave, the name quartzolite was adopted for several of the rocks used (Fig. 8.) (Cârciumaru et al. 2000). Quartzolites are rocks derived from metamorphism with a low degree, having a blastopsamitic or blastopsephitic structure (Pavelescu 1980). Macroscopically, they are very similar to quartzites, but, in the present study, we have revealed the existence of extremely different rocks, of the granite type, rich in quartz, very similar to quartzites, which can only be distinguished through complex petrographic analyses (Fig. 8/5.).

Conclusions

At first sight, the situation of raw material sources used by Mousterian communities of Carpathian caves seems pretty simple and typical of the Middle Palaeolithic: the prevalent use of local rocks, which denotes opportunistic behaviour and particular adaptability in relation to resources existing around the settlements. By deeper analysing the situation in the four settlements, we find there are differences in selecting local rocks. Therefore, we shall try to explain the particularities of each settlement and, consequently, the behaviour of Mousterian communities.

Perhaps the most interesting case of raw material selection is the Curată Cave. Traditionally, prehistorians understand by selection of certain rock categories the use of high-quality raw material such as flint. In the Curată Cave, the situation is reverse, quartzite being the most commonly used rock, despite the abundance of rocks generally considered by archaeologists as more appropriate for debitage. As we have demonstrated in this study, the intentional choice of quartzite to the detriment of other siliceous sedimentary rocks (some of them of very good quality) is obvious, so far a unique element for the Mousterian in Romania and perhaps Europe. This can be explained by the special technical properties of quartzite on the Nandru valley as opposed to other rocks. Furthermore, the selection in terms of the morphology of quartzite pebbles and their sizes (which are quite similar) is remarkable. The majority of intact or fragmented pebbles have an elongated morphology, slightly flattened. For instance, in the Mousterian II level, an intact pebble and a "tested" one have the same length and height, with an indistinguishable 1 mm-difference, only the thickness differs a little: 107/82/49 mm and 106/83/62 mm. Therefore, we can speak about a selection of morphology and size of raw material, taking into account that there are, around the cave, pebbles of quartzite of various sizes (Nițu 2012).

In the Bordul Mare Cave, located quite close to the Curată Cave (approximately 50 km), the prevalent

use of local rocks of the quartzite category is obvious, without a rigorous selection of these. In addition to them, flint pieces seem to have been brought to the site, probably from close distances, considering that the area offers the necessary resources. The lithic industry is characterized by the efficient exploitation of quartzite or vein quartz sources from the vicinity of the cave, but also the identification of the more profitable rock sources from the flint category, situated not far away.

To the south of the Southern Carpathians, where raw material resources of good quality are absent, the prevalent use of igneous and metamorphic rocks is obvious. For example, in the Cioarei Cave, highly diverse magmatic rocks were used, while tools of the flint, jasper, chaille category are absent, to the extent that the first ones can be found on the valley of the Bistricioara, which flows at the foot of the cave. Of the 22 types of existent igneous rocks, the Neanderthal man preferred to knap half of the lithic ensemble out of quartzolite-type rocks, without remaining indifferent to granite (almost 30%) and even diorite (10%). We must say that alkali feldspar granites rich in quartz (Fig. 8/5.) can be easily mistaken, at first sight, for quartzites, as they probably borrowed plenty of mechanical properties which made them suitable for the debitage process. One may thus assert that Mousterian people from the Cioarei Cave prove undeniable opportunism as regards the almost exclusive use of rocks supplied by the nearest valley (quartzolite, granite, diorite, monzonite, lamprophyre, grit stone, gneiss, rhyolite, basalt), even though they do not seem the most appropriate for knapping.

In the Galbenu Valley, along which one can find the Muierii Cave, the magmatic and metamorphic rocks are about the same as those from the Bistricioara Valley, except for quartzites. However, the most frequently used rock of all during the Mousterian is quartzite. It may have been taken from the neighbourhood. It is very interesting that the inhabitants of the Muierii Cave had a different behaviour than those of the Cioarei Cave, in the sense that they did not use the igneous rocks present along the nearby valley, even though quartzite was absent from the immediate vicinity of the cave.

The presence of these options fully demonstrates the selection capacity of the Neanderthal man, doubled by a high opportunism, but also the conceptual contradictions still dominating the interpretation of the Neanderthal man's behaviour, which should constitute a subject for reflection.

Acknowledgements

Micropalaeontological determinations were performed by professor Ioan Bucur of Babeş-Bolyai University and the determinations on

lamellibranches and gastropods, discovered by us during archaeological excavations from Bordul Mare Cave, were determined by Dr. Mirela Pop of the same university. We express our gratitude.

References

- BADEA, L., ALEXANDRU, M., BUZA, M. & URUCU, V. (1987 a): Depresiunea Hațeg-Orăștie, in *Geografia României*, III, Carpații Românești și Depresiunea Transilvaniei. București: Editura Academiei Române, pp. 345–351.
- BADEA, L., URUCU, V. & GRUESCU, I. (1987 b): Dealurile Hunedoarei și Culoarul Streiului, in *Geografia României*, III, Carpații Românești și Depresiunea Transilvaniei. București: Editura Academiei Române, pp. 354–360.
- BERCIA, I., MARINESCU, F., MUTIHAC, V., PAVELESCU, M., & STANCU, I. (1968): *Harta geologică*, Scara 1:200.000, L-34-XXX, 33. Tirgu Jiu: Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic, București.
- BOLDUR, C. & STILLĂ, ALEX. (1967): Malmul inferior din regiunea Ohaba-Ponor (Hațeg) cu privire specială asupra Callovianului superior cu Kosmoceras (Carpații Meridionali) (The Lower Malm in the Region of Ohaba Ponor (Hațeg) with Special Regard to the Upper Callovian with Kosmoceras (South Carpathians), *Dări de Seamă ale Comitetului Geologic LIII* (1) (1965-1966): 305–310.
- BRACCO, J.-P. (1993): Mise en évidence d'une technique spécifique pour le débitage du quartz dans le gisement badegoulié de la Roche à Tavernat (Massif Central, France), *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 2: 43–50.
- BRACCO, J.-P. (1997): L'utilisation du quartz au Paléolithique supérieur: quelques réflexions technico-économiques, *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 6: 285–288.
- CÂRCIUMARU, M. (1973): Câteva aspecte privind oscilațiile climatului din Pleistocenul superior în sud-vestul Transilvaniei (Quelques aspects des oscillations climatiques du Pléistocène supérieur dans le sud-ouest de la Transylvanie), *Studii și Cercetări de Istorie Veche* 24 (2): 179–205.
- CÂRCIUMARU, M. (1977): Interglaciularul Boroșteni (Eem=Riss-Würm=Mikulino) și unele considerații geocronologice privind începuturile musterianului în România pe baza rezultatelor palinologice din peștera Cioarei-Boroșteni (jud. Gorj), *Studii și Cercetări de Istorie Veche și Arheologie* 28 (1): 19–36.
- CÂRCIUMARU, M. (1980): Mediul geografic în Pleistocenul superior și culturile paleolitice din România (The geographic environment in the Upper Pleistocene and the palaeolithic cultures in Romania), București: Editura Academiei Române.
- CARCIUMARU, M. (1999): *Le Paléolithique en Roumanie*, Editions Jérôme Millon, Grenoble.
- CÂRCIUMARU, M., 2000, Peștera Cioarei-Boroșteni – Paleomediul, *Cronologia și Activitățile umane în Paleolitic (La grotte Cioarei – Boroșteni. Paléoenvironnement, Chronologie et Activités humaines en Paléolithique)*, Târgoviște: Editura Macarie, 226 p.
- CARCIUMARU, M., MONCEL, M.-H. & CARCIUMARU, R. (2000): *Le Paléolithique moyen de la grotte Cioarei-Boroșteni (commune de Peștișani, dép. de Gorj, Roumanie), L'Anthropologie* 104: 185–237.
- CARCIUMARU, M., MONCEL, M.-H. & ANGHELINU, M. (2002 a): *Le Paléolithique Moyen de la grotte Cioarei-Boroșteni (Carpathes Meridionales, Roumanie : Des témoignages d'une fréquentation de la moyenne montagne a la faveur d'amélioration climatiques par des groupes de Néandertaliens?, Anthropologie (Brno) XL* (1): 11–32.
- CÂRCIUMARU, M., MONCEL, M.-H., ANGHELINU, M., CÂRCIUMARU, R. (2002 b): *The Cioarei-Boroșteni Cave (Carpathian Mountains, Romania): Middle Paleolithic finds and technological analysis of the lithic assemblages, Antiquity* 76 (293): 681–690.
- CARCIUMARU, M. & NIȚU, E.-C. (2008): *Considérations stratigraphiques et géochronologiques concernant le dépôt de la grotte Bordul Mare de Ohaba Ponor (Roumanie) (Regard rétrospectif et conclusions interdisciplinaires), Annales d'Université «Valahia» Târgoviște, Section d'Archéologie et d'Histoire X* (1): 119–146.
- CÂRCIUMARU, M., NIȚU, E.-C., ROMAN, C. C., ȘTEFĂNESCU, R. & CÎRSTINA, O. (2011): *Ohaba Ponor, com. Pui, jud. Hunedoara. Punct Fântâna Socilor, Cronica Cercetărilor Arheologice din România, Campania 2010, A XLLV-a Sesiune Națională de Rapoarte Arheologice, Sibiu, 26-29 mai 2011: 202–203.*
- CODARCEA, ALEX. & RĂILEANU, GR. (1961): *Mezozoicul din Carpații Meridionali (Le Mésozoïque des Carpatés Méridionales), Acad. R.P.R., Stud. Cerc. Geol. V* (4).
- COLLINA-GIRARD, J. (1997): *Les outillages sommaires sur supports naturels tenaces (quartz et quartzites). Technomorphologie et évolution psychique, Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 6: 211–227.
- COLONGE, D. & MOURRE, V. (2009): *Quartzite et quartzites: aspects pétrographiques, économiques et technologiques des matériaux majoritaires*

Paleolithique ancien et moyen du Sud-Ouest de la France. In: Grimaldi, S., Cura, S. (Edited by), *Etude technologiques sur l'exploitation du quartzite*, Actes du XV Congrès Mondial de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, BAR International Series, n° 1998, p. 3–12.

DAICOVICIU, C., FERENCZI, Ș., BODOR, A., NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S., GOSTAR, N., RADU, D., DETIU, M. & DUKA, P. (1953): Șantierul Grădiștea Muncelului, *Studii și Cercetări de Istorie Veche* 4: 153–219.

DOBOȘ, A., SOFICARU, A. & TRINKAUS, E. (2010): The prehistory and paleontology of the peștera Muierii (Romanis), *ERAUL* 124: 127 p.

FOUCAULT, A. & RAOULT, J.-F. (1992): Dictionnaire de géologie. Paris: Masson, 3-ème édition, 352 p.

GAÁL, I. (1928): Der erste mitteldiluviale Menschenknochen aus Siebenbürgen. Die palaeontologischen und archaeologischen Ergebnisse der in Ohabaponor ausgeführten Höhlenforschungen, *Publicațiile Muzeului Județean Hunedoara III-IV* (XXV-XXVI), 1927-1928: 61–112.

GAÁL, I. (1943): Újabb ember- és emlőscsontleletek Erdély moustérijéből, (Neuere Menschen und Säugetier Knochenfunde aus dem Moustérien (Siebenbürgen), *Közlemények-Cluj III* (1): 1–46.

GHERASI, M., MUREȘAN, M., LUPU, M., STANCU, J. & SAVU, H. (1968): Harta geologică, Scara 1: 200.000, L-34-XXIII, 25. Deva: Comitetul de Stat al Geologiei, Institutul Geologic, București.

GHICA-BUDEȘTI, Ș. (1940): Les Carpates Méridionales centrales-Recherches pétrographiques et géologiques entre de Parâng et la Negoii, *Anuarul Institutului Geologic al României XX*: 175–200.

GRASU, G., CATANĂ, C. & GRINEA, D. (1988): Flișul carpatic. Petrografie și considerații economice. București: Ed. Tehnică.

KRÄUTNER, H. G. (1984): Munții Poiana Ruscă. București: Editura Sport-Turism, Colectia *Munții Noștri* 30, 154 p.

LOMBERA-HERMIDA A. de (2008): Quartz morphostructural groups and their mechanical implications, *Museologia Scientifica e Naturalista. Annali dell'Università degli Studi di Ferrara*, Volumen speciale 2008: 101–105.

LOMBERA-HERMIDA, A. DE, RODRIGUEZ, X.-P., FABREGAS, R. & MONCEL, M.-H. (2011): La gestion du quartz au Pleistocene moyen et supérieur. Trois exemples d'Europe Meridionale, *L'Anthropologie* 115: 294–331.

MAMULEA, A. (1952): Cercetări geologice în partea de Est a Bazinului Hațegului, *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutului Geologic al României XXXVI*: 208–219.

MAMULEA, A. (1953): Studii geologice în regiunea Sînpetru-Pui (Bazinul Hațegului) (Études géologiques dans la région de Sînpetru-Pui (Bassin de Hateg), *Anuarul Comitetului Geologic XXIV-XXV*: 275–303.

MAREȘ I., ALEXE I., MĂRUNȚIU M. & ȘECLĂMAN, M. (1989): Petrologia rocilor magmatice și metamorfice. București: Universitatea din București, Facultatea de Biologie și Geologie, secția de inginerie, geologie și geofizică.

MOGOȘANU, F. (1978): Paleoliticul din Banat. București: Ed. Academiei, 152 p.

MOURRE, V. (1996): Les industries en quartz au Paleolithique. Terminologie. Methodologie et technologie, *Paleo* 8: 205–223.

MOURRE, V. (1997): Industries en quartz: Précisions terminologiques dans les domaines de la pétrographie et de la technologie, *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes* 6: 201–210.

MUREȘAN, M., MUREȘAN, G., KRÄUTNER, H. G., KRÄUTNER, F., ȚICLEANU, M., STANCU, J., POPESCU, A. & POPESCU, GH. (1980): Harta geologică, Scara 1:50.000, L-34-82-D, 89 d, Hunedoara. București: Institutul de Geologie și Geofizică.

NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S. (1935-1936): Le Paléolithique en Roumanie, *Dacia V-VI*: 41–107.

NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S., GHEORGHIU, ALEX., HAAS, N., MAXIMILIAN, C., NICOLĂESCU-PLOPȘOR, D., PAPAZOGLAKIS, M. & COMȘA, E. (1955): Șantierul arheologic Cerna-Olt - Ohaba Ponor, Băile Herculane) (Le chantier archéologique de Cerna-Olt - Ohaba Ponor, Băile Herculane), *Studii și Cercetări de Istorie Veche VI* (1-2): 129–149.

NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S., HAAS, N., PĂUNESCU, AL. & BOLOMEY, AL. (1957a): Șantierul arheologic Ohaba-Ponor (reg. Hunedoara, r. Hațeg), *Materiale și cercetări arheologice III*: 41–49.

NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S., PĂUNESCU, AL. & BOLOMEY, AL. (1957b): Șantierul arheologic Nandru (Chantier archéologique de Nandru), *Materiale și cercetări arheologice III*: 29–40.

NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S., COMȘA, A., NICOLĂESCU-PLOPȘOR, D. & BOLOMEY, AL. (1957 c): Șantierul arheologic Baia de Fier, *Studii și Cercetări de Istorie Veche și Arheologie* 3: 13–27.

- NICOLĂESCU-PLOPȘOR, C. S. & PĂUNESCU, AL. (1959): Raport preliminar asupra cercetărilor paleolitice din anul 1956, II. Nandru) (Rapport préliminaire sur les recherches paléolithique en 1956, II. Nandru), *Materiale și cercetări arheologice V*: 22–29.
- NIȚU, E.-C. (2012): Musterianul de pe latura nordică a Carpaților Meridionali. Studiu tehnologic, Sibiu: Bibliotheca Brukenthal LVII, 282 p.
- PAPIU, V. C. (1960): Petrografia rocilor sedimentare. București: Editura Științifică, 506 p.
- PATOU-MATHIS, M. (2000-2001): Les Grands Mammifères de la grotte de Cioarei (Boroșteni, Roumanie): repaire de carnivores et halte de chasse, *Préhistoire Européenne 16-17*: 57–63.
- PAULIUC, G. (1937): Etude géologique et pétrographique du massif du Parâng et des Munții Câmpii (Carpates Méridionales-Roumanie), *Anuarul Institutului Geologic al României XVIII*.
- PAVELESCU, L. (1980): Petrografia rocilor magmatice și metamorfice. București: Editura Tehnică, 446 p.
- PĂUNESCU, AL. (2001): Paleoliticul și Mezoliticul din spațiul Transilvan. București: Editura AGIR, 574 p.
- ROSKA, M. (1924): Recherches préhistoriques pendant l'année 1924, *Dacia I*: 297–316.
- ROSKA, M. (1925 a): Rapport préliminaire sur les fouilles archéologiques de l'année 1925, *Dacia II*: 400–416.
- ROSKA, M. (1925 b): Paleoliticul județului Hunedoara, *Publicațiile Muzeului județului Hunedoara*, Anul I, **XXIII** (1-2) 1924, Deva: 11–15.
- ROSKA, M. (1930): Notă preliminară asupra cercetărilor paleolitice făcute în Ardeal în cursul anului 1928, *Anuarul Institutului Geologic al României XIV*, 1929: 79–97.
- ROSKA, M. (1933): Recherches paléolithiques en Transylvanie, en 1927, *Dacia III-IV*, 1927-1932: 8–23.
- ROSKA, M. (1943): A Ponorábai Bordu-Mare Barlangjának Paleolithikuma, *Közlemények III* (1): 47–61.
- STILLĂ, AL. (1985): Géologie de la région de Hațeg-Cioclovina-Pui-Bănița Carpathes Meridionales), *Anuarul Institutului de Geologie și Geofizică LXVI*: 92–179.
- TERZEA, E. (1987): La faune du Pléistocène supérieur de la grotte "Peștera Cioarei" (département de Gorj), *Travaux Institute de Spéologie « Emil Racovitza » XXVI*: 55–66.

**ARCHAOMETRIC DATABASE OF
ARCHAEOLOGICAL STONE TOOLS
(A SUGGESTION FOR NEW DATA PROCESSING METHOD)**

**RÉGÉSZETI KŐESZKÖZÖK ARCHEOMETRIAI ADATBÁZISA
(JAVASLAT EGY ÚJ TÍPUSÚ ADATFELDOLGOZÁSRA)**

ANNA FARKAS-PETŐ¹, TÜNDE HORVÁTH²

¹Debreceni Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék. H-4010, Debrecen, Pf. 4., Debrecen, Hungary,

²MTA BTK Régészeti Intézete, H-1014 Budapest, Úri u. 49., Hungary, E-mail: horvath.tunde@btk.mta.hu

E-mail: farkasanna74@freemail.hu

Abstract

Interdisciplinary approaches to archaeology allow the application of new scientific methods in the study of archaeological objects, and make it possible to examine a large number of artefacts including stone tools, with petrological-geochemical (archaeometrical) methods. However, as of today, a complex but easy-to-use, simply accessible register of the archaeometrical research results has not been developed yet. The project presented in this paper endeavours to fill this gap for archaeological stone tools.

The experimental work proposed here is based on the comprehensive analysis of 1200 stone tools from the Middle Bronze Age Vatyá Culture from sites all over the Central Carpathian Basin. The new type digital database ("Archaeometric Stone Tool Database") has been developed on the basis of the results. This database is aimed to combine the archaeological and geological data of polished and ground stone tools studied by scientists in various archaeometric centres in the Carpathian Basin. The unified database includes data of diverse archaeological and geological analyses performed on polished stone tools.

This integrated system is planned to be accessible via the Internet and hopefully it would facilitate a rapid flow of information, easy and quick data management, allow for new type data selection and statistical analysis, provide options for immediate database queries, groupings and clusterings. Parallelisms would be thus minimalised, while new extensions to the system could be added by professionals with specific access rights granted. For the realization of the defined objectives and the long-term viability of the system, a flexible and effective informatic background with constant updates and safe operation are required. For the operation of the proposed project, the system should gain the full acceptance, consent and approval of the research centres with further clarification of the operating conditions and requirements.

Kivonat

A természettudományok régészeti kutatásokban való megjelenésével nagy számú régészeti tárgy, eszköz, ezen belül kőeszköz került feldolgozásra régészeti, valamint közettani-geokémiai (archeometriai) módszerekkel. Ez utóbbiak egységes, jól áttekinthető, könnyen hozzáférhető rendszerezése, nyilvántartása nem történt meg. Jelen tanulmány ennek megoldását kívánja elősegíteni a kőzet anyagú régészeti kőeszközökre vonatkozóan.

E kísérleti munka alapját a Kárpát-medencében központi fekvésű középső bronzkori vatyai kultúra több mint 1200 kőeszközének feldolgozása jelentette. Ennek vizsgálati adatainak alapján szerkesztettük meg azt az új típusú digitális adatbázist („Archeometriai Kőeszköz Adatbázis”), amely a különböző archeometriai műhelyekben feldolgozásra került csiszolt kőeszközök és szerszámkövek régészeti és geológiai szempontú adatait szeretné egységesíteni Kárpát-medencei szinten.

Ez a terveink szerint interneten hozzáférhető rendszer lehetővé tenné az információk gyors áramlását, az adatok könnyű kezelését, statisztikai elemzését, a különféle lekérdezések, csoportosítások lehetőségét. Használatával kiszűrhetők lennének a párhuzamosságok, miközben maga a rendszer meghatározott hozzáférési joggal rendelkező szakemberek számára bővíthető lenne. Mindennek reális megvalósításához egy olyan rugalmas és fejleszthető informatikai alap szükséges, amely nem évül el és biztosítja a fenti célok hosszútávú megvalósíthatóságát. A javasolt rendszer működtetéséhez a szakmai műhelyek egyetértése és megállapodása szükséges, a működtetés feltételeinek és körülményeinek tisztázása mellett.

KEYWORDS: CARPATHIAN BASIN, VATYA CULTURE, ARCHAOMETRIC DATABASE, POLISHED STONE TOOLS, GROUND STONES

KULCSSZAVAK: KÁRPÁT-MEDENCE, VATYAI KULTÚRA, ARCHEOMETRIAI ADATBÁZIS, CSISZOLT KŐESZKÖZÖK, SZERSZÁMKÖVEK

Introduction

Adopting the described geological approach to the study of archaeological objects, one can get answer to specific questions that would otherwise remain unarticulated. Results obtained in this way can largely contribute to the interpretation and evaluation of cultural landscapes (including lifestyle, scope of action, level of technical development, etc.) (Pető, 1999; Pető - Kelemen, 2000; Szakmány, 2009).

Bearing this in mind, the Institute of Archaeology, Research Centre for the Humanities, Hungarian Academy of Sciences and the Department of Mineralogy and Geology of the University of Debrecen has initiated a successful inter-institutional cooperation for the joint research of stone artefacts from the Middle Bronze Age Vatyá Culture, starting in 1995. The results are plentiful and mutually beneficial (Farkas–Pető, 2008; Horváth, 2004; Horváth et al. 1999; 2000a; 2000b; 2001; Pető et al. 2002).

We focused on the following questions:

- What types of mineral resources and rock materials were used by this centrally located, advanced Bronze Age culture?
- What is the provenance/source of raw materials used for polished stone tools and implements? (collection sites, countertrade)
- Based on the amount and manufacturing of the artefacts, what could be the level of technical development?
- What were the basic economic/subsistence practices of the community and what functional relevance can be assigned to the rock materials applied for these activities?

Several problems arose while analysing the complete stone tool assemblage, probably not unknown for those who deal with similar type of archaeological evidence:

- since stone implements from the Bronze Age are generally considered to be of secondary importance, no standardized, all-encompassing inventory of the objects is available
- the items are distributed among several different museums
- repositories and registers are diverse
- access rights, legal, personal and other terms of use are not clearly defined

- strict limitations are set to the sampling of stone tools (for purposes of raw material tests)

One of the most difficult problems we faced during our research work was the lack of a uniform, easily accessible and standardized register of the objects. The systematic analysis of more than 1200 items made it indispensable to develop a consistent system of records, so as to make the published data transparent and generally available, allowing for multidisciplinary approaches and multifaceted data comparisons (e.g. geological vs. archaeological).

The basis for database development: the stone tool assemblage of the Vatyá Culture

Importance of the Vatyá Culture

Relics of the Middle Bronze Age Vatyá culture are of special importance from several aspects. This prehistoric culture seems to have occupied the Central Danubian Region (**Fig. 1.**), taking control of the main transport routes along the line of the Danube and the related minor river systems. The strategic habitat of the people fit well with their lifestyle and subsistence practices, which were supposedly based on agricultural activities and land cultivation. Site excavations reveal diverse settlement types and traces of a complex, stratified society. In the Hungarian context, we can talk about a well-researched, properly described material culture. Archaeological evidence – including the respective stone tool assemblage – is abundant and homogenous, showing a typical tell culture with identifiable, distinctive characteristics (Bóna, 1992).

While most of the published literature discusses the Bronze Age with prime focus on metallic instruments and elaborate pottery, our research work is novel in the sense that it emphasizes the prolonged importance of stone tools used either as weapons, stabbing and cutting implements (sickle, arrowhead, axe, scraper); or as moulds, corn and paint grinding stones. Several hundreds of the mentioned instruments were identified among the findings of the Vatyá Culture – as opposed to the limited set of bronze tools that would rather have functioned as weapons, external ornaments or status symbols. A detailed study of the stone implements allows for a comparative analysis with material evidence from earlier periods.

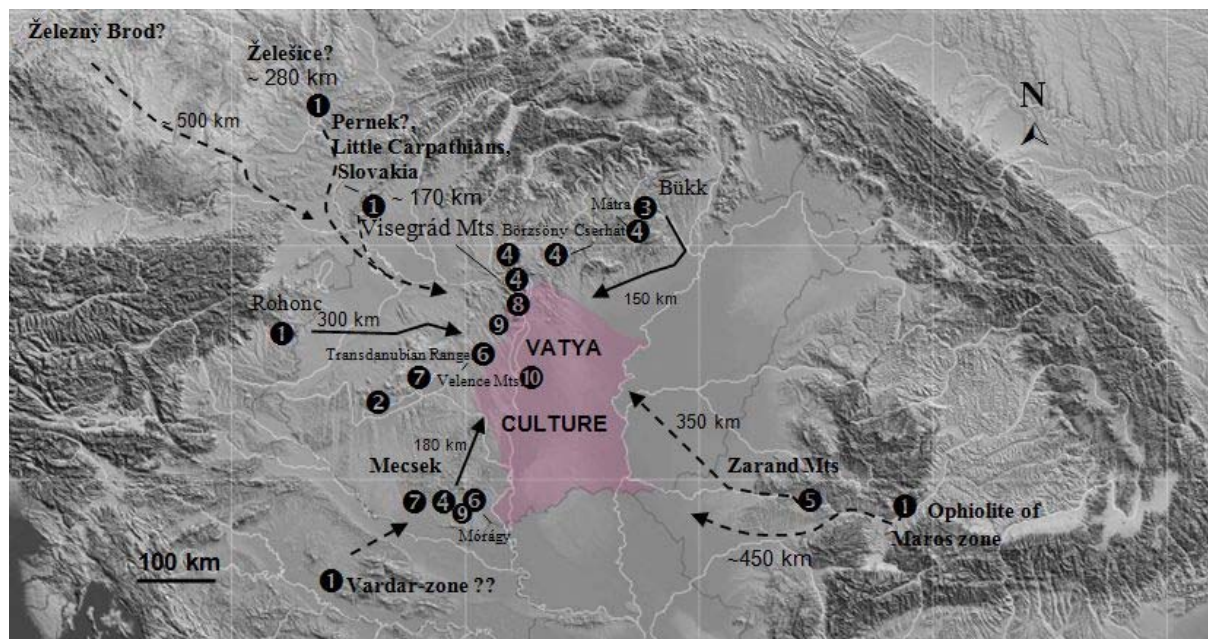


Fig. 1.: Habitation area of the Vatyá culture (Middle Bronze Age) in the Carpathian Basin and its presumable lithic raw-material source areas

1. ábra: A vatyai kultúra (középső bronzkor) elterjedési területe a Kárpát-medencében és kőeszközeinek feltételezhető nyersanyagforrás területei

Key:

- 1 Metabasic/serpentinized ultrabasic-basic rocks:** Rohonc (Rehntitz) Window, Bernstein, Austria; Železný Brod (?) (Bohemia), Želešice(?), Czech Republic; Pernek(?), Little-Carpathians, Slovakia; Ophiolite of Maros zone (??); Vardar-zone (??)
 - 2 Basalt:** Balaton Highland
 - 3 Dolerite-metadolerite, metadolerite-gabbro:** Bükk Mts. - Szarvaskő; Zaránd Mts. (?)
 - 4 Andesites:** Mátra Andesite Formation: Visegrád Mts., Börzsöny Mts., Cserhát Mts., Mátra Mts. (?), „Komlói andesit”: Mecsek Mts.
 - 5 Diorite:** Zaránd Mts.(?)
 - 6 Granite:** Velencei Mts.; Mórágylak
 - 7 Red sandstone:** Balaton Highland; Mecsek Mts.
 - 8 Hárshegy type sandstone:** Buda Mts. (Hárshegy Sandstone Formation)
 - 9 Neogene sandstones:** Budafok Formation, Buda Mts., edge of Tétényi Highland, Budafa Formation, southern foreland of Mecsek Mts.
 - 10 Metamorphic pebbles** (amphibolite-, mica-schist, gneiss, phyllite, metasediments, quartzites): Pleistocene gravel in the Pest Plain.
- Limestone, marl, siliceous rocks :** Transdanubian Range and its foreland

Applied archaeometric methods

Stone artefacts studied in the current work are curated in 12 museums and local historical collections.

Jelkules:

- 1 Metabázit/szerpentinisedett ultrabázit-bázit:** Rohonci-ablak, Bernstein, Ausztria; Železný Brod (?), Želešice(?), Csehország; Pernek, Kis-Kárpátok, Szlovákia(?); Maros menti ofiolit(??); Vardar-öv (??)
- 2 Bazalt:** Balaton-felvidék
- 3 Dolerit-metadolerit, metadolerit-gabbro:** Bükk hegység, Szarvaskő; Zarándi-hegység (?)
- 4 Andezitek:** Mátrai Andezit Formáció: Visegrádi-hegység, Börzsöny, Cserhát, Mátra(?), „Komlói andezit”: Mecsek
- 5 Diorit:** Zarándi-hegység(?)
- 6 Gránit:** Velencei-hegység; Mórágylak
- 7 Vörös homokkővek:** Balaton-felvidék; Mecsek
- 8 Hárshegyi-típusú homokkővek:** Budai-hegység (Hárshegyi Homokkő Formáció)
- 9 Neogén homokkővek:** Budafoki Formáció, Budai-hg., Tétényi-fennsík pereme, Budafai Formáció, Mecsek D-i előtere

In order to identify the potential raw material sources the available literature was analysed, sample collections were studied and geologists were consulted, too. Apart from these we have tried to visit and sample the possible raw material

Table 1. Summary table of the Vatyá culture compiled on the distribution of the stone tool according to stone type
1.táblázat: A vatyai kultúra vizsgált kőszközeinek összesített, régészeti-kőzettani táblázata

VATYA CULTURE	SEDIMENTARY ROCK														METAMORPHIC ROCK										Σ (db) 107	Σ (%) 12.6		
	metabasaltic/serpentinized basic-ultrabasic rocks	basalt/basaltic andesites	dolerites/meta-dolerites/metadolentite-gabbros	andesites (pyroxene, amphibole andesites and tuffs)	diorites	granites	Permian red sandstones	Hárshegy-type sandstones	Neogene sandstones	aleurites	marls	limestones	siliceous rocks	Σ (db/%)	amphibolite schists	mica-schists	gneiss	phyllite	metapelites, metaaleurolites, lites	meta-sandstones	quartzites	Σ (db/%)	other (uncertain, unidentified pieces)	Σ (db) 158			Σ (%) 158/100	
stoneaxes/hammers	29	2	5	42	2		2	2	8	1	1			14/12	2		2		4	2	5	15/14		107	12.6			
chisels	2					2/100								-										2	0.2			
maes/hatchets	5					5/100								-										5	0.6			
wheatstones				2		2/22		1	1	2	1			4/45						2	1	3/33		9	1.0			
pounders				1		1/4		1	1					1/5						4	16	20/91		22	2.5			
grinding stones/sheets	1			25		28/9	91	161	35	1	4			292/90		1	1		1	1	1	4/1		324	37.6			
handstones				9	1	11/18		2	3	3	3			8/13					8	35	43/69		62	7.2				
anvils								1	1					2/100										2	0.2			
grindstones				2		2/6		1	21	1	2			25/73					1	5	1	7/21		34	3.9			
polishing stones				3		3/6	1	1	5	1				8/17			1	1	2	7	26	37/77		48	5.5			
retouchers						1/25		2						2/50							1	1/25		4	0.5			
amulets				1		1/20	1	1	1					2/40					1	1	1	2/40		5	0.6			
moulding forms				1		1/25			18					18/90								1/5		20	2.3			
other stone tools	1	1		5	2	9/4	1	6	11	1		1	1	20/9					5	6	23	34/22	158	25.6				
Σ db	38	3	6	91	3		96	174	107	5	3	10	1		2	2	4	1	12	36	110		158	100				
Σ %	4.4	0.3	0.7	10.5	0.3		11.1	20	12.4	0.6	0.3	1.2	0.1		0.2	0.2	0.5	0.1	1.4	4.2	12.7		18	100				
Σ db/ %	144 pcs/17% MAGMATITE														167 pcs/19% METAMORPHIC ROCK										158 pcs/18% UNCERTAIN		865	100

Table 2.: Application of subjective reliability index relevant for the presumable raw-materials source areas

2. táblázat: Szubjektív megbízhatósági index alkalmazása az egyes nyersanyagtípusok származási helyére vonatkozóan

RAW MATERIAL	PRESUMABLE SOURCE AREA(S)	INDEX
METABASITE/SERPENTINIZED BASIC-ULTRABASIC ROCKS	- Ophiolite sequence of Eastern Alps - Bohemian Massif, Železný Brod - Pernek, South Slovakia - Vardar-zone	2 (in many cases)
	- Ophiolite sequence of Eastern Alps, Rohonc(Rehnitz) Window (Bernstein)	4 (in some cases)
BASALT	- Tapolca Basalt Formation, Balaton Highland and Little Hungarian Plain	3
DOLERITE/META-DOLERITE/METADOLERITE-GABBRO	- Tardos Gabbro-, Szarvaskő Basalt Formation, Bükk Mts. - Maros-zone - Vardar-zone	2
ANDESITES	- Mátra Andesite Formation: Visegrád Mts., Börzsöny, Cserhát, Mátra Mts. „Komló andesite”, Mecsek Mts.	3 3
	- Zaránd Mts., Maros zone (South Transilvania)	2
GRANITE	- Velence Granite Formation, Velence Mts.	4
	- Mórággy Granite Formation, Fazekasboda-Mórággy	4
PERMIAN RED SANDSTONE	- Balaton-highland Red Sandstone Formation	4
	- Jakabhegy Sandstone Formation - Kövágószőlős Formation	3
HÁRSHEGY-TYPE SANDSTONE	- Hárshegy Sandstone Formation	3
NEOGENE SANDSTONE	- Budafok Formation, Törökbálint Formation	3
	- Budafa Formation	3
MESOZOIC LIMESTONE	- Transdanubian Range	2
EOCENE LIMESTONE	- Szöc Limestone Formation, Bakony Mts., Gerecse Mts.	3
MIOCENE LIMESTONE	- Rákos Limestone Formation - Pécsszabolcs Formation	3
MARL	- Buda Marl Formation	2
METAMORPHIC GRAVELS (amfibolite-, mica-schist, gneiss, phyllite, metasediments, quartzite)	- Pleistocene gravel in the Pest Plain	4

outcrops in Hungary, in the Carpathian Basin and abroad as well. Regarding serpentinites for example we have taken samples for comparison from the vicinity of Felsőcsatár, Bernstein and Dobšina and from the Mountains in Czech Republic.

In order to characterize the petrography of the stone tools macroscopic and microscopic analyses were performed.

During the detailed macroscopic analysis, similar stone types of almost identical genetic

characteristics were identified in the museums. Samples representing the selected groups were further used as etalons and made as many investigations on them as possible. Some of the etalons were reserved for comparison as well. In case the group was not homogeneous the material of several tools were analysed.

In the course of our work a new sampling method was worked out involving drilling with a micro-crown-driller and cutting sheets that although causes destruction on the tool but it can be

eliminated and the method yields a sample of representative size for macroscopic and microscopic analyses and also for other instrumental analytical methods. According to our experience, the results of this method can be used for wider interpretation than the results of completely non-destructive surface analyses.

Macroscopic and microscopic analyses of the stone tools were carried out in the laboratory of the Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen.

Mineral composition of crystalline material was measured by X-ray analysis at the X-ray Laboratory of the Geological Institute of Hungary (today, Geological and Geophysical Institute of Hungary).

Major element analysis of the archaeological stone tools was carried out at the Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen while the trace element composition determination was performed at the Department of Inorganic and Analytical Chemistry, University of Debrecen.

As a further development of the methods started by the construction of the Lithotheca by Katalin T. Biró and Viola Dobosi (T. Biró – T. Dobosi, 1991; T. Biró et al. 2000) the tool and material groups were documented in detail and their samples were stored in an etalon collection in the course of several years of a multi-level research. Samples taken for comparison were handled in a similar way.

Stone tools of the Vatyá Culture

People using stone tools tried to use the most suitable stone types from the available ones considering the function of the tool to be made. Although they might have tried to make tools of similar function from various rock types slowly he could identify the most suitable raw material for each function. These are presented in the summarizing table compiled based on the distribution of the stone tool according to stone types (**Table 1.**).

This reveals that polished stone tools are made dominantly of harder, more resistant and well polishable igneous and metamorphic rocks while for grinding stones hard, coarse grained quartz containing sedimentary rocks were selected.

Chopping tools used in the process of grinding were made of metamorphic sandstone or quartzite pebbles.

Moulding forms used for bronze moulding were made predominantly of fine grained but porous volcanogenic sandstone as these rocks could be shaped well and enabled the gas release of the moulds excellently.

Regarding the origin of the raw material of the stone tools, the results suggested that people in the Vatyá Culture had a very developed stone industry and they could have acquired the stone types appropriate for raw material from nearby sources, mostly within or near the district of their residence area. Only a few rocks of more distant localities were identified. Their place of origin was probably along the trading routes connecting the cultures.

In our opinion the raw material mostly originated from the Vatyá culture residential area (with 50 km of transport distance range) while in the case of imported raw material the maximum transport distance could eventually reach 350 km (**Fig. 1.**).

In the case of several potential raw material sources either the accurate and costly analysis of all potential localities has to be carried out or we have to assume that the probability of material acquisition decreases with increasing distance.

Due to the objective difficulties during the identification of raw material source localities and to the limited financial possibilities the overall description and source research of the associations was possible with various efficiencies. Based on these, the probability of the source localities of the given stone groups was characterized by a reliability index for which the following reliability categories were set: 1. unknown source locality; 2. the material originates presumably from one of the given localities; 3. the material originates very likely from one of the given localities, however, the accurate identification of the locality is uncertain (identification is possible at formation level); 4. source locality can be exactly identified with good reliability at locality district level; 5. source locality can be exactly identified. In our case the highest value was 4 and the source of most of the materials was identified at formation level (**Table 2.**).

Archaeological databases

There are several examples for the classification and presentation of archaeological stone tools in the literature providing a good basis for our work.

The Lithotheca Compartment of the Hungarian National Museum (T. Biró & T. Dobosi, 1991; T. Biró et al., 2000) rock types are put on display that were once employed as raw materials for the manufacturing of chipped and (to a lesser extent) polished stone tools deriving from identified and researched Palaeolithic–Neolithic cultures.

Early versions of the Lithotheca information database ran under MS-DOS. With the launch of Visual Basic, the database was moved to Windows, using an MS Access database. Advancements in the digital inventory management and computerized registration system of the Hungarian National Museum made it necessary to convert the complete Lithotheca-database to a Java-based application

running on Oracle relational database management system, generally used by the Museum Registration System in Hungary (MNYR) (T. Biró, 2005).

As seen from the information recorded on the Lithotheca datasheets (rock type, lithogenetics, geological age, colour, etc.), the database is a useful tool for archaeologists of geological interest. It helps in the visualisation of the most frequent lithic raw materials, based on their textural-structural characteristics. For a subset of samples, complex geochemical profiles are displayed. Abbreviations used on the datasheets are explained in the Key of Symbols.

The *MissMarble Database* published by Judit Zöldföldi contains the analysis results of archaeological and geological marble samples utilizing the advantages of the architecture of the client server (Zöldföldi et al., 2008).

Other findings, e.g. the material of ceramics are also accessible in databases (Zöldföldi et al., 2010).

Archaeometric Stone Tool Database

The taxonomic classification of the exceptionally rich stone tool assemblage attributable to the Vatyá Culture made it necessary to compile a new, integrated digital database accessible for both archaeologists and geologists who work in joint research programmes launched on petroarchaeological-archaeological topics. Further project aims included: improved reliability, easy data management and optimized applicability.

These criteria assume a new, integrated digital resource system that contains detailed, accurate and scientifically sound information applicable for multiple-target search and user-defined sample identifications. In an international context, the database should provide options for comparative analysis with assemblages from contemporaneous cultures, and for relative/statistical comparisons with assemblages from earlier and later cultures.

The structure of the database

Our database has to contain the petrogenetically very heterogeneous raw material of every stone tool of a complete culture (Table 1) requiring an approach different from the databases mentioned above.

When a smaller field (stone type, tool type) is included in a database the standardizing of the records is viable and can be very useful as in the case of the *MissMarble Database* (Zöldföldi et al., 2008). This helps data recording as well as the work of the users when working with the database or search it (e.g. application of keywords). The more

heterogeneous the information in the database, however, the more difficult will be the establishment of such standards.

One of the advantages of our database is the diverse complexity of archaeological and geological data; however, it makes the application of simple, uniform descriptions and thus simple searching strategies hard.

In our database each record – for example in the case of the archaeological description of a tool or the petrographical characterization of a raw material – has the possibility to contain a detailed scientific description providing a tinged depiction of the tool more suitable for comparison.

The division of the database according to tool or stone types for simpler handling was rejected because in our opinion the inclusion of all types of data in one database is more valuable and informative for the end-users.

Collation and classification of the data are possible in this system as well for example by stone tool types (e.g. displaying only the datasheets of stone axes) or by raw material types (e.g. pyroxene andesite). Collation can be even finer if performed on the basis of several keywords (e.g. stone axe + pyroxene andesite + Százhalombatta). If the database is extended further – it will contain not only the data of the Bronze Age Vatyá Culture – datasheet searches can be refined according to other aspects as well (e.g. culture, archaeological age).

Structure of the database tables

In order to illustrate the structure of the database and the filling of the records (**Fig. 2.**) we are presenting here one of the completed datasheets.

The database is technically comprising two distinct but complementary parts that can be used jointly or separately. The order of data recording is determined by the software setting. In the case of compulsory fields it is not possible to move on until data are entered. In case we have no available data for the field, no data has to be entered or the field has to be lined through to move on to the next field.

The first dataset contains archaeological data for the identification of each item (**Fig. 2.**):

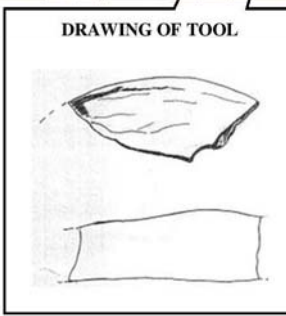
This includes the name of the archaeological site with the county and the country names; the inventory/record number(s); the stone tool type (polished/ground stone/other); function (e.g. stone axe, grinding stone), location of its current storage (museum, private collection) and the name of the archaeological culture. Date of collection or excavation together with the name of the collector/excavation supervisor or the donor can also be given.

ARCHAEOLOGIC STONE TOOL DATABASE


ARCHAEOLOGICAL DATA		PETROLOGICAL DATA	
Locality	Inventory number(s), individual identifier	Rock type	Probable geological age
Százhalombatta Earthwork, Pest County, Hungary	SzHb-Fv-Kb-3	Andesite - pyroxene andesite	Miocene
Stone tool type	Function of the stone tool	Origin of the rock, probability	Collecting place of the material
Polished	Stone axe	Visegrád Mountain volcanic series, Mátra Andesite Formation	Dutcrop
Archaeological age	Culture	Possibility and type of sampling	
Middle Bronze Age	Válva culture	Chop, thin section, ETALON, Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen	
Current location (museum, private collection)	Finder, excavation leader(name)	Petrography	
Matrice Museum, Százhalombatta	Foroszdei, I.	Macroscopic description	
Size of tool	Drawing/image of tool	Microscopic description	
103x40x36 mm	Drawing		
Archaeological description		Mineral composition	
Stone axe fragment. Only the arcuated edge and a small piece of the perforated part were preserved. Palmated surface.		The major coloured components are three generational hypersthenes with a maximum length of 3 mm. The larger crystals are broken and resorbed, they contain opaque inclusions. Augites (often in twins) are the most common accessory minerals. The major colourless components are three generational neutral plagioclases with laminated polysynthetic twinning and zoning. Their maximum length reaches 4 mm. In some parts of the rock, they form glomeroporphyritic clusters. Their larger specimens are often damaged, fragmented, referring to an intermittent magma uplift and crystallisation.	
Descriptor of the stone tool (e-mail)		Descriptor of the stone tool (e-mail)	
Horváth, Tünde (valdemar@archeo.mta.hu)		Farkas-Pető, Anna (farkasanna74@reemal.hu)	
Other (analyses, note, etc.)		Macroscopic, microscopic images	
		Photo 1.a, b	
Related literature of the stone tool		Analyses	
Horváth, T. (1997): Százhalombatta bronzkori rézegeknek könyve - Szakdolgozat, ELTE, Bp., p. 72. Horváth, T. - Kozák, M. - Pető, A. (1997): Adatok a bronzkori késcsozok kutatásához (Százhalombatta-Földvár bronzkori rézegeknek könyve) - „Fialat Újsepos Kutatók” I. Összejövetelének konferenciakötete, Db., pp.199-215.		XRD, major- and trace elements:	
		Other (analyses, notes, etc.)	
		The material is similar to the stone axe of No. SzHb-Fv-Kv-26.	

Rekord: 1 | Összesen 865

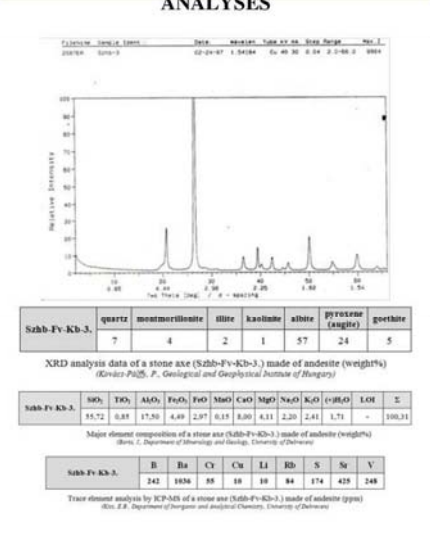
DRAWING OF TOOL



MICROSCOPIC IMAGES



ANALYSES



SzHb-Fv-Kb-3	quartz	montmorillonite	illite	kaolinite	albite	pyroxene (augite)	gessite
	7	4	2	1	57	24	5

XRD analysis data of a stone axe (SzHb-Fv-Kb-3), made of andesite (weight%)
(Kovács-Pető, P., Geological and Geophysical Journal of Hungary)

SzHb-Fv-Kb-3	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	(H ₂ O)	LOI	Σ
	55.72	0.85	17.58	4.49	2.97	0.15	0.00	4.11	2.20	2.41	1.71	-	100.31

Major element composition of a stone axe (SzHb-Fv-Kb-3), made of andesite (weight%)
(Bert, I., Department of Mineralogy and Petrology, University of Debrecen)

SzHb-Fv-Kb-3	B	Ba	Cr	Cu	Li	Rb	S	Sr	V
	242	1838	88	18	18	84	174	425	248

Trace element analysis by ICP-MS of a stone axe (SzHb-Fv-Kb-3), made of andesite (ppm)
(Bert, I.B., Department of Inorganic and Analytical Chemistry, University of Debrecen)

Fig. 2.: Archaeometric Stone Tool Database: sheet of database with the query possibilities

2. ábra: Régészeti kőeszközök összehasonlító kőzetgyűjteménye: adatbázis adatlap a lekérdezhető adatokkal

Archaeological description of the tool is given according to its function as accepted in the archaeological literature.

Dimensions of the tool are contained in a separate field.

The description can be completed by a drawing or macroscopic image of the tool and these have to be indicated by entering the appropriate word (Drawing and/or Image). Photos and drawings can

be displayed directly by clicking on the Drawing/Image script on the datasheet.

Another field called other also belongs to the archaeological datasheet. This may contain such information and notes regarding the tool that would not be part of the archaeological description.

The second part of the datasheet is composed of the petrographic and other geological data of the tool containing the following fields:

In the stone tool raw material field the material is identified by the name of the rock. As a rule the name runs from the most general rock name to the more specific ones separated by a hyphen (e.g. andesite – pyroxene andesite) in order to make queries easier.

In the field location of origin of the raw material the potential or most probable locations of origin can be given. Since their identification is difficult in many cases, the probability of the identification (as an estimated percentage) is also given (e.g. Mátra Andesite Formation: from the volcanic formations of the Visegrád Mts.: 80 %).

If the collection location of the raw material can be recognised or supposed with reasonable certitude we can note here whether the material was collected from a rock outcrop, debris or river load.

In the sampling field we can indicate whether sampling from the material of the tool was possible (e.g. chopped fragments, thin-sections) for further analyses/comparisons and the place of its storage can be given as well.

The petrographic description of the raw material is divided into two sub-fields: the first contains the macroscopic and the second contains the microscopic descriptions. The microscopic description is also divided into further two parts: describing the textural characteristics and the mineral composition of the rock. The authors consider the most detailed description as best in order to provide appropriate basis for complex analyses. Standard petrographic description routines are applied; however, there is no standard for rocks of different genetics. When searching, the datasheets can be selected according to rock types based on the rock name field (e.g. selecting the amphibole or pyroxene andesite within the andesites).

Tables belonging to the petrographic part are the following: microscopic images, geochemical data tables. Evaluation diagrams can be indicated on the datasheet and can be accessed directly in the database.

The field called other – similarly to the archaeological part – is used for giving complementary notes for the descriptions (e.g. further analyses required, similarities to other raw material).

The references at the bottom of the datasheet include the archaeometric literature associated with the given stone tool or with the methodology of the analyses.

The Windows/Access based version made by the authors contains the datasheets of 865 polished stone tools and ground tools (Table 1) of the Vaty Culture analysed from the aspect of both

archaeology and petrography. The vast amount of data was easier to manage and analyse statistically in this form making the characterization of the stone artefacts of the Vaty Culture much easier.

Software background, query options, potentials for database expansion

The intelligent, Windows-based project database provides a flexible framework for the inclusion of additional resources, selective data entries, content upgrades, dynamic queries, multi-target requests, multifunctional applications, statistical data analyses and comparisons. A bilingual (Hungarian-English) version of the database is currently under development.

An open source web application to the database is in scope for the second project phase, to make the system generally accessible for use. With the contribution of entitled researchers inland and abroad, it would function as a “virtual research environment” for professionals. Particular interest of experts from the neighbouring countries (i.e. from the Carpathian Basin and its immediate environs) is expected.

The idea of re-writing the program for a web application ruled out the original concept of developing a CD version of the database system (installable on PCs), considering that a web-based, dynamic and interactive context is more fit for the age and perfectly meets the project aims. This solution implicitly eliminates a number of problems (data redundancies, data expansion, data obsolescence), while includes several extra built-in functions that would otherwise be unavailable. All the more, by adopting the database to a platform-independent medium, it would no longer be of limited use to Windows, but becomes accessible through any operational systems (e.g. Linux, Mac OS-X, BSD etc.) or any devices with internet connection (including mobile tools).

The system is run by Drupal CMS (content management system), using PHP-based programming language and MySQL datastore service that allows for safe and sound operation, high-quality performance and unobstructed access.

The user-friendly layout of the system offers easy navigation, flexible data management and effective display of numerous types of content. Using the “Views” toolbars at the top of the page, specific fields (i.e. data elements) and individual items can be selected, database tables can be compiled, queries can be made through filtration against various node attributes, requested information can be tagged – all viewed either on screen or in print version.

Due to constant developments to the core operational system, several customary problems

associated with such systems are eliminated, while performance data are registered, system errors are detected and repaired through dynamic system updates.

Different authority levels – represented by different user roles with defined permissions to the system – can be created. Thus, any user with a special role assignment has access to a specific set of functions. Visitors with no registration to the website (“anonymous users”) would have no problems in searching for information or navigating in the database, while any content management or edition function (data addition, data removal, page reorganization, creation of tables etc.) requires proper administrative rights. Thus, “authenticated users” like professionals, experts and researchers can get involved in active database expansion (by adding, processing or revising data) regardless of their actual geographical location.

Converting the database into a web-based, open-access integrated resource system allows for harnessing the community potentials of diffuse and populous user groups. Thus, new features and functions can be added to the system, far beyond the “simple access” to the database. Various user groups can be formed, from special interest groups to communities of professionals, who can actively participate in constant content profiling, updating, and dissemination – for the benefit of the public.

This would open the way for creating an integrated knowledge base, a kind of online lexicon (somewhat like Wikipedia), where the reliability of information would be safeguarded by entries written, edited, revised and updated by researchers or professional experts.

Interactive communication panels are also rendered as notable sources of information. Informal discussion forums, e.g., might function as virtual platforms to debate specific issues, articulate and answer questions, introduce new topics, identify problems, reinterpret and re-evaluate established results.

Research expeditions, even complete archaeological excavation projects can be documented, published and archived through user-customized image galleries, blogs and weblogs that might be of importance in education too.

Summary

During the systemizing of the numerous stone and tool material of the Vatyá Culture the idea of a new database was raised that could be useful for both archaeologists and geologists. As a result, the Archaeometric Stone Tool Database was established comprising currently of the 865 polished and ground stone tools of the Vatyá Culture studied and analysed from archaeological and petrographic points of view.

The database is suitable for storing archaeological and archaeometric data (e.g. archaeological or petrographic descriptions) in a modern, expandable form that is accessible internationally and can be developed continuously. Various data types can be viewed from the tables of the database (e.g. archaeological drawing, microscopic photos, analytical results). International accessibility presumes bilingual storage of the data; however, the database can operate with even more languages. A further advantage of the system is the reduction of the necessity of destructive analyses.

Due to the lack of development sources, only the downloadable Windows/Access based version of the database can be accessed, however, its operation is good in its present form as well and proved to be a great help regarding data management, queries and statistical evaluation of the high number of stone tool material of the Vatyá Culture.

If practice verifies the usefulness of this system then its example can be the basis of other archaeometric databases.

Acknowledgements

Many thanks to Attila Csongor Kiss and György Dezsőfi for their instructions concerning the informatical framework and also for Richard William McIntosh and István Farkas for his selfless help.

We are very grateful for the useful critical remarks and helpful suggestions of our reviewers and Katalin T. Biró.

References

- BÓNA, I. (1992): Bronzezeitliche Tell-Kulturen in Ungarn. In: FODOR, I., MEIER-ARENDET, W. & RACZKY, P. eds. *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell Siedlungen an Donau an Theiss*. Walter Meier Arendt im Auftrage des Dezernats Kultur und Freizeit der Stadt Frankfurt a. Main, Frankfurt 1–216.
- FARKAS-PETŐ, A. (2008): Methodology and description of archaeometric investigation of archaeological rock raw material (stone instruments, building material) based on case studies. *ACTA GGM Debrecina Geology, Geomorphology, Physical Geography Series* Vol. 3 95–103.
- HORVÁTH, T. (2004): A vatyai kultúra településeinek kőanyaga. Komplex régészeti és petrográfiai feldolgozás. PhD-disszertáció, kézirat, I-II. kötet, ELTE, Budapest, 1–211, 1–141.
- HORVÁTH, T., KOZÁK, M. & PETŐ, A. (1999): Bölske-Vörösgyőr bronzkori tell-település kőanyagának komplex (petrográfiai, régészeti)

feldolgozása. *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve*, 61–107.

HORVÁTH, T., KOZÁK, M. & PETŐ, A. (2000a): Complex analyses of stone industry of Százhalombatta-Földvár (Early and Middle Bronze Age). *Százhalombatta Archaeological Expedition SAX Annual Report* 1 103–119.

HORVÁTH, T., KOZÁK, M. & PETŐ, A. (2000b): Újabb adatok a középső bronzkor kőiparához. Bölcske-Vörösgyír tell-település kőanyagának komplex (petrográfiai, régészeti) feldolgozása. *Komárom-Esztergom Megyei Múzeumok Közleménye* 7 Tata, 187–237.

HORVÁTH, T., KOZÁK, M. & PETŐ, A. (2001): The complex investigation of the stone artefacts from Vátya-Earthworks of Fejér county. Part I. (Archaeological and petrographical investigation). *Alba Regia* XXX 7–38.

PETŐ, A. (1999): Régészeti kőeszközök geológiai vizsgálati lehetőségei és eredetkutatása egy hazai bronzkori kultúra példáján. – Kézirat, Szakdolgozat., Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék adattára, Debrecen, 1–47.

PETŐ, A. & KELEMEN, É. (2000): A földtan, archeometria és petroarcheológia szerepe a régészeti értékek feltárásában. – *Földtudományi Szemle I.* A Magyarhoni Földtani Társulat Oktatási és Közművelődési Szakosztályának alkalmi kiadványa, Budapest, Debrecen 49–54.

PETŐ, A., KOZÁK, M., HORVÁTH, T. & KOVÁCS-PÁLFFY, P. (2002): Examination of the

stone implements of a Bronze Age earthwork in Hungary. In: *Archeometry 98, BAR Intern. Series 1043*, Vol. II 783–793.

SZAKMÁNY, GY. (2009): Magyarországi csiszolt kőeszközök nyersanyag típusai az eddigi archeometriai kutatások eredményei alapján. *Archeometriai Műhely*, VI/1. 11–29.

T. BIRÓ K. (2005): Gyűjtemény és adatbázis: Eszközök a pattintott kőeszköz nyersanyag azonosítás szolgálatában. *Archeometriai Műhely* 2/4 46–51.

T. BIRÓ K. & T. DOBOSI V. (1991): Lithotheca Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest 1–268.

T. BIRÓ K., T. DOBOSI V. & SCHLÉDER ZS. (2000): Lithotheca II. Comparative Raw Material Collection of the Hungarian National Museum 1990-1997 Magyar Nemzeti Múzeum., Budapest., 1–322.

ZÖLDFÖLDI J. – HEGEDŰS P. – SZÉKELY B. (2008): MissMarble: Egy archeometriai, művészettörténeti és műemlékvédelmi célú, internet-alapú, interdiszciplináris adatbázis. – *Archeometriai Műhely* 5/3 41–50.

ZÖLDFÖLDI, J., LENO, V., SZÉKELY, B., SZILÁGYI, V., T. BIRÓ, K., HEGEDŰS, P. (2010): Ceramis: Interactive Internet-Based Information System on Neolithic Pottery. *Archeologia e Calcolatori* 21 301–314.

BAZALTOS LAPILLITUFA ANYAGÚ ŐRLŐKÖVEK KÖZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VIZSGÁLATA (BALATONŐSZÖD - TEMETŐI DÜLŐ LELŐHELY)

PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF GRINDING STONES MADE OF BASALTIC LAPILLI TUFF (BALATONŐSZÖD - TEMETŐI DÜLŐ SITE, HUNGARY)

PÉTERDI BÁLINT¹; JUDIK KATALIN²; DOBOSI GÁBOR²

¹Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földtani és Geofizikai Gyűjteményi Főosztály

² MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet

E-mail: peterdi.balint@mfgi.hu, peterdi.balint@gmail.com

Abstract

The present study reports results of petrographical and geochemical analyses on grinding stone fragments from the archaeological site Balatonőszöd – Temetői dűlő (Hungary). Balatonőszöd – Temetői dűlő is the largest excavated and longest-lived site of the Baden Culture in Hungary (more than 200.000 m²) (Fig. 1.). In the site objects of the Balaton-Lasinja Culture and the Boleraz Culture were found too. Altogether 500 finds (made of stone) turned up, among them 11 finds (grinding stones and their fragments) made of basaltic lapilli tuff.

Applying detailed petrographical and geochemical methods as well as comparing literary data, We concluded that the raw material of the grinding stones (and fragments of grinding stones and other non-specific fragments) made of basaltic lapilli tuff most probably originate from the young basaltic pyroclastics of the Balaton-Highland and the Little Hungarian Plain, namely from any of the following localities: Hajagos-hill (Diszel), Csobánc, Kereki-hill, Szigliget, Uza, pyroclasts cropping out between Bazsi and Tátika. Hajagos-hill (Diszel) and Uza have been discussed as possible source for archaeological finds (from the same excavation) made of basaltic material (Péterdi et al. 2011).

Kivonat

Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely a Baden kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése (területe meghaladta a 20 hektárt). A lelőhelyen a Balaton-Lasinja kultúrának és a Boleráz kultúrának is kerültek elő önálló objektumai. Az ásatás során 500 db kőzet-anyagú lelet került napvilágra, ezek között 11 db bazaltos lapillitufából készült őrlőkő, illetve őrlőkő-töredék is található.

Részletes petrográfiai és geokémiai módszerek alkalmazásával, valamint irodalmi összehasonlítás segítségével megállapítottuk, hogy a bazaltos lapillitufából készült őrlőkövek (őrlőkő-töredékek) és egyéb, jellegtelen töredékek nyersanyaga – a juvenilis (vulkáni) elegyrészek minősége és megjelenése, a bennük előforduló piroxén-kristályok összetétele, a kőzetüveg összetétele, a kitörés során felszakított idősebb kőzet-törmelék minősége és az utólagos karbonátos cementáció alapján – nagy valószínűséggel a Balatonfelvidék (illetve a Kisalföld) fiatal bazaltos piroklastitjaiból származik, nevezetesen a következő lelőhelyek valamelyikéről: Hajagos/Diszel, Csobánc, Kereki-hegy, Szigliget, Uza, a Bazsi és Tátika között felszínre bukkanó piroklastitok. Ezen lelőhelyek közül a Hajagos/Diszel és Uza a régészeti lelőhelyről előkerült bazalt-anyagú régészeti leletek (csiszolt kőeszközök) lehetséges forrásterületeként is felmerült (Péterdi et al. 2011).

KEYWORDS: COPPER AGE, BADEN CULTURE, STONE TOOL, GRINDING STONE, PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY, BASALTIC LAPILLI TUFF, BALATONŐSZÖD

KULCSSZAVAK: RÉZKOR, BADEN KULTÚRA, SZERSZÁMKŐ, ŐRLŐKŐ, PETROGRÁFIA, GEOKÉMIA, BAZALTOS LAPILLITUFA, BALATONŐSZÖD

Bevezetés, régészeti háttér, a kutatás célja

Balatonőszöd-Temetői dűlő lelőhely a késő rézkori Baden kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése. A feltárt és a hozzá kapcsolódó regisztrált lelőhely együttes területe meghaladta a 20 hektárt (1. ábra). A lelőhelyen a középső rézkori Balaton-Lasinja kultúrának és a Boleráz kultúrának is kerültek elő

önálló objektumai. Északon a Boleráz kultúra településének magja, délebbre az átmeneti és a klasszikus badeni kultúra településének magja található. A Balaton-Lasinja kultúra és a Baden kultúra anyaga több helyen keverve került elő, anélkül, hogy a metszetben későbbi beásás vagy bolygatás nyoma lett volna megfigyelhető. (Horváth et al. 2006, Horváth 2010)



1. ábra: Balatonőszöd-Temetői dűlő. Az ásáti terület és közvetlen környezete. Készítette: Viemann Zsolt (www.szekely-kiado.hu ortofotó háttérkép alapján, Horváth et al. 2006).

Fig. 1: The archaeological site (Balatonőszöd – Temetői dűlő) and its surroundings (by Zsolt Viemann, on the basis of the orthophoto of www.szekely-kiado.hu, Horváth et al. 2006)

A továbbiakban a különböző kultúrák csiszolt kőeszközeit (és szerszámköveit) együtt, összevonva tárgyaljuk, mivel bármelyik itt tárgyalt korszak csiszolással megmunkált leleteiről annyira keveset tudunk, hogy az eszközök szétválasztása tipológiailag vagy nyersanyag alapján egyelőre nem

lehetséges, a lelőhelyen pedig a legtöbb korszak a késő rézkorral átfedésben jelentkezett, vagyis a néhány, potenciálisan a középső rézkorba vagy korai bronzkorba is sorolható lelet kora és kulturális besorolása bizonytalan.

Az ásás során 500 db kőzet-anyagú lelet került napvilágra. Ezek régészeti tipizálását Horváth Tünde végezte el. A leletanyagban 11 db bazaltos lapillitufából készült örlőkő, illetve örlőkő-töredék is található.

Munkánk célja a Balatonőszöd – Temetői dűlő lelőhelyről (**1. ábra**) előkerült kőeszközök részletes kőzettani és geokémiai vizsgálata; a nyersanyagok származási helyére vonatkozó következtetések levonása.

Vizsgálati módszerek

A leleteket makroszkópos (azaz szabad szemmel és kézi nagyítóval végzett) megfigyelések alapján nyersanyaguk alapján csoportokba soroltuk. A csoportok egy, vagy néhány jellemző (és régészeti szempontból kevésbé értékes, töredékes) példányából vékonycsiszolat készült a részletes, petrográfiai (polarizációs) mikroszkópos vizsgálatokhoz. A mikroszkópos vizsgálatok eredményét (ásványos összetétel, közzetszövet) elektron-mikroszondás ásványkémiai vizsgálatokkal egészítettük ki. A kapott adatokat a szakirodalomban közölt korábbi leírások és elemzések adataival vetettük össze.

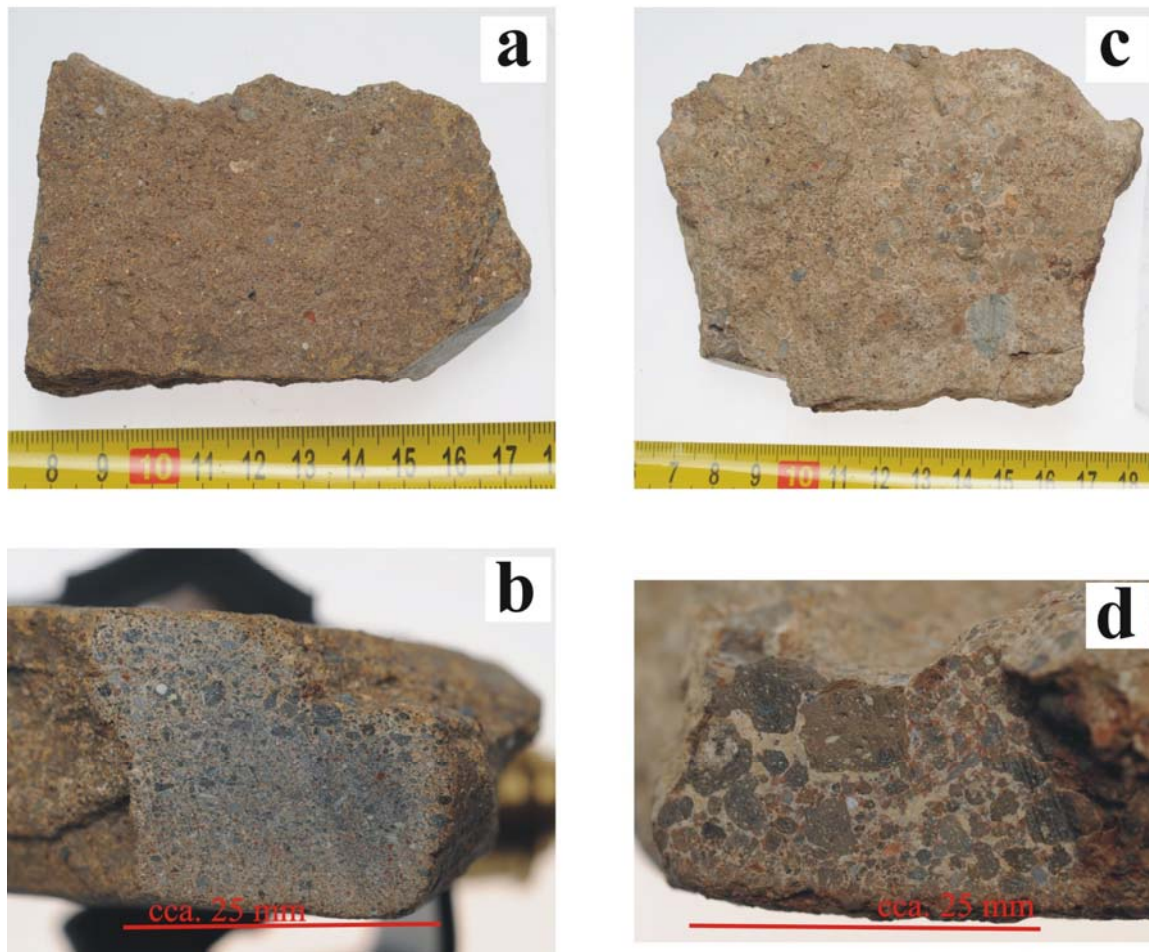
Az elektron-mikroszondás (EPMA) vizsgálatok az MTA Geokémiai Kutató Intézetében, Budapesten készültek (Oxford Instruments INCA Energy 200 típusú energiadiszperzív elemző rendszerrel felszerelt JEOL Superprobe 733 típusú elektronmikroszondával, 15 kV gyorsítófeszültség és 4 nA mintaáram értékek mellett).

A vizsgált mintákról és az elvégzett vizsgálatokról az **1. táblázat** tájékoztat. Az áttekinthetőség érdekében a továbbiakban a mintapéldányokra – a bonyolultabb objektum és szelvéyszám helyett – a táblázat „mintajel” oszlopában található jellel, vagy a kőzetváltozat megnevezésével hivatkozunk.

Objektum	Mintajel	Kőzet	Vékonycsiszolat	SEM / EPMA
49/7 szelvény	BOT 7	Bazaltos lapilli-tufa (1. változat)	+	+
B 2677	BOT 7/b	Bazaltos lapilli-tufa (2. változat)	+	+

1. táblázat:
Mintadarabok és elvégzett vizsgálatok.

Table 1.:
Samples and analyses



2. ábra: Makroszkópos fotók: a) bazaltos lapillitufa (1. változat BOT 7); b) bazaltos lapillitufa; gradált rétegzés (1. változat BOT 7); c) bazaltos lapillitufa (2. változat BOT 7/b); d) bazaltos lapillitufa; gradált rétegzés (2. változat BOT 7/b).

Fig. 2: Macroscopic photos: a) basaltic lapilli tuff (type 1, sample BOT 7); b) basaltic lapilli tuff: graded (type 1, sample BOT 7). ; c) basaltic lapilli tuff (type 2, sample BOT 7/b); d) basaltic lapilli tuff: graded (type 2, sample BOT 7/b).

A petrográfiai (makroszkópos és mikroszkópos) és az elektron-mikroszondás vizsgálatok eredményei

Makroszkópos jellemzőik alapján a lapillitufák két csoportba sorolhatók.

[Megjegyzés: a leletek állapota nem tette lehetővé az összes lelet összetevőinek pontos méret- és arány-vizsgálatát, ezért azokat becsléssel állapítottuk meg. Az átlagos szemcseméret, illetve a lapilli-tartalom egy-egy lelet anyagán belül is változott, ezért cikkünkben a leginkább jellemző közettípus megjelölését, azaz a lapilli-tufát használjuk].

1. változat (4 db):

Barna, szürkésbarna, üdőbb felületen szürke, szemcsevázú piroklasztit. A felületen néhol fehér, karbonátos bevonat alakult ki (**2a ábra**). A szemcseméret változó: a durvább szemcsés részen az átlagos szemcseméret 1-1,5 mm, de 4 mm-es

szemcsék is előfordulnak, a finomabb szemcsés részen a szemcsék mérete 0,5-1 mm. (**2b ábra**) A szemcseméret változása folyamatos, nincs éles réteghatár a durvább és a finomabb szemcsés rész között, azaz gradáció figyelhető meg. A szemcsék szögletesek, vagy nagyon gyengén kerekítettek, színük változatos (fekete, szürke, vörösbarna, zöldesszürke vagy fehér).

2. változat (7 db):

Barnás-szürkés színű, szemcsevázú piroklasztit, a mátrix mennyisége nagyobb, mint az 1. változatban. A felületen néhol fehér, karbonátos bevonat alakult ki. A kőzet az 1. változathoz hasonlóan gradált, de a szemcseméret durvább, mint az 1. változatnál (**2c ábra**): a durvább szemcsés részen az átlagos szemcseméret 2-3 mm, de 12 mm-es szemcsék is előfordulnak, a finomabb szemcsés részen a szemcsék mérete 0,5-3 mm. A szemcseméret változása folyamatos, nincs éles réteghatár a durvább és a finomabb szemcsés rész között. A szemcsék általában szögletesek, a kisebb

szemcsék között nagyon gyengén kerekítettek is előfordulnak, színük változatos (barna, szürke, zöldesszürke). A nagyobb, lapilli-méretű szemcsék némelyike mállott. Üde (vágott) felületen a nagyobb, több mm-es lapillik némelyikének belső szerkezete is látható: sötét alapanyagban legfeljebb 0,5 mm-es, szögletes, fehér vagy sötétszürke „porfirok” láthatóak (**2d ábra**).

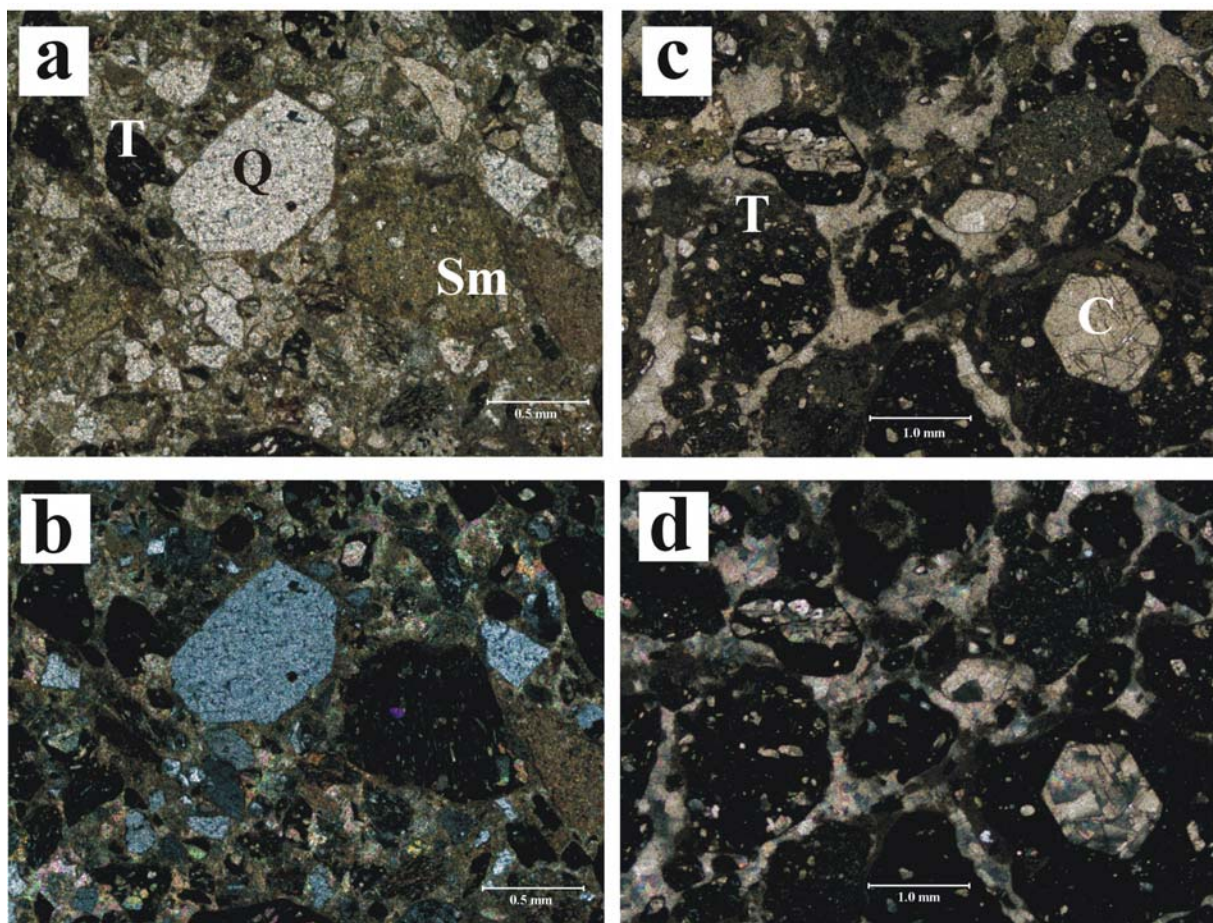
Mikroszkópos jellemzők:

1. változat:

A kőzet bazaltos lapillitufa: oligomikt, közepesen osztályozott, szemcsevázú.

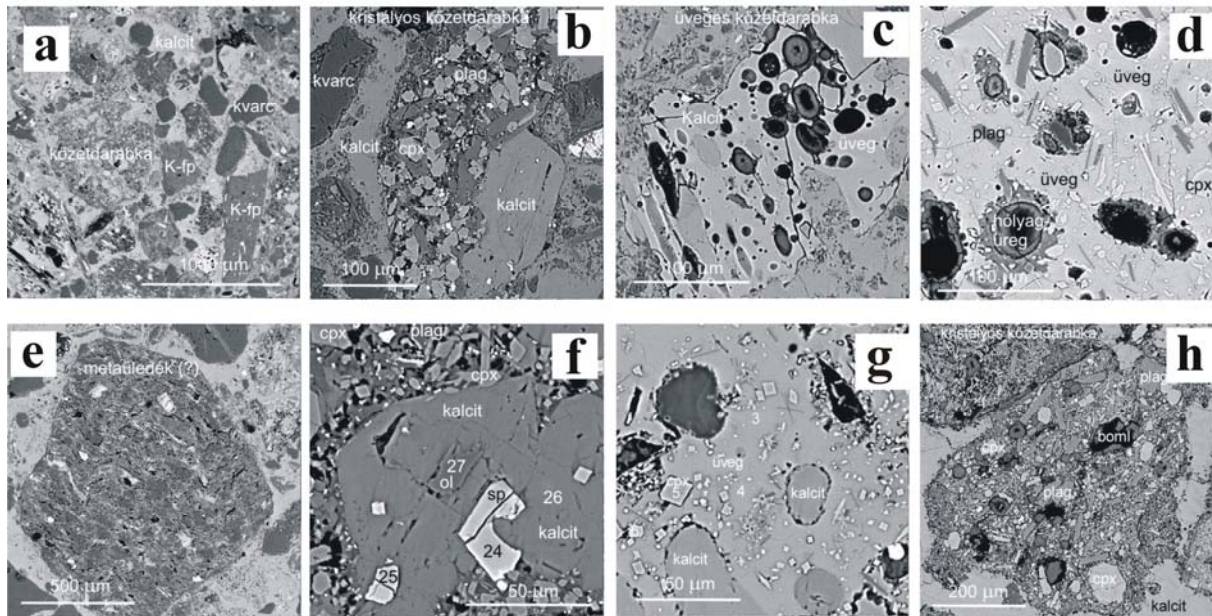
Uralkodó mennyiségben közettörmeléket tartalmaz, amely közepes vagy durva szemcseméretű (a

szemcsék mérete néhány száz µm-es, mm-es), általában kerekítetlen, ritkán kerekített szemcsék formájában van jelen (ami kis mértékű, akár helyben történt áthalmazásra utalhat). A közettörmelék uralkodóan blokkos megjelenésű, változatos szövetű, gyakran mandulaköves bazalt-törmelék: sötétszürke, fekete kőzetüvegben gömbölyű karbonátos szemcsék (mandulakövek), illetve olivin utáni karbonát-pszeudomorfózák figyelhetők meg (**3a-b ábra**). Gyakoriak a szinte teljesen üveges, hólyagüreges (mandulaköves) szilánkok: sötét színű tachilit és alárendelt mennyiségben világos színű szideromelán is. A kőzetüveg a törmelék-szemcsék szegélyén gyakran átalakult (palagonitosodott) (**3a-b ábra**).



3. ábra: a-b) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (a: 1N, b: +N): szöveti kép: kvarc (Q), szideromelán (Sm) és tachylit (T) kőzetüveg-szilánkok pátitos karbonátos mátrixban (1. változat, BOT 7); c-d) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (c: 1N, d: +N): szöveti kép: tachylit kőzetüveg-szilánkok pátitos karbonátos mátrixban. Olivin utáni kalcit pszeudomorfóza (C) palagonitosodott szegélyű tachylitben. (2. változat, BOT 7/b).

Fig. 3: a-b) Photomicrograph (a: 1N, b: +N): rock texture: quartz (Q), sideromelane (Sm) and tachylite (T) rock glass shreds in sparitic carbonate matrix (type 1, sample BOT 7); c-d) Photomicrograph (c: 1N, d: +N): rock texture: tachylite rock glass shreds in sparitic carbonate matrix. Calcite pseudomorph (C) after olivine in a palagonite rimmed tachylite (type 2, sample BOT 7/b).



4. ábra: a) SEM-fotó: szöveti kép: bazaltos kőzetdarabkák, kvarc- és kálicföldpát-szemcsék karbonátos mátrixban (1. változat, BOT 7); b) SEM-fotó: klinopiroxénből és plagioklászból álló kristályos bazalt kőzetdarabka (1. változat, BOT 7); c) SEM-fotó: üveges bazalt kőzetdarabka különböző kitöltésű hólyagüregekkel (1. változat, BOT 7); d) SEM-fotó: a c)-n látható üveges bazalt kőzetdarabka nagyított képe: klinopiroxén- és plagioklász mikrolitok a kőzetüvegben (1. változat, BOT 7); e) SEM-fotó: metaüledék kőzetdarabka (1. változat, BOT 7); f) SEM-fotó: karbonátosodott olivinszemcse idiomorf spinell-zárvánnyal. A szemcsében még van üde olivinfoszlány (1. változat, BOT 7). A számok mérési pontokat jelölnek; g) SEM-fotó: üveges kőzetdarabka klinopiroxén- és plagioklász-mikrolitokkal, kalcitos kitöltésű hólyagüregekkel (2. változat, BOT 7/b). A számok mérési pontokat jelölnek; h) SEM-fotó: klinopiroxénből és plagioklászból álló kristályos, hólyagüreges bazalt kőzetdarabka (2. változat, BOT 7/b).

Fig.4: a) SEM-photomicrograph: rock texture: basaltic rock fragments, quartz- and alkali-feldspar grains in spartic carbonate matrix (type 1, sample BOT 7); b) SEM-photomicrograph: crystalline basaltic rock fragment made from klinopyroxene and plagioclase (type 1, sample BOT 7); c) SEM-photomicrograph: glassy basaltic rock fragment with amygdalae with different filling (type 1, sample BOT 7); d) SEM-photomicrograph: the glassy basaltic rock fragment (see on picture Fig. 4.c): klinopyroxene and plagioclase microliths in the rock glass ((type 1, sample BOT 7); e) SEM-photomicrograph: metasediment rock fragment (type 1, sample BOT 7); f) SEM-photomicrograph: olivine grain turned to carbonate, with an idiomorph spinel inclusion. In the grain there is a relict part of the original olivine (type 1, sample BOT 7). The numbers are measuring points; g) SEM-photomicrograph: glassy basaltic rock fragment with klinopyroxene and plagioclase microliths and amygdalae filled with calcite (type 2, sample BOT 7/b). The numbers are measuring points; h) SEM-photomicrograph: crystalline basaltic rock fragment made from klinopyroxene and plagioclase with amygdalae (type 2, sample BOT 7/b).

A bazalttörmelék mellett alárendelt mennyiségben a vulkáni fázisok előtt képződött kőzetek feltépt törmelékei is megtalálhatók a kőzetben: kisfokú metaszediment (agyagkő?)-szemcsék, savanyú vulkanittörmelékek (világos színű üveges alapanyagszemcsék, szegélyükön vörös limonitos-hematitos elszíneződéssel), valamint szögletes, változó szemcseméretű (általában néhány száz μm -es) kvarc- és kálicföldpát-szemcsék is megjelennek a kőzetben (4a ábra). Előfordulnak irányított, folyásos szövetű metaüledék-kőzettörmelék-szemcsék is (4e ábra).

Kéregzárvány (nagy méretű kvarc- és kálicföldpát-szemcsével) is található a kőzetben.

A kötőanyag pátitos karbonát, helyenként limonitos-hematitos, valószínűleg későbbi cementáció terméke.

A makroszkóposan látható gradáció a csiszolatban is megfigyelhető.

2. változat:

A kőzet bazaltos lapillitufa: osztályozatlan, a szemcsék általában kerekítetlenek (a kőzet megjelenése breccsás jellegű), szemcsevázú, bár helyenként a mátrix kerül túlsúlyba.

2. táblázat: elektron-mikroszondás (EPMA) eredmények: régészeti leletek (1. változat), klinopiroxének**Table 2.** Results of EPMA: archaeological finds (type 1), clinopyroxenes.

	bazaltos lapilli-tufa – 1. változat											
	klinopiroxén (kristályos közöttörmelékben)			klinopiroxén (porfíros, kristályos közöttörmelék alapanyagában)						klinopiroxén (üveges közöttörmelékben)		
SiO ₂	41,72	42,82	43,96	48,39	49,09	46,16	46,47	48,30	42,68	41,47	42,64	46,57
TiO ₂	4,25	3,57	3,27	2,19	1,53	2,55	1,86	2,20	4,15	4,63	3,53	2,26
Al ₂ O ₃	10,05	10,14	8,12	5,41	4,39	7,55	5,90	5,39	11,01	9,94	10,19	6,21
Cr ₂ O ₃	0,00	0,03	0,00	0,05	0,32	0,02	0,16	0,26	0,25	0,19	0,35	0,00
FeO	9,44	8,12	9,51	7,37	6,41	7,18	7,85	7,22	8,35	7,89	7,45	7,74
MnO	0,36	0,26	0,28	0,19	0,28	0,10	0,25	0,05	0,17	0,10	0,05	0,06
MgO	10,55	10,96	11,57	14,55	14,91	12,90	14,77	13,78	11,59	11,23	11,37	14,05
CaO	22,26	22,56	21,58	21,77	22,43	22,53	21,71	22,13	22,27	22,58	22,21	22,06
Na ₂ O	0,53	0,59	0,76	0,37	0,30	0,77	0,51	0,34	0,56	0,46	0,58	0,39
summa	99,16	99,05	99,05	100,29	99,66	99,76	99,48	99,67	101,03	98,49	98,37	99,34
Si	1,606	1,636	1,686	1,799	1,832	1,734	1,755	1,807	1,599	1,598	1,634	1,758
Al (IV)	0,394	0,364	0,314	0,201	0,168	0,266	0,245	0,193	0,401	0,402	0,366	0,242
Al (VI)	0,062	0,093	0,053	0,036	0,026	0,069	0,018	0,045	0,085	0,049	0,094	0,034
Ti	0,123	0,103	0,094	0,061	0,043	0,072	0,053	0,062	0,117	0,134	0,102	0,064
Cr	0,000	0,001	0,000	0,001	0,009	0,001	0,005	0,008	0,007	0,006	0,011	0,000
Fe	0,303	0,259	0,304	0,229	0,200	0,225	0,247	0,225	0,261	0,254	0,238	0,244
Mn	0,012	0,008	0,009	0,006	0,009	0,003	0,008	0,002	0,005	0,003	0,002	0,002
Mg	0,605	0,624	0,661	0,806	0,829	0,722	0,831	0,768	0,647	0,645	0,649	0,790
Ca	0,918	0,923	0,887	0,867	0,897	0,907	0,878	0,887	0,894	0,932	0,912	0,892
Na	0,040	0,044	0,056	0,027	0,022	0,056	0,037	0,025	0,041	0,034	0,043	0,029
Al (tot)	0,456	0,457	0,367	0,237	0,193	0,334	0,263	0,238	0,486	0,451	0,460	0,276
Mg-érték	0,666	0,707	0,685	0,779	0,806	0,762	0,771	0,773	0,713	0,717	0,732	0,764
Al ^{VI} / Al ^{IV}	0,16	0,26	0,17	0,18	0,15	0,26	0,07	0,23	0,21	0,12	0,26	0,14

Uralkodó mennyiségben ez a változat is közöttörmeléket tartalmaz, amely általában durva szemcsés (mm-es szemcseméretű), blokkos megjelenésű, mandulaköves bazalt (sötét (sötétszürke, fekete) kőzetüvegben karbonátos mandulakövekkel, **3c-d ábra**). A bazalt-törmelék egyes szemcséiben opakásvány dúsulás figyelhető meg, egy-egy szemcsében olivin utáni kalcit

pszeudomorfózák láthatóak (**3c-d ábra**). Előfordulnak olivin átalakulásából keletkezett mélyvörös, teljes egészében iddingzitesedett szemcsék is. Gyakoriak a szinte teljesen üveges, hólyagüreges (mandulaköves) szilánkok: sötét színű tachilit és alárendelt mennyiségben világos színű szideromelán is.

3. táblázat: elektron-mikroszondás (EPMA) eredmények: régészeti leletek (2. változat), klinopiroxének**Table 3.:** Results of EPMA: archaeological finds (type 2), clinopyroxenes.

	bazaltos lapilli-tufa – 2. változat													
	klinopiroxén (kristályos közettörmelékben; *: mikrofokristály)							klinopiroxén (üveges közettörmelékben)						
SiO ₂	49,16	43,89	44,96	43,09	43,99*	45,94*	42,19	42,04	42,12	47,11	47,82	45,87	42,95	41,84
TiO ₂	1,62	3,35	3,30	3,57	3,99	2,63	4,09	4,78	4,32	2,26	2,21	2,83	3,71	4,18
Al ₂ O ₃	4,64	8,59	9,19	9,06	9,67	7,80	10,19	10,94	9,92	6,00	5,55	6,94	10,61	10,76
Cr ₂ O ₃	0,55	0,50	0,50	0,23	0,35	0,62	0,35	0,10	0,16	0,17	0,31	0,34	0,28	0,17
FeO	6,62	6,90	7,34	7,78	8,17	5,81	7,62	7,79	7,83	6,76	6,66	7,02	7,48	8,69
MnO	0,00	0,07	0,22	0,30	0,13	0,30	0,25	0,21	0,07	0,25	0,00	0,11	0,39	0,14
MgO	14,88	12,44	12,00	12,07	11,97	13,13	11,13	10,91	11,97	14,28	14,02	13,75	10,74	10,5
CaO	22,20	22,71	22,52	22,19	22,31	22,35	22,47	22,62	22,49	22,38	22,60	22,29	22,68	22,3
Na ₂ O	0,40	0,44	0,79	0,41	0,79	0,61	0,49	0,72	0,24	0,48	0,32	0,49	0,33	0,48
summa	100,0	98,89	100,8	98,70	101,3	99,19	98,78	100,1	99,12	99,69	99,49	99,64	99,17	99,06
Si	1,827	1,670	1,678	1,650	1,640	1,728	1,616	1,591	1,607	1,767	1,792	1,726	1,634	1,604
Al (IV)	0,173	0,330	0,322	0,350	0,360	0,272	0,384	0,409	0,393	0,233	0,208	0,274	0,366	0,396
Al (VI)	0,030	0,055	0,082	0,058	0,065	0,073	0,076	0,078	0,054	0,032	0,037	0,034	0,109	0,09
Ti	0,045	0,096	0,093	0,103	0,112	0,074	0,118	0,136	0,124	0,064	0,062	0,080	0,106	0,12
Cr	0,016	0,015	0,015	0,007	0,010	0,018	0,011	0,003	0,005	0,005	0,009	0,010	0,008	0,005
Fe	0,205	0,219	0,229	0,249	0,254	0,182	0,244	0,246	0,249	0,212	0,208	0,220	0,237	0,278
Mn	0,000	0,002	0,007	0,010	0,004	0,010	0,008	0,007	0,002	0,008	0,000	0,004	0,013	0,005
Mg	0,824	0,705	0,667	0,688	0,665	0,736	0,635	0,615	0,681	0,798	0,783	0,771	0,609	0,599
Ca	0,884	0,926	0,900	0,910	0,891	0,900	0,922	0,917	0,920	0,899	0,907	0,899	0,924	0,916
Na	0,029	0,032	0,057	0,030	0,057	0,044	0,036	0,053	0,018	0,035	0,023	0,036	0,024	0,036
Al (tot)	0,203	0,385	0,404	0,409	0,425	0,346	0,460	0,488	0,446	0,265	0,245	0,308	0,476	0,486
Mg-érték	0,801	0,763	0,744	0,734	0,724	0,802	0,722	0,714	0,732	0,790	0,790	0,778	0,720	0,683
Al ^{VI} / Al ^{IV}	0,17	0,17	0,25	0,17	0,18	0,27	0,20	0,19	0,14	0,14	0,18	0,12	0,30	0,23

A közetüveg a törmelékszemszék szegélyén gyakran átalakult (palagonitosodott) (**3c-d ábra**). A szemcséket uralkodóan vulkáni eredetű törmelék alkotja, kevésbé oligomikt, mint az 1. változat, csak nagyon kevés kistok metamorf jelenik meg.

Kéregzárvány (több mm-es kvarcit sok opak szemcsével) is található a közetben.

A kötőanyag pátitos karbonát, a közetet teljesen átítatja, valószínűleg későbbi cementáció terméke.

Elektron-mikroszondás vizsgálatok eredményei:

A bazaltos közettörmelékek kristályosságai fokuk alapján két csoportba sorolhatók, mindkét csoport megtalálható mindkét változatban.

Az első csoportba teljesen kristályos, intergranuláris vagy porfiroz intergranuláris szövétű közettörmelékek tartoznak, amelyek fő alkotói titánaugit összetételű klinopiroxének (TiO_2 -tartalom: 3,27-4,78%, Al_2O_3 -tartalom: 8,12-10,94%, **2-3. táblázat**) és An_{64-71} -összetételű plagioklászok, illetve az alapanyagukban szintén titánaugitos, de változatosabb összetételű klinopiroxének (TiO_2 -tartalom: 1,53-4,15%, Al_2O_3 -tartalom: 4,39-11,01%, **2-3. táblázat**) és An_{62-69} -összetételű plagioklászok (**4b, h ábra**). Nagyon ritkán 60-80 μm -es nagyságú, idiomorf klinopiroxén (titánaugit) mikrofenokristályok is előfordulnak (TiO_2 -tartalom: 2,63-3,99%, Al_2O_3 -tartalom: 7,80-9,67%, **2-3. táblázat, 4h ábra**). Az egykori alkáli bazalt olivin fenó- és xenokristályai karbonátosodtak, helyüket 5-7%-os vastartalmú kalcit töltötte ki. A kalcitos szemcsék eredetét nem csak a bazaltos törmelékben való megjelenésük és alakjuk bizonyítja, néhány szemcsében ugyanis még előfordulnak nagyon kis méretű, üde (Fo_{87} -összetételű) olivin-reliktumok és az olivin-kristályokra jellemző idiomorf króm-spinell zárványok is (28-30% Cr_2O_3 -tartalommal, 0,9% TiO_2 -tartalommal) (**4f ábra**). Néhány kőzetdarabkában titanomagnetit-kristályok is találhatóak (TiO_2 -tartalom: 16,36-17,36%, FeO -tartalom: 62-91-66,70%).

A második csoportba szinte teljesen üveges törmelék szemcsék (tachilitek, szideromelánok) tartoznak, amelyekben karbonátos (illetve azonosítatlan szilikátos) kitöltésű hólyagüregek, valamint igen apró (10-50 μm -es), idiomorf klinopiroxén- és plagioklász-kristályok vannak (**4c-d, g ábra**). A kőzetüveg összetétele alkáli-bazaltokra jellemző (**4. táblázat**). A klinopiroxén ebben a típusban is titánaugit (2,21-4,63% TiO_2 -tartalommal és 5,55-10,76% Al_2O_3 -tartalommal, **2-3. táblázat**), a plagioklászok An_{67-71} -összetételűek. Az üvegben ritkán bontott szegélyű albit szemcsék is megjelennek ($\text{An}_{1,7}\text{Ab}_{95,7}\text{Or}_{2,5}$).

A kétféle bazaltos közettörmelékben előforduló klinopiroxének és plagioklászok összetétele nagyon hasonló, alkáli-bazaltokra jellemző típusú, az üveges törmelék kőzetüvegének összetétele is a differenciált (alacsonyabb magnézium-tartalmú) alkáli-bazaltokra jellemző (**7. ábra**).

Az 1. változatban nagyobb számban megjelenő (a 2. változathoz szinte teljesen hiányzó) metaüledékek kvarcot, káliföldpátot ($\text{An}_{0,2}\text{Ab}_{28,9}\text{Or}_{70,9}$) és ezek bomlástermékeit tartalmazzák (**4e ábra**).

A mátrix vastartalmú kalcit (5-7% FeO -tartalommal), amely lényegében megegyezik az olivin utáni átalakokat alkotó kalcit vastartalmával, bár a vas eloszlása nem egyenletes, apróbb

foltokban magasabb, illetve alacsonyabb a kalcit vastartalma.

Lehetséges forrásterületek

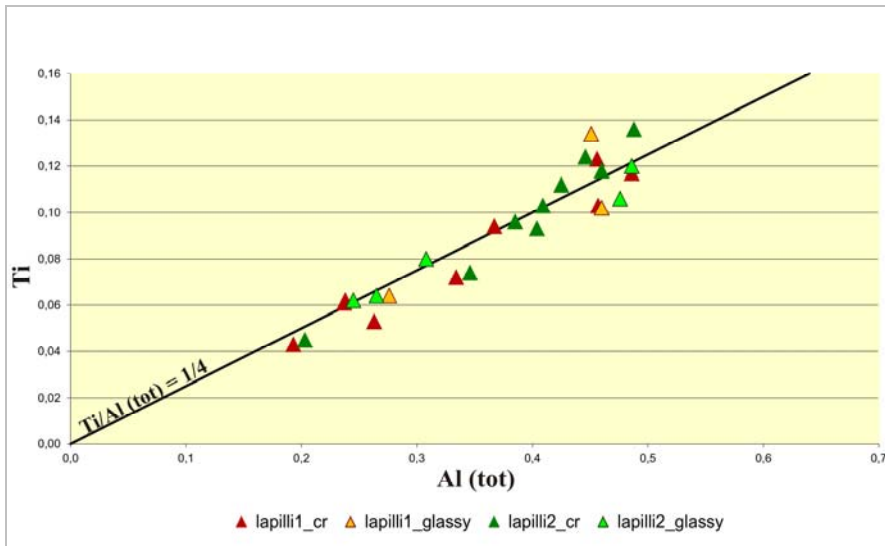
A szerszámkövek (pl. őrlőkövek) készítéséhez alkalmas nyersanyagnak csak alacsonyabb minőségi követelményeknek kell megfelelnie, mint egy csiszolt köeszköz (kőbalt) nyersanyagának. Éppen ezért nem valószínű, hogy ez a nyersanyag távoli forrásterületről származna. A régészeti lelőhelyről előkerült bazalt anyagú kőbalták vizsgálatával (Péterdi et al. 2011) ellentétben ezért a Kárpát-medence neogén bazaltos vulkáni területei közül részletesen nem vizsgáltuk az alábbiakat: Grazi-medence (Ausztria), Burgenland (Ausztria), Nógrád – Medves-fennsík, Közép-Szlovákia (Selmecbányai-hegység) (Szlovákia), Persányi-hegység, (Románia), Bánát (Románia); mindazonáltal a későbbiekben utalunk egy-egy terület jellemző tulajdonságára, amely alapján - a földrajzi távolság mellett - kizárható a lehetséges nyersanyagforrások közül.

A Balaton-felvidéki és kislalföldi bazaltvulkánok nagy része nem csak lávaközeteket, hanem piroklasztitokat is produkált, gyakran nagyobb mennyiségben, mint lávaközeteket. Ulrike Martin és Németh Károly összefoglaló munkája (Martin & Németh 2004) alapján sorra vettük az egyes lelőhelyeket. Terjedelmi okokból jelen dolgozatban csak a potenciális nyersanyagforrásként szóba jöhető lelőhelyeket mutatjuk be részletesebben.

Ásványkémiai elemzési eredmények értelmezése – összehasonlítás a lehetséges forrásterületekkel

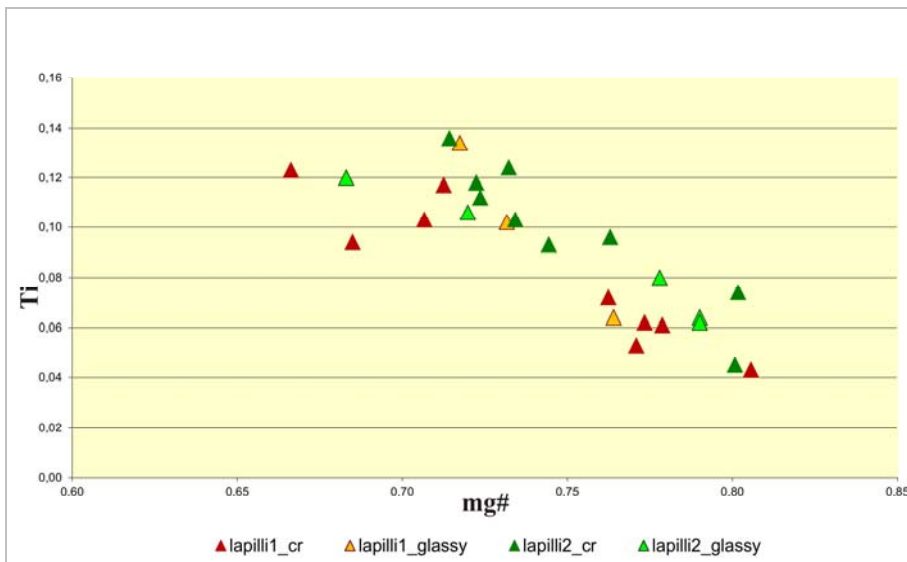
Klinopiroxén a bazaltos közettörmelékben

A régészeti leletek anyagában megjelenő bazaltos közettörmelékben található klinopiroxének titán-alumínium-arányai jól illeszkednek az 1:4 egyenesre (a kristályos és az üveges típusban egyaránt) (**5. ábra**). Ez az arány jellemző a lelőhelyről előkerült bazalt anyagú kőbalták nyersanyagában előforduló klinopiroxénekre is (Péterdi et al. 2011), valamint a Balaton-felvidéki bazaltokban megjelenő titánaugit-kristályokra (Dobosi 1989, Kóthay 2009). [Megjegyezzük, hogy a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján ugyanilyen arány jellemző a Grazi-medence bazaltjainak alapanyagában és mikrofenokristályként megjelenő klinopiroxénekre is (Dobosi et al. 1991). A nógrádi bazaltok titánaugitjai között az 1:4-aránynál kisebb értékek is nagy számban megfigyelhetők (egészen 1:8-arányig) (Dobosi 1989), a Pálhegy bazaltjaiban pedig magasabb (1:3, 1:2) arány jellemző (Dobosi et al. 1991).]



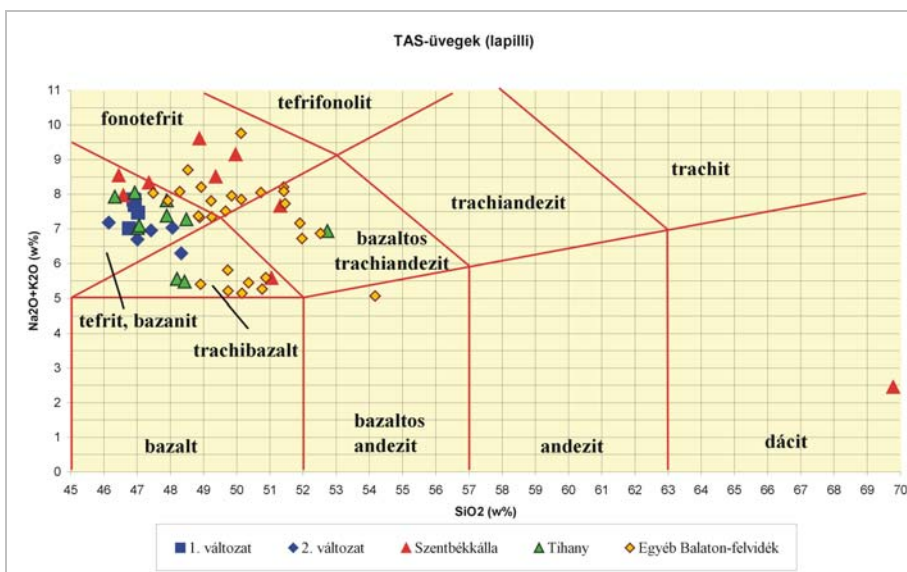
5. ábra: Ásványkémia. Klinopiroxének Ti-tartalma az Al-tartalom függvényében (régészeti leletek). (Jelölések: cr: kristályos kőzetdarabka, glassy: üveges kőzetdarabka.)

Fig. 5: Mineral-chemistry. Ti-content as a function of Al(total)-content of clinopyroxenes (archaeological finds). (Notations: cr: crystalline rock fragment, glassy: glassy rock fragment.)



6. ábra: Ásványkémia. Klinopiroxének Ti-tartalma magnézium-szám függvényében. (régészeti leletek). (Jelölések: cr: kristályos kőzetdarabka, glassy: üveges kőzetdarabka.)

Fig. 6: Mineral-chemistry. Ti-content as a function of the mg-number (mg) of clinopyroxenes (archaeological finds). (Notations: cr: crystalline rock fragment, glassy: glassy rock fragment.)



7. ábra: Bazaltos lapillituffokban és tuffokban megjelenő kőzetüvegszilánkok összetétele. TAS (Total Alkali-Silica)-diagram (régészeti leletek; geológiai lelőhelyek a Balaton-felvidéken (Németh et al. 2003; Martin & Németh 2004)).

Fig. 7: Chemistry of the glass sherds in basaltic lapilli tuffs and tuffs. TAS (Total Alkali-Silica)-diagram [archaeological finds; geological sites on the Balaton-Highland (Németh et al. 2003; Martin & Németh 2004)]

4. táblázat: elektron-mikroszondás (EPMA) eredmények: régészeti leletek, kőzetüveg (üveges kőzettörmelék)**Table 4.:** Results of EPMA: archaeological finds, rock glass (glassy rock fragments)

	bazaltos lapilli-tufa – 1. változat					bazaltos lapilli-tufa – 2. változat				
SiO ₂	47,15	45,48	45,78	45,84	45,89	46,36	44,5	46,9	45,79	46,79
TiO ₂	2,67	2,55	2,77	2,78	2,82	2,35	2,39	2,61	2,58	2,69
Al ₂ O ₃	17,61	17,7	16,79	16,83	17,07	18,03	17,52	18,48	16,92	17,65
FeO	9,43	8,74	10,75	10,7	9,7	10,01	9,83	10,44	10,37	10,56
MnO	0,17	0,03	0,14	0,26	0,44	0,09	0,21	0,29	0,22	0,21
MgO	4,63	4,68	4,09	3,86	4,31	4,39	4,23	3,68	3,74	3,63
CaO	11,1	11,26	9,73	9,77	9,95	10,77	10,82	9,62	9,15	8,97
Na ₂ O	4,98	4,42	4,58	4,61	4,84	3,83	4,1	3,81	2,94	3,58
K ₂ O	2,51	2,41	2,92	3,04	2,85	2,78	2,83	3,07	3,03	3,27
summa	100,25	97,27	97,55	97,69	97,87	98,61	96,43	98,9	94,74	97,35

A régészeti leletek klinopiroxénjeinek magnézium-száma (0,67-0,81) is a Pannon-medence fiatal bazaltjaira jellemző tartományba (0,69-0,86, Dobosi 1989) esik, és ezekhez ugyancsak hasonlóan a titán-, illetve alumínium-tartalom növekedésével a magnéziumszám csökken (Dobosi 1989; Dobosi et al. 1991, Kóthay 2009) (**6. ábra**). A lelőhelyről előkerült bazalt anyagú kőbalták nyersanyagában előforduló klinopiroxének magnézium-száma is gyakorlatilag ugyanebbe a tartományba esik (0,71-0,84, Péterdi et al. 2011).

Az Al^{VI}/Al^{IV}-arány a vizsgált minták klinopiroxénjeiben 0,07-0,30 között változik, az átlagérték 0,19. Ezek az értékek egybeesnek a Balaton-felvidéki bazaltok piroxénjeire jellemző Al^{VI}/Al^{IV} értékekkel (arány: 0,04-0,57 között, átlag: 0,29, Dobosi 1989), valamint a lelőhelyről előkerült bazalt anyagú kőbalták nyersanyagában előforduló klinopiroxénekre jellemző értékekkel (arány: 0,06-0,40 között, átlag: 0,20, Péterdi et al. 2011). [Megjegyezzük, hogy a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján a nógrádi bazaltokra jellemző Al^{VI}/Al^{IV} értékek magasabbak (arány: 0,40-1,02 között, átlag: 0,60, Dobosi 1989), a Grazi-medence és Pálhegy (Burgenland) bazaltjaira azonban a Balaton-felvidékihez hasonló, alacsony értékek a jellemzőek, kivéve Stradner Kogel lelőhelyet, ahol a nógrádi bazaltoknál is magasabb értékek jellemzőek (Dobosi et al. 1991).]

Kőzetüveg a bazaltban

A régészeti leletekben megjelenő bazaltos kőzetüveg darabok (tachilitek) összetétele a TAS (total-alkali-silica) – diagramon a tefrit-bazanit,

illetve a trachibazalt tartományba esik (**7. ábra**). A Balaton-felvidéki bazaltos piroklasztitokban előforduló kőzetüvegszilánkok összetétele szintén lefedi ezt a tartományt, de a fonotefrit, bazaltos trachandezit mezőbe is nagymértékben átnyúlik (**7. ábra**, Németh et al. 2003; Martin & Németh 2004). A kőzetüveg szilánkok összetétele egy-egy lelőhelyen belül is nagy változatosságot mutat (lásd pl. a szentbékálai vagy tihanyi kőzetüveg-összetételeket, **7. ábra**). A terület piroklasztitjai között a legdifferenciáltabb kőzetüvegek tefrifonolitos összetételűek (Martin & Németh 2004).

Kizárt nyersanyagforrások

A régészeti leletek nyersanyagának forrásterületei közül a kőzetüvegszilánkok kémiai összetétele alapján kizárható: a Horog-hegy és a Fekete-hegy. (Martin & Németh 2004)

A felszakított kőzettörmelékben megjelenő mezozoós karbonátos kőzetek miatt kizárható: a Horog-hegy, a Kis-Hegyestű, Hegyesd, a Bondoró-hegy, Szentbékálai és a Harasztos-hegy.

Akkreciós lapilli-tartalom miatt kizárható: a Bondoró-hegy, a pulai 3. fácies, a Kissomlyó 1. egysége és a Ság-hegy. (Martin & Németh 2004)

A felszakított kőzettörmelékben megjelenő nagy mennyiségű permi vörös homokkő miatt kizárható: a tihanyi freatomagmás egységek nagy része (PH 1-3). (Martin & Németh 2004)

Amfibolttartalom alapján kizárható: Balatonboglár (Martin & Németh 2004); valamint Fonyód (Vitális 1904).

Lherzolit- és amfibolit-zárványok alapján kizárható: a szigligeti 1. egység. (Martin & Németh 2004)

A mátrix nagy aránya miatt (mátrixvázú tufák, lapillitufák) kizárható: Szentbékka, a szigligeti 1. egység, Szentgyörgy-hegy, az uzsai 1. egység, Ság-hegy, Egyházaskesző, a Gérce-Sitke közötti dombok és a Somló. (Martin & Németh 2004)

A mátrix nagy muszkovittartalma miatt kizárható: a zánkai Vár-hegy, a Horog-hegy, a Kissomlyó 2. egységének finomszemcsés rétegei, Egyházaskesző, Hercsehegy és a Somló. (Martin & Németh 2004)

A tachilitokban csapdázódott iszaptörmelék illetve vulkáni hamu alapján: a Véndek-hegy és a Hármashegy. (Martin & Németh 2004)

A lapillik közepes vagy jó kerekítettsége, koptatottsága alapján kizárható: a tihanyi 1. és 2. maart kitöltő egységek (ML 1-2), valamint a Kissomlyó 2. egységének durvaszemcsés rétegei. (Martin & Németh 2004)

A leírások alapján a kőzetüveg szilánkok között a világos színű szideromelán üvegszilánkok túlsúlyával jellemezhető piroklasztitok, amelyekben tachilit nem, vagy csak alárendelt mennyiségben található a következők: a Haláp, a Badacsony, a szigligeti 2. egység, az uzsai 1. egység, a Tátika, a Ság-hegy és Gérce-Sitke. (Martin & Németh 2004)

Kizárható még a pulai 1. fácies a vulkáni üveg szilánkok alárendelt mennyisége miatt és a pulai 4. fácies a nagy mennyiségű kristálytörmelék (olivin, piroxén) miatt. (Martin & Németh 2004)

[Megjegyezzük, hogy a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján az alábbi - a régészeti lelőhelytől nagyobb távolságban fekvő - geológiai lelőhelyek is biztonságosan kizárhatók:

Grad (Szlovénia) - akkréciós lapilli-tartalom miatt; a Tobajhoz közeli Kálvária-hegy (Binderberg, Ausztria) - amfibolttartalom alapján; Hárspatak (Limbach, Ausztria) - mivel a kőzetüveg-szilánkok között tachilit nem, vagy csak alárendelt mennyiségben található. (Martin & Németh 2004)]

Nyersanyagforrásként szóba jöhető (és ki nem zárható) lelőhelyek

A régészeti leletek anyagára hasonlít a Hajagos/Diszel, a Csobánc, a Kereki-hegy, a szigligeti 3. egység, az uzsai 2. egység, a Bazsi és Tátika között felszínre bukkanó piroklasztitok (lásd alább).

A nyersanyagforrásként szóba jöhető lelőhelyek:

- Hajagos/Diszel: durvaszemcsés, gradált lapillitufa és finomszemcsés tufa rétegcsoportok váltakoznak.

A bázisos, kissé mikrohólyagüreges, főként tachilit kőzetüveg-szilánkok mérsékelten kerekítettek, szegélyük átalakult. A szögletes szideromelán kőzetüveg-szilánkok mennyisége alárendelt, a bennük megjelenő mikrolitok gyengén irányítottan helyezkednek el. Újra feltépett, áthalmazott lapillitufa klaszrok (egy korábban konszolidálódott lapillitufa törmelékei) is előfordulnak. A durvaszemcsés lapillitufákat később áttörő lávaközetek kontaktusán kialakult peperitekben nagyon vékony (kevesebb, mint 1 mm-es) hülési szegélyű, legfeljebb néhány cm-es méretű bazanittörmelék található. (Martin & Németh 2004)

- Csobánc: rosszul rétegzett, gyengén osztályozott, gyakran szemcsevázú lapillitufa és lapillikő. Nagy mennyiségű juvenilis elegyrész tartalmaz, gazdag erősen palagonitosodott vulkáni üvegszilánkokban. Az eredeti mátrix valószínűleg kimosódott, a helyét kalcit foglalta el. A mátrixban aleurit- és homokszemcsék is vannak, az iszapdarabok között néhány lapilliméretű is előfordul. (Martin & Németh 2004) A gyenge osztályozottság és rétegzettség miatt ez a lelőhely csak a régészeti leletek 2. változatának nyersanyagforrásként kerülhet szóba.

- Kereki-hegy: jól rétegzett piroklasztitok, gazdagok megnyúlt, vagy blokkos, mérsékelten mikrohólyagüreges, tefrites összetételű vulkáni üvegszilánkokban. A felszakított kőzetdarabok között neogén sziliciklasztos üledékek törmelékei fordulnak elő. (Martin & Németh 2004) A régészeti leletekben található üvegszilánkok között főként blokkos, nem megnyúlt alakúak találhatók, de emiatt a lelőhely nem zárható ki biztonságosan a potenciális nyersanyagforrások közül.

- Szigliget, 3. egység: finomtól durvaszemcsésig változó szemcseméretű, rétegzett, felszakított kőzettörmelékben gazdag, üveges lapillitufa és tufapadok. Mélységi kőzet-zárványok ritkák. A kőzet főként felszakított kőzettörmelékekből áll, ezek a sekély prevulkáni sorozatból (neogén sziliciklasztos kőzetekből) eredeztethetők. Az osztályozatlan mátrix diszperz eloszlásban kvarcsemcséket tartalmaz. Akkréciós lapillik nincsenek, de kvarcsemcsékből álló csomók gyakoriak. Előfordulnak nagyméretű, megsült szegélyű neogén üledékdarabok is. Az egység legfelső részén juvenilis elegyrészekben gazdag piroklasztitok található. A szemcsevázú, gyakran kalcittal cementált, inverz gradált lapillikővek lencsét formálnak. Másutt lencsékben normál gradáció is megfigyelhető. Ez utóbbiakban koptatott lapillikődarabok találhatóak, amelyekből gyakran hiányzik a hamu-szemcseméretű mátrix, és karakteresen inverz gradáltak. (Martin & Németh 2004)

A vulkáni üveg-szilánkok szögletesek, a nem hólyagüreges változatoktól az erősen

hólyagüregesekig változatos mértékben hólyagüregesek, összetételük tefrites, fonotefrites. (Martin & Németh 2004) A régészeti leletek lehetséges nyersforrásai az egység legfelső részén megjelenő, juvenilis elegyrészekben gazdag kőzetek.

- Uzsa, 2. egység: vörös, gyengén rétegzett, salakos lapillitufa és tufabreccsa, nagyszámú, fluidális szövetű, változatos mértékben hólyagüreges láva-törmelékkel. Ez az egység nagy léptékben gradációt mutat. (Martin & Németh 2004)

- Bazsi és Tátika között: kis vulkanoklasztos egységek, amelyekben a vulkanogén klasztok szögletes, nem, vagy csak mérsékelt hólyagüreges, fekete, bazanitos összetételű, teljesen kristályos vagy tachilites szövetű törmelékek, gyakran akár cm széles palagonitos szegéllyel, finomszemcsés, homogenizált aleuritós, homokos mátrixban. (Martin & Németh 2004)

Fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy ezen lelőhelyek közül a Hajagos/Diszel és Uzsa a régészeti lelőhelyről előkerült bazalt-anyagú régészeti leletek (csiszolt kőeszközök) lehetséges forrásterületként is felmerült (Péterdi et al. 2011).

A leírások részleges volta miatt a nyersanyagforrások közül ki nem zárható lelőhelyek:

- Tihany, 4. freatomagmás egység (PH 4): a kőzettörmelék aránya 80% körül van, a feltépett klasztok között sok a neogén sziliciklasztos törmelék, a perm vörös homokkő-törmelék aránya 10% alatt marad.

- Pula, 2. fácies: vastagabb pados, durvaszemcsés lapillitufa, nagyrészt inverz gradált rétegekkel. A kőzetüvegszilánkok összetétele tefrites, fonotefrites, szögletes alakúak, mérsékelt hólyagüregesek és mikrolitszegények.

- Kab-hegy: hólyagüreges, salakos lapilliket tartalmazó lapillitufák.

- Gulács: kevés, rosszul feltárt piroklasztit, ezek vulkáni üvegszilánkokat, iszapkő és aleurolit-töredékeket tartalmazó lapillitufák.

- Gércse-Sitke: a tufagyűrűben előforduló mátrixban szegény, vulkáni üvegszilánkokban gazdag, kalcit-cementált kőzetváltozatok.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a Balatonöszöd-Temetői dűlő lelőhely feltárását vezető Horváth Tündének, a

leletanyag rendelkezésre bocsátásáért, Sági Tamásnak az alapos és aprólékos lektorálásért, valamint a vizsgálatok finanszírozásában nyújtott segítségért az OTKA K 62874 és K 100385 számú kutatási programjának.

Irodalom

DOBOSI, G. (1989): Clinopyroxene zoning patterns in the young alkali basalts of Hungary and their petrogenetic significance. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **101** 112–121.

DOBOSI, G., SCHULTZ-GÜTTLER, R., KURAT, G. & KRACHER, A. (1991): Pyroxene Chemistry and Evolution of Alkali Basaltic Rocks from Burgenland and Styria, Austria. *Mineralogy and Petrology* **43** 275–292.

HORVÁTH, T., S. SVINGOR, É. & MOLNÁR, M. (2006): Újabb adatok a baden-péceli kultúra keltezéséhez. *Archeometriai Műhely* (<http://www.ace.hu/am>) **3/3** 19–30.

HORVÁTH, T. (2010): Megfigyelések a középső és késő rézkori kultúrák fazekasáruin Balatonöszöd – Temetői dűlő lelőhelyen. Készítéstechnikai vizsgálatok. *Archeometriai Műhely* (<http://www.ace.hu/am>) **7/1** 51–82.

KÓTHAY, K. (2009): Alkáli bazaltos magma fejlődéstörténete szilikátolvadék-zárványok vizsgálata alapján, a Balaton-felvidéki Hegyestű és Haláp példáján (közvetlen PhD dolgozat, ELTE TTK FFI Közvetlen és Geokémiai Tsz.)

MARTIN, U. & NÉMETH, K. (2004): Mio/Pliocene Phreatomagmatic Volcanism in the Western Pannonian Basin. *Geologica Hungarica Series Geologica* **26** 1–193.

NÉMETH, K., MARTIN, U. & CSILLAG, G. (2003): Lepusztult freatomagmás vulkáni kráter és kürtökítőltés-roncsok (diatrémák) a Bakony-Balaton-felvidék vulkáni területén. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2000-2001*: 83–99.

PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K., DOBOSI, G., KOVÁCS, J., KASZTOVSZKY, Zs. & SZILÁGYI, V. (2011): Bazalt anyagú csiszolt kőeszközök közzetani és geokémiai vizsgálata (Balatonöszöd – Temetői Dűlő lelőhely). *Archeometriai Műhely* **8/1** 33–68.

VITÁLIS, I. (1904): Adatok a Balaton-felvidék bazaltos kőzeteinek ismeretéhez. *Földtani Közlemény* **34** 377–399.

A DÍSZÍTŐ KOVÁCSHEGESZTÉS (PATTERN-WELDING) SZEREPE 2-10. SZÁZADI KARD- ÉS KÉSPENGÉKBEN – KORHŰEN REKONSTRUÁLT VASANYAGOK MARATÁSI VIZSGÁLATA

THE ROLE OF PATTERN-WELDING IN 2-10TH CENTURY KNIFE AND SWORD BLADES – ETCHING TESTS ON RECONSTRUCTED MATERIALS

THIELE ÁDÁM¹, TÖRÖK BÉLA², HARAMZA MÁRK³, JUHÁSZ GERGELY MARCELL⁴

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

²Miskolci Egyetem, Metallurgiai és Öntészeti Intézet, Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportja (ARGUM), Miskolc

³Szegedi Tudományegyetem, Szeged

⁴Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

E-mail: thiele.adam@gmail.com

Abstract

Pattern-welding is a well-known technique that was widely employed in sword-manufacturing. The pattern-welding technique derives from piled composites in which the deliberate piling of steel and wrought iron together was employed. During the 2-10th century, the base material for typical pattern-welding was not steel, as it is often supposed, but phosphoric iron; the combination of phosphoric iron and wrought iron or steel was widely used. The surface pattern became visible after etching. In this paper we try to find the answer for the question: In which material combination and etching technology did the most contrastive and visible pattern in pattern-welded objects appear?

We smelted iron blooms of different base material (phosphoric iron, wrought iron and steel), from which pattern welded specimens were forged. We carried out etching tests on metallographic samples cut out of the pattern welded specimens using six different acids (which could be available in the 2-10th century) under two different conditions concerning acid concentration, temperature and etching time. Macro images were taken of the etched surface. The histograms of the images were analysed using Photoshop CS3. Based on the contrast difference between the two layers and the homogeneity of the colour of each layer a preference list of the material combination and etching technology could be made. The most visible pattern appeared after the etching of the pattern welded sample made of the combination of phosphoric iron and tempered steel using 20% hydrochloric acid for 10sec on 70°C.

Kivonat

A díszítő kovácshegesztés („pattern-welding”) technológiája a réteges kompozit („piled composite”) készítéséből fejlődött ki, amelynek során felváltva egymásra helyezett lágyvas és acél lapokat kovácshegesztéssel hoztak anyagzáró kapcsolatba. A 2-10. század között díszítő kovácshegesztéssel készült kard és késpengéknél, a szebb mintázat elérése érdekében, foszforvas és ún. lágyvas, vagy acél kombinációjával dolgoztak. A felület kikészítése során maratással tették szabad szemmel láthatóvá a rétegeket. Jelen cikkben választ keresünk a kérdésre: Vajon milyen anyagpárosítással és milyen maratási technológiával volt elérhető a legmarkánsabb, legkontrasztosabb mintázat a díszítő kovácshegesztés esetében?

Gyepvasérc kohósításával vasbucákat állítottunk elő, amelyekből különböző anyagpárosítások mellett díszítő kovácshegesztéssel próbatesteket kovácsoltunk. A próbatestekből vett mintákból készített metallográfiai csiszolatokon maratási kísérleteket végeztünk hat különböző, a 2-10. század között elérhető, vagy esetleg elérhető savval, két különböző töménység, hőmérséklet és maratási idő mellett. A maratott felületről fényképeket készítettünk, amelyeket képfeldolgozó szoftverrel értékeltünk ki, így a különböző rétegek kontrasztossága és egyazon réteg színének homogenitása alapján, objektív módon rangsoroltuk őket. A legmarkánsabb mintázatot a foszforvas és nemesített acél kombinációján, 20%-os töménységű, 70°C-os hőmérsékletű sósavval történő 10 másodperces maratás mellett tapasztaltuk.

KEYWORDS: ARCHAOMETALLURGY, 2-10TH CENTURY, PHOSPHORIC IRON, PATTERN-WELDING, ETCHING, ACIDS, PATTERN

KULCSSZAVAK: ARCHAOMETALLURGIA, 2-10. SZÁZAD, FOSZFORVAS, DÍSZÍTŐ KOVÁCSHEGESZTÉS (PATTERN-WELDING), MARÓSZEREK, MINTÁZAT

Bevezetés

A díszítő kovácshegesztés

A díszítő kovácshegesztés az elmúlt évtizedekben újra reneszánszát éli. Manapság azonban - a történelmi hitelességtől rendszerint eltávolodva - ezzel az eljárással leginkább késeket és kardokat készítenek, melyek elnevezésére a köztudatban általában damaszkolt, damaszkuszi acél, damaszt vagy damaszk penge kifejezést terjedt el. Az eljárás megnevezése a régi magyarban a dömöckölés volt (Halmányi & Riedel 1986, p. 78.). Az angolban szintén „damasc”, vagy „damascus steel”, a németben pedig „damast”, „damaszenner Stahl” a gyakran használt köznyelvi kifejezés. Célszerű tisztázni a különbséget a damaszkuszi acélként ismert anyag és a damaszkolás, mint technológia között is. Előző esetében a pengéket állandó karbontartalmú, hipereutektoidos ($C > 0,8\text{wt}\%$) anyagból készítették, a felületi mintázatot a maratás után megjelenő, töredezett szekunder cementit háló eredményezte, míg a damaszkolásnál többféle, különböző karbontartalmú, illetve - mint jelen tanulmányban is látható – nagyságrendekben különböző foszfor-tartalmú anyaggal dolgoztak.

Az angol archeometallurgiai szakirodalomban azonban a „pattern-welding” szóösszetétel használatos. Ennek alapján, a technológia megnevezésére a szerzők a díszítő kovácshegesztés elnevezést használják. Ez a szóösszetétel nemcsak az eljárás lényeges technológiai lépésére, hanem a funkciójára is utal.

A díszítő kovácshegesztés a kelta időkben kezdődött ún. réteges kompozit készítés („piling” vagy „piled composites”) eljárásáig vezethető vissza (Pleiner 1993, p. 117–118, p. 125–126, 12. ábra, Lang & Ager 1989, p. 86–87, Jones 1997, p. 1–2, Jones 2002, p. 145, Williams 2012, p. 62.). Lágyvas („wrought iron”, $C < 0,2\text{wt}\%$) + acél („steel”, $C > 0,2\text{wt}\%$) lapokat felváltva helyeztek egymásra, majd a tömböt kovácshegesztéssel hozták anyagzáro kapcsolatba, amelynek során nagymértékű átkovácsolás, képlékeny megalakítás történt (ld. Buchwald 2005, p. 283, Anstee & Biek 1961, p. 86, Jones 1997, p. 4–5; Williams 1997, p. 75, Edge and Williams 2003, p. 203; Lang 2011, p. 267). Szemben a korabeli vaskohászat primer termékével a vasbucával, az így kapott rúdban már egyenletesebb volt a karbon eloszlása, illetve az átkovácsolás miatt az éles bemetszést okozó salakzárványok is felaprózódtak. Kezdetben tehát a rétegezés célja elsősorban a mechanikai tulajdonságok javítása volt, nem pedig a díszítés.

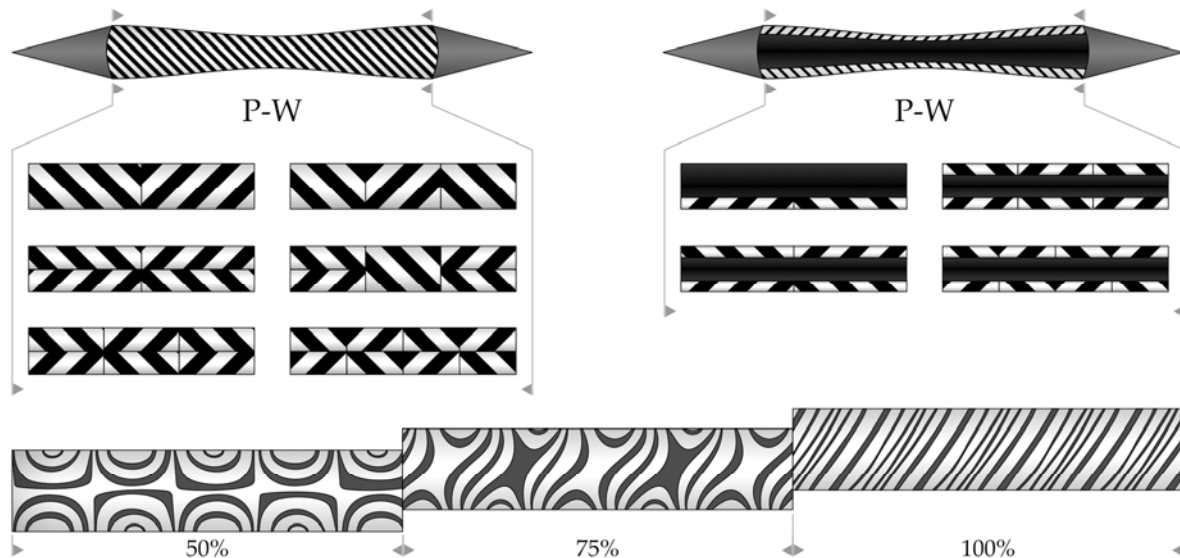
Az első évezred második felében főként az északi germán népek (norvégek, dánok, angol-szászok, stb.) körében volt igen elterjedt a különböző keménységű acéllemezekből hajtogatással, kovácshegesztéssel előállított kardok készítése. A

kardnak kivételes szerepe volt a fegyverek között, a harcosnak lehetőleg karddal a kézben kellett meghalnia, ha a Valhallába akart jutni, elvesztése pedig valóságos tragédia volt (Magnusson & Pálsson 1969, p. 272). Ezeknek az igen nagy becsben tartott kardoknak a mintázata is komoly, már-már mitikus szerephez jutott; rendszerint kígyók tekergőzésére, sárkány erőt adó leheletére asszociáltak belőle.

A díszítő kovácshegesztés technológiája akkor fejlődött ki az egyszerű réteges kompozit készítésből, amikor ún. foszforvasat („phosphoric-iron” vagy „P-iron”, $C < 0,2\text{wt}\%$ és $0,2\text{wt}\% < P < 1,5\text{wt}\%$, ilyen anyagot ma már az iparban nem használnak) kezdtek felhasználni a réteges rudak elkészítéséhez. Egy réteges kompozit rúd általában hét rétegből állt (Jones 1997, p. 1–2, Thålin-Bergman 1979, p. 124). Ezeknek a rudaknak a mintázatát többnyire további megmunkálással (megcsavarhatták őket a hossz tengelyük körül, levághattak vagy forgácsolással anyagot választhattak le róluk a hosszuk mentén) különlegesebbé, maratással pedig láthatóvá tették (Anteins 1973, p. 13–19, Thålin-Bergman 1979, p. 124, Mäder 2001, p. 282–287, p. 50–51, p. 54–57, Anstee & Biek 1961, p. 88).

Annak ellenére, hogy a köztudatban ma leginkább az a nézet terjedt el, hogy lágyvas és acél rétegek eredményezik a mintázatot, már az 1980-as években fény derült arra, hogy a díszítő kovácshegesztésben kizárólag foszforvas + lágyvas vagy foszforvas + acél anyagpárosításokat használtak (Tylecote & Gilmour 1986, p. 251–252, Buchwald 2005, p. 283, Hoyland & Gilmour, 2006 p. 77–79). Vizsgálatainkban sarkalatos újszerűséget jelent, hogy foszforvasat használtunk díszítő kovácshegesztésre. Ennek korábban a legfőbb akadálya magának a kovácsolható foszforvasnak az előállítására és a díszítő kovácshegesztés nagy tapasztalatot igénylő technológiája volt.

Díszítő kovácshegesztéssel első sorban kardpengék vércsatornája készült, mégpedig vagy teljes szelvényében, vagy pedig lágyvas vagy acél magra rákovácsolt díszítő kovácshegesztéssel előállított szalagok rákovácsolásával (Jones 1997, p. 4–5, 8. ábra, Jones 2002, p. 146, Williams 2012, p. 62). A kardok központi magjához (amelybe a vércsatorna volt bekovácsolva) általában maga is több díszítő kovácshegesztéssel előállított rúd sokféle kombinációban történő kovácshegesztésével készült (Tylecote & Gilmour 1986, p. 146–262, 103. ábra, Jones 2002, p. 145–146, Lang & Ager, 1989 p. 88–89, 7.2. ábra). Ehhez a központi maghoz két oldalról a kard élét szintén kovácshegesztéssel hozták anyagzáro kötésbe (Anteins 1973, p. 13–19, Jones 2002, p. 147, Maryon 1960, p. 26–32, Böhne & Dannheimer 1961, p. 108–109). A díszítő kovácshegesztéssel készült kardpengék jellegzetes kialakítását az **1. ábra** mutatja.



1. ábra: Kardpengék, amelyek több díszítő kovácshegesztéssel készült rúd vagy szalag és az élek kovácshegesztésével készültek. A központi mag készülhetett teljes szelvényében (felül baloldalon) díszítő kovácshegesztéssel vagy egy magra rákovácsolt díszítő kovácshegesztéssel készült szalagokból (felül jobboldalon). Csavarással és anyagleválasztással kialakított mintázat (alul). A cikkben szereplő ábrák mindegyike a szerzők saját munkája.

Fig. 1.: Pattern-welding applied to historical sword blades. Top left: “true pattern-welding” and its most common combinations. Top right: pattern-welded panels overlapping a homogeneous core and their usual variations. Bottom: patterns intrinsic to the discussed technique revealed through twisting and subsequent grinding (splitting) of an alternately banded laminate. All the figures in this paper are created by authors.

Kardpengék esetében a díszítő kovácshegesztést (főként csavart mintázattal) a 2. század végétől a 10-11. század fordulójáig használták (Lang and Ager, 1989 p. 89–106, 7.2. táblázat, Anteins 1973, p. 59–63, Hošek et al. 2011, p. 100, Gilmour 2007, p. 258–259, Williams 2012, p. 62).

Díszítő kovácshegesztéssel, foszforvas + lágyvas, illetve foszforvas + acél anyagpárosítással és az alapanyagokból készült próbatestek mechanikai anyagvizsgálatával foglalkozó legutóbbi kutatásaink eredményei alapján megállapítottuk, hogy a foszforvas, bár szilárdsága a nemesített acélokéhoz hasonlóan nagy, szívóssága jóval elmarad azokétól (rideg és törékeny), a rossz mechanikai tulajdonságok pedig a belőlük díszített kovácshegesztéssel előállított próbatesteknél is megjelentek (az erre vonatkozó cikk jelenleg elbírálás alatt). Attól fogva tehát, hogy foszforvasat kezdtek használni a réteges kompozit készítésben, feltételezhetően az elsődleges cél már a díszítés volt, nem pedig a mechanikai tulajdonságok javítása.

A mechanikai tulajdonságok javítása céljából történő réteges kompozit készítési eljárás alkalmazása vélhetően az egyre jobb és megbízhatóbb minőségben előállítható bucvas, mint alapanyag miatt idővel csökkent, de fennmaradt és együtt létezett a díszítő

kovácshegesztéssel. Az ezredforduló után a kardok alapanyagként kizárólag acélt használtak fel. A díszítő kovácshegesztés visszaszorulásának oka az lehetett, hogy az acélt, amelynél nemesítéssel (edzésből és megeresztésből álló hőkezeléssel) jobb mechanikai tulajdonságok érhetők el, egyre könnyebben és megbízhatóbban tudták előállítani.

A felület kikészítése

Mivel tanulmányunk, vizsgálataink központi témája a díszítő kovácshegesztésen kívül a mintázatot előhozó maratás, különösen fontos az erre rendelkezésre álló, korabeli anyagok meghatározása. A díszítő kovácshegesztéssel készült pengék felületén a mintázatot az előzőleg fém tisztára csiszolt felület savval történő maratásával tették láthatóvá. Erre a középkorban többféle sav is rendelkezésre állt. Nyilvánvalóan, célirányos szakmai leírások, direkt módon értékelhető források több évszázadokon át tartó szinte teljes hiánya miatt a vizsgált időszakokkal kapcsolatosan leginkább azt határozhatjuk meg, hogy egyáltalán milyen savakat használhattak marószerekként a korabeli „szakemberek”, talán maguk a kovácsok.

A kénsav („vitriol” - H_2SO_4) ősidők óta ismert vegyület, sumer és asszír feljegyzések éppúgy említik, mint Dioscorides (Kr.u. 1 sz.) görög orvos, vagy Idősebb Plinius (Kr. u. 23-79), római

polihisztor (Karpenko & Norris 2002, p. 997–998). A kénsavról koraiszlám forrásokból tudjuk, hogy fémmaratási célra is használták a Közel-Keleten. Ya'qūb ibn Iṣḥāq al-Kindī már a 9. században lejegyezte Kardok és fajtáik című művében, hogy a kardpengéket vitriollal, azaz kénsavval vonták be, amely a felületi mintázat maratással történő előhívására szolgált. A 10-11. század fordulóján élő Abū l-Rayhān al-Bīrūnī szintén megemlékezett erről az eljárásról Gyűjteményes könyv az ékkövek ismeretéről című írásában (Fehér 2000, p. 21–24). Európában is korán ismerhették az említett savat, hiszen a festéshez már az ókortól használatos *Rubia tinctorum* (festőbuzér) gyökeréből a színezékét fermentálással, és kénsavas, vagy lúgos hidrolízissel állították elő (Teophilus 1986, p. 51–52). A vitriol egyik legkorábbi középkori európai említése található – a fekete festékként használt „atramentum”-mal szembeállítva – egy 8. sz. végi latin nyelvű festőkönyvben az ún. luccai kéziratban (*Compositiones ad tingenda musiva*) (Stillman 1960, p. 185).

A salétromsav (HNO_3) kora középkori ismertsége párhuzamos lehetett a kénsavéval. Mindkettő tudományos igényű beazonosítását Abū Mūsā Jābir ibn Ḥayyān (kb. Kr. u. 721 – 815. latinosan Geber), a mai Irán területéről származó arábiai tudós, polihisztor, alkimista nevéhez szokás kötni. Geber műveiben találkozhatunk többek között olyan kémiai technológiák korabeli megfogalmazásával, mint a lepárlás, kristályosítás, pörkölés, elgőzölés. Kísérletező munkássága mutatkozik meg abban is, hogy a kénsav, salétromsav, sósav (HCl), citromsav ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) és borkósav ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) „felfedezése” mellett ő adta meg az aranyat oldó „királyvíz” (*aqua regia*) három rész sósavat és egy rész salétromsavat tartalmazó receptjét. (Datta 2005, p. 40) Az európai írásokban ugyanez a 13. századi Pseudo-Geber néven emlegetett (az elnevezés nem véletlen), ismeretlen alkimista műveiben (*Summa perfectionis magisterii*) jelenik meg, leírva azt is, hogy a királyvizet kénsavban oldott szalmiáksó, ammóniasó (*sal ammoniacum*, NH_4Cl) segítségével állították elő (Karpenko & Norris 2002, p. 1002). Egy korai 14. századi is szerepel „*sal armoniacum*” formában az ammóniasó. A fennmaradt recept arról tanúskodik, hogy az ammóniasó vizes oldata korrodálhatja a vasat. („*Aqua corrosiva: Nota quod aqua corrosiva minuens corporum pondera fit ex sale armoniaci et coperosa in equali portione distillando aquam per alembicum [...] Aqua solvens argentum: Aqua solvens argentum et quidem alia metalla fit ex vitriollo romano et sale armoniaci in equali portione et haec aqua dissolvit ferrum...*” Newman 1991, p. 73–74.)

Az ecetsav (CH_3COOH) az ókorban és a középkorban közismert volt. Az orvoslásban többek között fogfájás ellen, vérzés megállítására és sebek fertőtlenítésére használták, míg a gasztronómiában

élelmiszerek ízesítésére, befőzésére és tartósítására. Egyszerű előállíthatóságának köszönhetően olcsó és könnyen elérhető volt az alacsonyabb társadalmi rétegek számára is (Weiss 2004, p. 28.).

A csersavról ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9 + 2\text{H}_2\text{O}$) Teophilus Presbyter (kb. 1070 – 1125) *De diversibus artibus* című munkájában olvashatunk. Egy tintakészítési receptben lejegyzett növény, a *Ligna Spinorum* egy tüskés fafajtát jelöl, melynek kérgében magas a csersavtartalom (Teophilus 1986, p. 56.).

A „rozsdáatalakítóként” is ismert foszforsav (H_3PO_4) – a vöröses-barna rozsdát (Fe_2O_3) fekete ferro-foszfáttá (FePO_4) alakítja - szabad állapotban a természetben nem található meg, de sói gyakoriak. Erős oxidálószer, mint pl. a salétromsav a foszfort foszforsavvá alakítja.

Természetesen a fent összefoglalt kémiai jellegű írások, művek – amelyek, mint látható, a vizsgált időszakot tekintve alapvetően keletiek – meglete nem ekvivalens a korabeli, fémmaratást végző szakemberek használható savakat illető, alapvetően empirikus ismereteivel. Mindazonáltal a gyümölcsök erjedése által közismert lehetett az ecetsav, citromsav, borkósav (szőlősav), a fák gubacsáiból – a csersav, illetve használhattak kénsavat, salétromsavat, sósavat is, annak pontos definíálása nélkül. Vizsgálataink alkalmával hatféle savat alkalmaztunk, különböző töménységben, egymással nem keverve.

Céltűzés, kérdésfelvetés

Jelen cikkben összefoglalt kutatásunk célja az volt, hogy választ keressünk a kérdésre: Vajon milyen anyagpárosítással és milyen maratási technológiával volt elérhető a legmarkánsabb, legkontrasztosabb mintázat a díszítő kovácshegesztés utáni felületkikészítésnél?

Módszerek és eredmények

A minták előkészítése

A történelmi hitelességet szem előtt tartva vasbucákat állítottunk elő gyevasérc kohósításával rekonstrukciós kísérletek során, amelyeket a feltárt fajszi típusú, 10. századi bucakemencével (Gömöri 2002, p. 79–80.) végeztünk (részletes leírás a munka alapjául szolgáló korábbi próbakohósításokról: Thiele & Bán 2010, Thiele 2010, Thiele & Dévényi 2011, Thiele 2011, Thiele 2012). Foszforvasat nagy foszfortartalmú belső-somogyi gyevasércből állítottunk elő. A kohósítás közben történő kis mennyiségű égetett mész beadagolással csökkentettük a vasbucá foszfortartalmát (túl nagy foszfortartalom esetén a vasbucá nem kovácsolható, törékeny). Lágyvasat szintén ebből a gyevasércből nyertünk nagyobb mennyiségű égetett mész beadagolásával. Acélt a lágyvas újrakohósításával kaptunk (a lágyvas cementálódott).

1. táblázat: Az alapanyagokból és a díszítő kovácshegesztéssel készült rudak szövetszerkezete és kémiai összetétele

Table 1.: Microstructure and chemical composition of specimens from rods made of base materials and by pattern welding

Alapanyagokból készült rudak	Jelölés	Szövetszerkezet	Kémiai összetétel	
			C (wt%)	P (wt%)
Lágyvas	I	Ferrites, kevés perlittel	0,05	0
Foszforsvas	P	Ferrites, vékony ferrit-perlites sávokkal	max 0.2	0.6–1.1
Normalizált acél	Sn	Widmanstatten (perlit és proeutektoidos ferrit)	kb. 0.6	0
Nemesített acél	Sh	Megeresztett martenzit apró karbidkiválásokkal	kb. 0.6	0
Foszforsvas + lágyvas	PIt8	U.a. mint az alapanyagoké.		
Foszforsvas + normalizált acél	PSnt8			
Foszforsvas + nemesített acél	PSht8			

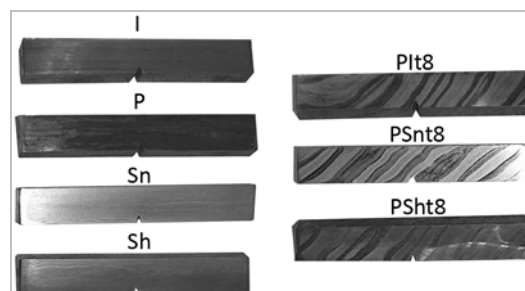
Az előlított 2-3 kg-os vasbucákat téglatestté kovácsoltuk. Az acél téglatest karbon tartalmát többszöri hajtogatással és kovácshegesztéssel tettük egyenletesebbé (a hajtogatásra utaló sávok megfigyelhetők a **3. ábra** Sn- és Sh-jelű metallográfiai csiszolatain is). A téglatestek egyik felületét fémtisztára csiszoltuk.

Hordozható XRF műszerrel (p-XRF) 15-20 pontban történő méréssel az alapanyagok foszfortartalmát, szikrapróbával pedig a karbon tartalmát ellenőriztük.

Az ellenőrzött kémiai összetételű három alapanyagból négy különböző anyagú 10x10x60mm befoglaló méretű, lágyvas (I), foszforsvas (P) és két acél rudat kovácsoltunk (a rudak valójában ütőmunka próbatestek voltak egy másik kutatáshoz). Az egyik, Sn-jelű acélrúd hőkezelése normalizálás (a kovácsolási hőmérsékletéről szabad levegőn hűlt le), míg a másik, Sh-jelű acélrúd nemesítés volt (900°C-ról vízben edzettük, majd 300°C-os megeresztési hőmérsékleten 1 órán át hűtöttük). Díszítő kovácshegesztéssel egy 8 rétegű, csavart mintázatú, foszforsvas + normalizált lágyvas anyagpárosítással (PIt8), valamint két, szintén 8 rétegű, csavart mintázatú foszforsvas + acél anyagpárosítással 10x10x60mm befoglaló méretű rudat készítettünk. Az egyik, foszforsvas + acél anyagpárosítással készült PSnt8-jelű rúd hőkezelése normalizálás, míg a másik, PSht8-jelű acélrúd nemesítés volt. A

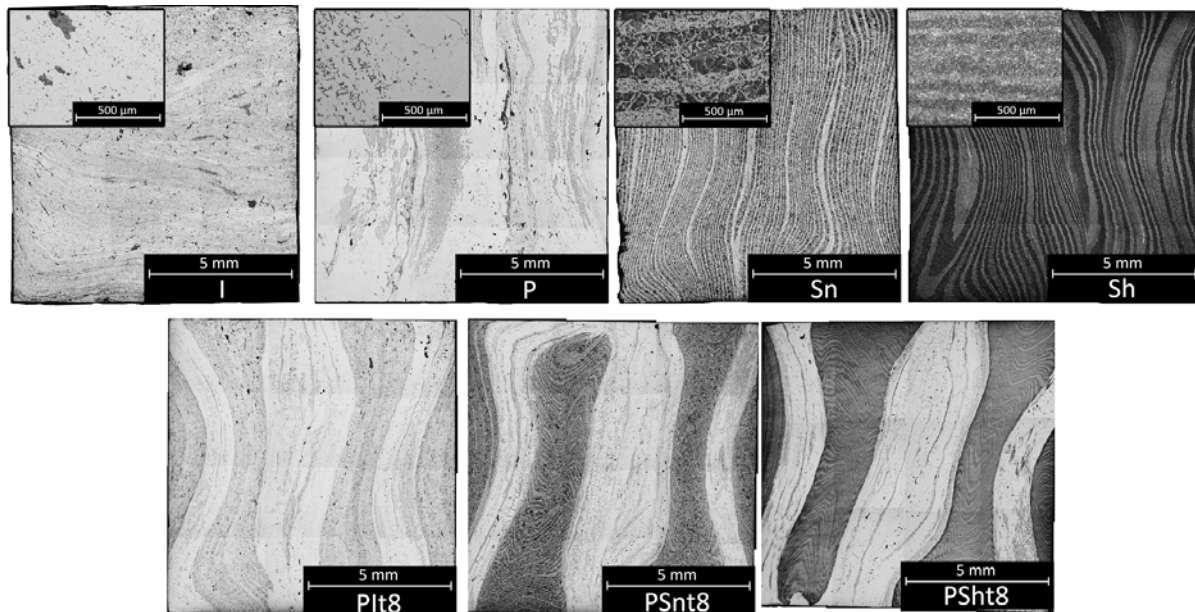
rudak az **2. ábrán** láthatóak. A marószert 2%-os nitál volt. A karbon tartalmat a szövetszerkezet alapján képelemző programmal (Photoshop CS3) számítottuk ki.

A foszforsvas pontos foszfortartalmát energia-diszperzív röntgenspektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópos (SEM-EDS) vizsgálat segítségével határoztuk meg. Az említett vizsgálatok eredményeit az **1. táblázat** foglalja össze. A metallográfiai csiszolatokról készült makro-képeket (20 db 50-szeres nagyítású kép összeillesztésével készült képek) mutatja a **3. ábra**.



2. ábra: Az alapanyagokból és a díszítő kovácshegesztéssel készült rudak. A felület polírozva és 2%-os nitállal maratva (fekete-fehér ábra).

Fig. 2.: Rods made of base materials and by pattern welding. The surface is polished and 2% Nital etched (black and white figure).



3. ábra: Az alapanyagokból és a díszítő kovácshegesztéssel készült rudakból keresztmetszetben kimunkált minták metallográfiai csiszolata (fekete-fehér ábra).

Fig. 3.: Metallographic macro-photographs of specimens from rods made of base materials and by pattern welding (black and white figure).

Maratási kísérletek

Maratási kísérleteket csak a díszítő kovácshegesztéssel készült rudakból származó mintákon végeztünk. A rudakból kimunkált metallográfiai csiszolatok felületét P320-as csiszolópapírral felérdesítettük, így rekonstruálva a korabeli köszörüléssel és csiszolással elérhető felületi érdességet. A kísérleteket 2% és 10%-os csapvízzel hígított, 20°C-os és 70°C-os citromsavval, ecetsavval, foszforsavval, kénsavval, salétomsavval és sósavval végeztük el, a mintákat 10 illetve 60 másodpercig maratva. Összesen 114 maratási kísérletet végeztünk el (ld. **4. ábra** és **2. táblázat**). A három mintát ugyanabba a kétkomponensű műgyanta korongba ágyaztuk be, így biztosítva legalább az anyagpárosításokra az azonos maratási paramétereket.

Minden maratást követően makro-fotót készítettünk a kapott felületi mintázatról. A fénykép elkészülte után, a következő maratás előtt a felületet P320-as dörzspapírral tisztára csiszoltuk. A fényképezés során tükörreflexes fényképezőgépet használtunk ügyelve arra, hogy a fényképek azonos körülmények (azonos fényviszonyok, azonos fényképezőgép-beállítások, azonos tárgy távolság, stb.) között készüljenek. A képeket táblázatba rendezve foglalja össze a **4. ábra**.

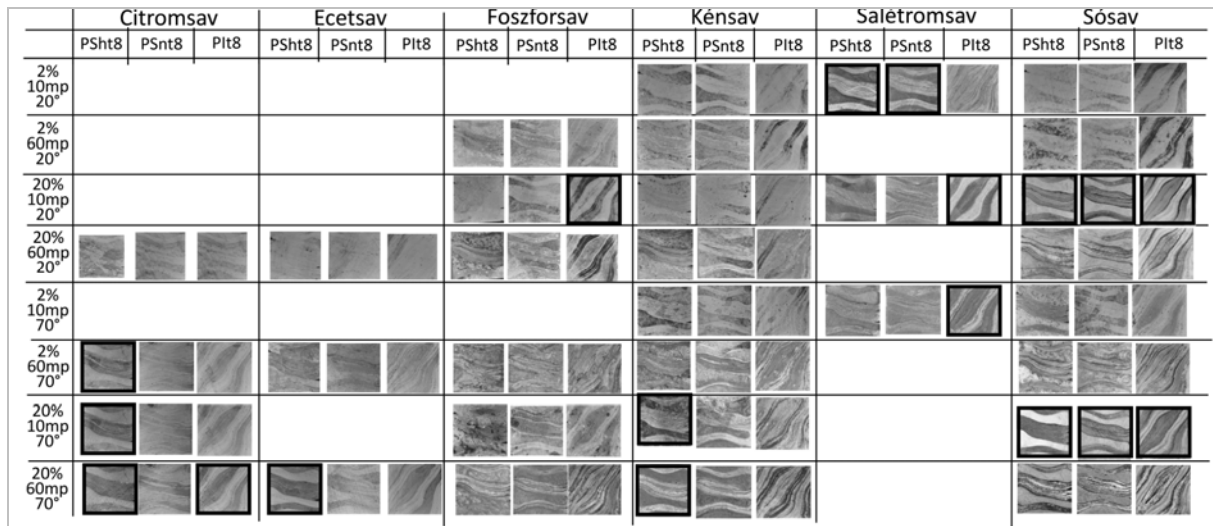
Az eredmények értékelése és következtetések

Az elkészült fotók alapján egymáshoz viszonyítva értékelni kellett a maratás után kapott felületi mintázat jellemzőit. Ahhoz, hogy objektív ragsort állíthassunk fel, két paramétert fogalmazzunk meg:

A paraméter: A világos és sötét rétegek közötti fényesség-különbség (kontraszt)

B paraméter: A rétegeken belüli világosság-homogenitást

Ezeket a paramétereket képfeldolgozó szoftver segítségével (Photoshop CS3) határoztuk meg minden fekete-fehérre konvertált képen. A szoftver segítségével a középső és az egyik szomszédos réteg közel teljes területén minden egyes képpont (kb. 150 000 képpont, ld. „Pixels” az **5. ábrán**) világosságát megmértük, a mért értékek átlagát (ld. „Mean” a **4. ábrán**) és szórását (ld. „StdDev” a **5. ábrán**) kiszámítottuk. A két réteg átlagos világosságának előjeles különbsége az *A paramétert* (ha a foszforvas réteg a sötétebb, akkor az előjel negatív), a rétegek világosságának szórásának átlaga pedig a *B paramétert* adta. Az *A* és a *B* paraméterre kapott értékeket a **2. táblázat** foglalja össze.



4. ábra: A maratott mintákról készült makro fotók.

Fig. 4.: Macro images of etched specimens.

2. táblázat: Az A és B paraméterek értékei az egyes fotókra

Table 2.: The parameter „A” and „B” for each macro photos of etched specimens

		Citromsav			Ecetsav			Foszforsav			Kénsav		
		PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt
2% 10mp 20°	A												
	B												
2% 60mp 20°	A												
	B												
20% 10mp 20°	A												
	B												
20% 60mp 20°	A												
	B												
2% 10mp 70°	A												
	B												
2% 60mp 70°	A												
	B												
20% 10mp 70°	A												
	B												
20% 60mp 70°	A												
	B												

		Citromsav			Ecetsav			Foszforsav			Kénsav		
		PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt	PSht	PSnt	Plt
2% 10s 20°C	A										11,8	34,9	6
	B										13,3	17,7	1
2% 60s 20°C	A							-38	-9,1	-22,9	1,9	13	2
	B							18,2	25,8	13,7	19,6	17,4	2
20% 10s 20°C	A	-	-	-	-	-	-	-6,4	31,5	40,1	-19,9	8,1	-
	B	-	-	-	-	-	-	11,8	19,7	19,3	10,6	16,6	1
20% 60s 20°C	A							-12,1	0,7	45,9	-28,2	31,3	1
	B							27,2	24,5	32,7	22,4	26,4	1
2% 10s 70°C	A										38,6	20,5	1
	B										23,7	20,9	2
2% 60s 70°C	A	-45,9	-17,9	-33,4	-26,2	-26,8	-12,7	-8,2	-2,6	3,2	4,6	-34,6	-2
	B	18,6	19,7	12,8	17,7	19,4	15,2	27,7	18,4	24	22	22,8	2
20% 10s 70°C	A	-52,6	-14,8	-34,1				-41,3	-33,7	-34,3	46,4	26,4	1
	B	18,1	20,5	12,5				32,1	22,9	16,5	18,4	21,7	2
20% 60s 70°C	A	-48,1	-26,1	-49,2	-57,3	-14,1	-23,4	21,2	14,9	-3,6	47,3	49,9	4
	B	15,1	23,2	15	10,5	18	14,7	23,8	21,4	31,5	15,9	20,6	1

Ezzel a módszerrel az elkészült képekhez két számot rendelhettünk. A mintázat markánságát akkor tekintettük elegendőnek, ha az *A* paraméter értéke abszolút értékben meghaladta a szubjektíven megválasztott 40-es értéket, a *B* paraméter pedig nem haladta meg a szintén szubjektíven választott 20-as értéket. Ennek megfelelően a 2. táblázatban a bekeretezett mezők tartalmazzák a kifejezetten markánsnak, kontrasztosnak tekinthető mintázatokat.

Ezek után már felállítható egyfajta rangsor a maratás után kapott felületi mintázatot illetően. A legmarkánsabb, legkontrasztosabb mintázatot a foszforsav és nemesített acél kombinációja, 20%-os töménységű, 70°C-os hőmérsékletű sósavval történő 10 másodperces maratás mellett eredményezi (az *A* paraméter kiugróan magas, 118.9-es értékű). A 20%-os sósav minden anyagpárosításra markáns mintázatot eredményezett 20°C-os és 70°C-os hőmérsékleten is.



5. ábra: A képpontok világossága (jobboldali hisztogram) az értékelt területen (a baloldali képen a sokszög alakú terület)

Fig. 5.: The brightness of the pixels (histogram on the right) on the analysed area (polygon on the left)

A sósav, mint említettük, a középkorban minden bizonnyal elvileg elérhető marószer volt, még ha nem is olyan könnyen, mint például az ecetsav, ezért nem valószínű, hogy gyakran használták. A szintén beszerezhető salétromsav, ugyancsak határozott mintázatot hozott létre, bár az egyes anyagpárosításokra vonatkozóan más-más maratási paraméterek mellett. A kénsav és a foszforsav csak néhány esetben, a citromsav és az ecetsav pedig egy esettől eltekintve kizárólag csak a foszforvas és nemesített acél anyagpárosítás mellett eredményezett markáns mintázatot. A korabeli kardkészítők minden bizonnyal a természetben könnyebben elérhető, relatíve gyenge savakat használtak rendszeresebben, mint például az ecetsavat, a megsavanyodott sört, a vizelet savtartalmát, a borkősavat, illetve a csersavat, amely az igen hatásos, kék-fekete színű sávokat eredményezi és egyfajta rozsdásodás-gátlásként is szolgált. Vizsgálatainkban természetesen a kor valószínűsíthető szakmai szokásai mellett a technológia minél szélesebb palettájának vizsgálatára is fókuszáltunk, így az akkoriban szintén elérhető, használható erősebb savakat is kiprobáltuk.

Az eredmények alapján érzékelhető, hogy milyen nagy tapasztalatra, empirikus tudásra, illetve szakmai örökségre volt szüksége a korabeli fémmegmunkálónak, hogy a lehető legjobb hatást érje el munkadarabján. Nem volt véletlen a kardkészítők nagy becsben tartása, munkájuk már-már mitikus felhangja.

Irodalom

ANSTEE, J.W. & BIEK, L. (1961): A Study in Pattern-Welding, *Medieval Archaeology* **5** 71–93.

ANTEINS, A.(1973): *Damasskaâ stal' w stranah bassejna Baltijskogo Morâ*, Riga, Izdatel'stvo Zinatne, 1–136.

BÖHNE, C. & DANNHEIMER, H. (1961): Studien an Wurmunklingen des frühen Mittelalters, *Bayerische Vorgeschichtsblätter* **26** 107–122.

BUCHWALD, V.F. (2005): *Iron and steel in ancient times*, Historisk-filosofiske Skrifter 29, København: Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab, 1–346.

DATTA, N. C. (2005): *The Story of Chemistry*. Universities Press, India, 1–475.

EDGE, D. & WILLIAMS, A. (2003): Some Early Medieval Swords in the Wallace Collection and Elsewhere, *Gladius* **23** 191–210.

FEHÉR, B. (2000): *Források a korai iszlám kardművesség történetéhez*, Pázmány Péter Katolikus Egyetem BTK, Piliscsaba, 1–108.

FORBES, R. J. (1970): *Short History of the Art of Distillation from the Beginnings up to the Death of Cellier Blumenthal*, Brill, Leiden, 1–405.

GILMOUR, B. (2007): Victims of crime? Ferrous technology and origins of two pattern-welded long swords from Durovernum Cantiacorum (Canterbury Kent), In: *Archaeometallurgy in Europe 2007*. Proceedings of the 2nd International Conference. Selected Papers. Aquileia, 17–21 June 2007,

Milano: Associazione Italiana di Metallurgia, 250–261.

GÖMÖRI, J. (2002): *Az Avar és Árpád-kori vaskohászat emlékei Pannóniában*, MTA VEAB, Sopron, 1–373.

HALMÁNYI, SZ. & RIEDEL, L. (1986): *Régi fegyverekről*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1–200.

HOŠEK, J., BERAN, V., KOMORÓCZY, B. (2011): The metallography of two Roman swords from Mušov, Czech Republic, In: A. Hauptmann, D. Moderessi-Tehrani, M. Prange (eds.), *Archaeometallurgy in Europe III – Abstracts*, Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum, 1–294.

HOYLAND, R.G. & GILMOUR, B. (2006): *Medieval Islamic Swords and Swordmaking*, Oxford: Gibb Memorial Trust, 1–200.

JONES, L.A. (1997): The Serpent in the Sword: Pattern-Welding in Early Medieval Swords, „*Park Lane Arms Fair Catalogue*”, 4 7–11.

JONES, L.A. (2002): Blade Construction and Pattern-Welding, In: PIERCE, I. G. ed., *Swords of the Viking Age*, Woodbridge: The Boydell Press, 145–151.

KARPENKO, V. & NORRIS, J.A. (2002): Vitriol in the History of Chemistry, *Chemické listy* 96 997–998, 1002.

LANG, J. & AGER, B. (1989): Swords of the Anglo-Saxon and Viking Periods in the British Museum: A Radiographic Study, In: CHADWICK HAWKES, S. (ed.), *Weapons and Warfare in Anglo-Saxon England*, Oxford University Committee for Archaeology Monograph 21, Oxford: Oxford University Committee for Archaeology, 85–122.

LANG, J. (2011): The Celtic Sword: a source of practical inspiration, In: J. Hošek, H. Cleere, E. Mihok (eds.), *The Archaeometallurgy of Iron. Recent Developments in Archaeological and Scientific Research*, Prague: Institute of Archaeology ASCR, Prague, 263–272.

MÄDER, S. (2001): Stähle, Steine und Schlangen. Zur kunst-, kultur- und technikgeschichtlichen Einordnung dreier Schwertklingen aus dem alamannischen Siedlungsraum, *PhD Thesis*, Humboldt-University, Berlin.

MAGNUSSON, M. & PALSSON, H. (1969): *The Laxdæla Saga*. Penguin Classics Book 218. chapter 30. pp. 272.

MARYON, H. (1960): Pattern-welding and Damascening of Sword-blades – Part I. Pattern-Welding, *Studies in Conservation* 5/1 25–37.

NEWMAN, W. R. (1991): *The Summa Perfectionis of Pseudo-Geber*, Brill, Leiden, 73–74.

PLEINER, R. (1993): *The Celtic Sword*, Oxford: Clarendon Press, pp 117–118, 125–126.

STILLMAN, J. M. (1960): *The Story of Alchemy and Early Chemistry*. Dover Publ. New York, 1–185.

TEOPHILUS P. (1847): *Theophili, qui et Rugerus presbyteri et monachi. Diversarum artium schedula*, [ford. HENDRIE, R.] George Woodfall and Son, London 1–447

TEOPHILUS P. (1986): *De diversibus artibus*, [ford. TAKÁCS V.] Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1–171.

THÅLIN-BERGMAN, L. (1979): Blacksmithing in Prehistoric Sweden, In: K. CALISSENDORFF, W. HOLMQVIST, Å. HYENSTRAND, I. SERNING, L. THÅLIN-BERGMAN, eds., *Iron and Man in Prehistoric Sweden*, Stockholm: LTs förlag, 99–133.

THIELE, Á. (2010): A kora középkori vaselőállítás technológiája a X. századi fajszi-típusú bucakemencében elvégzett próbakohósítások tükrében, In: PETKES Zs. ed., *Népvándorlások Fiatal Kutatóinak XX. Összejövetelének konferenciakötete* Budapest–Szigetalom, 2010. október 28–30.. Budapest, Magyarország, 2010.10.28-2010.10.30., 395–408.

THIELE, Á. & BÁN, K. (2010): A bucavaskohászat kora középkori technológiája a megvalósíthatóság tükrében. *Bányászati és Kohászati Lapok – Kohászat*, 143/2 7–12.

THIELE, Á., DÉVÉNYI, L. (2011): Rekonstrukciós kísérletek a 10. századi fajszi típusú bucakemencében, In: Dr. Csibi Venczel J., ed., *OGÉT 2011-XIX. Nemzetközi Gépészeti Találkozó Csíksomlyó, Románia*, 2011.04.28-2011.05.01. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 364–367.

THIELE, Á. (2011): Az ércről a vastárgyig - a bucavaskohászat metallurgiája, *Bányászati és Kohászati Lapok – Kohászat*, 144/1 2–5.

THIELE, Á. (2012): Smelting experiments in the early medieval fajszi-type bloomery furnace and the metallurgy of iron smelting, *Periodica Politechnica – Mechanical Engineering* 54/2 99–104.

TYLECOTE, R.F.; GILMOUR, B. (1986): *The Metallography of Early Ferrous Edge Tools and Edged Weapons*, BAR British Series 155, Oxford: B.A.R., 1–264.

WILLIAMS, A. (1977): Methods of Manufacture of Swords in Medieval Europe Illustrated by the Metallography of some Examples, *Gladius* 13 62, 75–101.

WILLIAMS, A. (2012): The Sword and the Crucible. A History of the Metallurgy of European Swords up to the 16th Century, *History of Warfare*, 77, London: Brill, 1–292.

WEISS, A. M. (2004): *Food in Medieval Times*. Greenwood Press, London, 1–288.

KÖZLEMÉNYEK

40. Nemzetközi Archeometriai Szimpózium (2014. május 19-23., Los Angeles)

40th International Symposium on Archaeometry (Los Angeles, 19-23rd May, 2014)

Abstract

You can read below a short review about the 40th International Symposium on Archaeometry, which was held in Los Angeles on 19-23rd May, 2014.

Kivonat

2014. május 19-23-a között Los Angelesben rendezték meg a 40. Nemzetközi Archeometriai Szimpóziumot. Az alábbiakban a tudományos fórum beszámolóját olvashatják.

KEYWORDS: ARCHAOMETRY, 2014, ISA, LOS ANGELES

KULCSSZAVAK: NEMZETKÖZI ARCHEOMETRIAI SZIMPÓZIUM, 2014, LOS ANGELES

2014. május 19-23-a között immáron 40. alkalommal került megrendezésre az archeometriai kutatások legnagyobb nemzetközi fóruma, az International Symposium on Archaeometry. Ezúttal Los Angeles fogadta be a világ minden tájáról érkező kutatókat. A szervezésen, illetve a konferencia helyszíneinek biztosításán a Getty Conservation Institute és a University of California, Los Angeles intézményei osztoztak. A két főszervező Dr. Ioanna Kakoulli (UCLA) és Dr. Marc Walton (Northwestern University, Chicago) volt.

A kövek, kerámiák, fémek, üvegek vizsgálata mellett teret kapott a bioarchaeológia, a távérzékelés, a lumineszcens kormeghatározás és a környezetrégészet témakörében elért legújabb eredmények ismertetése is. Két tematikus szekció is a program része volt, amelyek közül az egyik a bronzkor és a vaskor közti átmenetet, míg a másik az igazságügyi célú archeometriát vette górcső alá. Ez utóbbi egy igen hosszú és tartalmas vitát váltott ki a résztvevők körében a műtárgyak tulajdonjogát illetően. Bár megnyugtató végeredmény nem született, maga a kérdésfelvetés igen hasznosnak bizonyult.

A résztvevők nagy többsége az észak-amerikai és nyugat-európai térségből jött, ám erről hivatalos statisztikát a szervezők nem készítettek. Fontos kiemelni, hogy nem egy kutató más ország egyetemén, intézetében dolgozik, így a regisztrációkor ezt az intézményt adta meg. Az előadások és a poszterek esetében is megfigyelhető volt, hogy a közel-keleti és a dél-amerikai lelőhelyek, leletek feldolgozása élvezte a legmagasabb prioritást. Ezt az antik görög-római területek követték. A korszakok közt az őskor dominált. Magyarország három régész mesterszakos hallgatóval (mindhárman a Szegedi Tudományegyetemről) és egy aranypénzről szóló, teljesen hazai szerzők által készített poszterrel képviseltette magát.

A bemutatott tudományos munkák arányait az alábbi grafikonon ábrázolhatjuk (**1. ábra**).

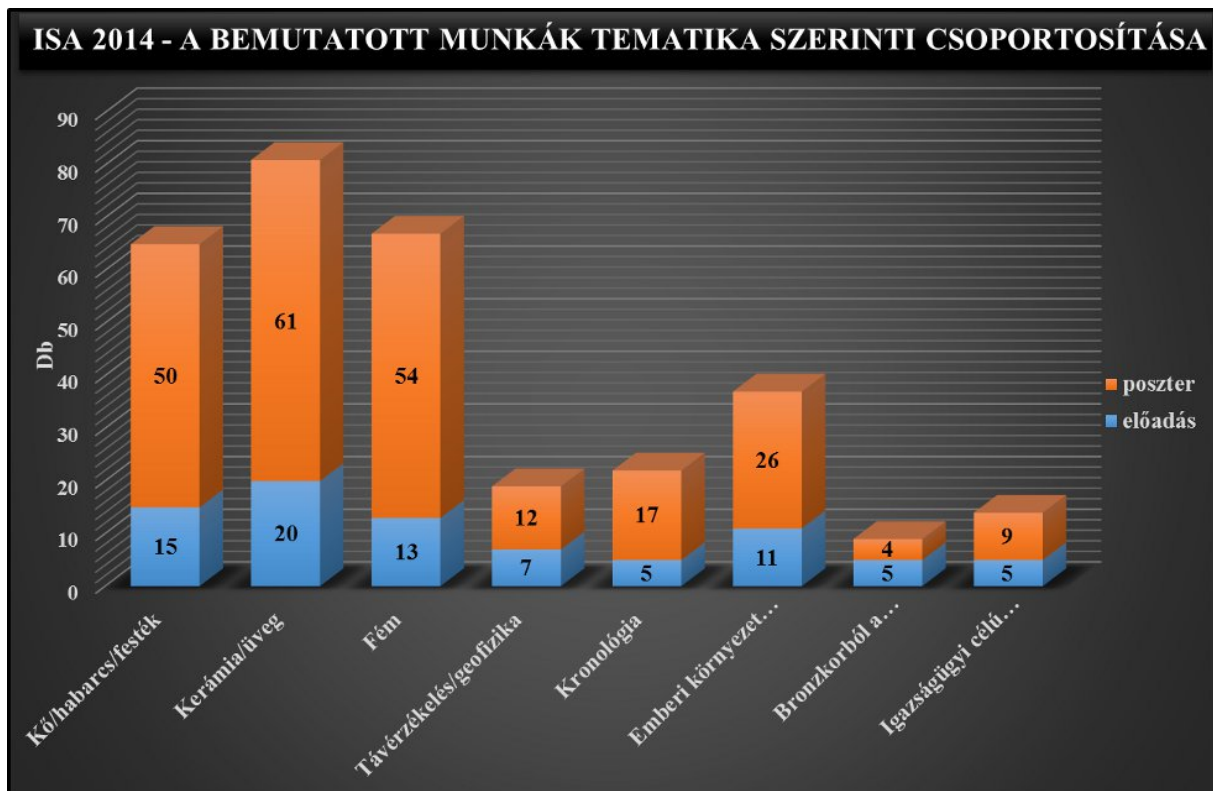
A szimpózium során több fontos, új változást is bejelentettek. A kétévenkénti rendezés tradíciója megmarad, a helyszínek tekintetében azonban az eddigi rendszer megszüntetésre került. A Los Angelesben tartott szavazás alapján a következő helyszín a görögországi Kalamata lesz, ám mostantól a világ bármely pontjáról, megkötések nélkül lehet pályázni rendezőnek. Kiemelendő, hogy a konferencián elhangzott, bemutatott kutatási eredmények publikálására mostantól egy új, ingyenesen elérhető elektronikus folyóirat, a *Science and Technology of Archaeological Researches* (STAR) indul. Ennek létrehozásában részben a konferenciakötetek kiváltásának igénye is szerepet játszott.

A konferencia absztraktkötete az alábbi címen érhető el: <http://www.archaeometry2014.com/wp-content/uploads/2014/05/ISA-2014-Program-and-Abstracts-Book-Online.pdf>

Nagy Zsolt Dezső

Herman Ottó Múzeum, Miskolc, Szegedi Tudományegyetem, Szeged

email: zsoltdezsonagy@gmail.com



1. ábra: A 40. Archeometriai Szimpózium előadásainak és posztereinek tematikus megoszlása

Fig. 1.: Distribution of posters and lectures on ISA 40 by main thematical groups