

THE ITALIAN OBSIDIAN SOURCES

GIULIO BIGAZZI¹ -- MASSIMO ODDONE²--GIOVANNA RADÌ³

¹Institute of Geosciences and Earth Resources, C.N.R., Via G. Moruzzi 1, 56124 Pisa, Italy. Ph: +39 050 3152283, e-mail: g.bigazzi@igg.cnr.it

²Institute for Energetics and Interphases, C.N.R., and Department of General Chemistry, University of Pavia, Viale Taramelli 12, 27100 Pavia, Italy. Ph: +39 0382 987334, e-mail: oddone@unipv.it

³Department of Archaeological Sciences, University of Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa, Italy. Ph: +39 050 2215815, e-mail: radi@arch.unipi.it

Kivonat

Európában az obszidián igen ritka nyersanyagának számít, összehasonlítva más területekkel, például a Közél-Kelettel. Az olasz obszidián nyersanyagforrások négy vulkáni komplexumban találhatóak meg, Szardínia, Palmarola, Lipari és Pantelleria szigetén. A szerzők áttekintést adnak a nyersanyagforrások geológiai, régészeti és archeometriai kutatásáról.

Az olasz obszidián források archeometriai vizsgálata igen korán megindult (optikai emissziós spektroszkópiai (OES) módszerrel), a tényleges elkülönítést azonban megbízhatóan a hetvenes, nyolcvanas évek vizsgálatai alapozták meg, neutron aktivációs analízis (NAA) és röntgen-spektroszkópia (XRF) segítségével. A továbbiakban izotóp-összetétel vizsgálatokkal, geokronológiai módszerekkel is sikerült a nyersanyagforrásokat jellemezni, többek között hasadási nyomvonal detektálás (FT) segítségével. A hatékony elkülönítésre több módszer együttes alkalmazásával van lehetőség.

A szerzők vizsgálják az obszidián régészeti elterjedését is, nyersanyagforrásonként és kronológiai periódusonként valamint kitérnek a jellemző eszköztípusokra.

Introduction

In Europe obsidian is a very rare material, in comparison with other sectors of Earth, such as, for example, the adjacent Near East. In Western Europe obsidian workable by prehistoric men was recognised only in four volcanic complexes, located in the Italian islands of Sardinia, Palmarola, Lipari and Pantelleria. Exploitation of all these source areas for tool making is well documented.

Description of the sources

Mt. Arci, Sardinia.

The Sardinian obsidians were studied since the 19th century (de la Marmora, 1839 - 1840). Although several authors reported information on these glasses, it was only in the 1970's that an exhaustive geological study of the Sardinian obsidian bearing volcanism was published (Assorgia et al., 1976). More recently detailed fieldwork aimed to enhance knowledge of the sources containing workable obsidians was carried out by Tykot (1992). The Mt. Arci volcanic complex is located in the hinterland of the gulf of Oristano, in western Sardinia. Morphologically, Mt. Arci is an elongated basaltic shield extending for ~ 28 km with north - south trending and reaches an elevation of 812 m. The volcanic activity developed during two cycles, in Oligo-Miocene and Pliocene. The volcanic series of the latter cycle

cover Miocene marine deposits and can be grouped in four phases (from bottom to top):

- 1: rhyolitic flows
- 2: dacites and andesites
- 3: trachytes and trachyrhyolites
- 4: basalts.

Acidic lavas belonging to the first phase are very thick flows, sometimes vesicular, lithoid or transitional to perlite-obsidianaceous facies (Assorgia et al., 1976) and cover relatively large areas (**Fig. 1**). Several obsidian-bearing perlite outcrops are scattered over these volcanic rocks. North-east of the town of Uras perlites outcrop along the Riu Cannas valley. Below the Conca Cannas peak a perlite face with numerous obsidian block beds is exposed in an abandoned quarry (Uras quarry). This is probably the place where the best quality glass of Mt. Arci can be collected nowadays.

Northwest of Conca Cannas, a larger perlite outcrop extends at Su Paris de Monte Bingias. In this area only small pieces of obsidian can be found in situ. However, according to Francaviglia (1984) larger pieces tens of centimetres in size can be found along the creeks which cross the Su Paris de Monte Bingias perlites. Northward, obsidian-bearing deposits distribute over the west flank of the Mt. Arci massif. Obsidian blocks of various sizes, from few cm up to several tens of cm, can be found at various localities between Brunco Perda Crobina, Cucru Is Abis and Punta su Zippiri.

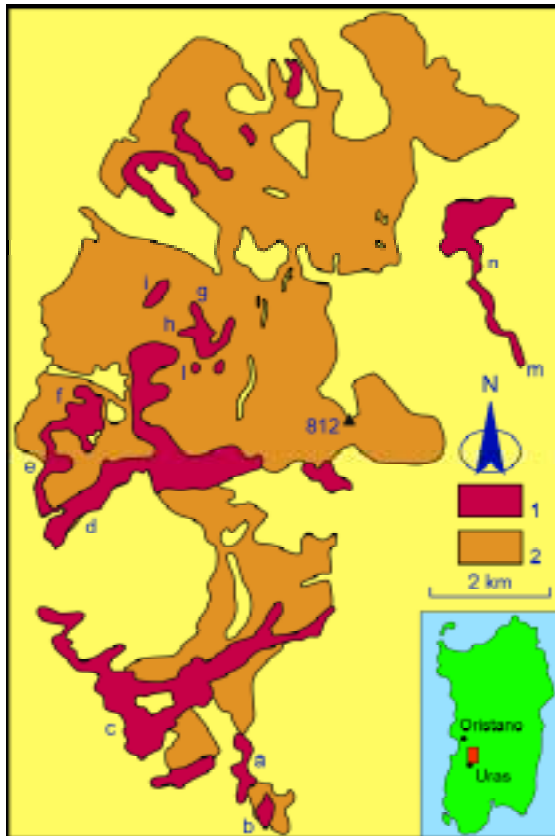


Fig. 1. Simplified geologic sketch map of the Mt. Arci volcanic complex showing the acidic lavas belonging the first phase of the Pliocene volcanism. 1: perlite and obsidian; 2: rhyolite and rhyodacite.

a: Conca Cannas (type SA obsidian); b: Uras quarry (SA); c: Su Paris de Monte Bingias; d: Bruncu Perda Crobina (SB2); e: Seddai (SB2); f: Cucru Is Abis (SB2); g: Punta Su Zippiri (SB1); h: Cuccuru Porcufurau (SB1); i: Punta Nicola Pani (SB1); l: Monte Sparau (SB1); m: Punta Pizzighino (SC1); n: Perdas Urias (Sc1, SC2). (Redrawn, after Assorgia et al., 1976).

In the north-eastern side of Mt. Arci, obsidians can be found in situ near Punta Pizzighino, in the Perdas Urias source area, where redeposit obsidian blocks can be found at various localities.

Other minor perlitic or pyroclastic deposits containing small pieces of obsidian not useful for tool making are scattered through the Mt. Arci volcanic complex.

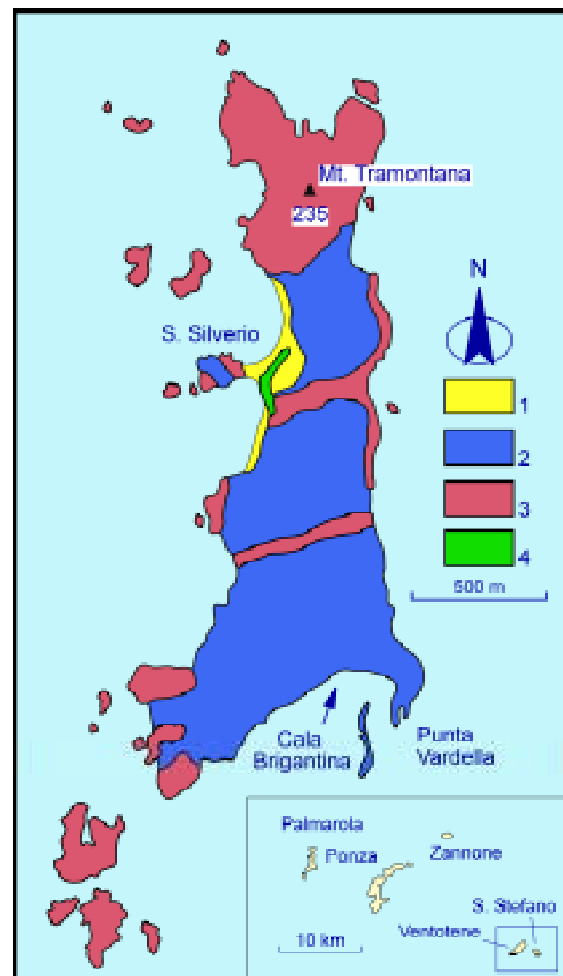
Montanini and Villa (1993) using the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method established that the Pliocene volcanic activity of Mt. Arci developed during a very short time span - between 3.24 and 3.16 Ma. These authors stated that K-Ar data previously published by various authors (between 3.8 ± 0.3 and 2.7 ± 0.2 Ma, see Montanini and Villa, 1993, and references therein) were unreliable because of excess of Ar. Previous fission-track (FT) ages of obsidians were much older (5.57 ± 0.53 - 4.59 ± 0.28 Ma, Bigazzi

et al., 1976), whereas more recent determinations yielded ages which are in better agreement with those measured using the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method (3.59 ± 0.22 and 3.50 ± 0.21 Ma, Bellot-Gurlet et al., 1999).

Palmarola

Palmarola is the westernmost island of the Pontine archipelago, located around 35 km west of the Italian coast, approximately at the latitude of Naples ($\sim 41^\circ$). All the five islands of this archipelago have a volcanic origin and, by a geographical and geological standpoint, can be divided into two groups: (1) Ponza, Palmarola and Zannone (Pontine Islands *sensu stricto*), and (2) Ventotene and S. Stefano. Only in the Palmarola Island volcanic glasses useful for tool making were recognised (Buchner, 1949). In this island are present various lava domes. One of them forms Mt. Tramontana, the northernmost headland of Palmarola (Figs. 2, 3).

Fig. 2. Geologic sketch map of the island of Palmarola. (1): post-middle Pleistocene deposits. (2): Submarine hyaloclastic facies. (3) Lithoidal cores of the feeder dykes. (4): Pliocene clay sediments. (Redrawn, after De Rita et al., 1986).



**Fig. 3.**

The island of Palmarola seen from the island of Ponza. From the left (South) end are visible the two stacks located south of the south-western pit of the island, the Cala Brigantina cliff and then Punta Vardella. On the right end (North) it is visible the Mt. Tramontana dome.

Obsidian flows are found in the southern side of Mt. Tramontana (235 m), in a domal crust that transects the island (Francaviglia, 1984). This is the only in situ obsidian of Palmarola.

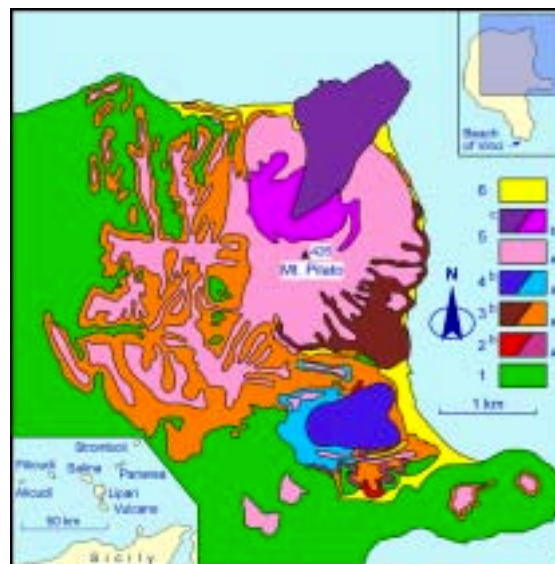
In the southern part of the island abundant obsidian pieces are found in a detrital deposit which covers large areas and reaches Punta Vardella, the south-eastern tip of Palmarola, and the top of the cliff of Cala Brigantina. According to Buchner (1949), the presence of this wide detrital deposit implies the existence of a disappeared rhyolitic dome. Numerous detrital obsidian pieces are found also in other deposits along the east coast of Palmarola and along the coasts surrounding Mt. Tramontana. Although this island was scantily inhabited, human activities determined significant morphological changes, mainly due to the terracing made for agricultural purposes in the second half of the 18th century, especially in the southern side: this may be at least partially responsible for the disappearance of obsidian outcrops.

Belluomini et al. (1970) published an age of 1.60 ± 0.20 Ma for the Mt. Tramontana obsidian. Recent analyses of the Mt. Tramontana and Punta Vardella obsidians yielded FT ages of 1.57 ± 0.21 and 1.69 ± 0.10 Ma, respectively (Bellot-Gurlet et al., 1999).

Lipari

Lipari is the largest island of the Aeolian Archipelago, composed by seven volcanic islands - Stromboli, Panarea, Alicudi, Filicudi, Salina, Lipari itself and Vulcano, located some tens km north of eastern Sicily. Following Pichler (1980) volcanic activity developed during various phases, since upper Pleistocene up to historical times. During the last two phases, (1) Late Würm II, Würm III and IV (approximately between 40,000 and 10,000 a) and (2) Holocene, multiple eruptions produced large amounts of pumice deposits and impressive lava flows. Alkali rhyolites and rhyolites belonging to the older of these two phases cover large areas of the southern part of the island, whereas those

erupted during the youngest one cover almost the whole north-eastern part of Lipari (**Fig. 4**).

**Fig. 4.**

Geologic sketch map of the north-eastern part of the island of Lipari showing volcanic units belonging to the youngest phase of volcanic activity ($< 10,000$ a). (1): deposits from the previous volcanic periods. (2) Canneto Dentro VSU, (a) tephra, (b) lava flow. (3): Gabelotto - Fiume Bianco VSU, (a) Gabelotto - Fiume Bianco tephra, (b): Pomiciazzo lava flow. (4): Forgia Vecchia VSU, (a): tephra, (b): lava flow. (5): Mt. Pilato - Rocche Rosse VSU, (a) Mt. Pilato tephra, (b): Rocche Rosse tephra, (c) Rocche Rosse lava flow. (6): recent and present-day sediments. (Redrawn, after Cortese et al., 1986).

The volcanism corresponding to the older phase does not bear obsidian, with the exception of the dome which represents the southernmost part of Lipari. Obsidian flames can be found on the wall of the cliff which overhangs the beach of Vinci, in front of the island of Vulcano.



Fig. 5. View of the historical obsidian flow of Forgia Vecchia, Lipari Island.

Obsidian pebbles few centimetres in size can be found also in the beach itself. No documentation exists about prehistoric exploitation of these glasses, which have a FT age of $\sim 30,000$ a (Arias et al., 1986a).

During the last phase formed the three main obsidian flows of Lipari, named Forgia Vecchia (**Fig. 5**), Pomiciazzo and Rocche Rosse. The latter flow, which represents the north-eastern pit of the islands, is one of the most majestic volcanic edifices of Europe and attracted several scientists since the 18th century. Following Cortese et al. (1986) which performed a detailed study of the geology of the rocks of the north-eastern side of Lipari for reconstructing the youngest phase of the effusive volcanic activity of the island, the deposits of this area can be grouped in four volcano-stratigraphic units (VSU). The stratigraphic sequence is shown in **Fig. 4**.

From archaeological point of view, only the Pomiciazzo and Canneto Dentro flows are important, because Forgia Vecchia and Rocche Rosse formed during the most recent effusive volcanic activity of Lipari, in historical times. Buchner (1949) had already observed that these two flows were much younger than the first ones. This author had also hypothesized that absence on these flows and their proximities of obsidian splits attributable to prehistoric exploitation might indicate that they were too young. ^{14}C ages

(between 4810 ± 60 a and 1220 ± 100 a, Keller, 1970) of a paleosol containing obsidian tools where the upper tephra rest, and two low precision ages determined using the FT dating method - 1400 ± 450 a for Rocche Rosse and 1600 ± 380 a for Forgia Vecchia (Bigazzi and Bonadonna, 1973) - confirm this hypothesis. Pichler (1980) indicates for these flows an approximate age of 1400 a, and reports that the ashes that had preceded their effusion had covered the Greek-Roman necropolis of Lipari. Therefore, the only obsidian flow of Pomiciazzo - as well as minor occurrences located in the north-eastern side of the island, such as the Canneto Dentro flow quoted above - are the only potential natural sources that might have been exploited by our ancestors. In addition, numerous obsidian blocks of various sizes can be found in the large pumice deposits of the last volcanic phase. Blocks from the oldest ones might have been used for tool making. Bigazzi and Bonadonna (1973) determined a FT age of 11400 ± 1800 a for the Pomiciazzo flow (called Gabelotto by these authors). Few years later Wagner et al. (1976) published for this flow an age of 8600 ± 1500 a, obtained using the same technique. A further FT age determination - 8600 ± 1600 a - is reported by Arias et al. (1986b). Identification of the real ancient obsidian extraction places is an arduous task, as north-eastern Lipari is mostly covered by the more recent volcanic rocks. However, in the creek deposits of the narrow Gabelotto valley (**Fig. 6**) which marks the southern boundary of the Pomiciazzo flow innumerable obsidian tools can be found.



Fig. 6. View of the southern margin of the obsidian flow of Pomiciazzo, engraved by the narrow Gabelotto valley.

In the Aeolian archipelago, obsidians can also be found in two flows which outcrop on the flanks of the volcano of the homonymous Vulcano Island, adjacent to Lipari. Also these obsidians are from historical eruptions and were thus unavailable to prehistoric men.

Pantelleria

Pantelleria (**Fig. 7**) is a small island located in the Sicily Channel, about 90 km east of Cap Bon, Tunisia, which is exclusively formed by volcanic rocks. This island is very well known by geologists and petrologists, because it is the type locality of peralkaline acid rocks that constitute the very great part of the outcropping rocks. Typical of Pantelleria are the green obsidians known as pantellerites, which cover large areas. These obsidians can be easily distinguished by the other European obsidians, as well as by most of those of the Near East, for their peculiar colour.



Fig. 7. Sketch map of the island of Pantelleria. (1): pre-caldera rocks where pantellerites useful for tool making can be found. (Redrawn, after Villari, 1974).

The volcanic activity in this island developed during two main cycles (Villari, 1974). The first cycle ended with the formation of a large dome that constitutes "Montagna Grande" (big mountain), with an elevation of 836 m, located in the centre of the island and with the subsequent formation of a large caldera around Montagna Grande, more than 6 km in diameter. After the caldera collapse, the volcanic activity started again with the eruption of

the typical green ignimbrite which covered almost 50% of the surface of the island (approximately 50,000 a, Civetta et al., 1984). Multiple eruptions produced large amounts of pantellerites both during the first as well as during the second cycle. However, most of these obsidians, especially those of the second cycle (post-caldera pantellerites) are not useful for tool making, as they break into small fragments.

The well known Balata dei Turchi flow which constitutes the southern pit of Pantelleria was the main extraction place of raw material during prehistoric times. However, obsidian flames and minor occurrences can be found in the pre-caldera sequence, such as at Salto della Vecchia and near the lake named Bagno dell'Acqua (**Fig. 7**). FT ages between $127,000 \pm 15,000$ and $141,000 \pm 17,000$ a and two FT ages of $71,000 \pm 8,000$ and $73,000 \pm 9,000$ a have been determined for glasses from Balata dei Turchi and Fossa della Pernice (near Bagno dell'Acqua), respectively (Arias-Radi et al., 1972, Arias et al., 1986b).

Characterisation of Italian obsidian sources

Since early 1960s (Cornaggia-Castiglioni et al., 1962, 1963) characterisation studies of Mediterranean obsidians were performed in order to discriminate the potential natural sources of raw material used for tool making and to identify the provenance of artefacts. Whereas the common chemical wet analysis of major elements did not turn to be an efficient method for full separation of the Mediterranean sources, Cann and Renfrew (1964) proved that the trace elements chemical composition determined using optical emission spectroscopy could be a more powerful tool for differentiating these sources. However, it was during the 1970s and 1980s that further research on the characterisation of the Mediterranean obsidians using neutron activation analysis (NAA) and X-ray fluorescence (XRF) produced an abundant data-set on their chemical properties (Hallam et al, 1976; Shelford et al., 1982; Francaviglia, 1984, Bigazzi et al., 1986). Using these techniques authors were able to identify the volcanic complexes where artefacts originated from, as well as to prove that more than a unique obsidian occurrence had been exploited in the Mt. Arci source. Hallam et al. (1976) identified three different chemical groups based on artefacts analysis - SA, SB and SC - they were not able to attribute to specific occurrences, excepted that for SA (Conca Cannas), the only geological source they had analysed.

More recently, a significant contribution to a better knowledge of the Mt. Arci obsidian occurrences and of their chemical properties was given by Tykot (1992, 1996, and 1997). Based on systematic

fieldwork and numerous analyses using electron microprobe analysis, ICP mass spectrometry (ICP - MS), XRF and NAA this author reached a full chemical characterisation of the Sardinian sub-sources. The conclusion of Tykot's research is that there are five chemical groups corresponding to meaningful source groups of workable glass in the Mt. Arci area. These groups are as follows (Fig. 1; Tykot, 1997):

SA: Conca Cannas

SB1: Cuccuru Porcufurau, Punta Nigola Pani, Punta Su Zippiri and Mt. Sparau

SB2: Cucu Is Abis, Seddai and Bruncu Perda Crobina

SC1: Punta Pizzighinu and secondary deposits near Perdas Urias

SC2: Secondary deposits near Perdas Urias.

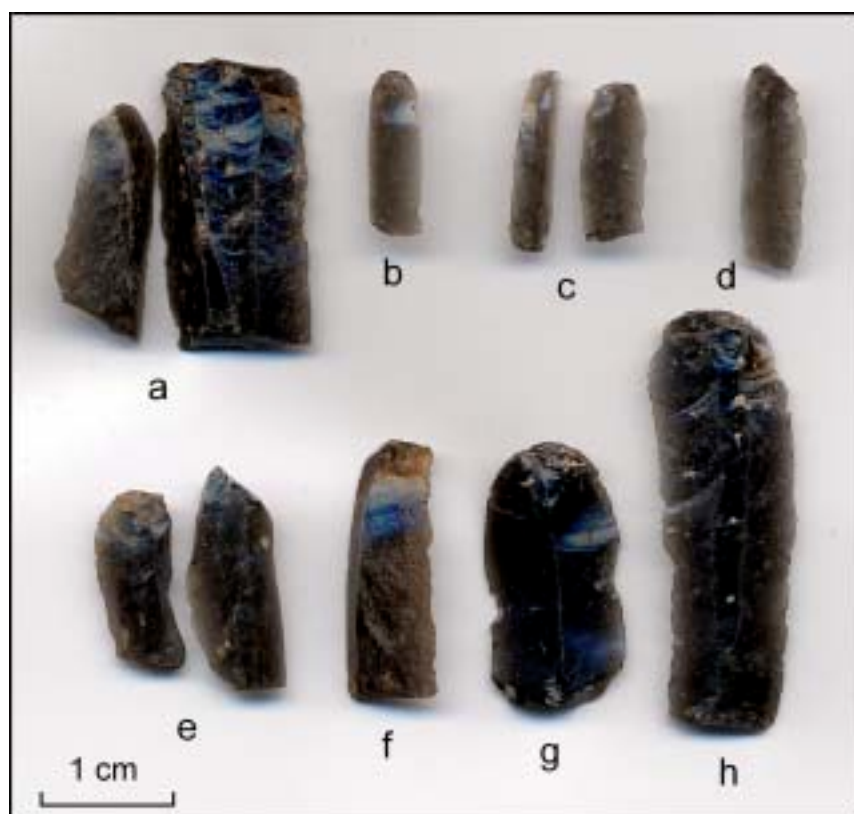


Fig. 8.

Artefacts originated from the Lipari Island found in Italian Neolithic sites.

a: Filicudi (Aeolian Archipelago, Diana culture),

b: Settefonti (Abruzzi, Late Neolithic),

c: Ripoli (Abruzzi, Middle Neolithic B),

d: Catignano (Abruzzi, Middle Neolithic A),

e: Grotta della Trinita (Apulia, Middle Neolithic B),

f: Grotta del Leone (Tuscany, generic Neolithic - Copper Age),

g: Monte Aquilone (Apulia, Early Neolithic B),

h: Serra d'Alto (Lucania, generic Neolithic).

Other techniques for differentiating Mediterranean obsidians were also tested. Gale (1981) proved that combination of strontium isotopes and strontium and rubidium contents could be successfully used to discriminate the Mediterranean sources. Less promising turned to be the application of Mössbauer spectroscopy (Longworth and Warren, 1979; Aramu et al., 1983) and the use of magnetic parameters (McDougall et al., 1983). Contrary to the conclusions of Longworth and Warren (1979) and Aramu et al. (1983), recently Scorzelli et al. (2001) have shown that also the Mössbauer spectroscopy could be an efficient tool for discrimination of Italian sources.

Another approach that was used since early seventies for provenance studies of Italian obsidians is the determination of their geological age using the FT dating method (Arias-Radi et al., 1972; Bigazzi and Bonadonna, 1973). As FT dating is based on different parameters (age and track

densities), this method is considered an efficient technique complementary to the more popular approaches based on chemical composition studies. However, whereas FT dating is an ideal method for differentiating the Italian source areas, often it can not point to specific obsidian occurrences. In many volcanic complexes obsidians were erupted during short time spans. FT dating has not enough resolution to easily discriminate among flows whose age difference is small in comparison with their age itself. For this reason, the Mt. Arci obsidians as well as those from Palmarola can not be differentiated by their FT ages. On the contrary, this technique fully discriminates those of the Pomiciazzo flow from those of the Vinci beach and from the historical flow and the two dated flows of the young islands of Lipari and Pantelleria, respectively. However, the FT method discriminates the Mt. Tramontana and the Punta Vardella obsidians. Although they have

indistinguishable ages, they show different track densities. The Mt. Arci obsidians are divided into two main groups based on track densities. Those of chemical groups SA and SB1 and SB2 have higher U contents than those of groups SC1 and SC2. Therefore obsidians from the latter groups show lower track areal densities.

Bigazzi et al. (1986) claimed that a multidisciplinary approach may be a very efficient tool for obsidian provenance studies.

Geographical distribution of raw material from the Italian obsidian sources during Neolithic

An exhaustive review on prehistoric circulation of Italian obsidians, integrated by new analyses made by the author himself, has been published by Tykot (1996). In this section we mainly refer to this article which includes also a rich reference list, as well as to the review on provenance studies of Italian artefacts using the FT method published by Bigazzi and Radi (1998), integrated by new unpublished determinations made by the same authors.

In western Mediterranean prehistoric sites only the Italian sources are virtually represented. Since this statement is based on numerous analyses, referring to sites distributed everywhere in Italy and southern France and referring to a large time interval, it is reasonable to conclude that penetration of non-Italian raw material, when occurred, was a sporadically event. An exception is the identification made, in the outskirts of the Italian sector, of some artefacts originated from Carpathian sources at Grotta della Tartaruga (Trieste) (William-Torpe et al., 1979), together with glasses from Palmarola and Lipari, and at Sammardenchia (Udine), together with artefacts from Lipari (Pessina and Muscio, 1998, Pessina, 1999).

Puxeddu (1958) published an early review on more than 300 Sardinian sites, including numerous extraction places and workshops on the Mt. Arci area, which illustrates the wide use of obsidian made in prehistoric Sardinia. Tykot (1996) has shown that type SA, SB and SC obsidians distribute with different frequencies in different sectors of the island. Whereas in northern Sardinia type SB is more abundant than SA, in the southern part it is very rare. Frequency of type SC is substantially constant. These evidences can be explained by geographical criteria. However, other evidences appear hardly to be explained, such as the relatively low frequency of type SB in the Oristano area sites, for which the SB obsidians are the closest. Contrarily to one could expect, type SB obsidian is about twice more frequent in northern

Corsica than in southern Corsica. Tykot (1996) suggests that chronology may provide some of the explanation. Results referring to Sardinian and Corsican sites indicate that type SB obsidian is more abundant in Early Neolithic, but its use decreases in Middle and Late Neolithic. Therefore, frequency in a given site of a type of glass may be related with the age of the site itself, rather than with its geographical position.

From Corsica Mt. Arci obsidians distributed in the Tuscan Archipelago and, using this natural bridge, reached the western coast of Italy since Early Neolithic (Pianosa, Casa Querciolaia, Podere Uliveto, Tuscany - the region with most frequent overlapping of the three Italian main sources - and Suvero and Arene Candide, Liguria, Impressed Pottery sites). From the coastal areas it crossed the Apennines and distributed in the whole Po river valley up to the south slope of the Alps. Following a north-western trade way, it widely diffused in Liguria and southern France as far as the Spanish border in advanced phases of Neolithic. In southern France the obsidian from Lipari is predominant during central phases of Neolithic (specially, the Square Mouth Pottery culture). The Sardinian glasses, which are represented in most Lagozza culture settlements, become predominant in Chassean sites. It is not clear the reason for which in southern France such as in some sites of northern Italy the type SA glass is widely predominant in comparison with SB and SC glasses.

Southward, Sardinian obsidian diffusion was almost limited: the southernmost site with documented presence of this glass is Ischia di Castro, northern Latium.

As expected, considering the size of the island and the amount of obsidian available, exploitation of the Palmarola obsidians has been more limited in comparison with Mt. Arci and Lipari glasses. Nevertheless, recently it was realised that the diffusion area of this obsidian is somewhat larger than considered before. Its knowledge since archaic Impressed Pottery Culture was already proved. Analyses of artefacts indicate an almost intense exploitation during central and southern Italian Impressed Pottery Culture, with a relatively wide distribution network which involved the Tyrrhenian regions and islands as well as some areas of the Po river valley and southern France (Vaquer, 2003). In the archaic sites of La Marmotta, Latium (Fugazzola Delpino et al., 1993), Colle S. Stefano, Abruzzi, and Faenza - Fornace Cappuccini, Romagna (Bermond Montanari et al., 1994), the obsidian assemblage is composed only by glasses from Lipari and Palmarola. The latter consists of a remarkable aliquot.

Several internal sites in the Italian peninsula prove continuity of use of this material during whole

Neolithic as well as an eastward expansion trend to the Adriatic coastal regions. It reached also areas located at long distance, such as western Liguria, the surroundings of Trieste, the Ionian slope of Calabria, even though it was identified here only in one site. Recently Salotti et al. (2000) identified an artefact from Palmarola also in northern Corsica, at the Castiglione site. This is the unique non-Sardinian obsidian found in this island. Except the oldest settlements of western Liguria (and, obviously, in Corsica), where also the Sardinian sources are represented, in most sites the Palmarola obsidian is association with that one from Lipari. FT data revealed that even though to a minor extent compared with the glasses that can be found along the coast of the island, also the Mt. Tramontana glass was exploited.

The more recent settlements yielded a progressively reduced aliquot of Palmarola obsidian, in relationship with the Lipari glass, which appears to become prevalent, in terms of extension of trade and amount of material.

The identification of artefacts originated from Lipari also in southern Italian archaic cultures (Torre Sabea, Campi Latini and Fontanelle, south-eastern Apulia) documents knowledge of the Aeolian glass since Early Neolithic at least. Moreover, the identification made of a Liparian artefact in a Mesolithic level at Perriere Sottano, Sicily, for which two ^{14}C age determinations are available (8700 ± 150 BP and 8460 ± 70 BP, Aranguren and Revedin, 1998), suggests knowledge by our ancestors of the Lipari raw material since the eruption of the Pomiciazzo obsidian flow (~ 8500 a BP). This surprising result has to be regarded with caution at the present stage, as it is based on a unique finding.

Lipari became the most important source in western Mediterranean area. It is documented in the whole Italian peninsula, and in the southernmost regions it appears virtually exclusive (**Fig. 8**). North of the Apennines, Lipari is widely

Fig. 9. Distribution of obsidian from the four Italian sources during (a) the archaic phases of Neolithic, (b) in Middle Neolithic and (c) in Late Neolithic (based on Bigazzi and Radi, 1998). During the Impressed Pottery Early Neolithic, The Lipari obsidian is predominant in southern Italy. In the central regions diffuses the Palmarola obsidian, somewhere in association with the Lipari obsidian. The Mt. Arci source is represented, somewhere in association with the Palmarola glass, in the northern part of the Tyrrhenian coastal areas, in the islands and in Liguria. With the Painted Pottery and Square Mouth Pottery cultures, the Lipari obsidian becomes prevalent in most regions of Italy, with some association with Palmarola (in the central - south regions) and Sardinian (to the north) obsidians. During the last phases of Neolithic, persists a certain association of the Lipari glass with that one from Palmarola in the sites related to the Diana culture, whereas in the Chassean in southern France and northern Italy the Sardinian obsidian is predominant, the only exception being Arene Candide (Liguria).

documented up to the Alpine regions and diffused westward through Liguria and Mediterranean France. In these regions the Lipari glass was widely distributed during Neolithic central phases, especially in Square Mouth Pottery culture sites.

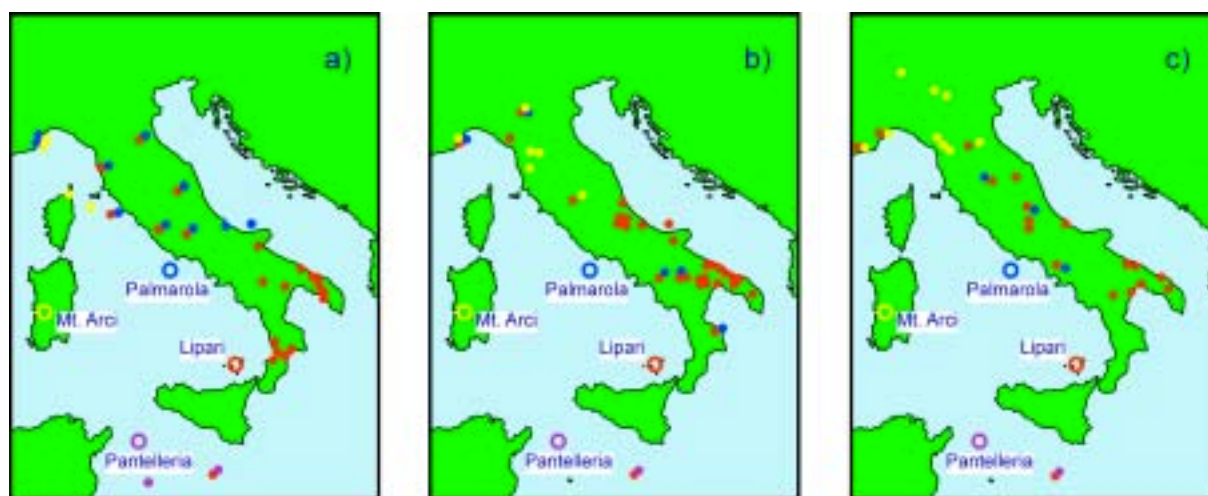
As mentioned before, more recently in some areas the Mt. Arci obsidian appears to replace it, in connection with southern French Chassean and Lagozza cultures. This connection is documented in Tuscany also (Neto di Bolasse, Podere Casanuova, Grotta dell'Onda, Grotta del Leone - Agnano).

Exploitation of the Pomiciazzo (or Gabelotto) obsidian flow is well documented. However, on microscopic visual characteristics of many glass artefacts, it is very probably that other unidentified extraction places were also used. Unfortunately, neither chemical composition nor FT dating can discriminate between the older obsidians of the last volcanic phase of Lipari.

None of the artefacts analysed using the FT method originated from the older obsidian of the southernmost part of the island.

The Pantelleria glass appears to have been used in a restricted area of the Mediterranean Sea. This glass is well documented in the settlements of the island of Lampedusa (~ 150 km S-SE of Pantelleria) and, with the obsidian of Lipari, at Malta (~ 200 km SE of Pantelleria). It reached also Sicily and northern Africa, where also the Aeolian glass is documented. In general the analysed artefacts originated from the Balata dei Turchi flow, but some artefacts have shown different FT ages (Arias-Radi et al., 1972) which suggest the use of another source at least.

Correlation of artefacts with their natural sources determined using the FT method for different phases of Neolithic are shown in **Fig. 9**.



Although exploitation of the Italian sources began in the early phases of Neolithic, it is noteworthy that the oldest traces of human activities in the islands of Lipari, and, specially, Palmarola and Pantelleria, are significantly younger.

Modalities of circulation of Italian obsidians

Detailed studies on peculiar characteristics of obsidian artefacts in relationship to the whole lithic assemblages aimed to outline the modalities of distribution of the raw material in Europe and to understand the specific value of this glass are rather poor. An exception is Calabria (Ammerman, 1979). This region was a first landing place for people coming from the nearby island of Lipari. Numerous workshop-sites in which the raw material had been prepared for distribution over the Italian Peninsula were studied. These sites belong to the Stentinello culture, which represents an advanced phase of Early Neolithic. These studies have shown that in this region sea transportation was preferred to inland transportation. All sites located along the Tyrrhenian coast yielded large amounts of

obsidians, in relation to flint stone (around 80-100 % of the lithic assemblage). On the contrary, in sites located on the Ionian slope that was reached through land travelling the maximum obsidian percentage attains 20-40 %. Moreover, some sites did not yield obsidian.

Also in central and north-central regions of Italy in Early Neolithic obsidian transportation appears to have followed Tyrrhenian Sea courses. The internal areas of the Tyrrhenian regions and the Adriatic slope were reached through land travelling. In sites belonging to the ancient phases of Neolithic located in the islands of the Tuscan archipelago and along the coasts of Tuscany and Liguria obsidian is relatively abundant, with peaks that reach 6-7 % (an exception is represented by the Le Secche site of the Giglio Island, where obsidian attains 20 %). For example, in the Cala Giovanna site of the island of Pianosa the percentage of obsidian is 5.6 %, 3 % at Casa Querciolaia, Leghorn, 7 % at Arene Candide, Liguria (Ammerman and Polglase, 1997, Tozzi and Weiss, 2000). Similar percentages are also present in internal sites, such as Faenza - Fornace Cappuccini and Colle S. Stefano, where obsidian attains around 8 %. On the contrary, this

glass is absent or very rare in the Adriatic coastal sites.

In these archaic Neolithic phases, obsidian trade appears to be related to the Impressed Pottery Culture, and during these times it reached also southern France. On the contrary, in the Early Neolithic sites of northernmost Italian regions this glass is virtually absent, the only certain exception being the site of Sammardenchia mentioned above. In these regions the lithic assemblage consists of very good quality flint collected from the Lessini Mountains (Verona), very probably traded by the populations of the Fiorano Culture (Pessina, 1999).

During the following Neolithic phase and the development of the Painted Pottery and Square Mouth Pottery cultures in central-southern and northern Italy, respectively, distribution of obsidian covered the whole Italian Peninsula and large areas of France. The amount of obsidian present in the lithic assemblages significantly increased. For example, at S. Anna di Oria, Apulia, percentage of obsidian attained 64 % (Ingravallo, 1985). Also in sites of the Adriatic slope the obsidian percentages are significantly higher than those of the previous phase, such as at Passo di Corvo (Ronchitelli, 1983), where obsidian attains 10 %.

During the more recent Neolithic phases the documented use of obsidian in the eastern coastal areas of Italy suggests that Adriatic Sea courses had been established. Obsidian percentages became

Typology of obsidian tools manufactured in Europe

Typology of obsidian artefacts mainly consists of small blades without retouching, however also endscrapers, truncations, geometrics and, more rarely, burins and borers are documented, especially in Painted Pottery Culture sites. Some of these artefacts manufactured during Early Neolithic and more advanced phases consisted of the functional part of tools composed by a wooden handle where, for better adherence, the retouched part of the artefact was inserted, whereas the functional part was its sharp edge.

In the more recent Neolithic phases typology of obsidian artefacts does not vary in a significant way, with the exception of Sardinia.

References

AMMERMAN, A. J. & POLGLASE, C. (1997): Analyses and descriptions of the obsidian collections from Arene Candide. In: MAGGI R. (ed.), *Arene Candide: a functional and environmental assessment of the Holocene*

significant in coastal sites, such as Cala Colombo, Apulia (35 %), and Fossacesia, Abruzzi (8 %). Lipari, which is the closest source for sea transportation, appears to be the only one represented in these sites (Bigazzi and Radi, 2003).

Although in these Neolithic phases obsidian reached also very distant regions and had a widespread distribution, in some sites its use appears to wane, such as in the site of Arene Candide mentioned above, where the levels corresponding to the Square Mouth Pottery Culture and the following ones with Chassean features yielded rather insignificant amounts of obsidian.

Few data are available on characteristics of glasses that were transported during Neolithic. Obsidian findings from the Calabrian Stentinello Culture workshop-sites studied by Ammerman (1979) indicate that roughed-out blocks of glass were manufactured for distribution. On the contrary, in two sites (those of Colle S. Stefano and Le Secche mentioned above), characteristics of numerous glass splinters and micro-splinters, including cortex splits, indicate importation of crude blocks of raw material and local manufacturing (Radi and Danese, 2003).

In other sites, such as at Arene Candide, obsidian findings suggest importation of finished tools, although presence of some cores reveals partial local splintering.

In this island, where raw material was abundant, more sophisticated objects, such as foliated tools manufactured with refined retouching and arrow-heads of various morphologies were produced. These kinds of tools were only rarely found in continental sites.

Since the beginning of the metal age, use of obsidian for tool making progressively reduced. However, a certain use of this volcanic glass continued also during historical times, mainly for ornamental objects, such as mirrors or jewellery, but also medical properties and magical power were attributed to obsidian.

Sequence (Excavations Bernabo Brea - Cardini, 1940-50). *Mem. Ist. It. Paleontologia Umana, Nuova Serie*, **5**, 573-592.

AMMERMAN, A. J. (1979): A study of obsidian exchange networks in Calabria. *World Archaeology*, **11**, 95-110.

- ARAMU, F., MAXIA, V., SERCI, S. & URAS, I. (1983): Mössbauer study of Mount Arci (Sardinia) obsidian. *Lettere al Nuovo Cimento*, **36**, 102-104.
- ARANGUREN, B. & REVEDIN, A. (1998): Il giacimento Mesolitico di Perriere Sottano. *Boll. Paleontologia It.*, **89**, 31-79.
- ARIAS, C., BERNARDES, C., BIGAZZI G., BONADONNA, F. P., CESAR, M. F., HADLER, N. J. C., LATTES, C. M. G., OLIVEIRA, J., X. & RADII, G. (1986a): Identificação da proveniência de manufaturados de obsidiana através da datação com o método do traço de fissão. *Ciência e Cultura*, **38**, 285-308.
- ARIAS, C., BIGAZZI, G., BONADONNA, F. P., CIPOLLONI, M., HADLER, J. C., LATTES, C. M. G. & RADII, G. (1986b): Fission track dating in archaeology. A useful application. In: PARRINI, P. L. ed., *Scientific Methodologies Applied to Works of Art*. Montedison, Progetto Cultura, Milano, 151-159.
- ARIAS-RADI, G., BIGAZZI, G. & BONADONNA, F. P. (1972): Le tracce di fissione. Un metodo per lo studio delle vie di commercio dell'ossidiana. *Origini*, **6**, 155-170.
- ASSORGIA, A., BECCALUVA, L., DI PAOLA, M., MACCIONI, L., MACCIOTTA, G., PUXEDDU, M., SANTACROCE, R. & VENTURELLI, G. (1976): Il complesso vulcanico di Monte Arci (Sardegna centro-occidentale). Nota illustrativa alla carta geopetrografica 1 : 50.000. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95**, 371-401.
- BELLOT-GOURLET, L., BIGAZZI, G., DORIGHEL, O., ODDONE, M., POUPEAU, G. & YEGINGIL, Z. (1999): The fission-track analysis: an alternative technique for provenance studies of prehistoric obsidian artefacts. *Radiat. Measurements*, **31**, 639-644.
- BELLUOMINI, G., DISCENDENTI, A., MALPIERI L. & NICOLETTI M. (1970): Studi sulle ossidiane italiane II. Contenuto in ⁴⁰Ar radiogenico e possibilità di datazione. *Periodico di mineralogia*, **39**, 469-479.
- BERMOND MONTANARI, G., MASSI PASI, M. & MENGOLI, D. (1994): L'insediamento neolitico di Fornace Cappuccini di Faenza (Ravenna). *Preistoria Alpina*, **27**, 173-195.
- BIGAZZI, G. & BONADONNA, F. P. (1973): Fission track dating of the obsidian of Lipari Island (Italy). *Nature*, **242**, 322-323.
- BIGAZZI, G. & RADII, G. (1998): Prehistoric exploitation of obsidian for tool making in the Italian peninsula: a picture from a rich fission-track data-set, *XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì, Italy, 8/14 September 1996. Proceedings*, **1**, 149-156.
- BIGAZZI, G. & RADII, G. (2003): L'ossidiana in Abruzzo durante il neolitico, *Atti XXXVI Riunione Scientifica Istituto Italiano Preistoria e Protostoria "Preistoria e Protostoria dell'Abruzzo"*, Chieti-Celano 27/30 settembre 2001, 619-624.
- BIGAZZI, G. & RADII, G. (1998): Prehistoric exploitation of obsidian for tool making in the Italian peninsula: a picture from a rich fission-track data-set. *XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì, Italy, 8/14 September 1996. Proceedings*, **1**, 149-156.
- BIGAZZI, G., BONADONNA, F.P., MACCIONI, L. & PECORINI, G. (1976): Research on Monte Arci (Sardinia) subaerial volcanic complex using the fission track method. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95**, 1555-1570.
- BIGAZZI, G., MELONI, S., ODDONE, M. & RADII, G. (1986): Provenance studies of obsidian artifacts: trace element analysis and data reduction. *J. Radianal. Nucl. Chem.*, **98**, 353-363.
- BUCHNER, G. (1949): Ricerche sui giacimenti e sulle industrie di ossidiana in Italia. *Riv. Sci. Preist.*, **4**, 162-186.
- CANN, J. R. & RENFREW, C. (1964): The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region. *Proc. Prehistoric Soc.*, **30**, 111-133.
- CIVETTA, L., CORNETTE, Y., CRISCI, G., GILLOT, P. Y., ORSI, G. & REQUEJO, C. S. (1984): Geology, geochronology of the island of Pantelleria. *Geol. Magazine*, **121**, 541-668.
- CORNAGGIA-CASTIGLIONI, O., FUSSI, F. & D'AGNOLO, G. (1962): Indagini sulla provenienza dell'ossidiana utilizzata nelle industrie preistoriche del Mediterraneo occidentale. Parte prima. *Atti Soc. It. Sci. Nat. and Mus. Civ. Sci. Nat. Milano*, **101**, 12-18.
- CORNAGGIA-CASTIGLIONI, O., FUSSI, F. & D'AGNOLO, G. (1963): Indagini sulla provenienza dell'ossidiana utilizzata nelle industrie preistoriche del Mediterraneo occidentale. *Atti Soc. It. Sci. Nat. and Mus. Civ. Sci. Nat. Milano*, **102**, 310-322.
- CORTESE, M., FRAZZETTA, G. & LA VOLPE, L. (1986): Volcanic history of Lipari (Aeolian Islands, Italy) during the last 10,000 years. *J. Volc. Geoth. Res.*, **27**, 117-133.
- DE LA MARMORA, A. (1839-1840): Voyage en Sardaigne. Turin, J. Bocca.
- DE RITA, D., FUNICIELLO, R., PANTOSTI, D., SALVINI, F., SPOSATO, A. & VELONA, M. (1986): Geological and structural characteristics of the Pontine Islands (Italy) and implications with the

evolution of the Thyrrenian margin. *Mem. Soc. Geol. It.*, **36**, 55-65.

FRANCAVIGLIA, V. (1984): Characterization of Mediterranean obsidian sources by classical petrochemical methods. *Preistoria Alpina*, **20**, 311-332.

FUGAZZOLA, DELPINO M., D'EUGENIO, G. & PESSINA, A. (1993): "La Marmotta" (Anguillara Sabazia, RM). Scavi 1989. Un abitato perilacustre di età neolitica, *B.P.I.*, **84**, N.S. II, 181-304.

GALE, N. H. (1981): Mediterranean obsidian source characterisation by strontium isotope analysis. *Archaeometry*, **23**, 41-51.

HALLAM, B. R., WARREN S. E. & REFREW C. (1976): Obsidian in the western Mediterranean: characterization by neutron activation analysis and optical emission spectroscopy. *Proc. Prehistoric Soc.*, **42**, 85-110.

INGRAVALLO, E. (1995): L'industria litica dell'insediamento neolitico di S. Anna (Oria - Brindisi). *St. Ant.*, **8**, 161-170.

KELLER, J. (1970): Datierung der Obsidiane und Bimstoffe von Lipari. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Monatshefte* **1**, 90-101.

LONGWORTH, G. & WARREN, S. E. (1979): Mössbauer spectroscopy and the characterisation of obsidian. *J. Archaeol. Sci.*, **6**, 179-193.

McDOUGALL, J., TARLING, D. & WARREN, S. E. (1983): Magnetic sourcing of obsidian samples from the Mediterranean. *J. Archaeol. Sci.* **10**, 441-452.

MONTANINI, A. & VILLA, I. M. (1993): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ chronostratigraphy of Monte Arci volcanic complex (Western Sardinia, Italy). *Acta Vulcanologia*, **3**, 229-233.

PESSINA, A. & MUSCIO, G. eds., (1998): Settemila anni fa il primo pane, Catalogo della Mostra, Udine 1998-1999, Udine.

PESSINA, A. (1999): Manufatti in ossidiana dal sito neolitico di Sammanderchia - Cueis. In: FERRARI, A. & PESSINA, A. eds., Sammanderchia - Cueis. Contributi per la conoscenza di una comunità del primo neolitico. *Edizioni Museo Friulano di Storia Naturale*, Udine, **Pub. N. 21**, 287-290.

PICHLER, H. (1980): The island of Lipari. *Rend. Soc. It. Min. Petr.*, **36**, 415-440.

PUXEDDU, C. (1958): Giacimenti di ossidiana del Monte Arci in Sardegna e sua irradiazione. *Studi Sardi*, **14-15**, 10-66.

RADI, G. & DANESE, E. (2003): L'abitato di Colle Santo Stefano di Ortucchio (l'Aquila), Atti XXXVI Riunione Scientifica Istituto Italiano

Preistoria e Protostoria "Preistoria e Protostoria dell'Abruzzo", Chieti-Celano 27/30 settembre 2001 145-161.

RADI, G., BOSCHIAN, G., CALANI, L., PISTOIA, A. R. & ZAMAGNI, B. (2001): Nuovi dati dal villaggio a ceramica impressa di Colle Santo Stefano (Ortucchio), Atti II Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'Antichità" Celano Paludi 26/28 novembre 1999, Avezzano, 70-81.

RONCHITELLI, A. (1983): L'industria litica dell'area beta. In: TINE, S. ed., Passo di Corvo e la civiltà neolitica del Tavoliere. SAGEP, Genova, 101-122.

SALOTTI, M., BELLOT-GOURLET, L., COURTOIS, J.-Y., DUBOIS, J.-N., LOUCHART, A., MOURER-CHAUVIRE, C., OBERLIN, C., PEREIRA, E., POUPEAU, G. & TRAMONI, P. (2000): La fin de Pléistocène et le début de l'Holocène en Corse: apports paléontologique et archéologique du site de Castiglione (Oletta, Haute-Corse) *Quaternaire*, **11**, 219-230.

SCORZELLI, B. R., PETRICK, S., ROSSI, A. M., POUPEAU, G. & BIGAZZI, G. (2001): Obsidian archaeological artefacts provenance studies in the Western Mediterranean basin: an approach by Mössbauer spectroscopy and electron paramagnetic resonance. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **332** série II a, 769-776.

SHELFORD, P., HODSON, F., COSGROVE, M. E., WARREN, S. E. & RENFREW, C. (1982): The source and characterisation of Melian obsidian. In: An Island Polity: The Archaeology Exploitation in Melos. RENFREW, C. & WANGSTAFF, J. M., eds., Cambridge University Press, Cambridge, 182-192.

TOZZI, C. & WEISS, M.C., eds. (2000): Le premier peuplement holocène de l'aire corso - toscane. Il primo popolamento olocenico dell'area corso - toscana. ETS, Pisa.

TYKOT, R.H. (1992): The sources and distribution of Sardinian obsidian. In: Sardinia in the Mediterranean: a footprint in the sea. TYKOT, R. H. & ANDREWS, T.K. eds., Sheffield Academic Press, Sheffield, 57-70.

TYKOT, R. H. (1996): Obsidian procurement and distribution in the central and western Mediterranean. *J. Mediterranean Archaeol.*, **9**, 39-82.

TYKOT, R. H. (1997): Characterization of the Monte Arci (Sardinia) obsidian sources. *J. Archaeol. Sci.*, **24**, 467-479.

VAQUER, J. (2003): L'obsidienne dans le Néolithique à l'ouest des Alpes. *Atti XXXV Riunione Scientifica Istituto Italiano Preistoria e*

Protostoria "Le comunità della preistoria italiana. Studi e ricerche sul neolitico e le età dei metalli", in memoria di L. Bernabo Brea, Lipari 2-7 giugno 2000, 1027-1030.

VILLARI, L. (1974): The island of Pantelleria. *Bull. Volcanologique*, **38**, 680-724.

WAGNER, G. A., STORZER, D. & KELLER, J. (1976): Spaltspurendatierung quartärer

Gesteinsgläser aus dem Mittelmeerraum. *N. Jb. Miner. Mh.*, **2**, 84-94.

WILLIAM-THORPE, O., WARREN, S. E. & BARFIELD, L. H. (1979): The sources and distribution of archaeological obsidians in northern Italy. *Preistoria Alpina*, **15**, 73-92.

MÁGNESES SZUSZCEPTIBILITÁS MÉRÉSEK - ÚJ MÓDSZER ALKALMAZÁSA CSISZOLT KŐESZKÖZÖK VIZSGÁLATÁBAN

BRADÁK BALÁZS^{1,2} – SZAKMÁNY GYÖRGY² – JÓZSA SÁNDOR²

¹ELTE Természetföldrajzi Tanszék, brada@primposta.com

²ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék, gyorgy.szakmany@geology.elte.hu

Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

„A kőkorszaki emberek minden testi és lelki erejüket felhasználták arra, hogy a sziklák országának urai lehessenek, és hogy a legkisebb kavicsból a legfinomabb eszközöket készítsék;... A kő nekik mindenük volt, annak felhasználása egész életük feladata vala.” (Rómer F. 1866).

Abstract

Magnetic susceptibility (MS) measurement has been used in geoscience since '50s of the last century. This method is successfully used for example in climatic reconstruction of the Quaternary or in volcanological investigations. This paper presents a new application of magnetic susceptibility measurement. We used kappameter KT-5 low field magnetic susceptibility meter to measure about 360 polished stone tools of the Mihálydy collection, a set of prehistoric stone axes in the possession of the Veszprém regional museum. This artefacts represent well the Neolithic, Copper- and Bronze Age polished stone axes in Northern and Central parts of Transdanubia.

Each stone tool was measured three times. The magnetic susceptibility value considered was the average of the measured results. We used correction factors to get real magnetic susceptibility values, due to the different size, thickness and surface of the artefacts. The correction for surface unevenness and correction for the size of stone tools were investigated. We elaborated model experiments to determine the thickness correction factor. The change of MS values were significant under 2 cm thickness.

Apart from the polished stone tools we made MS measurements on samples originated from the outcrops of possible provenance of polished stone artefacts.

With the application of this new, non-destructive method, the MS values of the most important raw materials types of the Mihálydy stone tools were determined, and together with the macroscopic description we could achieve a more precise determination of the raw material.

Statistical analysis of MS values of greenschist stone artefacts of the Mihálydy collection yielded three main groups of raw material sources: 1. Greenschist stone tools with the lowest MS value, between $0.25 \cdot 10^{-3}$ SI and $0.8 \cdot 10^{-3}$ SI unit, originated from Felsőcsatár, Hungary; 2. Stone artefacts with higher MS value ($0.2 - 3.3 \cdot 10^{-3}$ SI unit) originated from Velké Hamry outcrop, near Železný Brod, Czech Republic; finally 3. polished stone tools with extremely high magnetic susceptibility ($30 - 130 \cdot 10^{-3}$ SI unit) originated from Želešice, Czech Republic. Moreover there are some greenschists, which cannot be fit to these three main groups.

Bevezetés

Az archeometriai kutatások egyik kiemelt kutatási területe az emberek által készített tárgyak anyagvizsgálatát és eredetkutatása. Az ember és környezet kapcsolata itt egy pontban, a nyersanyaglelőhelyben csomósodik. Az archeometriai kutatások egyik fő célja ennek a pontnak (pontoknak) a meghatározása, melyre a geológia, a (geo)fizika, a (geo)kémia és más kapcsolódó tudományágak számos lehetőséget kínálnak. Ebben a munkában a *mágneses szuszceptibilitás* (MS, κ) vizsgálatok archeometriai

alkalmazási lehetőségét mutatjuk be. Vizsgálataink során a veszprémi Laczkó Dezső Múzeum Mihálydy-gyűjteményét vizsgáltuk. Ez a régészeti, archeometriai módszerekkel jól feldolgozott gyűjtemény Horváth (2001), Szakmány et al. (2001) mintegy 360 db csiszolt kőeszközt tartalmaz. Méreténél fogva tehát statisztikailag is alkalmas az MS mérések hatékonyságának felmérésére. Vizsgálatainkat modell-kísérletekkel valamint a feltételezett nyersanyaglelőhelyekről származó terepi minták MS méréseivel egészítettük ki.

A mágneses szuszceptibilitás értékek a kőzetekben megtalálható mágnesezhető ásványok mennyiségét tükrözik. A különböző MS értékek alapján, különböző szinten csoportokat különíthetünk el az eszközök között. A mérési módszerből adódóan roncsolásmentes vizsgálatokat végezhetünk, mely a régészeti tárgyakon végzett vizsgálatok esetében különösen fontos. A kőeszközök csoportosítása mellett, a feltételezett nyersanyag-lelőhelyek kőzetanyagának mérésével és statisztikai szintű feldolgozásával párhuzamosításokra is lehetőség nyílt. A mágneses szuszceptibilitás mérését eddig elenyésző mennyiségben alkalmazták csiszolt kőeszközökön végzett archeometriai kutatásokban (Přichystal 2000, Přichystal & Gunia 2001; Přichystal & Trnka 2001).

A Mihály – gyűjtemény és kutatásának története

Mihály István, bakonyzentlászlói plébános 1867-től gyűjtött folyamatosan régészeti leleteket. A gyűjtemény jelentős részét a különböző régészeti korokból származó kőeszközök képezték (**1. ábra**).



1. ábra: Dolerit nyersanyagú csiszolt kőbalta. Mihály-gyűjtemény, ltsz. 55.975

Mihály rendszeresen publikálta eredményeit (Mihály 1870, 1871). A gyűjtemény darabjai 84 község határából, 140 lelőhelyről származnak, ezen belül a csiszolt kőeszközök 49 község határából, több mint 60 lelőhelyről, legtöbbjük a Bakony

térségéből (Horváth 2001). A rendszerezett és leltározott gyűjtemény, Mihály halála után viszontagságos úton a Veszprém Megyei Múzeumegylethez került, majd később részben erre a gyűjteményre alapozva létrehozták a mai Laczkó Dezső Múzeumot (Veszprém Megyei Múzeumok Igazgatósága, Mithay 1978). A második világháború után a gyűjteményt újraeltárolták, (1955) melynek során az eredeti leltári számokat megváltoztatták, nem vették át a gyűjtő által megadott eredeti számozást, ami megnehezíti, részben lehetetlenné teszi az eszközök azonosítását (Horváth 2001). Emiatt a gyűjtemény darabjai manapság már csak szórványleletnek minősülhetnek.

A gyűjtemény részletes régészeti vizsgálatát, a kőeszközök tipizálását Horváth (2001) végezte el. Az általa megadott vizsgálati szempontok nem csak magára a gyűjteményre, hanem általánosan, más csiszolt kőeszközökre is alkalmazhatóak lehetnek.

A Mihály-gyűjtemény eddigi archeometriai vizsgálata során mintegy 55 db vékonycsiszolat és ezek közzétani elemzése készült el (Füri & Szolgay 2000, Szakmány et al. 2001). A bazalt és zöldpala alapanyagú eszközök típuspéldányaiból Prompt Gamma Aktivációs Analízissel (PGAA) kémiai elemzések is készültek. A bazalt nyersanyagú eszközökön ásvány-kémiai vizsgálatok (Füri 2003, Füri et al. 2004, Szakmány & Kasztovszky 2004), illetve a szerpentin anyagú eszközökből röntgenpordiffrakciós vizsgálatok történtek (Füri & Szolgay 2000).

Az eszközök nyersanyagát nézve a legtöbb eszköz zöldpala (legalább négy változat) és bazalt (két változat), jelentős számú szerpentin, nefrit, valamint kisebb számban mészkő, dolerit – mikrogabbró és ezek metamorf változata, alkáli gabbró, fonolit, homokkő, valamint kvarcit és kontakt metamorf. A nyersanyag származási helyének meghatározása a jelenleg is folyó kutatások egyik célja, „félhipotetikus” szinten említhetőek. A lehetséges nyersanyag lelőhelyek részben lokális, a Bakony közvetlen környezetében elhelyezkedő, részben regionális, a Kárpát-medence és környékén fellelhető „forráspontokként” jelennek meg (Füri 2003; Füri et al. 2004, Szakmány et al. 2001). A mágneses szuszceptibilitás vizsgálatok szempontjából kiemelten jelentős zöldpala lehetséges lelőhelyei között szerepelnek a felsőcsatári kibukkanások, illetve ezek környéke (Rohonci-ablak). Lehetséges nyersanyaglelőhelyként a Cseh–masszívum is erősen valószínűsíthető (Szakmány et al. 2001, Szakmány & Kasztovszky 2004).

Az eddigi feldolgozások alapján a gyűjtemény példányai jól reprezentálják a Dunántúlon eddig fellelt és feldolgozott neolitikus kőeszközök nyersanyag típusait. Az elképzelések szerint a

Mihálydy-gyűjtemény képezhetné az egyik alapját egy olyan adatbázisának, mely a továbbiakban fölbukkanó régészeti emlékek leíró, illetve tipológiai alapon történő azonosítását és a lehetséges nyersanyaglelőhelyek meghatározását tenné lehetővé. A további geológiai, archeometriai vizsgálatok a régészeti megfigyelések alátámasztását, pontosítását segítenék.

Vizsgálati módszerünk elvi alapjai: a mágneses szuszeptibilitás (MS, κ (kappa))

A „kristályok mágneses sajátosságainak” vizsgálatok Koch S. a mágneses szuszeptibilitás jelenségét valamely mágneses erőtér és az általa adott kristály 1 cm^3 -ben létrehozott mágneses momentuma hányadosaként definiálja (Koch & Sztrókay 1989). Leegyszerűsítve a kőzetekben előforduló mágnesezhető ásványok arányát mutatja meg. A mágneses szuszeptibilitás dimenzió nélküli mérőszám, nincs mértékegysége, jelölésekor az SI megjelölést alkalmazzák.

A mágneses szuszeptibilitás fizikájának alapjairól, a jelenség ásvány és kőzettani háttéréről részletesen Koch & Sztrókay (1989) és Egerer & Kertész (1993) műveiből szerezhet az érdeklődő olvasó ismereteket.

Mágneses szuszeptibilitás mérés – az analitikai módszer bemutatása

A különböző kőzetek és kőeszközök vizsgálata során Kappameter KT-5 típusú mágneses szuszeptibilitás mérőt használtunk (2. ábra).



2. ábra: Kappameter KT-5 mágneses szuszeptibilitás mérő műszer és működési elve

(Egerer & Kertész 1993 alapján)

A 65 mm széles és 187 mm hosszú, 0,35 kg súlyú, 60 mm kör alakú érzékelőfejjel ellátott, $1 \cdot 10^{-5}$ SI érzékenységgű, 10 kHz frekvencián működő műszer a méréskor automatikusan változó maximális érzékelési határa 9,99; 99,9; illetve $999 \cdot 10^{-5}$ SI egység. A műszer -10 és $+55$ °C fok között alkalmas mérésre. Ez a kézi, hordozható műszer egyszerűen és gyorsan kezelhető, akár terepi vizsgálatokra is alkalmas, érzékenysége azonban a laboratóriumi eszközökétől elmarad. Erre a pontosságra azonban ezekben a vizsgálatokban nem volt szükség.

A mérések során a műszer aktivizálása után az érzékelő fejet közvetlenül a kőzetmintához, vagy kőeszközhöz tartjuk, majd a kijelzőről leolvassuk az SI egységben értelmezhető mágneses szuszeptibilitás értékeket. A vizsgálat során minden egyes kőeszközt a lehető legnagyobb takarást biztosító felületen háromszor mértük meg. A mért értékek átlaga adja a kőzethez tartozó „mért mágneses szuszeptibilitás” értékeket. Ellenőrzésképpen számos eszköz több oldalán is végeztünk méréseket. Megállapítható volt, hogy általában az eszközök mágnesezhető ásvány tartalom szempontjából meglehetősen homogén, egyenletes eloszlásúak voltak, a mágneses szuszeptibilitás értékek - ugyanazon eszköz esetén, több oldalról mérve - maximum 5–10% -os eltérést mutattak.

Fontos kiemelni, ami a mérések során is kiderült, hogy a műszer pontos illeszkedése a mért felületre, illetve az érzékelőfej takarása fontos kritérium, az MS érték pontos meghatározásához, ha ez nem teljesül, a mért és a tényleges szuszeptibilitás közti korrekcióra van szükség (lásd alább).

A mágneses szuszeptibilitás alkalmazási lehetőségei a csiszolt kőeszközök vizsgálatában

Fedési és egyenetlenségi korrekciók

A kőeszközök különböző morfológiai tulajdonságai különbözőképpen befolyásolhatják a mért mágneses szuszeptibilitás értékét.

A kőeszközök mért felülete gyakran nem fedi le teljesen a kappaméter érzékelő felületét. Ahhoz, hogy a „tényleges szuszeptibilitás” értékeket megkapjuk, a mért szuszeptibilitás értéket a lemert felület nagyságához tartozó korrekciós faktorial kell megszorozni. Ha a kőeszközök mért felülete kisebb, mint a 60 milliméter átmérőjű érzékelő fej felülete, a műszer leírásának adatsorából készített diagram pontjaira illesztett görbe egyenletének segítségével, adott felszínagságra megállapított szorzószámokat kell használni.

Általában a csiszolt kőszközők pattintott kőszközőkhöz képest simának mondható felülete sem fekszik teljesen rá a mérőfejre, ezért egyenletlenségi, érdességi szorzószámot kell alkalmazni az értékek korrigálására. Az egyenletlenségi korrekció értékeit a műszer leírása adott mélységű egyenletlenségre határozta meg. Ezekhez az értékekhez az érintkezés mértékét kifejező százalékos értéket rendeltünk.

A fentebb említett két korrekciós érték meghatározására a Kappameter KT-5 műszer leírásában szerepelnek értékek, ezért ezeket nem vizsgáltuk, hanem az értékeket átvettük a műszer leírásából.

A korrekciós értékek meghatározásánál elengedhetetlen tehát a kőszköző pontos méreteinek ismerete. A kőszközők méretét három egymásra merőleges értékkel jellemezhetjük. A felület két jellemző átmérője mellett az átlagos vastagság értéket használtuk. A vastagság és a fedettség (a kőszköző mért felületének a mérőfejre eső függőleges vetülete) korrekcióját általában a minta jellemző szélső átmérő értékeihez rendelt korrekciós számok adják, az érdességétől függő illeszkedés mértéke százalékos értékben is meghatározható. Ehhez hozzárendelhetők a megadott korrekciós számok. A korrekciós értékek felhasználásával meghatározott érték adja a „tényleges” mágneses szuszceptibilitás értékét, ezért a mérések során a minta vastagságát, illeszkedését, illetve a mérőfej fedettségét a korrekciós értékek meghatározása miatt dokumentálni szükséges!

Vastagsági korrekciós értékek meghatározása – Modellkísérletek

A kappaméter leírásában foglaltak szerint a mágneses szuszceptibilitás mérések csak egy meghatározott mintavastagság, 50 mm fölött mutatnak megbízható értékeket. A csiszolt kőszközők jelentős hányada azonban nem haladja meg ezt a vastagságot, és a leírás erre vonatkozóan nem tartalmaz korrekciós szorzószámokat. A lehetséges korrekciós értékek meghatározására az ELTE Közettani és Geokémiai Tanszéken kísérleti méréseket végeztünk. A mérések során terepbejárások során begyűjtött kőzetmintákat meghatározott kiindulási méretre vágtuk (6 cm élhosszúságú kocka) és a mintatest vastagságát fokozatosan csökkentve mágneses szuszceptibilitás méréseket végeztünk Kappameter KT-5 típusú kézi mérőműszerrel (3. ábra).

Kezdetben 4 cm vastagságig hozzávetőleg centiméterenként, körülbelül 2 cm vastagságig mintegy 0,5 centiméterenként, majd 2 cm alatt sűrítve, a lehetőségekhez mérten milliméterenként, 1-2 mm-ig csökkentve a minta vastagságát. A

modellkísérlethez elsősorban olyan kőzettípusokat vizsgáltunk, amelyek - a korábbi vizsgálatok



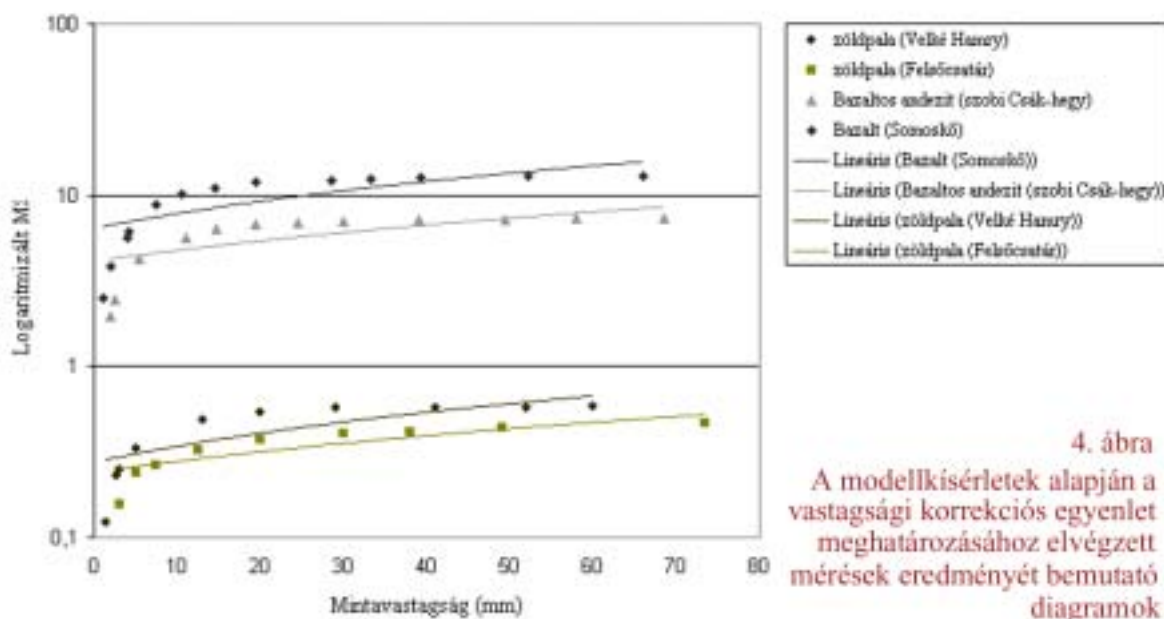
3. ábra: Kísérleti mérések a vastagság korrekció meghatározásához

alapján - a Mihály-gyűjtemény, vagy más gyűjteményből származó csiszolt kőszközők gyakori nyersanyaga lehet. Zöldpalából két típust, egy, a felsőcsatári zöldpala-bányából, és egy másik, a Cseh-masszívum északi részéből, Železný Brodhoz közel eső Velké Hamry-ból származó anyagot vizsgáltunk. Ezen kívül egy somoskői, pliocén bazaltmintát, illetve egy, a szobi Csák-hegyről származó bazaltos andezit kőzetmintán végeztük el a kísérletet.

A vizsgálat eredményeit feldolgozó diagramon (4. ábra) a vastagság függvényében csökkenő logaritmizált mágneses szuszceptibilitás értékeket tüntettük fel.

Az elemzések minden típus esetén igazolták, hogy a műszer leírásában minimális vastagságként megadott 50 mm-nél *vastagabb* mintákon már gyakorlatilag nem változik a mágneses szuszceptibilitás értéke. Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy az 50 mm-es vastagságnál *vékonyabb* minták esetén a mágneses

szuszeptibilitás értékekben 25 – 30 mm
vastagságig nem, vagy csak alig történt változás.



A 20 mm-nél vékonyabb minták esetén már ugrásszerű csökkenés figyelhető meg (4. ábra). A pontokra illesztett lineáris trendvonalak közel párhuzamos lefutása szemlélteti, hogy bár az egyes minták MS értékei a közettani különbségek miatt különböző nagyságrendűek, a vastagság csökkenésének függvényében az MS értékek minden minta esetében hasonló ütemben változnak. Ez azt jelenti, hogy az MS értékek vastagságtól függő csökkenése nem függ a kőzet típusától.

A modellkísérletek eredményei alapján egy, bármely kőzettípusra alkalmazható *általános vastagság korrekciós szorzószámot* az alábbiakban adhatunk meg:

$$\text{Vastagsági korrekció} = \sqrt[3]{\ln(50 \text{ (mm)} - \text{Az adott minta vastagsága (mm)})}$$

A korrekciós szorzó felső vastagság határa 50 mm-ben adtuk meg. Ez az érték a modellkísérletekben alkalmazott Kappameter KT-5 mágneses szuszeptibilitás mérő műszerre vonatkozik, és a műszer leírásában meghatározott szám. Ezt a vastagsági értéket modellkísérleteink is alátámasztották.

Az általános vastagsági korrekciós egyenlet megalkotása során a modellkísérletekben használt mérések eredményeit vettük alapul. Fontos azonban megjegyezni, hogy számos esetben a kőzetek típusából, a mágnesezhető ásványok inhomogén eloszlásából fakadóan kiugró, az átlagostól eltérő eredményeket kaphatunk. Ezek a statisztikai elemzés során megjelennek és külön figyelmet igényelhetnek. (Például a mészkövek esetén mért alacsony mágneses szuszeptibilitás közettani sajátosságokra, a mágnesezhető ásványok

hiányára vezethető vissza, s csak alig változik a vastagság változásával).

Az általános vastagsági szorzó kísérleti jellegű, fejlesztésére további modellkísérletek elvégzését tervezzük.

A korrekciós szorzóval történt beszorzás után kapott „tényleges” mágneses szuszeptibilitás értékek már felhasználhatóak a makroszkópos, adott esetben a vékonycsiszolatos petrográfiai vizsgálatok kiegészítésére, a minták kőzetcsoportok szerinti elkülönítésére, illetve azok pontosítására. Továbbá az egyes kőzektípusokra behatárolt MS értékek iránymutatóak lehetnek olyan kőzetszórások pontos meghatározására, melyekből nem állnak rendelkezésre mikroszkópos petrográfiai adatok.

A Mihálydy – gyűjtemény kőszközeinek mágneses szuszeptibilitás vizsgálati eredményei

A gyűjtemény feldolgozása során először a jellegzetes kőzetanyagú és a jelentős példányszámú kőszközök átlagos mágneses szuszeptibilitás értékét határoztuk meg (1. táblázat). Az átlag mellett az adott anyagú eszközcsoportok esetén mért minimum és a maximum MS értékeket is feltüntettük. A legalacsonyabb átlagértékekkel a kvarcit ($0,11 \cdot 10^{-3}$ SI egység), a mészkő ($0,25 \cdot 10^{-3}$ SI egység), illetve a nefrit ($0,27 \cdot 10^{-3}$ SI egység) kőzetanyagú eszközök rendelkeztek. Magas mágneses szuszeptibilitást mutattak a bazalt ($\sim 30 \cdot 10^{-3}$ SI egység átlag) és a szerpentinit ($56 \cdot 10^{-3}$ SI egység átlag) anyagú eszközök, továbbá az egyik zölkpala csoport mintái. A

szerpentinit anyagú eszközök esetében azonban jelentős szórás mutatkozott a mért MS értékekben. Ez akár többféle eredetű nyersanyagra is utalhat (Přichystal & Gunia 2001). Az egyes kőzettípusokra jellemző értékek iránymutatóak a makroszkóposan nehezen meghatározható kőeszközmaradványok esetében. Ezáltal a Mihályd-gyűjteményben korábban kizárólag makroszkópos tulajdonságai alapján meghatározott néhány kőbalta nyersanyagát sikerült pontosítanunk.

Az átlagértékek meghatározása mellett az adott kőzettípushoz tartozó mágneses szuszceptibilitás adatok relatív szórás értékeit is meghatároztuk. Ez az érték az adatok átlaghoz viszonyított eltérését mutatja meg százalékban. Minél nagyobb az érték, annál nagyobb az adatok eltérése az átlagos értékhez képest (**1. táblázat**).

Kőzettípusok (vizsgált darabszám)	vizsgált darabszám	átlag	min	max	szórás	relatív szórás (%)
amfibolit, amfibolpala	7	1,01	0,37	2,07	0,65	64,85
andezit	3	9,42	6,07	11,51	2,40	25,43
bazalt 1.	51	30,03	1,23	63,04	12,47	41,53
bazalt 2.	6	29,27	2,73	63,28	18,96	64,77
dolerit, metadolerit	7	0,88	0,39	1,73	0,43	48,36
homokkő, kvarchomokkő	9	0,78	0,00	3,20	1,12	144,37
zöldpala I., III., IV.	160	1,01	0,22	3,35	0,49	48,16
zöldpala II.	13	0,57	0,24	0,81	0,15	26,86
zöldpala XI.	6	90,89	31,52	130,33	35,62	39,19
kovás márga, mészkő	22	0,25	0,00	2,96	0,60	238,97
metagabbro	6	1,88	0,43	6,93	2,31	123,13
kontakt metamorfitek (szaruszirt, kontaktpala, stb.)	15	6,67	0,10	90,77	21,75	326,20
nefrit	12	0,27	0,09	0,52	0,14	50,84
szerpentinit	17	56,22	20,54	85,62	21,14	37,60
kvarcit	8	0,11	0,00	0,39	0,12	104,92
fonolit	2	-	0,75	2,09	-	-
tefrit	2	-	10,75	34,87	-	-
zöldpala (egyéb)	12	-	0,39	3,81	-	-

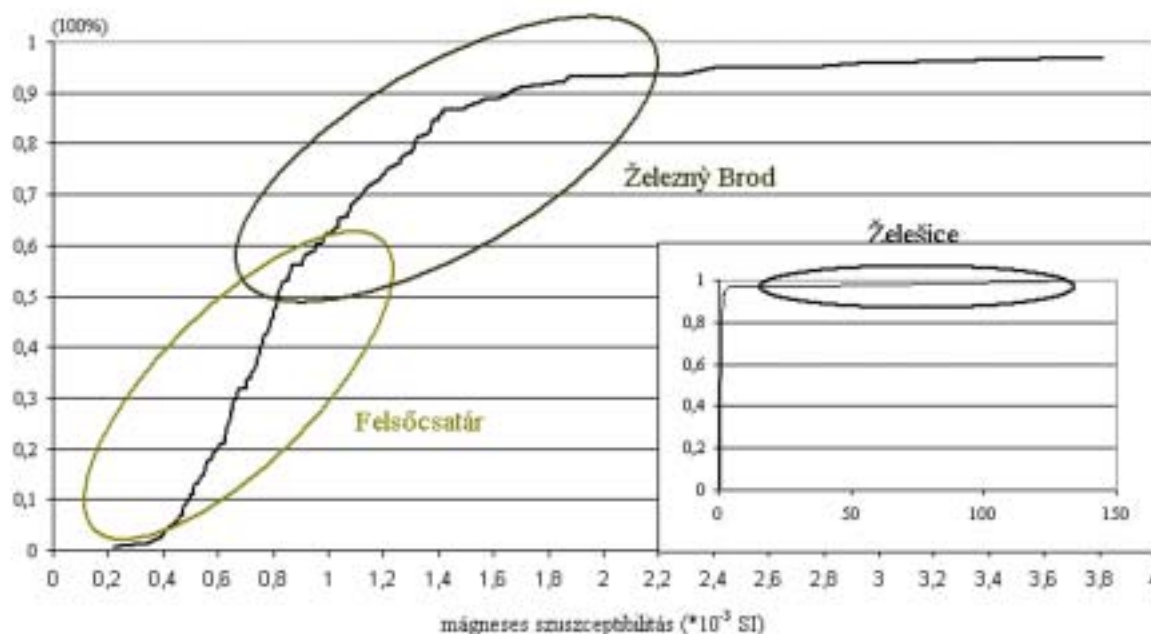
1. táblázat: A korrigált mágneses szuszceptibilitás értékek átlaga és szórása kőzettípusok szerint a Mihályd-gyűjtemény kőeszközeinek vizsgálata alapján

Az előzetes petrográfiai és kémiai elemzések (PGAA) a zöldpala nyersanyagú eszközök több csoportját különítették el a Mihályd-gyűjteményben (Füri & Szolgay 2000, Szakmány et al. 2001), ezért erre a kőzettípusra külön figyelmet fordítottunk. A gyűjteményben azonosított zöldpalákat makroszkópos megjelenés

alapján korábban négy nagyobb csoportra osztották, ezenfelül néhány zöldpala eszköz az „egyéb zöldpala” kategóriába került. A vizsgálatok a fenti négy csoportból hármat a Cseh-masszívumból származó eredetűnek határozták meg, a negyediket felsőcsatári eredetűnek feltételezték. A zöldpala alapanyagú eszközök

vizsgálatánál az egyes szuszceptibilitás értékeket összegző görbén (5. ábra), illetve gyakoriság

görbén (6. ábra) ábrázoltuk.



5. ábra: A zöldpala köeszközök MS értékeinek feldolgoása összegző görbével

Az összegző görbén a meredekebb szakaszok nagyobb gyakoriságú, az enyhébb lejtésű görberészek kisebb előfordulású értéktartományokat mutathatnak. Az eszközök feltételezett forrásterületéről származó kőzetanyagoknak a diagramra felvitt szuszceptibilitás értékeit tükröző ellipszisek pedig a lehetséges párhuzamosításokat, a nyersanyaglelőhely-vizsgálatokat alapozhatják meg. (A lehetséges nyersanyaglelőhelyekről származó kőzetminták mágneses szuszceptibilitás értékeit a 2. táblázat tartalmazza).

A gyakoriság görbén történő elemzéshez (5. ábra) a zöldpalákat az MS értékeik alapján csoportokba soroltuk. A diagramon az adott csoportba tartozó zöldpala köeszköz darabszámot tüntettük fel. A diagramon szereplő körrel a nyersanyaglelőhelyek MS értékei alapján Felsőcsatárról, vagy akár Železný Brod területről származó alapanyagú köeszközök értékcsoportját jelöltük (0,5-0,75*10⁻³ SI MS értékű csoport). Az ennél alacsonyabb értékek inkább a feltételezett felsőcsatári, magasabb értékek a Železný Brod-ból eredő alapanyagú köeszközökre jellemzőek. A jelentősen magasabb értékekkel rendelkező, valószínűsíthetően Želešicéből származó alapanyagú csoport mágneses szuszceptibilitás értékeit a 4,5*10⁻³ SI< értékcsoport jelenti.

A feltételezhetően Želešice-ből származó, magas szuszceptibilitású köeszközök értékeit külön tüntettük föl az ábrán, mert ezek jelentősen

eltorzították volna a diagram lefutását. A kérdéses köeszköz csoport értékeit a 3. táblázat mutatja.

Lelőhely	Mért mágneses szuszceptibilitás (*10 ⁻³ SI)			MS átlag (10 ⁻³ SI)	Valódi mágneses szuszceptibilitás (*10 ⁻³ SI)
Želešice	41,9	42,5	42,9	42,43	61,06
	57,5	55,3	57,9	56,90	81,87
	10	10,2	10,1	10,10	14,53
	28,1	27,8	26,3	27,40	39,42
Felsőcsatár	0,14	0,13	0,13	0,13	0,19
	0,12	0,12	0,17	0,14	0,20
	0,23	0,21	0,21	0,22	0,31
	0,25	0,27	0,28	0,27	0,38
	0,37	0,37	0,36	0,37	0,53
	0,37	0,37	0,37	0,37	0,53
	0,4	0,41	0,41	0,41	0,59
	0,4	0,42	0,42	0,41	0,59
	0,43	0,44	0,44	0,44	0,63
	0,43	0,45	0,45	0,44	0,64
	0,46	0,46	0,45	0,46	0,66
Valke Hanury	0,51	0,51	0,54	0,52	0,75
	0,73	0,75	0,73	0,74	1,06
	0,5	0,5	0,48	0,49	0,71
	0,51	0,51	0,53	0,52	0,74
	0,59	0,62	0,65	0,62	0,89
	0,66	0,7	0,66	0,67	0,97
	1,11	1,07	1,08	1,09	1,56
	1,21	1,23	1,25	1,23	1,77
1,63	1,62	1,55	1,60	2,30	

2. táblázat: A feltételezett zöldpala nyersanyaglelőhelyekről származó kőzetminták MS értékei

A mágneses szuszeptibilitás alapján a Mihály-gyűjteményben található zöldpala eszközök szuszeptibilitás értékeinek elemzése három lehetséges csoportot különített el.

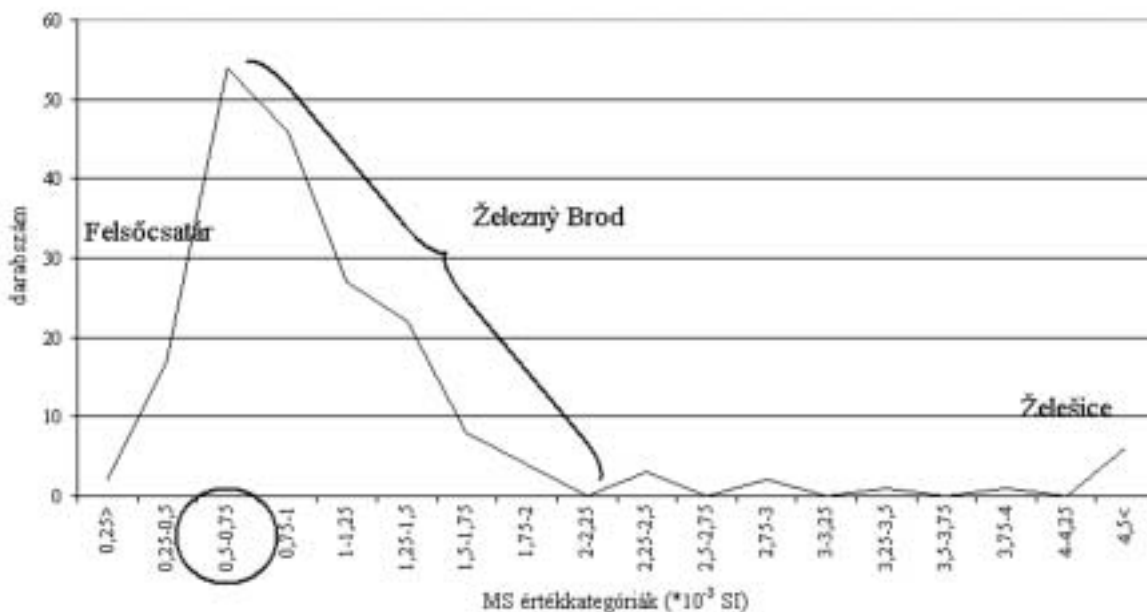
Leltári szám	Valódi MS ($\cdot 10^{-3}$ SI)
55.986	31,52
55.909	60,59
55.1111	118,51
55.1115	119,43
55.1215	84,97
55.1059	130,33

3. táblázat: A Mihály-gyűjtemény feltehetően Želešice-ből származó zöldpala alapanyagból készült köeszközök mágneses szuszeptibilitás értékei

A legkisebb, átlagosan $0,5 \cdot 10^{-3}$ SI egység körüli mágneses szuszeptibilitás értékeket mutató csoportba 13 darab eszköz sorolható. Ettől elkülönülő 160 példányszámú csoportot jelenthetnek az átlagosan $\sim 1 \cdot 10^{-3}$ SI egység átlagos mágneses szuszeptibilitást mutató köeszközök. E között a két utóbbi csoport között nehéz pontos határt húzni, alapjául a feltételezett nyersanyag származási helyek természetes feltárásaiból (Felsőcsatár: $0,2 - 1,1 \cdot 10^{-3}$ SI; Železný Brod terület, Velké Hamry: $0,7 - 2,5 \cdot 10^{-3}$ SI) származó kőzetminták átlag MS értékei szolgáltak. Ugyanezért ennek a két csoportnak a

közetei már makroszkóposan is jól elkülöníthetőek egymástól. A harmadik köeszköz csoport, amely makroszkópos tulajdonságai alapján nagyon hasonló a Železný Brod terület közeteihez, feltűnően magas (átlagosan $\sim 90 \cdot 10^{-3}$ SI egység) mágneses szuszeptibilitás értékeivel könnyen elválasztható a másik két alcsoporttól. Ez jól egyezik a Želešiceből származó kőzetminták magas ($15 - 90 \cdot 10^{-3}$ SI) mágneses szuszeptibilitásával.

Az eszközök mágneses szuszeptibilitás értékei jól egyeznek Přichystal & Trnka (2001) által zöldpalákon mért, korrekció nélkül megadott különböző MS értékekkel, így lehetőség nyílt összehasonlító elemzésekre. Két eszköz esetén (Kamegg 124, 1024) alacsony, az általunk elkülönített első csoport értékeit közelítő eredményt kaptak ($0,27; 0,31 \cdot 10^{-3}$ SI). Egy kőbalt – ütő (kalapács) (Strass 11) magasabb, $3,52 - 3,56 \cdot 10^{-3}$ SI értéket mutatott. A negyedik, feltehetőleg Želešice, nagy magnetit tartalmú zöldpalájából készített eszközön (Kamegg 584) mérték a legmagasabb MS értékeket ($21,2 - 22 \cdot 10^{-3}$ SI) (Přichystal & Trnka 2001). Ezek a kiugró értékek a Mihály – gyűjtemény MS értékek alapján „harmadik zöldpala alcsoportként (zöldpala XI.)” elkülönített, magas mágneses szuszeptibilitású köeszközök értékeihez hasonlíthatók. A fenti eredmények alapján Felsőcsatárról, Želešice-ből (Dél-Csehország) és Železný Brod (Észak-Csehország) feltárásaiból származó zöldpalák MS értékei jó egyezést mutatnak e három típus mágneses szuszeptibilitás értékeivel. Ezzel a másik két lelőhely mellett először sikerült kimutatnunk Želešice-ből származó zöldpalát a Mihály-gyűjteményben.



6. ábra: A zöldpala köeszközök MS értékeinek gyakoriságát bemutató diagram

Összegzés

Vizsgálataink során nagy mennyiségű mágneses szuszceptibilitás mérést végeztünk a veszprémi Laczkó Dezső Múzeum tulajdonát képező Mihálydy-gyűjtemény csiszolt kőeszközein, illetve a kőeszközök feltételezett nyersanyaglelőhelyeiről származó mintákon. A valódi mágneses szuszceptibilitás értékek meghatározásához és a módszer gyakorlatban történő alkalmazhatóságához modellkísérleteket végeztünk. A vastagság korrekció kísérleti úton történő megállapításával, illetve az adott műszer (Kappameter KT-5) paramétereinek figyelembevételével meghatároztuk azokat a korrekciós értékeket, melyekkel egy konkrét kőeszköz valós MS értéke meghatározható.

A zöldpala anyagú eszközök esetén a korábban más módszerek (petrográfiai mikroszkópos vizsgálatok, PGAA kémiai elemzések) alapján elkülönített csoportok mágneses szuszceptibilitás értékeinek alapján is hasonló alcsoportokat kaptunk. Ezek jó egyezést mutatnak a feltételezett nyersanyaglelőhelyek értékeivel. Továbbá a petrográfiaiag nagyon hasonló dél- csehországi (Želešice) és észak- csehországi (Velké Hamry feltárás, Železný Brod terület) zöldpalák az MS

Irodalom

EGERER F. & KERTÉSZ P. (1993): A kőzetek mágneses tulajdonságai in: Bevezetés a köztetfizikába, Akadémia Kiadó, pp. 309-322.

FÜRI J. (2003): Magyarországi bazalt kőeszközök archeometriai vizsgálata, Diplomadolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Közettani és Geokémiai Tanszék, Budapest, 67 p.

FÜRI, J., SZAKMÁNY, GY., KASZTOVSZKY, ZS. & T. BIRÓ, K. (2004): The origin of the raw material of basalt polished stone tools in Hungary. - *Slovak Geological Magazine*, **10**. pp. 97-104.

FÜRI J. & SZOLGAY ZS. (2000): A Mihálydy-gyűjtemény csiszolt kőeszközeinek petrográfiai vizsgálata, Tudományos Diákköri Dolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Közettan – Geokémia Tanszék, Budapest, 58 p.

HORVÁTH T. (2001): Polished stone tools of the Mihálydy-Collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Archeogeological investigation), (A Mihálydy-gyűjtemény csiszolt kőeszközei (régészeti feldolgozás), in: Sites and stones: Lengyel culture in Western Hungary and beyond – review of current research, Veszprém, pp. 47-107.

KASZTOVSZKY, ZS. & SZAKMÁNY, GY. (1999): Prompt Gamma Activation Analysis of

értékek alapján határozottan elkülöníthetők, tehát sikerült kimutatnunk, hogy a Mihálydy-gyűjteményben a Cseh-masszívum mindkét jelentős zöldpala nyersanyaglelőhelyéről származó kőbalták egyaránt megtalálhatóak.

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a roncsolásmentes MS mérések jól kiegészítik, sok esetben pontosíthatják a kőeszközök makroszkópos petrográfiai meghatározásán alapuló csoportosítását. A feltételezett nyersanyaglelőhelyeken, illetve az adott feltárásokból vett mintákon mért, megfelelő korrekcióval feldolgozott MS értékek egy lehetséges kőeszköz – alapanyag – nyersanyaglelőhely kapcsolatrendszer feltárását segíthetik elő.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani Lipovics Tamásnak (ELTE TTK, Geofizika Tanszék) a Kappameter KT-5 kézi szuszceptibilitásmérő-műszer „kölszönzéséért”, Horváth Erzsébetnek (ELTE Természettudományi Tanszék) és a veszprémi Laczkó Dezső Múzeumnak a Mihálydy-gyűjtemény rendelkezésre bocsátásáért.

Neolithic greenschist polished stone tools. - Abstract of Archaeological Conference on the Research of the Lengyel Culture, October 11-13. 1999., Veszprém pp. 30-31.

KOCH S. & SZTRÓKAY K. 1989: Ásványtan I., Tankönyvkiadó, Budapest, IV.kiad., 405 p.

MIHÁLDY I. (1870): Jelentések. *Archeológiai Értesítő*, pp. 184-186.

MIHÁLDY I. (1871): Jelentések *Archeológiai Értesítő*, pp. 163-164.

MITHAY S. (1978): Mihálydy István régészeti gyűjtőtevékenysége (1833 - 1901), *Veszprém megyei Múzeumok Évkönyve XIII.*, pp. 7-15.

PŘICHYSTAL, A. (2000): Stone raw materials of Neolithic-Aeneolithic polished artefacts in Czech Republic: The present state of knowledge, *Krystalinikum* **26**. pp. 119–136.

PŘICHYSTAL, A. & GUNIA, P. (2001): Magnetic properties of Lower Silesian serpentinites and some serpentinite artefacts from SW Poland and Moravia *Slovak Geological Magazine* **7/4**, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, pp. 421-422.

PŘICHYSTAL, A. & TRNKA, G. (2001): Raw materials of polished artefacts from two sites in Lower Austria - *Slovak Geological Magazine* **7/4**, Geological Survey of Slovak Republic, Bratislava, pp. 337-339.

RÉCSEY V. (1903): Egy értékes régiséggyűjteményről a Bakonyban, *Archaeológiai Értesítő* **23**. pp. 64-66.

RÓMER F. (1866): Műrégészeti kalauz, Magyar Tudományos Akadémia, Archaeológiai Bizottság, Pest.

SZAKMÁNY, GY., FÜRI, J., & SZOLGAY, ZS. (2001): Outlined petrographic results of the raw materials of polished stone tools of the Mihályd-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Hungary). in: Regenye, J. (ed.): Sites and Stones: Lengyel Culture in Western Hungary and beyond. - Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém, pp. 109-118

SZAKMÁNY, GY. & KASZTOVSZKY, ZS. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis: a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials. – *European Journal of Mineralogy*, **16**, pp. 285-295.

T. BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, GY. (2000): Current state of research on Hungarian Neolithic polished stone artefacts. – *Krystalinikum* **26**. pp.21-37.

Melléklet: A Mihályd gyűjtemény kőeszközeinek közzétípusai és MS vizsgálati eredményei ([melléklet-táblázat](#))

Mihálydy-gyűjtemény mért MS értékei

Melléklet Bradák et al. AM 2005-1., **Mágneses szuszceptibilitás mérések - új módszer alkalmazása csiszolt kőszeközök vizsgálatában** c. cikkéhez

Leltári szám (55.)	Kőzettípus (vékonycsiszolat száma)	Méret (mm)			Mért mágnesezhetőség (MS, *10 ⁻³ SI)			Mért MS átlag (*10 ⁻³ SI)	Takarás szorzó	Egyenle- tesség szorzó	Vastagság szorzó	Valódi MS (*10 ⁻³ SI)
870	zöldpala IV.a	64	32	17	0,38	0,36	0,37	0,37	1,15	1,08	1,87	0,86
871	mészkö	42	25	16	0	0	0	0,00	-	-	1,88	0,00
873	zöldpala I.a	64	33	15	0,3	0,29	0,3	0,30	1,15	1,33	1,89	0,86
874	metagabbró	58	47	18	0,28	0,3	0,3	0,29	1,19	1,08	1,86	0,70
875	fonolit	100	49	32	0,43	0,43	0,42	0,43	0,99	1,03	1,70	0,75
876	zöldpala I.	81	32	10	0,53	0,52	0,52	0,52	1,07	n.e.	1,92	1,07
877	bazalt 1.	96	56	37	17,8	18,2	17,8	17,93	1,01	1,03	1,60	29,97
878	bazalt 2.	63	29	19	11,1	10,6	10,9	10,87	1,16	1,18	1,85	27,56
881	dolerit v. tefrit	79	40	23	16,1	16,2	16,1	16,13	1,08	1,03	1,82	32,64
882	szerpentinit	67	41	47	41,5	41,3	40,3	41,03	1,14	1,28	1,05	62,59
885	mészkö	48	44	13	0	0	0	0,00	-	-	1,90	0,00
889.5	ofikarbonát (18)	79	50	18	0,09	0,09	0,08	0,09	1,08	1,03	1,86	0,18
900	bazalt 1.	90	57	22	22,7	22,5	22,7	22,63	1,03	1,23	1,83	52,52
901	bazalt 1.	88	32	30	18,7	18,9	19	18,87	1,04	1,13	1,73	38,47
902	amfibolpala ?	105	45	35	1,13	1,14	1,14	1,14	0,98	1,13	1,65	2,07
903	bazalt 1.	89	49	25	15,3	15	15,2	15,17	1,04	1,08	1,79	30,54
904	bazalt 1.	97	40	32	24,6	24,5	24,3	24,47	1,00	1,03	1,70	43,25
905	amfibolpala (36)	80	35	31	0,2	0,2	0,19	0,20	1,07	1,03	1,72	0,37

906	zöldpala I. ?	60	34	11	0,57	0,58	0,59	0,58	1,17	1,18	1,91	1,54
907	bazalt 1.	58	39	13	10,5	10,4	10,4	10,43	1,19	1,03	1,90	24,32
908	zöldpala I.	51	32	13	0,59	0,61	0,6	0,60	1,23	1,33	1,90	1,87
909	zöldpala XI.	80	30	17	29,1	29,2	29,3	29,20	1,07	1,03	1,87	60,59
911	zöldpala IV. (4)	80	51	14	0,68	0,67	0,68	0,68	1,07	n.e.	1,89	1,37
912	zöldpala I.	76	42	17	0,51	0,52	0,51	0,51	1,09	1,03	1,87	1,08
913	zöldpala I.	111	44	16	1,05	1,03	1,05	1,04	0,96	n.e.	1,88	1,88
914	zöldpala I.	66	33	14	0,42	0,4	0,41	0,41	1,14	1,03	1,89	0,92
915.1	zöldpala I.	78	41	14	0,47	0,47	0,47	0,47	1,08	1,03	1,89	1,00
916	dolerit	100	60	20	0,91	0,92	0,91	0,91	0,99	1,03	1,84	1,73
917	szaruszirt	108	52	25	0,27	0,25	0,25	0,26	0,97	1,13	1,79	0,50
918	bazalt 1.	169	65	23	12,3	12,7	13	12,67	0,81	1,13	1,82	21,11
919	bazalt 1.	69	38	24	10,1	9,88	10,1	10,03	1,12	1,28	1,81	26,10
920	zöldpala (egyéb)	84	53	19	0,34	0,32	0,33	0,33	1,06	n.e.	1,85	0,65
921	nefrit	37	34	7	0,05	0,04	0,04	0,04	1,34	1,03	1,94	0,12
922	bazalt 1.	81	47	16	10,1	10,1	9,9	10,03	1,07	1,23	1,88	24,81
923	zöldpala (egyéb)	65	18	14	0,15	0,16	0,17	0,16	1,15	1,13	1,89	0,39
924	lidit (?) v. kontakt pala (?)	82	35	18	0,43	0,43	0,45	0,44	1,06	1,03	1,86	0,89
925	zöldpala I.	60	20	14	0,17	0,18	0,2	0,18	1,17	n.e.	1,89	0,41
926	zöldpala I.	137	35	29	0,89	0,89	0,86	0,88	0,88	n.e.	1,74	1,36
928	zöldpala I.	93	40	23	0,64	0,65	0,66	0,65	1,02	n.e.	1,82	1,20

929	zöldpala I.	128	34	28	0,9	0,88	0,89	0,89	0,91	n.e.	1,76	1,42
930	zöldpala IV.	128	35	25	0,69	0,69	0,69	0,69	0,91	1,03	1,79	1,16
931	zöldpala IV.a	81	54	17	0,78	0,78	0,79	0,78	1,07	1,03	1,87	1,62
932	bazalt 1.	111	31	24	15,4	15,7	16	15,70	0,96	1,28	1,81	34,79
933	zöldpala II.	79	28	20	0,33	0,31	0,32	0,32	1,08	1,13	1,84	0,72
934	zöldpala (egyéb)	68	20	16	0,19	0,19	0,2	0,19	1,13	1,03	1,88	0,42
935	bazalt 1.	70	43	19	8,31	8,32	8,31	8,31	1,12	1,03	1,85	17,84
936	zöldpala I.	83	27	20	0,38	0,38	0,37	0,38	1,06	1,03	1,84	0,76
937	bazalt 1. (54)	37	26	21	5,78	5,78	5,78	5,78	1,34	n.e.	1,84	14,25
938	zöldpala II.	60	22	17	0,2	0,2	0,21	0,20	1,17	1,23	1,87	0,45
939	zöldpala I. (17)	89	19	24	0,28	0,27	0,28	0,28	1,04	n.e.	1,81	0,52
941	szerpentinit	42	32	24	32,1	31,8	31,6	31,83	1,30	1,03	1,81	77,24
942	bazalt 1.	120	41	66	20,9	20,9	20,6	20,80	0,93	1,23	n.e	23,85
943	bazalt 1.	110	55	35	24,8	24,6	24,6	24,67	0,96	1,08	1,65	42,27
944	zöldpala (egyéb)	93	55	24	0,34	0,36	0,35	0,35	1,02	1,03	1,81	0,67
945	zöldpala I.	116	55	15	0,93	0,93	0,94	0,93	0,94	n.e.	1,89	1,66
946	zöldpala III.	117	46	29	0,45	0,47	0,48	0,47	0,94	1,18	1,74	0,90
947	zöldpala III.	140	78	30	0,55	0,54	0,55	0,55	0,88	1,03	1,73	0,86
948	szerpentinit	80	51	54	32,8	32,1	31,6	32,17	1,07	1,03	n.e	35,70
949	szerpentinit	70	47	26	42,5	42,5	42	42,33	1,12	n.e.	1,78	84,50
950	zöldpala (egyéb)	55	42	27	0,43	0,43	0,43	0,43	1,20	1,03	1,77	0,95

951	szerpentinit (6)	77	52	47	47,4	47,8	47,2	47,47	1,09	1,03	1,05	55,90
952	mikrogabbró (19)	88	44	33	9,9	10	10	9,97	1,04	1,08	1,68	18,90
953	szerpentinit	60	31	27	18,9	19	18,9	18,93	1,17	1,08	1,77	42,66
954	kontakt homokkő (?)	72	38	40	0,38	0,36	0,37	0,37	1,11	1,33	1,52	0,83
955	homokkő (1)	83	42	18	1,16	1,14	1,14	1,15	1,06	1,03	1,86	2,34
956	zöldpala II. (43)	60	50	45	0,29	0,28	0,29	0,29	1,17	1,13	1,27	0,48
957	amfibolit	56	45	26	0,36	0,37	0,37	0,37	1,20	1,13	1,78	0,89
958	amfibolpala (48)	112	54	30	1,11	1,11	1,12	1,11	0,95	1,03	1,73	1,90
959	szaruszirt	50	38	15	0,37	0,37	0,37	0,37	1,24	1,38	1,89	1,19
960	bazalt 1.	50	49	26	20	19,9	20	19,97	1,24	1,43	1,78	63,04
961	bazalt 1. (55)	61	43	32	15,5	15,8	15,5	15,60	1,17	n.e.	1,70	30,98
962	zöldpala I. (49)	75	54	33	0,5	0,5	0,49	0,50	1,10	1,13	1,68	1,04
963	andezit	95	55	44	7,72	7,71	7,44	7,62	1,01	1,03	1,34	10,69
964	szerpentinit	63	45	37	11,4	11,7	11,6	11,57	1,16	1,08	1,60	23,23
965	szerpentinit (32)	63	49	43	32,3	32,1	32,6	32,33	1,16	1,18	1,39	61,72
966	amfibolit (finomszemcsés) (50)	55	50	35	0,24	0,24	0,24	0,24	1,20	n.e.	1,65	0,48
967	tefrit	75	68	61	29,3	29,2	29,6	29,37	1,10	1,08	n.e	34,87
968	kvarcit	60	28	18	0,03	0,04	0,03	0,03	1,17	1,03	1,86	0,08
969	mészkö	62	54	16	0,05	0,03	0,05	0,04	1,16	1,03	1,88	0,10
970	metagabbró	70	45	22	3,22	3,32	3,29	3,28	1,12	1,03	1,83	6,93
971	bazalt 1.	65	53	19	15,2	15,1	14,9	15,07	1,15	1,18	1,85	37,84

972	szerpentinit (51)	45	42	41	45,6	45,2	45,1	45,30	1,28	n.e.	1,48	85,62
973	mészkö	31	21	19	0,02	0,02	0,03	0,02	1,41	1,28	1,85	0,08
974	szerpentinit	49	47	45	23,9	23,9	23,6	23,80	1,25	1,03	1,27	38,89
975	dolerit	128	61	50	0,95	0,95	0,94	0,95	0,91	1,03	1,00	0,89
976	zöldpala I.	68	39	13	0,45	0,44	0,45	0,45	1,13	1,08	1,90	1,04
977	bazalt 1.	102	40	27	8,27	8,51	8,42	8,40	0,99	1,33	1,77	19,55
978	metadolerit (12)	47	28	20	0,44	0,44	0,44	0,44	1,26	1,08	1,84	1,11
979	zöldpala I.	129	29	21	0,36	0,36	0,37	0,36	0,90	1,03	1,84	0,62
981	zöldpala II.	60	41	16	0,21	0,2	0,22	0,21	1,17	1,03	1,88	0,48
982	zöldpala I.	53	35	12	0,31	0,31	0,31	0,31	1,22	1,13	1,91	0,82
983	metagabbró (44)	50	37	12	0,24	0,23	0,23	0,23	1,24	1,03	1,91	0,57
984	zöldpala IV.	70	34	14	0,33	0,33	0,32	0,33	1,12	1,08	1,89	0,75
985	zöldpala IV.	68	54	15	0,65	0,65	0,63	0,64	1,13	n.e.	1,89	1,37
986	zöldpala XI.	60	44	13	13	13	13,1	13,03	1,17	1,08	1,90	31,52
987	zöldpala I.	73	41	14	0,56	0,56	0,55	0,56	1,10	1,13	1,89	1,32
988	zöldpala IV.	65	43	15	1,02	0,97	1,02	1,00	1,15	1,08	1,89	2,35
989	zöldpala I.	64	34	14	0,5	0,48	0,5	0,49	1,15	n.e.	1,89	1,08
990	zöldpala I.	39	28	11	0,22	0,21	0,2	0,21	1,33	1,18	1,91	0,63
991	zöldpala III.	43	36	9	0,44	0,44	0,43	0,44	1,29	n.e.	1,93	1,09
992	zöldpala I.	43	30	8	0,24	0,26	0,25	0,25	1,29	1,03	1,93	0,65
993	zöldpala I.	40	13	12	0,35	0,34	0,36	0,35	1,32	0,95	1,91	0,83

994	zöldpala I. (?)	105	59	20	<i>1,13</i>	<i>1,13</i>	<i>1,11</i>	1,12	0,98	1,38	1,84	2,80
995	metadolerit (28)	68	47	43	<i>0,45</i>	<i>0,45</i>	<i>0,44</i>	0,45	1,13	1,03	1,39	0,73
996	bazalt 1.	73	63	13	<i>0,57</i>	<i>0,57</i>	<i>0,56</i>	0,57	1,10	1,03	1,90	1,23
997	zöldpala I.	39	28	10	<i>0,17</i>	<i>0,14</i>	<i>0,14</i>	0,15	1,33	1,13	1,92	0,43
998	zöldpala I	90	45	38	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	<i>0,25</i>	0,25	1,03	1,38	1,58	0,56
999	zöldpala I.	69	36	14	<i>0,37</i>	<i>0,38</i>	<i>0,38</i>	0,38	1,12	n.e.	1,89	0,80
1000	zöldpala IV.	56	36	12	<i>0,23</i>	<i>0,23</i>	<i>0,24</i>	0,23	1,20	1,03	1,91	0,55
1001	zöldpala III.	51	26	11	<i>0,2</i>	<i>0,2</i>	<i>0,18</i>	0,19	1,23	1,03	1,91	0,47
1002	kontakt homokkő (?)	113	56	35	<i>0,55</i>	<i>0,57</i>	<i>0,56</i>	0,56	0,95	1,03	1,65	0,91
1003	zöldpala IV.	73	40	14	<i>0,62</i>	<i>0,6</i>	<i>0,61</i>	0,61	1,10	1,18	1,89	1,51
1004	zöldpala I.	56	38	13	<i>0,4</i>	<i>0,4</i>	<i>0,39</i>	0,40	1,20	1,08	1,90	0,98
1005	zöldpala (egyéb)	88	34	17	<i>0,24</i>	<i>0,23</i>	<i>0,24</i>	0,24	1,04	n.e.	1,87	0,46
1006	nefrit	33	29	12	<i>0,07</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	0,06	1,38	1,13	1,91	0,18
1007	metaultrabázit (?)	75	35	13	<i>9,73</i>	<i>9,75</i>	<i>9,79</i>	9,76	1,10	1,18	1,90	24,03
1008	zöldpala I.	72	40	12	<i>0,51</i>	<i>0,53</i>	<i>0,52</i>	0,52	1,11	1,08	1,91	1,19
1009	bazalt 1.	70	35	24	<i>13,8</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	13,93	1,12	1,03	1,81	29,13
1010	nefrit (21)	52	36	15	<i>0,12</i>	<i>0,1</i>	<i>0,11</i>	0,11	1,22	1,03	1,89	0,26
1011	amfibolpala (15)	64	36	15	<i>0,18</i>	<i>0,18</i>	<i>0,18</i>	0,18	1,15	1,03	1,89	0,40
1012	zöldpala I.	42	40	14	<i>0,3</i>	<i>0,31</i>	<i>0,29</i>	0,30	1,30	1,33	1,89	0,98
1013	zöldpala I.	51	39	10	<i>0,53</i>	<i>0,54</i>	<i>0,54</i>	0,54	1,23	1,23	1,92	1,56
1014	zöldpala IV.	42	38	11	<i>0,14</i>	<i>0,14</i>	<i>0,14</i>	0,14	1,30	1,13	1,91	0,39

1015	zöldpala II.	41	37	12	0,2	0,2	0,19	0,20	1,31	1,23	1,91	0,60
1016	bazalt 1. (56)	64	54	38	13,7	13,5	13,5	13,57	1,15	n.e.	1,58	24,62
1017	homokkő	87	24	11	0,05	0,05	0,07	0,06	1,04	1,28	1,91	0,15
1018	homokkő	54	22	9	1,18	1,15	1,15	1,16	1,21	1,18	1,93	3,20
1019	zöldpala I.	104	28	28	0,52	0,52	0,52	0,52	0,98	1,38	1,76	1,24
1020	kvarcit	72	52	35	0,01	0,01	0,01	0,01	1,11	1,03	1,65	0,02
1021	zöldpala I.	40	31	10	0,25	0,23	0,24	0,24	1,32	1,18	1,92	0,72
1022	andezit (5)	59	59	25	5,4	5,44	5,47	5,44	1,18	n.e.	1,79	11,51
1023	kvarcit	59	59	40	0,06	0,06	0,06	0,06	1,18	1,03	1,52	0,11
1025	kvarchomokkő	63	63	50	0,01	0,01	0,01	0,01	1,16	1,03	n.a.	0,01
1026	bazalt 1.	135	55	37	17,3	16,9	17,1	17,10	0,89	1,13	1,60	27,59
1027	bazalt 1. (57)	65	43	15	22,4	22,3	22,5	22,40	1,15	1,18	1,89	57,25
1027	zöldpala I. (37)	55	34	22	0,3	0,3	0,33	0,31	1,20	1,03	1,83	0,71
1028	bazalt 1.	132	63	22	18,7	19,2	19	18,97	0,90	1,28	1,83	39,80
1029	mészke	42	37	13	0,06	0,06	0,06	0,06	1,30	1,18	1,90	0,18
1030	mészke	48	40	18	0	0	0	0,00	-	-	1,86	0,00
1031	mészke	38	33	14	0,01	0,01	0,01	0,01	1,33	1,08	1,89	0,03
1032	mészke	52	29	9	0,04	0,04	0,04	0,04	1,22	1,43	1,93	0,13
1034	mészke	37	31	9	0	0	0	0,00	1,34	n.e.	1,93	0,00
1035	mészke	44	38	12	0,11	0,11	0,11	0,11	1,28	1,33	1,91	0,36
1036	kvarcit	36	30	10	0,05	0,05	0,04	0,05	1,35	1,08	1,92	0,13

1037	mészke	65	32	13	0,01	0,02	0,01	0,01	1,15	n.e.	1,90	0,03
1038	mészke	49	42	17	0,02	0,03	0,02	0,02	1,25	1,03	1,87	0,06
1039	mészke	68	44	22	0,05	0,04	0,04	0,04	1,13	1,43	1,83	0,13
1040	szerpentinit (9)	69	42	29	35,6	35,6	35,2	35,47	1,12	1,18	1,74	82,34
1041	zöldpala III. (26)	108	59	19	0,52	0,52	0,51	0,52	0,97	1,03	1,85	0,96
1042	zöldpala (egyéb) v. kloritpala	42	37	13	0,28	0,28	0,28	0,28	1,30	1,13	1,90	0,78
1043	metaultrabázit (?) v. szerpentinit (?)	83	54	23	0,26	0,26	0,26	0,26	1,06	1,03	1,82	0,52
1044	zöldpala (egyéb) v. kloritpala	83	64	20	0,29	0,28	0,29	0,29	1,06	n.e.	1,84	0,56
1045	zöldpala I.	105	53	22	0,71	0,71	0,7	0,71	0,98	1,03	1,83	1,30
1046	ultrabázit (?)	90	68	15	26,9	26,8	27,2	26,97	1,03	1,33	1,89	69,82
1047	kvarcit v. kontaktpala	32	27	9	0,12	0,12	0,13	0,12	1,40	1,18	1,93	0,39
1048	zöldpala III.	64	44	12	0,55	0,55	0,57	0,56	1,15	1,03	1,91	1,26
1049	zöldpala I.	56	44	13	0,27	0,28	0,26	0,27	1,20	1,18	1,90	0,73
1050	mészke	38	36	9	0,1	0,11	0,1	0,10	1,33	1,23	1,93	0,33
1051	kvarcit	54	46	19	0	0	0	0,00	1,21	1,08	1,85	0,00
1052	mészke	64	54	17	0,02	0,02	0,01	0,02	1,15	1,18	1,87	0,04
1053	homokkő	53	42	19	0,31	0,31	0,31	0,31	1,22	1,33	1,85	0,93
1054	kontakt pala	57	39	14	0,38	0,36	0,36	0,37	1,19	1,03	1,89	0,86
1055	mészke	64	24	18	0	0	0	0,00	1,15	n.e.	1,86	0,00
1056	bazalt 2.	99	33	24	21,5	21,6	21,8	21,63	1,00	1,03	1,81	40,31
1057	tefrit (?)	71	41	14	5,11	5,1	5,08	5,10	1,11	n.e.	1,89	10,75

1058	bazalt 1.	103	58	17	<i>11,1</i>	<i>11,3</i>	<i>11,1</i>	11,17	0,98	1,03	1,87	21,25
1059	zöldpala XI. (29)	111	64	15	<i>58,7</i>	<i>58,5</i>	<i>58,5</i>	58,57	0,96	1,23	1,89	130,33
1060	zöldpala I.	109	57	12	<i>0,69</i>	<i>0,69</i>	<i>0,68</i>	0,69	0,96	1,18	1,91	1,49
1061	zöldpala IV.	87	63	20	<i>0,45</i>	<i>0,44</i>	<i>0,46</i>	0,45	1,04	n.e.	1,84	0,87
1062	bazalt 1.	74	52	22	<i>19,3</i>	<i>19,5</i>	<i>18,8</i>	19,20	1,10	n.e.	1,83	38,56
1063	bazalt v. dolerit	71	34	23	<i>1,59</i>	<i>1,59</i>	<i>1,55</i>	1,58	1,11	1,03	1,82	3,30
1064	metagabbró (16)	84	53	25	<i>0,23</i>	<i>0,23</i>	<i>0,22</i>	0,23	1,06	n.e.	1,79	0,43
1065	bazalt 1.	89	61	21	<i>15,5</i>	<i>15,4</i>	<i>15,1</i>	15,33	1,04	1,13	1,84	33,02
1066	bazalt 1.	75	68	25	<i>27,8</i>	<i>27,8</i>	<i>27,3</i>	27,63	1,10	1,13	1,79	61,56
1067	zöldpala IV. (47)	72	70	17	<i>0,74</i>	<i>0,74</i>	<i>0,76</i>	0,75	1,11	1,08	1,87	1,68
1068	bazalt 1.	110	35	31	<i>15,4</i>	<i>15,3</i>	<i>15,8</i>	15,50	0,96	1,08	1,72	27,70
1069	bazalt 1.	100	35	28	<i>8,83</i>	<i>8,75</i>	<i>8,66</i>	8,75	0,99	n.e.	1,76	15,29
1070	zöldpala III.	95	44	18	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	0,50	1,01	1,08	1,86	1,02
1071	mészkö	57	36	17	<i>1,28</i>	<i>1,3</i>	<i>1,27</i>	1,28	1,19	1,03	1,87	2,96
1072	bazalt 1.	98	43	22	<i>15,6</i>	<i>15,9</i>	<i>15,8</i>	15,77	1,00	1,18	1,83	34,09
1073	zöldpala IV.a	70	43	21	<i>0,43</i>	<i>0,43</i>	<i>0,44</i>	0,43	1,12	1,33	1,84	1,19
1074	zöldpala I.	89	32	27	<i>0,45</i>	<i>0,45</i>	<i>0,43</i>	0,44	1,04	n.e.	1,77	0,81
1075	zöldpala I.a	68	20	20	<i>0,27</i>	<i>0,27</i>	<i>0,26</i>	0,27	1,13	1,03	1,84	0,57
1076	zöldpala VI.a	71	22	18	<i>0,23</i>	<i>0,22</i>	<i>0,22</i>	0,22	1,11	1,08	1,86	0,50
1077	zöldpala I. (38)	62	37	21	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,52</i>	0,51	1,16	n.e.	1,84	1,08
1078	kontakt pala (?)	65	46	16	<i>2,72</i>	<i>2,7</i>	<i>2,67</i>	2,70	1,15	n.e.	1,88	5,80

1079	kontaktpala	67	34	22	0,38	0,37	0,38	0,38	1,14	n.e.	1,83	0,78
1080	zöldpala I.	80	32	26	1,15	1,16	1,17	1,16	1,07	1,03	1,78	2,29
1081	zöldpala I.	108	28	27	0,42	0,43	0,42	0,42	0,97	1,08	1,77	0,79
1082	zöldpala IV.	76	34	16	0,82	0,8	0,78	0,80	1,09	1,03	1,88	1,70
1083	metadolerit (10)	100	31	25	0,21	0,23	0,22	0,22	0,99	n.e.	1,79	0,39
1084	zöldpala II. (30)	68	32	21	0,25	0,24	0,25	0,25	1,13	1,13	1,84	0,58
1085	zöldpala I.	81	35	16	0,54	0,53	0,53	0,53	1,07	1,08	1,88	1,16
1086	bazalt 1.	114	40	25	20,8	20,8	20,7	20,77	0,95	1,03	1,79	36,55
1087	zöldpala I.a	55	24	15	0,16	0,15	0,15	0,15	1,20	n.e.	1,89	0,35
1088	zöldpala I.	87	34	18	0,42	0,42	0,4	0,41	1,04	1,08	1,86	0,87
1089	kvarcit	70	35	17	0,18	0,18	0,18	0,18	1,12	1,03	1,87	0,39
1090	mészkö	225	46	15	0,07	0,08	0,07	0,07	0,71	1,18	1,89	0,12
1091	zöldpala III. (35)	56	49	26	0,59	0,6	0,6	0,60	1,20	1,03	1,78	1,32
1092	mészkö	185	70	27	0,25	0,25	0,26	0,25	0,78	1,03	1,77	0,36
1093	zöldpala I.	72	48	14	0,51	0,51	0,5	0,51	1,11	1,03	1,89	1,10
1094	zöldpala I.	65	34	11	0,29	0,29	0,28	0,29	1,15	1,03	1,91	0,65
1095	bazalt I. (46)	110	89	58	12,8	12,6	12,5	12,63	0,96	n.e.	n.e.	12,14
1096	zöldpala I.	70	50	14	0,55	0,55	0,55	0,55	1,12	1,18	1,89	1,38
1097	nefrit	40	36	10	0,12	0,11	0,11	0,11	1,32	1,18	1,92	0,34
1098	szerpentinit (34)	49	42	18	8,15	8,16	8,21	8,17	1,25	1,08	1,86	20,54
1099	zöldpala I.	70	54	30	0,66	0,67	0,66	0,66	1,12	1,28	1,73	1,65

1100	zöldpala I.	46	37	14	0,31	0,3	0,31	0,31	1,27	1,08	1,89	0,80
1101	zöldpala I.	47	48	13	0,31	0,31	0,31	0,31	1,26	n.e.	1,90	0,74
1102	zöldpala (egyéb)	59	36	13	0,2	0,19	0,2	0,20	1,18	1,13	1,90	0,50
1103	zöldpala IV.	55	37	12	0,28	0,28	0,29	0,28	1,20	1,08	1,91	0,71
1104	nefrit	65	41	16	0,07	0,09	0,08	0,08	1,15	1,13	1,88	0,20
1105	zöldpala IV.	57	37	10	0,74	0,74	0,72	0,73	1,19	1,43	1,92	2,40
1106	zöldpala I.	53	37	10	0,44	0,42	0,43	0,43	1,22	1,03	1,92	1,04
1107	csomópala (31)	60	36	13	0,14	0,13	0,14	0,14	1,17	1,23	1,90	0,38
1108	zöldpala IV.	40	30	9	0,26	0,27	0,26	0,26	1,32	n.e.	1,93	0,67
1109	nefrit	45	34	12	0,08	0,07	0,08	0,08	1,28	1,23	1,91	0,23
1110	zöldpala IV.	53	47	14	0,55	0,55	0,54	0,55	1,22	1,03	1,89	1,30
1111	zöldpala XI.	43	45	18	34,4	34,5	34,5	34,47	1,29	1,43	1,86	118,51
1112	zöldpala I.	54	38	10	0,41	0,41	0,4	0,41	1,21	1,13	1,92	1,07
1113	metagabbró (52)	48	50	20	0,81	0,81	0,82	0,81	1,25	1,03	1,84	1,94
1115	zöldpala XI.	75	69	23	55,1	55,4	55,7	55,40	1,10	1,08	1,82	119,43
1116	homokkő	168	40	32	0,11	0,11	0,1	0,11	0,81	1,18	1,70	0,17
1117	metaultrabázit	64	53	24	0,23	0,24	0,24	0,24	1,15	1,03	1,81	0,51
1118	zöldpala I.	67	35	15	0,36	0,36	0,37	0,36	1,14	n.e.	1,89	0,78
1119	bazalt 1.	49	42	14	7,99	7,98	7,93	7,97	1,25	1,03	1,89	19,43
1120	andezit	75	48	19	2,75	2,78	2,74	2,76	1,10	1,08	1,85	6,07
1121	bazalt 1.	102	59	23	21,1	20,8	20,9	20,93	0,99	1,03	1,82	38,81

1122	dolerit	110	45	27	0,52	0,52	0,53	0,52	0,96	1,03	1,77	0,92
1123	amfibolpala (metagabbró eredetű) (24)	150	64	23	0,61	0,61	0,62	0,61	0,85	n.e.	1,82	0,95
1124	bazalt 1.	85	50	15	7,22	7,24	7,23	7,23	1,05	1,23	1,89	17,67
1125	zöldpala I.	58	41	14	0,41	0,41	0,4	0,41	1,19	1,38	1,89	1,26
1126	bazalt 1.	107	53	32	18,6	18,4	18,2	18,40	0,97	1,08	1,70	32,91
1127	zöldpala I.	83	52	33	0,68	0,69	0,66	0,68	1,06	n.e.	1,68	1,21
1128	zöldpala III.	48	40	13	0,38	0,36	0,36	0,37	1,25	1,28	1,90	1,12
1129	zöldpala IV.a	44	36	12	0,28	0,27	0,28	0,28	1,28	1,18	1,91	0,80
1130	zöldpala II.	56	46	13	0,24	0,23	0,23	0,23	1,20	1,18	1,90	0,63
1131	zöldpala I.a	76	45	21	0,32	0,31	0,32	0,32	1,09	1,03	1,84	0,66
1132	zöldpala III.	47	41	9	0,34	0,34	0,33	0,34	1,26	n.e.	1,93	0,82
1133	zöldpala I.	46	41	13	0,29	0,26	0,26	0,27	1,27	1,08	1,90	0,70
1134	szaruszirt	57	36	18	0,27	0,27	0,28	0,27	1,19	1,08	1,86	0,66
1135	zöldpala I.	60	45	18	0,22	0,2	0,2	0,21	1,17	1,13	1,86	0,51
1136	zöldpala I. (13)	55	46	17	0,53	0,52	0,5	0,52	1,20	1,08	1,87	1,26
1137	bazalt 1.	76	48	19	15,3	14,9	15,4	15,20	1,09	1,03	1,85	31,78
1138	zöldpala II.	83	46	18	0,34	0,35	0,35	0,35	1,06	1,18	1,86	0,81
1139	zöldpala II.	41	30	11	0,14	0,13	0,12	0,13	1,31	1,13	1,91	0,37
1140	zöldpala I.	43	39	9	0,24	0,25	0,25	0,25	1,29	1,23	1,93	0,76
1141	kontakt pala (?)	51	40	16	0,31	0,31	0,3	0,31	1,23	1,18	1,88	0,84
1142	zöldpala IV.a	43	33	11	0,25	0,23	0,23	0,24	1,29	1,08	1,91	0,63

1143	kontakt pala (?)	47	27	13	0,07	0,07	0,08	0,07	1,26	1,33	1,90	0,23
1144	nefrit	32	31	6	0,03	0,03	0,03	0,03	1,40	1,13	1,95	0,09
1145	nefrit	39	35	10	0,14	0,14	0,13	0,14	1,33	1,28	1,92	0,45
1146	zöldpala II.	52	29	18	0,29	0,27	0,27	0,28	1,22	1,18	1,86	0,75
1147	bazalt I.	48	39	19	9,33	9,33	9,35	9,34	1,25	1,08	1,85	23,49
1148	zöldpala II.	50	40	13	0,17	0,18	0,18	0,18	1,24	1,23	1,90	0,51
1149	nefrit	47	39	13	0,18	0,17	0,18	0,18	1,26	1,23	1,90	0,52
1150	zöldpala IV.a	40	31	11	0,24	0,25	0,25	0,25	1,32	1,13	1,91	0,70
1151	mészkö	51	43	12	0	0	0	0,00	1,23	1,23	1,91	0,00
1152	nefrit	50	40	14	0,2	0,18	0,19	0,19	1,24	0,99	1,89	0,44
1153	kvarcit	56	43	18	0,01	0,02	0	0,01	1,20	1,43	1,86	0,03
1154	zöldpala IV.a	42	32	10	0,2	0,18	0,19	0,19	1,30	1,13	1,92	0,54
1155	zöldpala (egyéb)	65	53	20	0,18	0,18	0,19	0,18	1,15	1,18	1,84	0,46
1156	zöldpala IV.	58	43	15	0,45	0,45	0,45	0,45	1,19	1,13	1,89	1,14
1158	zöldpala I.	41	35	9	0,28	0,28	0,27	0,28	1,31	1,13	1,93	0,79
1159	zöldpala I.	50	39	12	0,57	0,56	0,57	0,57	1,24	1,33	1,91	1,78
1160	zöldpala III.	36	29	8	0,2	0,19	0,2	0,20	1,35	1,03	1,93	0,53
1161	zöldpala IV.	40	35	10	0,29	0,3	0,29	0,29	1,32	1,08	1,92	0,80
1162	zöldpala IV.	39	33	11	0,23	0,23	0,23	0,23	1,33	1,08	1,91	0,63
1163	zöldpala IV.	47	37	13	0,31	0,35	0,35	0,34	1,26	1,18	1,90	0,95
1164	bazalt 2.	46	39	14	21,4	21,4	21,4	21,40	1,27	1,23	1,89	63,28

1165	homokos-tuftos szaruszirt (22)	108	52	23	37,6	37,8	36,9	37,43	0,97	1,38	1,82	90,77
1166	zöldpala III.	76	50	20	0,51	0,53	0,54	0,54	1,09	1,23	1,84	1,33
1167	kovás márga, mészkő	46	41	10	0,12	0,1	0,11	0,11	1,27	1,18	1,92	0,32
1168	zöldpala IV.a	47	32	12	0,3	0,31	0,28	0,30	1,26	1,38	1,91	0,98
1169	zöldpala IV.a	44	35	13	0,25	0,25	0,25	0,25	1,28	1,23	1,90	0,75
1170	zöldpala IV.a	47	33	13	0,2	0,18	0,18	0,19	1,26	1,43	1,90	0,64
1171	zöldpala III.	38	29	10	0,19	0,18	0,18	0,18	1,33	1,18	1,92	0,56
1172	zöldpala IV.a	46	35	12	0,29	0,28	0,29	0,29	1,27	1,18	1,91	0,82
1173	zöldpala IV.a	45	35	11	0,22	0,21	0,21	0,21	1,28	1,13	1,91	0,59
1174	zöldpala IV.	40	37	11	0,2	0,21	0,21	0,21	1,32	0,99	1,91	0,51
1175	zöldpala IV.	36	32	10	0,15	0,15	0,16	0,15	1,35	1,23	1,92	0,49
1176	zöldpala III.	37	29	9	0,2	0,19	0,2	0,20	1,34	1,08	1,93	0,55
1177	zöldpala IV.a	87	54	17	0,61	0,61	0,62	0,61	1,04	1,18	1,87	1,42
1178	zöldpala III.	36	35	11	0,26	0,26	0,27	0,26	1,35	1,08	1,91	0,74
1179	zöldpala I.	45	34	14	0,29	0,31	0,31	0,30	1,28	1,38	1,89	1,01
1180	zöldpala II. (?)	52	42	19	0,26	0,27	0,26	0,26	1,22	1,23	1,85	0,74
1181	zöldpala III.	56	35	17	0,31	0,31	0,32	0,31	1,20	1,18	1,87	0,83
1182	zöldpala III.	58	43	16	0,47	0,47	0,48	0,47	1,19	1,33	1,88	1,40
1183	zöldpala II.	37	27	10	0,08	0,07	0,09	0,08	1,34	1,18	1,92	0,24
1184	zöldpala IV.a	45	35	11	0,23	0,24	0,23	0,23	1,28	1,18	1,91	0,67
1185	zöldpala I.	48	35	13	0,25	0,25	0,24	0,25	1,25	1,38	1,90	0,81

1186	zöldpala I.	58	42	11	0,79	0,79	0,79	0,79	1,19	1,03	1,91	1,85
1187	zöldpala IV.a	40	38	13	0,21	0,21	0,19	0,20	1,32	1,03	1,90	0,53
1188	zöldpala I.	44	37	12	0,32	0,33	0,32	0,32	1,28	n.e.	1,91	0,79
1189	zöldpala III.	45	33	12	0,24	0,25	0,25	0,25	1,28	1,23	1,91	0,74
1190	zöldpala III.	47	32	16	0,24	0,24	0,25	0,24	1,26	1,08	1,88	0,62
1191	zöldpala I.a	74	56	17	1,01	0,98	0,99	0,99	1,10	1,43	1,87	2,92
1192	szaruszirt (?)	63	46	14	0,13	0,12	0,12	0,12	1,16	1,18	1,89	0,32
1193	zöldpala IV.	78	45	16	0,36	0,37	0,39	0,37	1,08	1,08	1,88	0,82
1194	zöldpala IV.	63	41	14	0,36	0,35	0,36	0,36	1,16	1,33	1,89	1,04
1195	zöldpala IV.	41	33	10	0,22	0,21	0,21	0,21	1,31	1,08	1,92	0,58
1196	zöldpala IV.a	38	32	12	0,21	0,22	0,2	0,21	1,33	1,43	1,91	0,76
1197	zöldpala IV.	37	37	12	0,23	0,23	0,21	0,22	1,34	1,13	1,91	0,65
1198	zöldpala I.	54	36	14	0,27	0,25	0,26	0,26	1,21	1,28	1,89	0,76
1199	zöldpala I.	43	33	13	0,19	0,19	0,18	0,19	1,29	1,43	1,90	0,66
1200	zöldpala IV.	33	29	9	0,17	0,18	0,17	0,17	1,38	1,43	1,93	0,66
1201	zöldpala IV.	38	29	11	0,14	0,16	0,17	0,16	1,33	1,18	1,91	0,47
1202	zöldpala I.	46	28	11	0,22	0,21	0,2	0,21	1,27	1,08	1,91	0,55
1203	nefrit	43	38	13	0,04	0,04	0,05	0,04	1,29	1,08	1,90	0,12
1204	zöldpala III.	64	45	13	0,21	0,19	0,2	0,20	1,15	1,08	1,90	0,47
1205	zöldpala IV.a	34	25	10	0,08	0,09	0,08	0,08	1,37	n.e.	1,92	0,22
1206	bazalt 1.	47	32	14	8,07	8,08	8,08	8,08	1,26	1,08	1,89	20,88

1207	zöldpala I.	78	49	20	0,38	0,36	0,38	0,37	1,08	1,03	1,84	0,77
1209	zöldpala III.	65	40	10	0,5	0,5	0,45	0,48	1,15	1,23	1,92	1,31
1210	zöldpala IV.a	65	49	16	0,28	0,3	0,29	0,29	1,15	n.e.	1,88	0,62
1211	bazalt 2. (45)	75	34	20	1,35	1,35	1,35	1,35	1,10	n.e.	1,84	2,73
1212	zöldpala III.	65	45	26	0,67	0,69	0,7	0,69	1,15	n.e.	1,78	1,40
1213	bazalt 2. (58)	58	48	15	7,41	7,36	7,37	7,38	1,19	1,03	1,89	17,07
1214	kovás márga, mészkő	54	42	12	0,14	0,14	0,15	0,14	1,21	1,08	1,91	0,36
1215	zöldpala XI.	85	38	38	51,1	50,8	51,9	51,27	1,05	n.e.	1,58	84,97
1216	zöldpala I.	50	44	14	0,5	0,46	0,48	0,48	1,24	n.e.	1,89	1,12
1217	szerpentin (25)	67	34	26	34,6	34,7	34,5	34,60	1,14	1,18	1,78	82,83
1218	zöldpala I. (8)	76	28	19	0,36	0,36	0,36	0,36	1,09	1,03	1,85	0,75
1219	metagabbró (33)	61	48	18	0,31	0,32	0,3	0,31	1,17	1,03	1,86	0,70
1220	zöldpala I.	57	33	18	0,38	0,39	0,39	0,39	1,19	n.e.	1,86	0,86
1221	zöldpala I.	60	47	16	0,44	0,45	0,45	0,45	1,17	1,13	1,88	1,12
1222	zöldpala I. (53)	89	31	19	1,68	1,7	1,69	1,69	1,04	1,03	1,85	3,35
1223	zöldpala I.	51	40	9	0,52	0,52	0,5	0,51	1,23	1,13	1,93	1,38
1224	tufit, homokkő	45	33	33	0,16	0,16	0,17	0,16	1,28	1,23	1,68	0,43
1225	kvarchomokkő	45	45	28	0	0	0,01	0,00	1,28	n.e.	1,76	0,01
1226	zöldpala III. (20)	54	50	15	0,28	0,27	0,3	0,28	1,21	n.e.	1,89	0,65
1227	zöldpala (egyéb)	117	52	12	2,06	2,05	2,06	2,06	0,94	1,03	1,91	3,81
1228	zöldpala I.	68	42	17	0,23	0,24	0,25	0,24	1,13	1,18	1,87	0,60

1229	szerpentinit (42)	43	41	16	12	12,1	12	12,03	1,29	1,38	1,88	40,29
1230	zöldpala I.	72	48	23	0,45	0,44	0,45	0,45	1,11	1,03	1,82	0,93
1231	zöldpala I. (41)	107	34	30	0,75	0,76	0,77	0,76	0,97	n.e.	1,73	1,28
1232	zöldpala I.	103	53	13	0,68	0,68	0,68	0,68	0,98	1,03	1,90	1,32
1233	szaruszirt (?)	62	41	16	0,46	0,48	0,48	0,47	1,16	1,38	1,88	1,43
1234	zöldpala II.	81	28	22	0,34	0,33	0,3	0,32	1,07	1,03	1,83	0,65
1235	homokkő (szerszámkő)	105	75	30	0,06	0,08	0,07	0,07	0,98	1,38	1,73	0,16
1236	bazalt 1.	69	62	49	36,6	36,3	36,5	36,47	1,12	n.e.	n.e.	41,02
1237	bazalt 1.	107	62	55	16,8	16,9	16,7	16,80	0,97	1,18	n.e.	19,29
1238	kvarchomokkő (csiszolókö)	105	40	38	0,05	0,06	0,06	0,00	0,98	1,18	1,58	0,00
1239	fonolit (40)	74	56	23	1,01	1,01	1,02	1,01	1,10	1,03	1,82	2,09
1240	bazalt 1.	118	43	36	14	14	13,9	13,97	0,94	1,03	1,62	21,97
1241	metadolerit (11)	85	60	57	0,38	0,38	0,38	0,38	1,05	n.e.	n.e.	0,40
1242	zöldpala IV.a	95	51	19	0,37	0,37	0,39	0,38	1,01	1,03	1,85	0,73
1243	bazalt 1.	115	51	39	27,4	27,3	27,1	27,27	0,95	1,23	1,55	49,18
1244	bazalt 1.	123	68	54	24,8	24,8	25,2	24,93	0,92	1,03	n.e.	23,77
1245	bazalt 1.	65	23	20	7,99	7,99	7,91	7,96	1,15	1,03	1,84	17,41
1246	zöldpala (egyéb) (39)	100	41	24	0,36	0,36	0,36	0,36	0,99	1,03	1,81	0,67
1248	bazalt 1.	96	54	23	8,78	8,73	8,71	8,74	1,01	1,38	1,82	22,10
1249	zöldpala I.	82	43	13	0,44	0,45	0,46	0,45	1,06	n.e.	1,90	0,91
1250	zöldpala I.	40	28	9	0,15	0,16	0,16	0,16	1,32	1,03	1,93	0,41

1251	bazalt 1.	55	55	20	17,1	17,1	17	17,07	1,20	1,03	1,84	39,22
1252	szaruszirt (?)	57	50	18	0,04	0,04	0,04	0,04	1,19	1,08	1,86	0,10
1253	bazalt 1.	83	51	22	7,98	8,08	7,94	8,00	1,06	1,03	1,83	16,01
1254	tremolitpala (egyéb)	81	52	23	0,12	0,12	0,13	0,12	1,07	1,03	1,82	0,25
1255	zöldpala I.	89	55	23	0,57	0,56	0,58	0,57	1,04	1,28	1,82	1,37
1256	kvarcit	80	48	32	0,07	0,06	0,07	0,07	1,07	n.e.	1,70	0,12
1257	zöldpala I.	51	40	11	0,36	0,36	0,36	0,36	1,23	1,43	1,91	1,21
1271	bazalt 1.	123	46	30	12,9	13	13,5	13,13	0,92	1,38	1,73	28,93
1272	szerpentinit	71	44	41	38,3	36,8	38,9	38,00	1,11	1,03	1,48	64,96
1273	mikrogabbró - dolerit	105	41	25	0,28	0,26	0,26	0,27	0,98	1,03	1,79	0,48
1274	zöldpala I.	107	31	30	0,46	0,46	0,45	0,46	0,97	1,18	1,73	0,91
1275	nefrit	52	30	14	0,11	0,11	0,12	0,11	1,22	1,03	1,89	0,27
1276	jadeitit	95	50	17	0,11	0,11	0,11	0,11	1,01	1,03	1,87	0,22
1278	szerpentinit (14)	83	28	39	36,2	36,3	34,9	35,80	1,06	1,03	1,55	60,78
1279	bazalt 2.	39	32	12	8,59	8,62	8,61	8,61	1,33	1,13	1,91	24,66
1280	zöldpala 1.	169	58	54	0,95	0,93	0,91	0,93	0,81	1,08	n.e.	0,82
1281	szerpentinit	184	53	48	38,2	38,4	39,4	38,67	0,78	1,43	0,83	35,91
1282	kontakt homokkő (?)	160	72	20	0,62	0,64	0,65	0,64	0,83	1,13	1,84	1,10
1283	zöldpala IV.	65	48	20	0,27	0,28	0,25	0,27	1,15	1,48	1,84	0,83
1284	bazalt 1.	135	70	60	33,5	33,7	33,2	33,47	0,89	1,08	n.e.	32,24
1296	zöldpala IV.	79	46	20	0,53	0,53	0,52	0,53	1,08	1,08	1,84	1,13

A MAGYAR NEMZETI MÚZEUM ÚJKŐKORI ÉS RÉZKORI CSISZOLT KŐSZERSZÁMAINAK RÉGÉSZETI ÉS PETROGRÁFIAI VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI

ORAVECZ HARGITA¹ – JÓZSA SÁNDOR²

¹Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, oravecz@hmm.hu

²ELTE Kőzettani és Geokémiai Tanszék, sandor.jozsa@geology.elte.hu

Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

Abstract

This paper deals with the investigation of polished stone tools, both from archaeological and petrographic aspects. Altogether 266 stone artefacts from 35 localities were studied from Transdanubia, the North Hungarian Mid-Mountain Range and the Great Hungarian Plain, all of them coming from authentic excavations, mainly from settlements and partly from graves.

Hungarian prehistoric research has for long acknowledged the connection between polished stone tools and their use on wood, their exact function, however, was not analysed. This article aims at investigating the use of the tools partly by typology (the finish of the artefacts), partly, by traces of use-wear. In our opinion, the polished stone tools were used mainly for working wood, specialised for one or more operations. Variations can be explained by hardness of the wood and precision of work. For small jobs and for fine elaboration of wood variations of chisels, rabots, cutting and carving tools were used while for big enterprises like felling trees, production of transporting media, building activities, axes, adzes and hatchets of different size were used. The polished stone artefacts had, beside their practical use, both social and ritual function. They could express rank (prestige), and serve as a measure of value. This can explain the spread of beautifully worked ornamental tools and weapons, made of rare raw materials. On many of the settlements, utilisation of lithic materials had an important role. Some of the artefacts were 'recirculated', made by re-shaping from previously used tools.

Most of the stone tools were made of raw materials that cannot be unambiguously identified macroscopically. After a primary classification the tools were further analysed petrographically in thin section, and subsequently grouped according to their significance and potential in defining source regions. The first group comprised magmatic (igneous) rocks and their slightly metamorphic variants, the second group contained rocks of possibly ophiolitic origin, the third group was made up of basically sedimentary rocks rich in silica, partly metamorphosed. On the basis of the rock groups formed, and their presence on the investigated sites, regions of use (districts) were differentiated. In the Zala district, serpentinite, in the Pilis district, andesite and chlorite schist-greenschist, in the Borsod district, metaophiolites and metavolcanites - metatuffs, in the Kőrös district, metaophiolites, in the Szeged district, sandstone and metaophiolites, in the Tisza district, andesite and metaophiolites, in the Tokaj sub-district separated within the latter, sandstone was found to be the dominant raw material. These districts were allocated to potential source regions based on the geological build-up of the territories in question. According to our studies volcanites, metavolcanites and sandstone were basically used locally while rocks of ophiolitic origin could be used for the production of stone tools at a considerable distance from the sources.

KULCSSZAVAK: FUNKCIÓ, HASZNÁLATI NYOM, NYERSANYAG, KŐZETLELŐHELY, PANNON-MEDENCE, NEOLITIKUM, RÉZKOR

KEYWORDS: FUNCTION, USE-WEAR, RAW MATERIAL, SOURCES, PANNONIAN-BASIN, NEOLITHIC, COPPER AGE

Kutatási előzmények, vizsgálataink célja

Az őskori gyűjtemény csiszolt kőszerszámainak elemzését 1997-ben kezdtük el egy, az OTKA által támogatott kutatási program keretében.¹ Fő célkitűzésünk az volt, hogy a szerszámokkal kapcsolatos kutatási problémákat vizsgáljunk meg, mint pl. a rendeltetés, a használat módja, a nyersanyag, vagy annak előfordulása. Mindehhez kiváló lehetőséget nyújtott a több ezer csiszolt kőszerszámot őrző Magyar Nemzeti Múzeum őskori gyűjteménye.

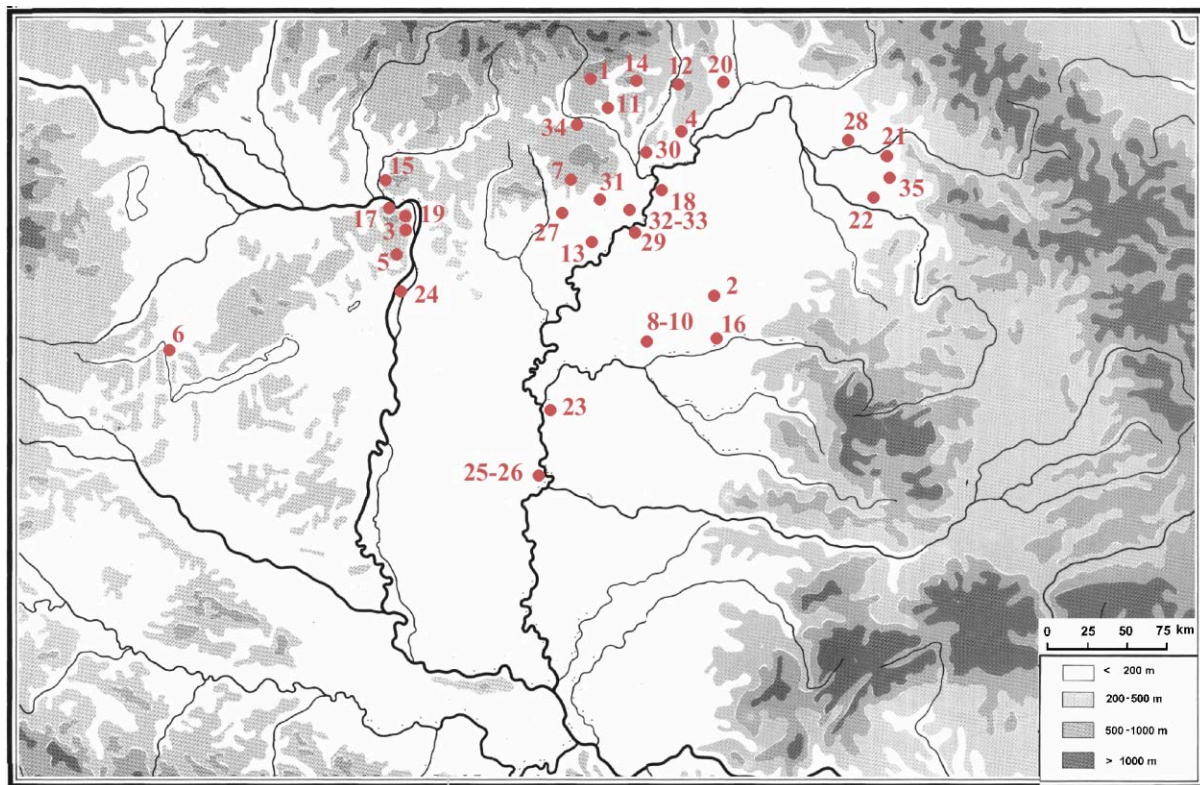
A hazai őskorkutatás bár már régóta felismerte a csiszolt kőszerszámok összefüggését a faipari munkálatokkal, azonban rendeltetésük pontosítását elmulasztotta. Ennek a hiányosságnak tudható be az, hogy mindeztidáig nem rendelkezünk megbízható szerszám-típológiával és funkcionális nevezéktannal, meghatározásaink szubjektívák, leírási és közlési módszereink többnyire hagyományosak, rekonstrukciós próbálkozásaink pedig egyoldalúak, – főként néprajzi megfigyeléseken alapulnak – ugyanakkor szörványosak is, mivel rendszerint egy-egy kultúra eszközanyagára vonatkoznak.

A csiszolt eszközök értékelésében lényeges változást csupán az utóbbi évek kutatásai hoztak. (Antoni 1990; Zalai-Gaál 1991; T. Biró 1992, Starnini 1994, 1996, Starnini & Szakmány 1998; Antoni & Horváth 2000, T. Biró & Szakmány 2000; Horváth 2001; Fűri et al. 2004; Szakmány & Starnini 2002; Szakmány & Kasztovszky 2004; Oravecz & Józsa 2001; 2005).² Ezek az elemzések először foglalkoztak alaposabban a kőszerszámok anyagának meghatározásával, a kőzetanyagok Kutatásainkat az őskori gyűjtemény raktári anyagának áttekintésével kezdtük el, s arra a következtetésre jutottunk, hogy a több ezerre becsülhető csiszolt kőeszköz anyagot lehetetlenség egyszerre vizsgálni. Ezért a szerszámok közül 266 darabot emeltünk ki, elsősorban azokat, amelyek lelőhellyel, pontos előkerüléssel, kulturális-időrendi hovatartozással rendelkeztek. (1. ábra).

Cikkünk első részében a régészeti módszerrel végzett elemzéseinket foglaljuk össze, amelyben kitérünk az eszközök tipológiai és funkcionális

előfordulásának feltérképezésével, a nyersanyagok kapcsán rekonstruálható gazdasági és kulturális kapcsolatokkal, a használat különböző módjainak rekonstruálásával, valamint az eszközök lehetséges szociális vonatkozásaival. Az eszközökkel kapcsolatos vizsgálatainkat magunk is hasonló célok által vezérelve kezdtük el, amelynek során elsősorban a használat módjának rekonstrukcióját, valamint a kőzetanyag meghatározását tartottuk fő feladatnak.

leírására, az egyes műveletek, valamint a használat módjának rövid meghatározására. Funkcionális rekonstrukciónkat az egyes szerszámélekek valamint a különféle használati nyomok megfigyelésére alapoztuk. Célunk az volt, hogy konkrét ősrégészeti példákból és tapasztalati megfigyelésekből induljunk ki. Dolgozatunk második részében a kőzettani kutatásaink eredményeit taglaljuk. A régészeti és kőzettani vizsgálatainkról az 1. táblázat nyújt áttekintést.



1. térkép: Az újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámok régészeti lelőhelyei

Kulcs: 1: Aggtelek-Baradla barlang; 2: Berettyószentmárton; 3: Békásmegyér; 4: Bodrogkeresztúr-Kutyasor; 5: Budakeszi; 6: Csáford; 7: Demjén-Hegyeskőbérc; 8-10: Dévaványa-Sártó, Réhelyi gát, Simasziget; 11: Edelény (Borsod)-Derekegyháza; 12: Hejce-Püspöktábla; 13: Kisköre-Gát; 14: Krasznokvajda-Kötelek dűlő; 15: Letkés-Vízfó; 16: Magyarhomorog-Kónyadomb; 17: Pilismarót-Szobi rév; 18: Polgár-Csőszhalom; 19: Pomáz; 20: Sátoraljaújhely-Ronyvapart; 21: Sonkád; 22: Szamossályi; 23: Szegvár-Tűzköves; 24: Szigetcsép-Tangazdaság; 25-26: Tápé-Lebő, Alsóhalom, Felsőhalom; 27: Tarnabod; 28: Tarpa-Márki tanya; 29: Tiszafüred; 30: Tiszalúc-Sarkad; 31: Tiszánána; 32-33: Tiszavalk-Tetes, Négyesi határ; 34: Uppony-Malomág; 35: Zajta.

A szerszámok funkciójáról

A formai elemzés során úgy találtuk, hogy a csiszolt szerszámok zömét, plánkonvex keresztmetszetűre (alul egyenesre, felül domborúra) képezték ki. Ezt az alapformát eltérő méretben (hosszúságban, vastagságban), és éllel állították elő, attól függően, hogy az eszközt milyen célra szánták, amennyiben munkaeszköznek, majdnem mindig az alsó, sík, lapjuk felől voltak elvékonyítva, ha nem, akkor az él felőli részük teljesen vastag, domború maradt.

Azt a szerszámot, amelyet keskeny vagy összeszűkülő, rövid éllel képezték ki, mi vésőnek neveztük el, egyrészt, azért mert vésésre leginkább az ilyen kialakítású él (volt) alkalmas, másrészt az élen keletkezett nyomok is ilyen műveletre utalnak. Használat közben a szerszámon leginkább sűrű, fésűfogazathoz hasonló, kikopás keletkezett (**2/1. ábra**), ami a szerszám kissé megemelt tartására, valamint élre merőleges (tengelyével párhuzamos) irányú mozgatására – vésésre – vezethető vissza (Keeley 1980; Dobosi & Homola 1989).

Vésésre utaltak még a kicsorbult szerszámélek is, melyek feltehetően a feldolgozott anyag nem megfelelő kiválasztása vagy a szerszámok nem megfelelő használata miatt keletkeztek (**2/2. ábra**).

A véső élkiképzésénél és korlátozott használatánál fogva, specializált vagy célszerszámok közé tartozott.

Sorozatos megfigyeléseink szerint a csiszolt kővésők általában közepes méretű, kézbe illő, 8-12 cm hosszú, 3-5 cm széles szerszámok voltak (**2/3. ábra**). A nagyobb példányokról töredékes állaguk miatt nincs méretadatunk (**2/4. ábra**), a kisebbekről van, ezek hossza és szélessége 2,5-3 cm körül mozgott (**2/5. ábra**). A vésők eltérő méretéből arra lehet következtetni, hogy különféle keménységű faanyagokra és különböző precizitást igénylő faipari munkákra, voltak használatosak.

A vésőknek volt egy nem hétköznapi rendeltetése is. Az olyan szerszámokat, amelyek munkára nem használható, összeszűkülő, domború „éllel” lettek kiképezve, mi jelképes szerszámnak tartjuk. Rajtuk munkára utaló nyom nincs. Az, hogy nem hétköznapi célra készültek, kőzetanyagukon is látszik: esztétikusak vagy törékenyek (Antoni & Horváth 2000). Általában középső újkőkori temetkezésekből kerülnek elő (Pavuk 1972), ami ugyancsak azt bizonyítja, hogy nem famunkára, hanem szertartásra, társadalmi rang kifejezésére készültek (Patay 1968, 1975, 1976; Zalai-Gaál 1991; Oravecz 1996). Tapasztalataink szerint az ilyen rendeltetésű eszközök, csakis értelmüket (tartalmukat, jelentésüket) veszítve váltak hasznosított munkaeszközzé (**2/6. ábra**). Átalakulásuk folyamatát jól illusztrálja egy, a tiszai

kultúra lebői telepéről elkerült szerszám, amely eredetileg véső formát utánzó, zöldes-lilás, elszíneződésű metahomokkőből készült jelképes szerszám volt, de miután később az élet elvékonyították, munkára, vágásra és metszésre tették alkalmassá, azaz utólag hasznosították (**2/7. ábra**).

Arra vonatkozóan is számos nyomot találtunk, hogy az összeszűkülő élű vésőket – funkciójuktól függetlenül – sokkal együtt használták. Erre, rögzítéssel összefüggő, kb. 2-3 mm széles és mély bevölgyelések, ún. nutolások (**2/8. ábra**) vagy foglalattól származó sérülések (horzsolódások) utalnak (**2/9. ábra**). Éppen a vésőknél fordult elő a nyelezésnek egészen egyedi módja, amit a tápéi újkőkori telep egyik újkőkori szerszámán figyelhetünk meg, fokát nyelezés céljából, mindkét oldalon elvékonyították (**2/10. ábra**).

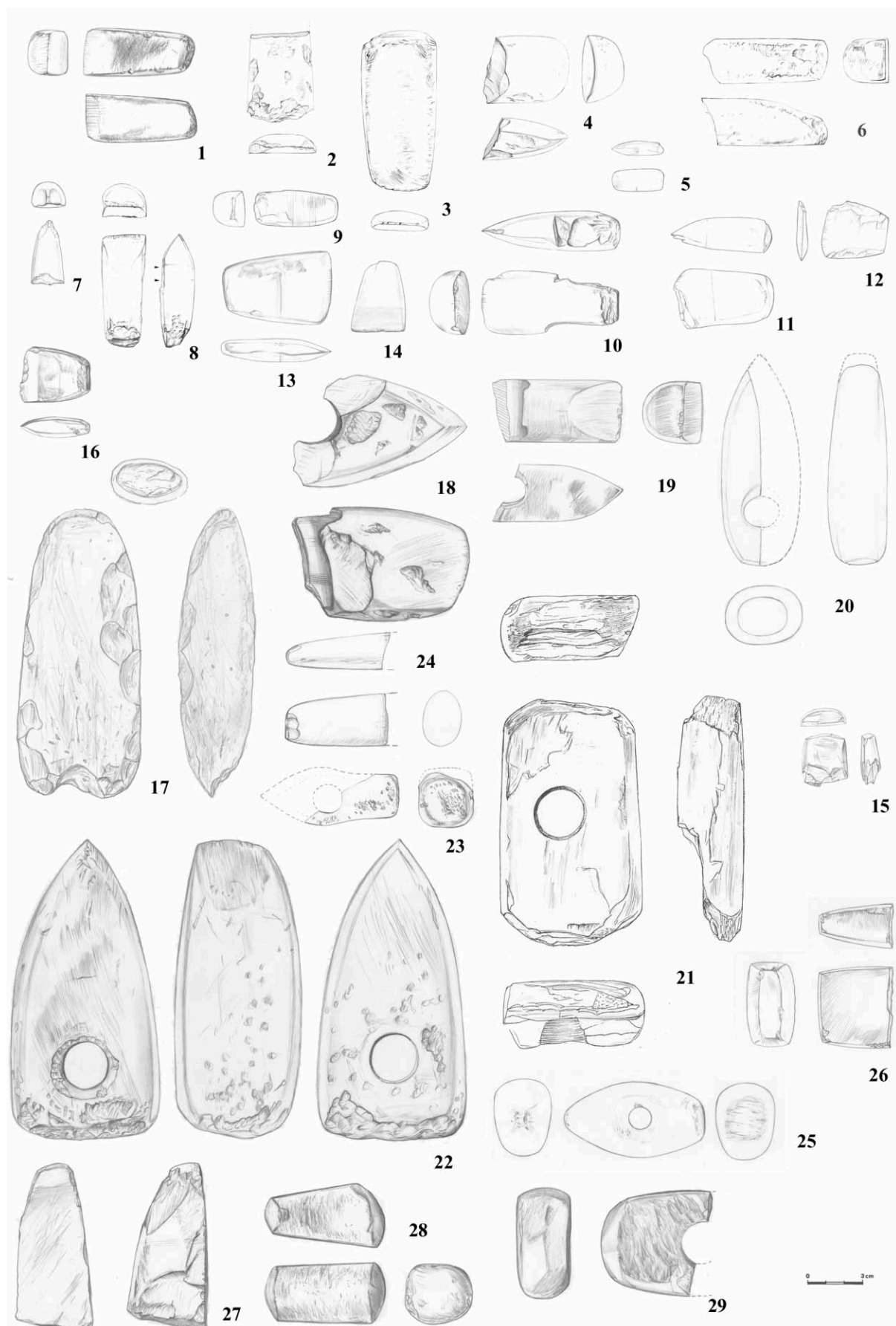
A plánkonvex keresztmetszetű eszközök, másik nagyobb csoportját a kiszélesedő élű szerszámok alkották, melyeket megítélésünk szerint nem egy, hanem több műveletre alakítottak ki.

Azt figyeltük meg, hogy a kiszélesedő szerszámélek mind formailag, mind funkcionálisan egyszerre több követelménynek feleltek meg. Használhatóak voltak egyrészt vésésre, mivel a sima alsó részük az anyagon való csúsztatást, míg az ívelt vagy egyenes élűk a forgácsolást tette lehetővé. Lényegében a vésőkhöz hasonló módon is tudtak működni, azzal a különbséggel, hogy azoknál jóval szélesebb felületet vájtak ki a faanyagból. A kiszélesedő élű eszközök élei véső művelet (élre merőleges, tengellyel párhuzamos irányú mozgatás) következtében, mindkét ívükön egyenletesen, vonalkázás ("stria"), vagy fogazatszerűen koptak meg (**2/11-12. ábra**).

Másrészt vágásra is szolgáltak, mivel ehhez csupán a szerszám megemelt, kissé féloldalas tartására, valamint az élével párhuzamos, egy vagy kétirányú (oda-vissza) mozgatására volt szükség. Vágáskor az ívelt élek féloldalasán, s csak az egyik oldalon koptak meg (**2/12. ábra**). (Egyébként a kopás nem mindig ugyanazon az oldalon figyelhető meg, ami a bal kéz használatának tudható be (**2/12-13. ábra**).

Végül, gyalulásra is alkalmasak lehettek, hiszen a mai gyaluk ugyanilyen széles, egyenes ívű, kétoldali kiképzésű éllel rendelkeznek. A kézi gyalulás élre merőleges irányú, oda-vissza mozgatást kíván a faanyagon, ami a kőgyalukon, csorbulást vagy „striát” eredményezett, ilyen nyomokat rendre kimutathatunk az egyenes és kétoldali élezésű szerszámokon (**2/14. ábra**).

A szakirodalomban vitatott kérdés, az ún. trapéz alakú szerszámok funkciója. Számos vélemény szerint az alul lapos, felül domború eszközök fakitermeléshez használt balták vagy feszítő ékek voltak (Antoni 1990, Horváth 2001).



2. ábra (ld. előző oldal):

2/1. Kisköre-Gát. Összeszűkülő élű szerszám, élén véső, valamint kemény foglalat nyomával; 2/2. Sátoraljaúhely-Ronyvapart. Kicsorbult élű vésőszerszám; 2/3. Sátoraljaúhely-Ronyvapart. Átlagos méretű vésőszerszám; 2/4. Tápé-Lebő. Makrovéső; 2/5. Tápé-Lebő. Mikrovéső, munkára és foglalatra utaló nyommal; 2/6. Dévaványa-Sártó. Metadoleritből készült jelképes szerszám, átalakítás és utólagos használat nyomával; 2/7. Tápé-Lebő. Vájó, metsző szerszám; 2/8. Dévaványa-Simasziget. Véső, kétszeri nutolás nyomával; 2/9. Tápé-Lebő. Véső, fa vagy agancs foglalat nyomával; 2/10. Tápé-Lebő. Véső, műveletre és különleges nyelezésre utaló nyomokkal; 2/11. Tápé-Lebő. Többhasznú szerszám, élén vésésből származó sérülésekkel; 2/12. Tápé-Lebő. Többhasznú szerszám, vágóműveletre utaló kopással; 2/13. Dévaványa-Sártó. Többhasznú szerszám, balkézrel végzett vágás nyomával; 2/14. Tápé-Lebő. Gyalulásra alkalmas, többhasznú szerszám; 2/15. Sátoraljaúhely-Ronyvapart. Többhasznú mikroszerszám; 2/16. Dévaványa-Sártó. Többhasznú szerszám, fa vagy agancs foglalat nyomával; 2/17. Polgár-Csőszhalom. Trapéz alakú balta, használat nyomával; 2/18. Pilismarót-Szobi rév. Átfűrt fejű balta, használat nyomával; 2/19. Dévaványa-Sártó. Jelképes vésőszerszámból kialakított balta, használat nyomával; 2/20. Tápé-Lebő. Jelképes homokkő balta; 2/21. Tiszalúc-Sarkad. Szalu, vájó funkcióra utaló nyomokkal. 1:2; 2/22. Kisköre-Gát. Fejsze, élén és fokán használatból eredő sérülésekkel; 2/23. Tiszavalk-Négyesi határ. Bazalt fokos, kőbaltát és rézfokost utánzó alakkal; 2/24. Tiszalúc-Sarkad. Kővésőre emlékeztető fokos, homokkőből; 2/25. Magyarhomorog-Kónyadomb. Kőbaltát utánzó fokos, andezitből; 2/26. Pilismarót-Szobi rév. Rézbaltát utánzó andezit fokos; 2/27. Tápé-Lebő. Jelképes szerszámból készült festéktörő szerszám; 2/28. Tápé-Lebő. Fokosból képzett festéktörő szerszám; 2/29. Tápé-Lebő. Szaluból készült festéktörő szerszám.

Mi azonban úgy gondoljuk, hogy ezeknek a szerszámoknak, egyrészt alakjuknál, élkiképzésüknél, tokozásuknál, viszonylag kis méretüknél, másrészt kopásuknál, sérülésüknél fogva ilyen funkciójuk nem lehetett: sújtásra feszítésre utaló használati nyom nincs rajtuk.

A többhasznú szerszámoknál (mint a vésőknél) úgyszintén tapasztaltuk a méretbeli különbségeket, de itt, csupán a kicsi vagy a közepes (átlagos) méretű változatokat találtunk. A legkisebb példányok hossza 3 cm, míg a nagyobbaké 6-7 cm körül mozgott. Ezeknél is előfordultak – a vésők kapcsán már megfigyelt – foglalatból eredő nyomok, pl. a felületi sérülések (2/16. ábra), a nutolások (2/11., 13 ábra), vagy a puha anyagokból (bőrből, textilből) készített tokok által okozott kifényesedések (2/14. ábra).

A fentebb tárgyalt nyomok természetesen nem a nyelezés módjára, hanem csupán annak egy részére, a foglalat használatára utaltak. Azt, hogy az eszközök eredetileg nyelezve voltak, vagy csak egyszerűen tokba illetve, kéziszerszámként használták őket, nyélmaradványok vagy azokra utaló nyomok hiánya miatt nem tudtuk megállapítani. Néprajzi párhuzamok és régészeti környezetből származó maradványok alapján viszont feltételezzük, hogy a Kárpát-medencében, az őskor folyamán a nyelezésnek összetettebb módját ismerték és használták (Semenov 1964, Feustel 1973, Antoni 1990). Egyébként nyelezésre vésők vagy többhasznú szerszámok esetében nem is volt szükség, mert azok eleve kis méretben, kézi szerszámnak készültek. Egyszerű foglalatban, nyelezés nélkül is megfelelő hatékonysággal voltak használhatók.

Baltákból, azaz vágó és daraboló eszközökből, két, teljesen különböző típust találtunk, amelyek

formára ugyan különböztek, de élkiképzésben nem. Mindkettőnél az élt két oldalról alakították ki, használat előtti állapotukban 3-4 mm körüli vastagságúak lehettek, amelyek rendkívül alkalmasak voltak fakitermelésre, durvább minőségű fáfeldolgozásra (hántolásra, nyesésre). A baltáknak egyik típusa lapos, él felé kiszélesedő, mindkét lapján domború, keresztmetszete pedig lencse (és nem plánkonvex!) formájú (2/17. ábra). Élezésük kétoldali, vastagságuk általában 3-4 cm, hosszúságuk 15-18 cm, él szélességük 6-7 cm körüli volt. Állaguk elhasznált, feltételezésünk szerint, már csak átalakításra (hasznosításra) váró eszközök voltak. E balták feltehetően nyélbe illetve funkcionáltak (Semenov 1957). A balták másik típusa át volt fűrva, amelynél mindig a nyelet illesztették a fejbe, nem pedig fordítva. Ezek alakja felülnézetből ötszögletű, oldalnézetből keskeny téglalap alakú volt (2/18. ábra). Nyeles baltákat plánkonvex keresztmetszetű, jelképes szerszámokból is készítettek, oly módon, hogy a szélesebb oldalakat átfűrték, majd a domború éleket vágásra képezték ki (2/19. ábra).

Az átfűrt balták éle összeszűkülő, mindkét oldal felől elvékonyított, fokuk elkeskenyedő, lapos vagy domború volt. Általában középen, vagy a fokhoz közeli részen voltak átfűrva, amelynek mentén mindig megvastagodtak. A furatok átmérője 2-3 cm között mozgott, tehát viszonylag vékony nyéllal használták őket. Meglepőnek tűnik, de az általunk vizsgált eszközanyagban egész balta nem került elő, csak töredékek, amelyeken megfigyelhettük a használat nyomait: az éleken vágástól, sújtástól eredő karcolódásokat, horzsolódásokat, a fokokon pedig ütésnyomokat (2/18-19 ábra). A nyeles balták mai fémbaltáinkhoz hasonlóan, vágó, daraboló eszközök voltak. Egyéb típusokhoz képest kisebb számban fordultak elő, talán mert

munkaigényesebb, értékebb szerszámok voltak, de az is lehet, hogy törés után feldolgozták, felhasználták őket törő, porító eszköznek.

A nyéllyukas balták egy része jelképes szerszám is volt, ezek ritka vagy munkára teljesen használhatatlan kőzetből, pl. szerpentinitből vagy agyagmárgából, homokkőből készültek (2/20. ábra).

Az átfúrt fejű szerszámoknak egy egészen különleges változatával is találkoztunk az eszközanyagban. Néprajzi analógiák alapján szalunak, vājóbaltának határoztuk meg őket (Kós 1980; Antoni 1990). Több töredékük, de teljes példányuk is előkerült (2/21. ábra). Ennek a baltatípusnak lapos, majdnem szabályos, téglatest formája volt, középen átfúrással. A dolgozatban szereplő példányunknak a külső lapja kissé domború, a belső pedig homorú, az éle ívelt, mint a mai fém szaluké. (Kós 1980). Furatuk akkora volt, mint a baltaké, amelyeknek az átmérője 2-3 cm között mozgott, tehát ezek is vékony nyéllal működtek. A használati nyomok elhelyezkedése és jellege alapján a szaluknak kettős funkciót tulajdonítottunk. Az egyik a vājó, amelyre az él erőteljes sérülései, valamint a szélesebb lapjainak a hosszanti irányú, lemezes kitöredezései utaltak (2/21. ábra), a másik az ütő, amelyre a fokok rongálódásából, elhasználódásából következtettünk. A nyomok tehát azt támasztották alá, hogy vājásra, ütésre használt kőszerszámok és nem pedig talajlazító eszközök voltak. A hasznosított szerszámok között szalutöredékeket is találtunk, festékmaradványokkal. A szaluk acél változatait a közelmúltig az erdélyi ácsmesterek egyik legfontosabb kéziszerszámai között tartották számon, Kós 1980.

Fejszéből mindössze egyetlen, – szerencsére – ép példányt azonosíthattunk, amelynek felülnézetből megközelítően téglatesthez, oldalnézetből háromszöghöz hasonlítható alakja, valamint kissé vaskos, tömzsi feje volt. Fokát négyzetesre, élét összeszűkülőre, és nyélre párhuzamos állásúra alakították ki, a furata 2,5 cm átmérőjű volt (2/22. ábra). Értékelhető nyomokkal, sérülésekkel ugyan nem rendelkezett, de alakja és súlya (680 gramm) alapján feltételeztük, hogy különösen az átlagosnál nagyobb, vastagabb törzsű fák kidöntésére volt alkalmas.

A festéktörök kivétel nélkül utólag módosított és hasznosított szerszámok voltak, rendszerint használaton kívüli jelképes szerszámból vagy törött munkaeszközből készültek, alakjukban még felismerhetők az eredeti szerszámok alakja, pl., a vésőt utánozó jelképes („kaptafaalakú”) eszközök (2/27. ábra), a hengerded formájú fokosok (2/28. ábra), valamint a nyelezett munkaeszközök (2/29. ábra) stb. A szerszámokat általában mindkét végükön használták, felületük kopott, horzsolt, gyakran ütési nyomokkal tarkított volt. Számtalan

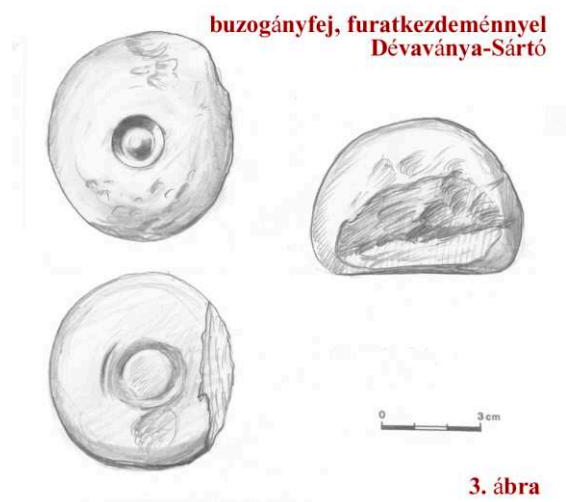
példányukon vörös vagy sárga festék maradványok maradtak fenn, de nem kizárt, hogy nemcsak festékeket, hanem más ásványi anyagokat is porítottak velük.

A csiszolt szerszámoknak egy másik, egészen különleges csoportja nem a munkaeszközök, hanem a fokosok, díszfegyverek közé sorolható.

A fokosnak nevezett szerszámok tipológiailag változatos csoportot alkottak, attól függően, hogy milyen szerszámnak az alakját utánozták. Az egyik változatuk pl. részben átfúrt fejű kőbaltára, részben rézfokos megnyúlt fokára hasonlított (2/23. ábra), egy másik vésőre emlékeztetett (2/24. ábra), amelyhez eredetileg, egy ugyancsak a fokosokra jellemző hosszú, nyélszerű nyúlvány kapcsolódott (2/24. ábra). Harmadik változatuk inkább nyeles balta látszatát keltette (Oravec 1999), míg egy negyedik rézvésőt (2/26. ábra), amelyen határozottan felismerhető az öntött fémszerszámokra jellemző szögletesség (Patay 1984).

A fokosok egy-két kivételtől eltekintve, vastag, munkára alkalmatlan éllel rendelkeztek, tetszetős külleműek, vagy éppen törekeny kőzetanyagúak voltak, láthatóan kivételes, s nem mindennapi „használatra” készültek (Patay 1968; B.-Kutzián 1972; Patay 1975, 1976).

A buzogányfejek sem tartoztak a klasszikus értelemben vett szerszámok közé, hiszen egészen más rendeltetés tulajdonítható nekik, mint a munkaeszközöknek. Mi a csiszolt technológiájuk és a hasonló kontextusuk miatt a munkaeszközökkel együtt tárgyaltuk őket. Példányai általában gömb vagy félgömb alakúak és középen átfúrtak, a furatuk keskeny, kb. 1,5-2 cm között volt, tehát vékony nyélhez csatlakoztak, a nyeles szerszámokhoz hasonlóan (3. ábra). Rendszerint ritka, különleges kőzetanyagból készültek, a rézkorban gyakran sírmellékletek, vélhetően hatalmat jelképező tárgyak, eszközök voltak (Patay 1975).



A régészeti megfigyelések összefoglalása

A fentiekben az újkőkori és rézkori csiszolt eszközkészletnek főként azt a részét vizsgáltuk, amelyek nagyobb részben telepekről, kisebb részben temetkezésekből származtak.

Mind a tipológiai, mind a használati nyom megfigyelések során azt tapasztaltuk, hogy a kőszerszámok nem kezdetleges vagy „primitív”, hanem sokféle rendeltetésre, változatos felhasználásra készült eszközök voltak.

Az eszközök egy része famunka-eszköz volt, amelyek között előfordultak már egy, vagy több műveletre kialakított, specializált (vésők, metszők) vagy többhasznú (véső-vágó-gyaluló) szerszámok, amelyek gyakran a faanyag minősége, keménysége, vagy a munka precizitása szerint még tovább variálódtak. A használatnak ilyen sokszínűsége fejlett anyagismeretről és mesterségbeli tudásról valamint széleskörű technológiai és faipari ismeretekről tett tanúbizonyságot.

A finomabb famegmunkáló eszközök mellett készültek balták, szaluk, fejszék is, amelyek durvább műveletre, nagyobb volumenű munkálatokra, pl. fakitermelésre, építkezésre, ácsolásra, szállítóeszközök előállítására voltak alkalmasak. Hatékonyságuk a fémszerszámokéhoz volt hasonló.

Az eszközök majdnem minden típusának nemcsak hétköznapi, hanem egy egészen különleges – szociális, rituális – funkciója is volt, amelyben közösségi rangot (presztízst), vagy „primitív” értéket fejeztek ki, mint pl. a ritka, különleges anyagú, külsőre is szép megjelenésű, jelképes szerszámok, a díszfegyverek (fokosok) vagy a buzogányfejek.

Tapasztaltuk azt is, hogy számos telepen nagy szerepe volt a kőanyag újrahasznosításnak. Nem minden szerszámot készítettek új nyersanyagból, hanem felhasználták a régi, törött vagy érdektelen (volt jelképes) szerszámok anyagát is, főként olyanokét, amelyek kevés alakítást igényeltek, ennek egyfelől célszerűségi, másfelől gazdasági – korlátozott beszerzésre utaló – okai voltak. Általánosságban szólva, a feltételezett nyersanyagforrástól távolodva, az adott anyagú szerszám mérete csökken.

Kőzettani feldolgozás

A részletesen megvizsgált újkőkori és rézkori eszközök 35 lelőhelyről kerültek elő. A 266 db. eszközből 28 db. vékonycsiszolat készült. Ezeket kőzettani polarizációs mikroszkóppal, a többit kézi nagyítóval vizsgáltuk és határoztuk meg.

Célunk első lépésben a kőzetmeghatározáson túl az egy földtani összetételből, illetve tájegységből

származó kőzetcsoportok meghatározása, azok lehetséges származási helyének, vagy helyeinek megnevezése, az esetleges szállítási útvonalak meghatározása volt. Az adott vizsgálati módszerekkel mindezek pontos és biztos meghatározása nem, vagy csak különlegesen szerencsés esetben lehetséges, ezért az itt bemutatott eredmények csak előzetesek és nem tekinthetők pontosnak és véglegesnek, ehhez további kőzettani és geokémiai elemzések szükségesek.

Az előzetes értékelhetőség szempontjából a kőzetfajtákat többféle csoportba sorolhatjuk. Egyes kőzetfajták, mint pl. a kvarcit vagy a homokkő ugyan szabad szemmel is jól meghatározhatóak, de igen elterjedtek, különböző fajtáik hasonló összetételűek és megjelenésűek, típusuk és származásuk hozzávetőleges meghatározásához is további részletesebb műszeres vizsgálatokra van szükség.

Egyes kőzetek viszonylag könnyen meghatározhatóak voltak, mint pl. a szerpentin és az aktinolitpala, vagy az andezit és egyes mélységi magmás kőzetek (pl. dolerit, gabbró), amelyek nem túl gyakori elterjedésűek, így akár szabad szemmel történő meghatározásuk is lehetővé teszi nyersanyaguk származásának előzetes, közelítő meghatározását. Több szóba jöhető származási hely esetén azonban, annak részletesebb vizsgálatokkal pontosabb meghatározása elengedhetetlen.

A könnyen meghatározható, igen ritka kőzetfajták (pl. kékpala) előfordulása hoz leggyorsabban eredményt a nyersanyaglelőhely egyértelmű, és egyszerű megfeleltethetősége folytán.

Egyes finomszemcsés kőzetből készült eszközök szabad szemmel, vagy kézi nagyítóval történő kőzetmeghatározása igen bizonytalan, anyaguk pontos leírása és ezzel együtt a lehetséges származási hely(ek) meghatározása csak vékonycsiszolatos vizsgálattal lehetséges.

A kőzetmeghatározást és főleg az eszközök származásának meghatározását az is segíti, hogy egyes kőzetfajták, lelőhelyeiken gyakran úgynevezett kőzetsorozatokat részeként, tehát jellegzetes kőzettársulásban jelennek meg. Kőeszközként együttes, vagy egy körzetben való előfordulásuk jelzés értékű lehet. Nagy területen egyenletesen elszórt nagy számú kőeszközlelőhely esetén az eszközök kőzetfajtáinak területi eloszlása szintén utalhat szállítási irányra és távolságra.

A vizsgált kőeszközök nyersanyagait kőzetkőnsági alapon 3 fő csoportba sorolhatjuk. Az első csoportba a kiömlési magmás kőzetek és enyhén metamorf változataik (andezit, bazalt, és egyéb vulkanit, metavulkanit) tartoznak. A második csoportba a - nagy valószínűséggel ofiolitos eredetű - mafikus-ultramafikus mélységi

és szubvulkáni kőzetek nem-, vagy gyengén, illetve metamorf változatai sorolhatók (diorit, dolerit, gabbró, illetve szerpentinit, zöldpala, kékpala). A harmadik csoportot a kovadús, zömmel üledékes eredetű, részben metamorfizálódott kőzetek alkotják.

Első csoport

Ebbe a nagy kőzetcsoportba a kiömlési magmás kőzetek és enyhén metamorf változataik tartoznak.

Ezek közül a gyűjtemény egyik leggyakoribb nyersanyaga az andezit (35 db.). Különböző változatait (amafitos, piroxén-, amfibol-, propilites, hidro- és bazaltos) szabad szemmel is el lehetett különíteni, amit a vékonycsiszolatos vizsgálatok is igazoltak. A hat vékonycsiszolatosan vizsgált andezit két Tokaji-hegység melletti lelőhelyről származik. Közülük öt piroxéndezitnek bizonyult, esetlegesen meglévő rombos piroxénnal és olivin fenokristályokkal, alapanyagukban jelentős üvegtartalommal. A hatodik egy erősen átalakult amafitos andezit. Andezit anyagú kőeszközök a Pilis-Visegrádi hegység körzetében, valamint a Tokaji- és Mátra hegységek környezetében fordulnak elő. Ezek a hegységek kőzettani felépítésüknél fogva az andezit anyagú kőeszközök kőzetadó területei lehettek. Andezit anyagú csiszolt kőeszközök jól ismertek az eddig vizsgált magyarországi gyűjteményekből, de múzeumi gyűjteményekben Aszód-Papi földek kivételével (Kalicz 1985; T. Biró 1992; Judik et al. 2001) nem túl gyakoriak. Ezek anyaga, a MNM-i eszközök anyagához hasonlóan, a közeli harmadidőszaki vulkáni területekről származhat. A szlovákiai anyagok vizsgálata is hasonló eredményeket hozott (Hovorka & Soják 1997; Hovorka & Illášova 2000).

Tufa néven foglaltuk össze az andezittufának, metamorf tufának és metatufitnak határozott 4 mintát, ezekből nem készült vékonycsiszolat. A szabad szemmel történt közethatározások és így a származtatás is ugyan rejtenek némi bizonytalanságot, mégis a két Upponyról származó eszköz metamorf tufa anyagát a Bükk-Upponyi hegységek területéről, a Letkésről származó eszköz andezittufa anyagát a Börzsöny hegységből eredeztethetjük.

A bazalt (9 db.) csoportba egy metabazaltot és egy kérdőjeles bazalt (?) vagy kvarcitot is besoroltunk. Ráadásul az öt vékonycsiszolatosan bazaltnak adódott kőzetből négyet szabad szemmel más kőzetnek határozottunk meg (eklogit vagy szaruszirt, amfibolit, metamikrogabbró és andezit), ami mutatja a bazalt szabad szemmel történő meghatározásának nehézségeit. A bazaltok mikroszkópi képe is változatos. A szigetcsépi kőeszköz bazaltja nagyon üde, sok olivin és augit fenokristályt tartalmaz a plagioklászból, augitból és kevés kőzetüvegből álló középszemcsés,

intergranuláris szövétű alapanyagban. Ezek jellemzik a neogén bazaltokat is. Az egyik tápéi eszköz anyaga viszont a mecseki típushoz hasonlít (Füri et al. 2004). Finomszemcsés, intergranuláris alapanyagában plagioklász, augit, iddingzites, vagy üde olivin, opak ásvány és kevés kőzetüveg található. Ritkán nagyméretű augit fenokristályt tartalmaz. A kiskörei balta kőzete mikroszkóposan finomszemcsés, de igen hasonló az egyik kőbalta (Itsz. MNM 58.35.4) ofiolitos eredetű metadoleritjéhez, ami a közeli szarvaskői eredetet valószínűsít. A bazaltok nagyon finomszemcsés jellege miatt több vékonycsiszolatos és kémiai elemzésre lenne szükség az egyes darabok lehetséges forrásterületének meghatározásához. A szabad szemű meghatározás nehézsége miatt a gyűjteményben a meghatározottnál nagyobb számú bazalt is rejtőzhet más kőzetnév alatt. Más magyarországi csiszolt kőeszközök anyagai között, mint például a Mihály gyűjtemény, jelentős arányú a bazalt megjelenése (Szakmány et al. 2001), itt a bazalt eszközök majdnem kizárólag neogén bazaltból készültek, míg Dél-Magyarország bazaltalkotójeinek anyagát nagyobb részben a mecseki alsó kréta bazalt és csak kisebb részben a neogén bazalt szolgáltatja (Schléder & T. Biró 1999; Schléder et al. 2002; Nikl et al. 2002; Füri et al. 2004). A szomszédos országokban hasonló eredményekről számoltak be (Hovorka & Soják 1997; Hovorka & Illášova 2000; Illášová 2001; Balen et al. 2001).

A riolit (3 db.) és vulkanit-elváltozott vulkanit (12 db.) csoportot alkotó kőzeteket csak szabad szemmel tudtuk határozni, egyes példányoknál mikroszkópi megerősítésre lenne szükség. A riolit forrásterületét nem tudtuk pontosan behatárolni, de a vulkanit-elváltozott vulkanit anyagú kőeszközök a Tokaji-hegység körül csoportosultak, ahol a riolit gyakori kőzettípus.

Második csoport

A nagy valószínűséggel ofiolitos eredetű kőzeteket soroltuk e csoportba. Ide tartoznak a gabbrók, doleritek és dioritok és ezek elváltozott módosultai (meta-, mikro-, kvarc-) (36 db.). Durvaszemcséségük és jellegzetes szövétű alapján szabad szemmel is viszonylag nagy biztonsággal meghatározható kőzettípusok, a 12 db. vékonycsiszolatosan is megvizsgált minta közül csak az egyik finomszemcsés változatot soroltuk szabad szemmel más csoportba (szaruszirt). A kőzetnév pontos meghatározása azonban csak vékonycsiszolatos vizsgálattal lehetséges a származási hely pontosabb behatárolásához további műszeres ásvány-kőzetelemzésekre lenne szükség. A 12 vékonycsiszolatosan vizsgált, 4 lelőhelyről származó minta kőzetei mind ofiolitos jelleget mutatnak, így egy csoportba sorolhatók. Szövétűk intergranuláris - ofitos, lényeges magmás elegyrészeik a plagioklász és az augit, továbbá

jelentős mennyiségben tartalmaznak metamorf ásványokat (barna amfibol, aktinolit, tremolit, albit, epidot, klorit, kvarc, kalcit, és egy esetben kékamfibol). E csoport kőzeteivel gyakran találkozhatunk más magyarországi csiszolt kőszközök esetében is. Hasonló kőzetanyagokat mutattak ki Aszódon (Judik et al. 2001), Szarvason és Endrődön (Starnini & Szakmány 1998).

A szerpentinit (26 db.) csoportba 10 db. biztosan meghatározható szerpentinit, 6 db. bizonytalan meghatározású szerpentinit és 7, különböző fajta metaperidotit (csiszolattal 2 igazolt) került. Pontosabb elkülönítésükhöz kémiai elemzés lenne szükséges. Mikroszkópi meghatározásuk során a metaperidotitok reliktt magmás szövetet mutattak reliktt augittal, olivinnel. Szerpentinit anyagú csiszolt kőszközök kis mennyiségben, de mindenhol előfordulnak a Kárpát-medencében (Hovorka & Illášova 1995; Szakmány 1996; Szakmány & Starnini 1998; Schléder & T. Biró 1999; Hovorka & Illášova 2000; Szakmány et al. 2001; Schléder et al. 2002; Nikl et al. 2002; Szakmány & Starnini 2002). A nyugati, délnyugati területeken mennyiségük nagyobb (T. Biró & Szakmány 2000). Peridotitokról a környező területekről egyedül a Nyitra melletti Kisváradról (Nitriansky Hrádok) (Hovorka & Illášova 2000) származtak be, serpentinisedett peridotit eszköz pedig Kelet-Szlovákiából került elő (Hovorka & Šiška 2000).

A zöldpala (25 db.) csoportba zöld színű eszközöket, kloritpalákat és zöldpalákat soroltunk, öt zöldpalát mikroszkóppal is meghatározhattunk, ami elengedhetetlen a kőzetanyag forrásterületének behatárolásához. Négy finomszemcsés változatban, mikroszkópban albit, tremolit, epidot, klorit, és finomszemcsés titanit található, palásságuk gyenge. Ezek valószínűleg Felsőcsatárról származnak. Az ötödik vékonycsiszolatban az előző ásványok mellett finomszemcsés, szálas zoizit (saussurit) csomók, hosszúkás opakásványok, és vékony, irányítatlan tremolit lécekből álló lencsék található, erőteljes palásság mellett. Ezek a bélyegek egyes Cseh-masszívumbeli zöldpalák jellemzői (Szakmány & Kasztovszky 2001; 2004). A zöldpala az egyik legelterjedtebb kőszköz alapanyag a Kárpát-medencében, különösen a nyugati felében (Szakmány & Kasztovszky 2001) és az északkeletre eső Belső-kárpáti területeken (Gömör-Szepesi Érchegység, Hovorka & Illášová 2000), valamint a Cseh-masszívumban (Přichystal 2000). Ezek közül egyes fajtákat vékonycsiszolatos és vegyvizsgálattal azonosítottak, egy részük valószínűleg Kelet-alpi (Penninikum), nagy részük viszont inkább Cseh-masszívumbeli eredetű (Szakmány & Kasztovszky 2001; 2004).

A kékpala (13 db.) csoportba 10 szabad szemmel is biztos meghatározású (2 db. mikroszkóposan is megerősített), és 3 bizonytalan meghatározású

kékpala került. Az ebből a nyersanyagból készült kőszközök nagy része Észak-Magyarország területén csoportosul, közel a Gömör-Szepesi Érchegységben lévő egyetlen lehetséges forrásterülethez. A vékonycsiszolatos meghatározott két példány glaukofánt, albitot, epidotot, titanitot és opak ásványt tartalmaz, a durvábszemcsés minta ezen felül gránát és klorittartalmú. Ez az összetétel nagyon hasonlít a Gömör-Szepesi Érchegységben előforduló kékpalakéra (Faryad 1997), ami megerősíti az onnan való származás lehetőségét. A magyarországi kékpala anyagú csiszolt kőszközöket Józsa és munkatársai (Józsa et al. 2001), a közeli felvidéki területeken találhatóakat Hovorka és munkatársai (Hovorka et al. 2000) dolgozták fel részletesen.

Harmadik csoport

Kovadús, zömmel üledékes eredetű, részben metamorfizálódott kőzeteket soroltunk ide.

A szaruszirt (8 db.) anyagú kőbalták anyagát szabad szemmel nagyon nehéz meghatározni, mert igen hasonlóak más finomszemcsés kemény kőzetekhez (kvarcit, homokkő, kovás mészkő, bazalt). A szaruszirt – bár a csiszolt kőbalták nagyon elterjedt kőzetanyaga az egész Kárpát-Pannon térségnek (Hovorka et al 2001), még inkább a DK-i részének (Szarvas és Endrőd: Starnini & Szakmány 1998), – forrásterületének meghatározása nagyon bizonytalan még polarizációs mikroszkópi vizsgálat mellett is. Ehhez további különleges vizsgálatokra van szükség, amelybe beletartozik a feltételezett forrásterületről (Erdélyi Középhegység, Radnai havasok) begyűjtött minták összehasonlító elemzése is.

A közép-, finomszemcsés kvarcgazdag metaüledékes kőzeteket (metahomokkő, kvarcítapala, kvarc, kvarcit) kvarcit (24 db.) néven csoportosítottuk. Pontos meghatározásuk csiszolatos vizsgálat nélkül nem lehetséges, de sok esetben még ez sem elégséges a forráskőzet megtalálásához. Más gyűjteményekben is előfordulnak kvarcit anyagú, csiszolt kőszközök, de mennyiségük általában kicsi. Mivel a kvarcit igen elterjedt kőzet, nyersanyag lelőhelyük pontos felderítése még részletes vizsgálatokkal sem várható.

A jáspis (2 db.) és lidit (4 db.) anyagú kőszközökből nem készült vékonycsiszolat, és a minták kis mennyisége miatt nem tudunk a forráskőzetre következtetni. Ezek a kőzetek csiszolt kőszközök nyersanyagaként ritkán jelennek meg.

Homokkő (39 db.) név alatt csoportosítottunk 34 homokkővet, egy kovás- és egy tufás homokkővet és három homokkőhöz hasonló, nehezen meghatározható, kérdéses (esetleg aleurit vagy kovapala) kőzetet. Ez a kőzetfajta viszonylag könnyen meghatározható, de kevésbé forrásjelző, e

gyűjtemény egyik leggyakoribb kőzete. Általában őrlőkőként ismeretes (Szakmány 1996; Judik et al. 2001, stb.). A finomszemcsés változatok ritkán ugyan, de csiszolt eszközként is megjelenhetnek.

A fenti csoportosításon kívüli kőzetfajták (agyagkő (4 db.), mészkő (7 db.), és a kovapala (1 db.)) nem túl gyakoriak. Lehetséges forrásterületük meghatározása vékonycsiszolatos vizsgálatok nélkül nem lehetséges.

A nyersanyagok forrásterületének meghatározása

A lelőhelyek földrajzi elhelyezkedése és a kőeszközök kőzetanyaga alapján a lelőhelyeket körzetek szerint csoportosítottuk. A kőzettani ismertetést ezek alapján végezzük el:

1. (zalai) körzet (1 lelőhely - 2 db. kőeszköz): A Nyugat-Dunántúl egyetlen lelőhelye Csáford. Az erre alapuló zalai körzetre az innen előkerült mindössze két kőeszköz alapján általános kép nem rajzolható meg a területről. A két kőzetfajta közül csak a serpentin (1 db.) jelez nagyon valószínű származási helyet, ugyanis amíg a közeli Kőszeg-Rohonci-hegységben nagy területen elterjedt, további lelőhelyei viszonylag távoliak (Gömör-Szepesi Érchegység, Erdélyi Középhegység, Vardar öv, Jordanów hegység - Dél-Lengyelország, stb.).

2. (pilisi) körzet (6 lelőhely - 27 db. kőeszköz): A pilisi körzethez tartozó 6 lelőhely Budapest tágabb környezetében fekszik. Két értékelhető kőzetcsoporthoz az andezitek (12 db.) a Börzsöny- és Pilis-hegységből származhatnak, eredetük vékonycsiszolatos vizsgálattal pontosítható lenne. Érdekes, hogy ez a kőzet a Budapesthez közeli, a forrásterülettől és a Dunától pedig távolabb eső három feltárásban nem jelent meg, míg a Pilstól legtávolabbi, de a Dunához közeli Szigetcsépen előfordult. A körzet érdekessége a kloritpala-zöldpala (10 db.) jelentős mennyisége. Ilyen kőzet a környéken jelenleg legfeljebb csak a Dunakavicsok között fordulhat elő. Ezek zömét (7) Budakeszin és Békásmegyeren találták, itt más kőzet nem is volt. A kőzetfajta származását egyelőre nem ismerjük.

3. (borsodi) körzet (5 lelőhely - 21 db. kőeszköz): A borsodi körzetbe 5 lelőhelyet soroltunk, amelyek a Hernádtól Ny-ra és a Mátra és Bükk D-i peremétől É-ra eső területre esnek. A legnépesebb kőzetcsoporthoz a serpentin-zöldpala-kékpala (13 db.) a területtől alig néhány 10 km-re É-ra elterülő Gömör-Szepesi Érchegység hasonló kőzeteket tartalmazó ún. Mellétei sorozatából származhat. A szabad szemmel bizonytalanabban meghatározható metavulkanitok-metatafák (4 db.) nagy valószínűséggel a körzet D-i részét alkotó Bükk-hegységben előforduló ún. Kelet-bükki vulkanitok képviselői.

Ezzel egybevéve, hogy a Bükk-től legtávolabbi, legészakibb két lelőhelyről (Aggtelek, Krasznokvajda) hiányoznak ezek a kőzetfajták. A legkisebb számú, de még értékelhető kőzetcsoporthoz alkotó dolerit-diorit a DNY-bükki Szarvaskőről és a Gömör-Szepesi-érchegységi Mellétei sorozatból egyaránt származhat. A két homokkő anyagú kőeszköz lelőhelyét is meg kell említeni (Borsodedelény és Krasznokvajda), ugyanis ezek, ebben a körzetben a legkeletibb lelőhelyek és ilyen szempontból jól kapcsolódnak a kizárólag homokkő anyagú eszközöket adó legkeletibb szamosi körzethez.

4. (szamosi) körzet (4 lelőhely - 4 db. kőeszköz): Jól elhatárolható 4 lelőhely egy-egy homokkő (4) anyagú kőeszközzel alkotja a szamosi (4) körzetet. A homokkövek származási helyének esetleges meghatározásához nagyobb mennyiségű homokkő eszköznek, és a közeli lelőhelyű homokköveknek komolyabb műszeres vizsgálatára lenne szükség.

5. (kőrösi) körzet (5 lelőhely - 35 db. kőeszköz): A kőrösi körzet öt lelőhelyén zömmel két kőzetcsoporthoz kőzeteiből készült kőeszközök kerültek elő. A főleg serpentin, kis részben zöldpala és kékpala (14 db.) anyagú csoport kőzetei a 3. körzet legnépesebb kőzetcsoporthoz hasonló kőzetcsoporthoz tartoznak. Ilyenek legközelebb a Maros völgyében, kissé távolabb a Gömör-Szepesi Érchegységben található. Az eredet pontosabb meghatározásához részletesebb, kiterjedtebb vizsgálatokra lenne szükség. A kőeszközöket alkotó másik kőzetcsoporthoz kőzetei (diorit-dolerit-gabbro (14 db.)), a fenti két lelőhelyről vagy Szarvaskőről is származhatnak.

6. (szegedi) körzet (3 lelőhely - 48 db. kőeszköz): A szegedi körzet kőeszközeinek egyik fő kőzet-típusa az ismeretlen és nehezen kideríthető helyről származó homokkő (12 db.). Ugyanilyen nehéz értelmezni a 9 db. kvarcit alkotta kőzetcsoporthoz. A serpentin-aktinolitból (5 db.) és diorit-dolerit-gabbroból (10 db.) álló csoportok jól összekapcsolhatók a kőrösi körzet azonos kőzetek alkotta csoportjaival, kőzeteik feltehetőleg inkább a Maros-völgyi ofiolitoktól származnak. A többi kőzet-típus értelmezéséhez további vizsgálatok és kutatások szükségesek (Starnini & Szakmány 1998).

7-8. (tiszai-tokaji) körzet (11 lelőhely - 110 db. kőeszköz): A legösszetettebb, legtöbb lelőhelyet magába foglaló körzet a tiszai. Leleőhelyeire Tiszavalk kivételével egységesen jellemző az andezit (25 db.) anyagú kőeszközök megléte, amelyek származhatnak a Tokaji-hegységből, a Mátrából, vagy akár a Cserhátról is, de szóba jöhetnek kissé távolabbi, Selmeci-hegységi, vagy Észak-erdélyi lelőhelyek is. Már vékonycsiszolatos vizsgálattal is viszonylag jó lelőhely behatárolás lenne elérhető.

1. táblázat A vizsgált lelőhelyek szerszámainak előfordulása rendeltetés, kor, kőzetfajta, valamint származás szerint.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Csáford (Korek 1960)	vágóbalta (továbbiakban: balta)	1960.15.6.	középső rézkor		zöld kvarcit fehér mállási kéreggel	
Csáford	jelképes szerszám	1960.15.7.	középső rézkor		szerpentinit	Pennini egység (K-Alpok)?
Letkés-Vízfogó (Papp 1973)	gyalu	49.1948.17	középső újkőkor		fekete, finomszemcsés gyengén palás kvarcit	
Letkés-Vízfogó	véső-vágó-gyalu (továbbiakban: többhasznú szerszám)	49.1948.18.	középső újkőkor		finomszemcsés, egynemű kvarcit(?)	
Letkés-Vízfogó	véső	49.1948.19.	középső újkőkor		sötétszürke nagyon finomszemcsés amfibolandezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Börzsöny?
Letkés-Vízfogó	jelképes szerszám	1985.2.161.	középső újkőkor		közép-, sötétszürke, finomszemcsés andezittufa	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Börzsöny?
Letkés-Vízfogó	többhasznú szerszám	1985.2.162.	középső újkőkor		fekete - sötétzöld, erősen lemezes kvarcit pala	
Letkés-Vízfogó	gyalu	1985.2.188.	középső újkőkor		sötétszürke andezit, plagioklász fenokristályban gazdag (legf. 0.5 mm)	Visegrádi hg.? Velencei hg.? Mátra?
Letkés-Vízfogó	többhasznú szerszám	1985.2.520.	középső újkőkor		erősen lemezes kvarcitpala vagy metahomokkő	
Szigetcsép-Tangazdaság (Korek 1984)	festéktörő	1977.7.25.	késői rézkor	+	szürke finomszemcsés bazalt olivinnel	Balatonfelvidék vagy Kisalföld vagy Nógrád
Szigetcsép-Tangazdaság	ismeretlen	1977.7.333.	késői rézkor		sötétzöld, finomszemcsés egynemű zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Pilismarót-Szobi rév (közöletlen, Bondár Mária szíves engedélyével)	többhasznú szerszám	1984.1.60.	késői rézkor		szürke andezit	Visegrádi hg.
Pilismarót-Szobi rév	véső	1987.21.395.	késői rézkor, Baden kultúra		középszemcsés, jól kristályos, üde andezit	Visegrádi hg.
Pilismarót-Szobi rév	fokos (2/26. ábra)	1988.1.2343.	késői rézkor		sötétszürke, finomszemcsés andezit, irányítottan elhelyezkedő plagioklász fenokristályban gazdag	Visegrádi hg.
Pilismarót-Szobi rév	ismeretlen	1988.1.2258.	késői rézkor		kovás andezit (jáspis-szerű)	Visegrádi hg.? Börzsöny? Mátra?
Pilismarót-Szobi rév	többhasznú szerszám	1988.1.3077.	késői rézkor		finomszemcsés, szürkés fekete andezit(?)	Visegrádi hg.? Börzsöny? Cserhát? Mátra?
Pilismarót-Szobi rév	többhasznú szerszám	1988.1.3078.	késői rézkor		kloritpala, kvarcgazdag	
Pilismarót-Szobi rév	balta (2/18. ábra)	1988.1.3079.	késői rézkor		nagyon finomszemcsés, sötétszürke andezit	Visegrádi hg.? Börzsöny?, Cserhát? Mátra?
Pilismarót-Szobi rév	balta	1989.1.200.	késői rézkor		szürke, finomszemcsés és lyukacsos andezit (mállott)	Visegrádi hg.? Börzsöny?, Cserhát? Mátra?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Pilismarót-Szobi rév	ismeretlen	1989.1.318.	késői rézkor		szaruszirt (kavics)	Erdélyi közephegység?
Pilismarót-Szobi rév	ismeretlen	1989.1.363.	késői rézkor		sötét szürke andezit	Mátra? Cserhát? Visegrádi hg.?
Pilismarót-Szobi rév	festéktörő	1989.1.363.	késői rézkor		amafitos andezit	Mátra? Cserhát? Visegrádi hg.?
Budakeszi (Mozsolics, A. & Korek, J. ásatása, közöletlen)	véső	1969.17.1.	középső újkőkor		sötétzöld, finomszemcsés erősen palás kloritpala	
Budakeszi	többhasznú számszám	1969.17.2	középső újkőkor		vékony palás, kloritos zöldpala	
Pomáz (B.-Kutzián, I & Sashegyi, S. ásatása, közöletlen.	jelképes számszám	1957.34.40.	középső újkőkor		erősen palás zöldpala	
Békásmegyér (Tompa, F. ásatása, közöletlen)	többhasznú számszám	9.1937.2.	középső újkőkor		sötétzöld, palás zöldpala	
Békásmegyér	többhasznú számszám	9.1937.1.	középső újkőkor		sötétzöld zöldpala	
Demjén-Hegyeskőbérc (Dobosi 1976)	többhasznú számszám	1975.2.274.	középső újkőkor		világoszöld és fehér metavulkanit(?)	Bükk hg.?
Uppony-Malomág (Korek 1971)	jelképes számszám	1962.68.12.	középső újkőkor		gyengén metamorf tufa	Bükk hg.?
Uppony-Malomág	jelképes számszám	1962.68.26.	középső újkőkor		világos-zöldesszürke gyengén metamorf tufa	Bükk hg.?
Aggtelek-Baradla barlang (Korek 1970)	véső	37.1948. 37.	középső újkőkor		középszemcsés, gyengén vonalas kékpala	Gömörikum
Aggtelek-Baradla barlang (Tompa 1929)	festéktörő	64.1929.63.	középső újkőkor		dolerit	Szarvaskő? Vardar öv? Maros-völgye?
Krasznokvajda-Kőtelek dűlő (Losits 1980)	gyalu	1980.1.104.	középső újkőkor		nagyon finomszemcsés rétegzett kovás homokkő - agyagos iszapkő	
Tarnabod közöletlen felszíni leletek	ismeretlen	1980.1.155.	középső újkőkor		aktinolitós kékpala	Gömörikum
Edelény (Borsod)-Derekegyháza (Korek & Patay 1958)	véső	15.1949.69.	középső újkőkor		zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú számszám	15.1949.70.	középső újkőkor		finomszemcsés, gyengén kékesszürke metavulkanit	Bükk hg.?
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú számszám	15.1949.71.	középső újkőkor		szerpentin	
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	ismeretlen	15.1949.72.	középső újkőkor	+	sötétzöld zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	véső	15.1949.73.	középső újkőkor	+	zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	ismeretlen	15.1949.74.	középső újkőkor		fehér mikrokristályos diorit	
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú számszám	15.1949.125.	középső újkőkor	+	zöldpala vagy kontakt metamorfit	

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú szerszám	15.1949.155a.	középső újkőkor		kékpala epidottal és aktinolit	Gömörikum
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú szerszám	15.1949.181.	középső újkőkor		kékpala, epidot-kvarc-albit érrel	Gömörikum
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	ismeretlen	15.1949.192.	középső újkőkor		serpentinit.	
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú szerszám	15.1949.224.	középső újkőkor	+	kékpala	Gömörikum
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú szerszám	15.1949.233.	középső újkőkor	+	kékpala gránáttal	Gömörikum
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	véső	15.1949.234.	középső újkőkor	+	zöldpala (aktinolitpala) epidottal	Felsőcsatár
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	ismeretlen	15.1949.235.	középső újkőkor		homokkő	
Edelény (Borsod)-Derekegyháza	többhasznú szerszám	15.1949.287.	középső újkőkor		aktinolit kékpala	Gömörikum
Sátoraljaújhely-Ronyvpart (Visegrádi 1912)	gyalu	27.1912.34.	középső újkőkor		zöld, kovás finomszemcsés vulkanit	Tokaj-Eperjesi hg.?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	balta	27.1912.35.	középső újkőkor	+	piroxénandezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Cserhát? Mátra?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	véső (2/3. ábra)	27.1912.36.	középső újkőkor		világosszürke amfiboltartalmú andezit	Tokaj-Eperjesi hg.?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám	27.1912.37.	középső újkőkor		áttetsző, vöröses-zöldes-kékesszürke kvarcit, jáspishoz hasonló	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám	27.1912.38.	középső újkőkor		lilakavicsos zöld metavulkanit	Tokaj-Eperjesi hg.? Bükk hg.?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám	27.1912.39.	középső újkőkor		sávos, szürkésárga kovás homokkő	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	jelképes szerszám	27.1912.40.	középső újkőkor		kovás iszapkő - finomszemcsés homokkő	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám	27.1912.41.	középső újkőkor		finomszemcsés zöldes metavulkanit (keratofir?)	Bükk hg.?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart (Visegrádi 1937)	festéktörő	50.1929.7.	középső újkőkor		kovás, kaolinites homokkő.	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	véső (2/2. ábra)	50.1929.8.	középső újkőkor		agyagos, gyengén limonitos homokkő	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám	50.1929.9.	középső újkőkor		finomszemcsés, kovás homokkő	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	jelképes szerszám	50.1929.10.	középső újkőkor	+	bazaltos andezit olivinnel	Cserhát? Tokaj-Eperjesi hg.?
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	jelképes szerszám	50.1929.11.	középső újkőkor		sávos, gyengén kovás homokkő.	
Sátoraljaújhely-Ronyvpart	többhasznú szerszám (2/15. ábra)	50.1929.12.	középső újkőkor	+	gyengén mállott zöldesszürke, üveges piroxén andezit	Tokaj-Eperjesi hg.
Hejce-Püspöktábla (Losits 1981)	jelképes szerszám	1984.2.1142.	középső újkőkor		sötétszürke piroxén andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Cserhát?
Hejce-Püspöktábla	többhasznú szerszám	1984.2.1672.	középső újkőkor		propilitesedett andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Hejce-Püspöktábla	ismeretlen	1984.2.1942.	középső újkőkor		metamorf kvarc	

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tarnabod (Kalicz & Makkay 1977)	középső újkőkor	1953.7.28.	középső újkőkor		finomszemcsés középszürke amfibolandezit	Tokaj-Eperjesi hg.?
Tarnabod	jelképes szerszám	1953.7.62.	késői rézkor		fekete foltospala	
Bodrogkeresztúr-Kutyasor (Korek & Patay 1958)	többhasznú szerszám	1953.38.81.	késői újkőkor		nagyon finomszemcsés, rétegzett kvarcit, vagy kvarchomokkő	
Bodrogkeresztúr-Kutyasor	többhasznú szerszám	1953.38.82.	késői újkőkor		kékpala	Gömörikum
Bodrogkeresztúr-Kutyasor	jelképes szerszám	1953.38.83.	késői újkőkor		sávós szerpentinit	
Bodrogkeresztúr-Kutyasor	jelképes szerszám	1953.38.84.	késői újkőkor		finomszemcsés andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Máttra? Cserhát?
Tiszalúc-Sarkad (Patay, P. ásatása, a kőanyag vizsgálatát Oravec. & Józsa végezte el, megjelenés alatt)	vájóbalta (továbbiakban: szalu)	1976.2.1.	középső rézkor vége		dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1977.8. 197.	középső rézkor vége		durvaszemcsés csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	szalu	1977.9. 230.	középső rézkor vége		finomszemcsés tufás homokkő vagy homokos tufa	
Tiszalúc-Sarkad	csiszoló szerszám	1980.3. 71.	középső rézkor vége		finomszemcsés, kemény, csillámos (meta)homokkő gyengén lemezes, muszkovitban gazdag	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1980.3. 137.	középső rézkor vége		lidit (fekete kvarcit)	
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1980.30.221.	középső rézkor vége		zöld sávós kvarcit	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1980.3. 341.	középső rézkor vége		finomszemcsés, szürke andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Máttra? Cserhát?
Tiszalúc-Sarkad	véső	1982.3.251.	középső rézkor vége		tömör, gyengén irányított metavulkanit kevés apró lyukaccsal	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1982.3. 425.	középső rézkor vége	+	sötétszürke, középszemcsés bazaltos andezit hólyagüregekkel	Cserhát
Tiszalúc-Sarkad	balta	1983.35.379.	középső rézkor vége		lidit (fekete kvarcit)	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1983.35.537.	középső rézkor vége	+	szürke, finomszemcsés szericites amafitos andezit kis hólyagüregekkel	Cserhát? Tokaj-hg.? Eperjesi Máttra?
Tiszalúc-Sarkad	balta	1983.35.589.	középső rézkor vége		fekete, nagyon finomszemcsés kvarcit (lidit?)	
Tiszalúc-Sarkad	szalu	1983.35.590.	középső rézkor vége	+	finomszemcsés metadolerit (diabáz)	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tiszalúc-Sarkad	véső	1986.30.130.	középső rézkor vége		zöld, gyengén palás metavulkanit	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1986.30.531.	középső rézkor vége	+	finomszemcsés erősen nyírt metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1986.11.216.	középső rézkor vége		világoszöld, gyengén foltos finomszemcsés kovás homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	balta	1986.12.497.	középső rézkor vége	+	piroxén andezit	Tokaj-Eperjesi hg.
Tiszalúc-Sarkad	szalu (2/21. ábra)	1987.5. 252.	középső rézkor vége		kékpala vagy kloritpala	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1987.5. 536.	középső rézkor vége		zöld metavulkanit	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	véső	1987.6. 309.	középső rézkor vége		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tiszalúc-Sarkad	véső	1987.6. 397.	középső rézkor vége		bazaltic andezit	Cserhát?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1987.6. 730.	középső rézkor vége		kvareit, vagy finomszemcsés metahomokkő	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1988.7 82.	középső rézkor vége		Finomszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1988.7. 131.	középső rézkor vége		diorit vagy szienit	
Tiszalúc-Sarkad	jelképes	1988.7. 195.	középső rézkor vége		gyengén lemezes metamorf kvarcit ércásványokkal	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1988.7. 379.	középső rézkor vége		durvaszemcsés kovás homokkő (kvarchomokkő)	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1988.7. 866.	középső rézkor vége		sötét szürke, agyagos, bitumenes mészkő	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1988.7. 1011.	középső rézkor vége		vörösseszürke, középszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1988.7. 1244.	középső rézkor vége		propilitesedett andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Börzsöny?
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1988.7. 1245.	középső rézkor vége		sötétszürke, csillámos kvarcit, vagy szaruszirt	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1988.7. 1381.	középső rézkor vége		világos- középzöld erősen mállott andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Visegrádi hg.? Börzsöny?
Tiszalúc-Sarkad	szalu	1988.7. 1464.	középső rézkor vége		andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Cserhát? Visegrádi hg.?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tiszalúc-Sarkad	véső	1988.7. 1599.	középső rézkor vége		finomszemcsés andezit	Tokaj-Eperjesi hg.?
Tiszalúc-Sarkad	véső	1988.8. 16.	középső rézkor vége		zöld, propilitesedett andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Börzsöny?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1989.2.120.	középső rézkor vége		fehér kvarchomokkő	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1989.2.164.	középső rézkor vége		homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1989.2.1063.	középső rézkor vége	+	szerpentinit	Pennini egység? Jordanov hg.?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1989.4.512.	középső rézkor vége		zöldesfekete, gyengén foltos szaruszirt	Erdélyi közephegység?
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1989.4.458.	középső rézkor vége		sötétvörös, finomszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1989.4.459.	középső rézkor vége		vörös, középszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1992.1.902.	középső rézkor vége		kvarcitpala	
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1992.1. 746.	középső rézkor vége		sötétszürke, agyagos, bitumenes mészkő	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1990.1.42.	középső rézkor vége		zöldpala	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1993.1.78.	középső rézkor vége		andezit sok fenokristállal	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Börzsöny?
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1994.10.4.	középső rézkor vége		közép - sötétzöld, kovás metavulkanit (keratofír)	Bükk hg.?
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1995.11. 377.	középső rézkor vége		vulkanogén homokkő(?) muszkovittal	
Tiszalúc-Sarkad	többhasznú szerszám	1995.2.117.	középső rézkor vége		rózsaszín és sárga diatómapala	Tokaj-Eperjesi hg., vagy Mátra
Tiszalúc-Sarkad	véső	1996.1.44.	középső rézkor vége		kloritos dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tiszalúc-Sarkad	ismeretlen	1996.1.90.	középső rézkor vége		sötétszürke andezit sok amfibollal	Tokaj-Eperjesi hg.
Tiszalúc-Sarkad	fokos (2/24. ábra)	1996.1.141.	középső rézkor vége		sötétszürke, középszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	véső	1996.1.170.	középső rézkor vége		dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tiszalúc-Sarkad	gyalu	1996.1.207.	középső rézkor vége		sárgásszürke, középszemcsés, csillámos homokkő	
Tiszalúc-Sarkad	jelképes szerszám	1996.1.281.	középső rézkor vége		zöldesvörös kvarchomokkő	
Tiszavalk-Négyesi határ (Patay, P. ásatása, közöletlen leletek)	szalu	1970.9.19.	középső újkőkor	+	zöldpala (aktinolitpala)	Cseh masszívum
Tiszavalk-Négyesi határ	fokos (2/23. ábra)	1970.9.325.	középső újkőkor		bazalt (?)	Nógrád? Balatonfelvidék? Mecsek?
Tiszavalk Tetes (Patay 1978, 1979)	ismeretlen	1962.67.46.	középső rézkor		zöld metavulkanit világos rózsaszín szemcsékkel	Bükk hg.?
Kisköre-Gát (Korek 1977a)	jelképes szerszám	1967.2.162.	középső újkőkor		finomszemcsés szürke porfiros (földpát, piroxén) andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Cserhát?
Kisköre-Gát (Korek 1977a)	többhasznú szerszám	1963.27.1.	késői újkőkor		szerpentin, vagy zöldpala	
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1963.27.21.	késői újkőkor		sötét-világos sávos szerpentin, vagy zöldpala	
Kisköre-Gát	balta	1963.27.39.	késői újkőkor	+	mállott metaperidotite	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Kisköre-Gát	szalu	1963.27.74.	késői újkőkor	+	mállott mikrokvartzdiorit (banatit?)	Erdélyi közephegység?
Kisköre-Gát	fejsze (2/22. ábra)	1965.16.7.	késői újkőkor		dolerit vagy mikrokvartzdiorit	
Kisköre-Gát	véső (2/1. ábra)	1965.16.82.	késői újkőkor		finomszemcsés, egynemű, kromitos szerpentin	Maros-völgye? Vardar öv?
Kisköre-Gát	jelképes szerszám	1966.4.1.	késői újkőkor		kékpala, vagy amfibolit	
Kisköre-Gát	balta	1966.4.2.	késői újkőkor	+	metaszomatizált bazalt	Szarvaskő? Maros-völgye? Vardar öv?
Kisköre-Gát	véső	1966.4.157.	késői újkőkor		szerpentin (metaperidotit) relikv szövettel	
Kisköre-Gát	véső	1966.4.203.	késői újkőkor		szerpentin (metaultramafit) kromittal	
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1966.4.204.	késői újkőkor		sötétzöld metavulkanit(?) kisméretű porfiros földpáttal	Bükk hg.?
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1966.4.205.	késői újkőkor		szaruszirt fehér csillámmal	Erdélyi közephegység?
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1966.4.206.	késői újkőkor		szerpentin	
Kisköre-Gát	véső	1967.8.3.	késői újkőkor		metabazalt	
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1967.8.4.	késői újkőkor		meta-mikrogabbró	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1967.8.347.	késői újkőkor		sötétszürke mészkő kalcit erekkel	Bükk hg.?
Kisköre-Gát	többhasznú szerszám	1967.8.417.	késői újkőkor		dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tiszanána (Korek, J. ásatása, közöletlen)	többhasznú szerszám	1969.19.1.	középső újkőkor		sötétszürke andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Cserhát?
Polgár Csőszhalom (Bender-féle. gyűjtemény)	balta (2/17. ábra)	125.1951.2.	középső újkőkor		homokkő	
Polgár Csőszhalom	többhasznú szerszám	125.1951.3a.	középső újkőkor		finomszemcsés, szürke andezit	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra? Cserhát?
Polgár Csőszhalom	többhasznú szerszám	125.1951.3b.	középső újkőkor		sávós zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Polgár Csőszhalom	többhasznú szerszám	1951.125.3c.	középső újkőkor		zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Zajta (Korek 1977b)	gyalu	1975.32.1.	középső újkőkor		agyagos homokkő.	
Sonkád (Korek 1977b)	jelképes szerszám	1975.37.136.	középső újkőkor		sötétszürke, agyagos homokkő	
Tarpa-Márki tanya (Dobosi 1983)	jelképes szerszám	1980.7.31.	középső újkőkor		agyagos homokkő	
Szamossályi (Korek 1977)	jelképes szerszám	1964.1.34	középső újkőkor		gyengén sárgás világosszürke, nagyon finomszemcsés agyagkő	
Dévaványa-Sártó (Oravecz & Józsa 2001)	jelképes szerszám	14.1936.1.	középső újkőkor	+	metakvarcagabbró, vékony zöldes földpátlécekkel	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	többhasznú szerszám	25.1936.1.	középső újkőkor		zöldpala (aktinolitpala) kis földpátlencsékkel	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Dévaványa-Sártó	véső	25.1936.2.	középső újkőkor		erősen kovás, sötétzöld, aktinolitós kékpala epidot sávokkal	Gömörikum
Dévaványa-Sártó (Oravecz & Józsa, 2001)	többhasznú szerszám	1958.35.1.	középső újkőkor		epidot gazdag kloritpala	
Dévaványa-Sártó	többhasznú szerszám	1958.35.2.	középső újkőkor		kovás metatufit	
Dévaványa-Sártó	véső	1958.35.3.	középső újkőkor		metagabbró vagy kékpala	
Dévaványa-Sártó	balta (2/19. ábra)	1958.35.4.	középső újkőkor	+	(meta)dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	jelképes szerszám	1958.35.5.	középső újkőkor		homokos, muszkovitos agyagkő	
Dévaványa-Sártó (Korek, J. ásatása; Oravecz & Józsa 2001)	festéktörő	1960.35.25.	középső újkőkor		amfibolit, vagy metadolerit földpátokkal és kvarcerekkel	
Dévaványa-Sártó	ismeretlen	1960.35.27.	középső újkőkor		finomszemcsés, fehér mészkő	
Dévaványa-Sártó	buzogányfej (3. ábra)	1960.35.34.	középső újkőkor		sötétszürke gabbró(?)	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	jelképes szerszám	1960.35.45.	középső újkőkor		metadolerit sötétzöld aktinolitlittal	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	többhasznú szerszám (2/16. ábra)	1960.35.104.	középső újkőkor		zöld metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Dévaványa-Sártó	többhasznú szerszám (2/13. ábra)	1960.35.105.	középső újkőkor		kékeszöld, hullámosan sávos zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Dévaványa-Sártó	véső	1960.35.106.	középső újkőkor		zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Dévaványa-Sártó	jelképes szerszám	1960.35.107.	középső újkőkor	+	metaperidotit	Maros-völgye? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	ismeretlen	1960.35.108.	középső újkőkor		jáspis	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Dévaványa-Sártó (Oravecz. & Józsa 2001)	véső	1973.19.5.	középső újkőkor		dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Sártó	többhasznú szerszám	1973.19.6.	középső újkőkor		bazalt(?)	Nógrád? Balatonfelvidék? Mecsek?
Dévaványa-Sártó	jelképes szerszám (2/6. ábra)	1973.19.7.	középső újkőkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Simasziget (Kalicz & Makky 1977; Oravecz & Józsa 2001)	véső	1963.26.1.	középső újkőkor		szerpentinit	
Dévaványa-Simasziget	véső	1963.26.2.	középső újkőkor		kloritpala, vagy szerpentinit fehér sávokkal	
Dévaványa-Simasziget	többhasznú szerszám	1963.26.3.	középső újkőkor		sötétzöld szerpentinit	
Dévaványa-Simasziget	véső (2/8. ábra)	1963.26.4.	középső újkőkor		szerpentines metagabbro	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Simasziget	véső	1963.26.5.	középső újkőkor		metagabbro-metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Simasziget	gyalu	1963.26.6.	középső újkőkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Simasziget	jelképes szerszám	1963.26.7.	középső újkőkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Simasziget	véső	1963.26.8.	középső újkőkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Réhelyi gát (Ecsedy, I. ásatása, Oravecz & Józsa 2001)	véső	1973.21.6.	középső újkőkor	+	(meta)dolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Dévaványa-Réhelyi gát	véső	1973.21.7.	középső újkőkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Magyarhomorog-Kónyadomb (Patay 1976)	buzogányfej	1964.12.25.	középső rézkor		metaultramafit bronzszínű szerpentines ortopiroxénnel	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Magyarhomorog-Kónyadomb	fokos (2/25. ábra)	1965.20.124.	középső rézkor		zöld, propilitesedett andezit pirittal	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Magyarhomorog-Kónyadomb	jelképes szerszám	1965.20.133.	középső rézkor		világoszöld szerpentinit	

1. táblázat, folyt.

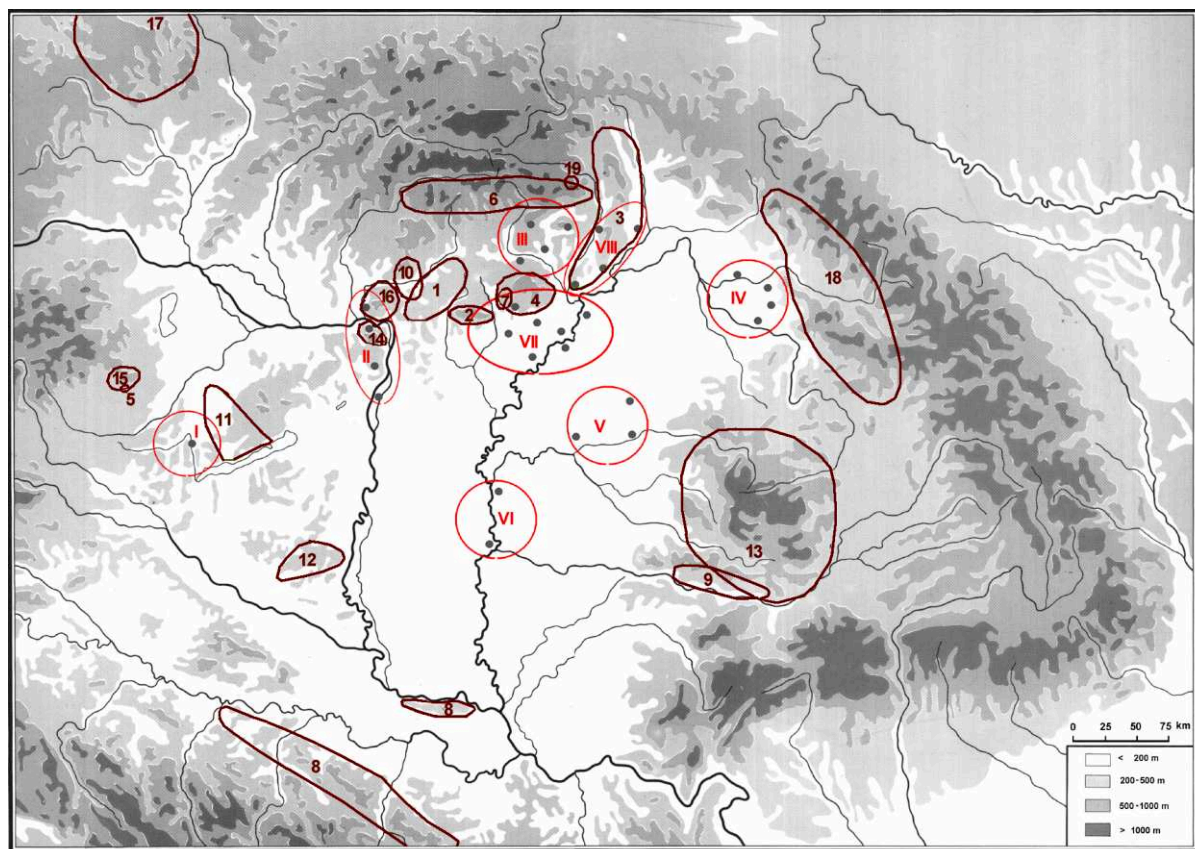
régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tápé-Lebő, Alsóhalom (Korek 1958)	ismeretlen	7.1951.7.	késői újkőkor		lidit (fekete, rétegzett kvarcit)	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.50.	késői újkőkor		homokkő, nagyon finomszemcsés limonittal	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.65.	késői újkőkor		kemény, zöldesfekete-világoszöld sávós-foltos tömeges kvarcit	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	festéktörő	7.1951.66.	késői újkőkor	+	bazalt	Mecsek?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	festéktörő	7.1951.67.	késői újkőkor		világos-vörösseszürke, középszemcsés, nem nagyon kemény homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.68.	késői újkőkor		szürke, kovás riolit(?) amöba alakú, sötét foltokkal, elszórt kis üregekkel és kis, oszlopos, sötét ásványokkal	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.108.	késői újkőkor		középszürke sávós riolit mikroüregekkel	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.109.	késői újkőkor		világosszürke finomszemcsés metahomokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	szalu	7.1951.110.	késői újkőkor		szürke, agyagos márga(?) világos szegélyű limonitos foltokkal	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	ismeretlen	7.1951.127.	késői újkőkor		vörössfekete, sávós, tömött jáspis	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.128.	késői újkőkor		riolit(?)	Tokaj-Eperjesi hg.? Mátra?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.129.	késői újkőkor		kékesszürke, finomszemcsés kvarcit vagy kovás homokkő (talán vulkanit)	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.140.	késői újkőkor		világosszürke, finomszemcsés, gyengén agyagos homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.156a.	késői újkőkor		sávós mészpala gyengén gneiszes szerkezettel és durva felülettel	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső (2/9. ábra)	7.1951.156b.	késői újkőkor		világos- közép szürke (sárga árnyalattal), nagyon finomszemcsés homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám (2/12. ábra)	7.1951.157.	késői újkőkor		magnezites(?) homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	balta	7.1951.158.	késői újkőkor	+	zöld metagabbro kevés kékamfibollal	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	festéktörő (2/27. ábra)	7.1951.207.	késői újkőkor		homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	makrovéső (2/4. ábra)	7.1951.208.	késői újkőkor		világos-szürkészöld szerpentinit kis fehér csillámokkal	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	balta	7.1951.209.	késői újkőkor	+	finomszemcsés metadolerit kevés kvarccal	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.236.	késői újkőkor		középszürke bazalt	Mecsek? Nógrád? Balatonfelvidék?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.262.	késői újkőkor		nagyon finomszemcsés, világosszürke, gyengén palás kvarcit	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	jelképes szerszám	7.1951.274.	késői újkőkor		kvare kavics	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	jelképes szerszám	7.1951.275.	késői újkőkor		finomszemcsés homokkő, zöld-vörös színek váltakozásával	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	festéktörő (2/29. ábra)	7.1951.276.	késői újkőkor	+	zöldesszürke bazalt	Mecsek?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	szalu	7.1951.277.	késői újkőkor	+	szürke bazalt-dolerit	Mecsek? Szarvaskő? Maros-völgye? Vardar öv?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.303.	késői újkőkor		sávós magnezites szerpentinit, vagy limnokvarcit.	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám (2/11. ábra)	7.1951.304.	késői újkőkor		zöldesrózsaszín, szürke, finomszemcsés kvarcit vagy kovás homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	jelképes szerszám	7.1951.305.	késői újkőkor		sárgásszürke, finomszemcsés homokkő muszkovittal	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.306.	késői újkőkor		kvarcit, vagy finomszemcsés homokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	balta	7.1951.307.	késői újkőkor	+	finomszemcsés metadolerit kevés kvarccal	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	szalu	7.1951.308.	késői újkőkor		diabáz (metadolerit)	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám (2/14. ábra)	7.1951.343.	késői újkőkor		nagyon finomszemcsés homokkő vagy kvarcit (vagy szaruszirt(?))	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	vájó, metsző szerszám (2/7. ábra)	7.1951.344a.	késői újkőkor		szürke kvarcit, vagy finomszemcsés metahomokkő	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	többhasznú szerszám	7.1951.344b.	késői újkőkor		sötétszürke homokkő szögletes szemcsékkel és agyagos alanyaggal	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső (2/5. ábra)	7.1951.362a.	késői újkőkor		zöldesfekete zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	balta	7.1951.362.	késői újkőkor		csontszínű, nagyon finomszemcsés homokkő vagy kovakő(?)	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	véső	7.1951.363.	késői újkőkor	+	bazalt porfiros színes szemcsékkel	Mecsek?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	festéktörő (2/28. ábra)	7.1951.364.	késői újkőkor		fekete szaruszirt(?) vagy kovás mészkő	Erdélyi középhegység?, vagy Bükk hg.?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	jelképes szerszám (2/20. ábra)	7.1951.381.	késői újkőkor	+	kovás, krinoideás mészkő	Bükk hg.?
Tápé-Lebő, Alsóhalom	szalu	7.1951.382.	késői újkőkor		sötétszürke szaruszirt(?), vagy kvarcit(?)	

1. táblázat, folyt.

régészeti lelőhely	eszköztípus	leltári szám (MNM)	régészeti kor	vékony-csiszolat	kőzetnév és rövid leírás	lehetséges forrásterület
Tápé-Lebő, Alsóhalom	ismeretlen	7.1951.383.	késői újkőkor		vörösesbarna, középszemcsés homokkő (kavics eredetű)	
Tápé-Lebő, Alsóhalom	jelképes szerszám	8.1951.29.	korai rézkor		sötétzöld, erősen sávos zöldpala (aktinolitpala)	Cseh masszívum? Felsőcsatár?
Tápé-Lebő, Felsőhalom	festéktörő	9.1951.1.	korai rézkor		nagyon finomszemcsés kvarchomokkő, vagy kvarcit	
Tápé-Lebő, Felsőhalom	ismeretlen	9.1951.2.	korai rézkor		zöldpala (aktinolitpala)	Felsőcsatár? Cseh masszívum?
Szegvár-Tüzköves (Korek 1987)	többhasznú szerszám	1971.9.2.	korai rézkor		metadolerit	Maros-völgye? Szarvaskő? Vardar öv?
Szegvár-Tüzköves	jelképes szerszám	1971.9.3.	késői újkőkor		középszürke metadolerit(?)	Maros-völgye? Vardar öv? Szarvaskő?
Szegvár-Tüzköves	többhasznú szerszám	1971.9.24.	késői újkőkor		középzöld szaruszirt	Erdélyi középhegység?
Szegvár-Tüzköves	többhasznú szerszám	1971.9.25.	késői újkőkor		szürke kvarcit(?), vagy mikrokristályos bazalt(?)	



2. térkép: A vizsgált régészeti lelőhelyek összefüggése a nyersanyagforrás-területekkel

Kulcs: Római szám: régészeti körzet. I: zalai körzet; II: pilisi körzet; III: borsodi körzet; IV: szamosi körzet; V: körösi körzet; VI: szegedi körzet; VII: tiszai körzet; VIII: tokaji körzet. Arab szám: nyersanyag körzet 1: Cserhát hg., 2: Mátra hg.; 3: Tokaj-Eperjes hg.; 4: Bükk hg.; 5: Felsőcsatár környéke; 6: Gömör-Szepes Érc hg.; 7: Szarvaskő környéke; 8: Vardar zóna; 9: Maros völgye; 10: Nógrád-Gömör vidéke; 11: Balaton-Felvidék; 12: Mecsek hg.; 13: Erdélyi Érc hg.; 14: Visegrád hg.; 15: Kőszeg-Rohonci hg.; 16: Börzsöny hg.; 17: Cseh-masszívum; 18: Kárpátok alja; 19: Sugov-völgy.

A szerpentinit, zöldpala és kékpala (22 db.) kőzetcsoport kőzetei már nem minden lelőhelyen mutatkoznak, rájuk is, és a csak két lelőhelyen, bár ott nagy mennyiségben (12 db.) előforduló diorit-dolerit-gabbró kőzetcsoport kőzeteire is a körösi körzetben tett megállapítások érvényesek.

8. (tokaji) körzet (4 lelőhely - 67 kőeszköz): Az ide tartozó négy lelőhely a Tokaji-hegység körül helyezkedik. Ezzel függhet össze az andezit anyagú eszközök kissé nagyobb aránya ebben a körzetben. Ezen kívül itt további jellegzetes kőzetfajták is megjelennek. Ilyen a homokkő (21 db.), amelynek ezzel jól elkülöníthetővé válik az elterjedési területe, de a származása még így sem meghatározható. Az alkörzet minden lelőhelyén megjelenik az egyébként nehezen azonosítható és származtatható kvarcit (5 db.). Az alsóparton kívüli lelőhelyek legészakibbjánál, Polgáron szintén előfordul a homokkő és a kvarcit, ami az ezen kőzet típusok elterjedtségéről alkotott képbe jól beleillik.

Irodalom

- ANTONI, J. 1990: Neolitikus eszközkészítés és használat. A lengyeli kultúra eszközügye, valamint annak technológiai párhuzamai Melanéziában. *Kandidátusi disszertáció*. MTA Kézirattára. Budapest, 1-248.
- ANTONI, J. & HORVÁTH, T. 2000: Óskori kőbaltáink tipologizálási lehetőségei. II. rész: A nyersanyag. *Ősrégészeti Levelek* 2, 69-74.
- BALEN, J.-KURTANJEK, D.-BALEN, D. 2001: Polished stone artefacts from Sopot culture site Samatovci in Slavonia region. *Slov. Geol. Mag.* 7, 4, 433.
- B.-KUTZIÁN, I. 1963: The Copper Age cemetery of Tiszapolgár-Basatanya. *Arch. Hung.* 42. Budapest. 1-159, Plates I-CXXXIX.
- B.-KUTZIÁN, I. 1966: Das Neolithikum in Ungarn. *Arch. Au.* 40, 249-280.
- B.-KUTZIÁN, I. 1972: The Early Copper Age Tiszapolgár Culture in the Carpathian Basin. *Acta. Hung.* 48, Budapest. 1-1-253, Plates I-LXXIV.
- DOBOSI, V. 1976: The prehistoric settlement at Demjén-Hegyeskőbérc. *Fol. Arch.* 27, 9-40.
- DOBOSI, V. 1983: Ásatások Tarpa-Márki tanyán. (Ausgrabung von Tarpa-Gehöft) *Comm. Arch. Hung.* 5-18.
- DOBOSI, V. – HOMOLA, I. 1989: Tipológiai-technikai megfigyelések pattintott kőeszközökön. (Tipologisch-technische Beobachtungen retuschierter Steinwerkzeuge.) *Fol. Arch.* 40, 37-53.
- ECSEDY, I. 1982: Dévaványa-Réhelyi-gát. In: Ecsedy, I.-Kovács, L. at al. (Eds): *Békés Megye Régészeti Topográfiája*. IV.1, 44. Budapest.
- FARYAD, S. W. (1997: Lithology and metamorphism of the Meliata unit high-pressure rocks. in: P. Grecula, D. Hovorka, M. Putiš (Eds.), *Mineralia Slovaca – Monograph*. Bratislava, 131-144.
- FEUSTEL, R. 1973: Technik der Steinzeit. Archäolithikum-Mesolithikum. Weimar, 1-263.
- FÜRI J., SZAKMÁNY GY., KASZTOVSZKY ZS. & T. BIRÓ K., 2004 (in press): The origin of the raw material of basalt polished stone tools in Hungary. – *Slov. Geol. Mag.* 1-2, 97-104.
- HORVÁTH, T. 2001: Polished stone stools of the Mihálydy-collection. In: Regenye, J. et al. (Eds) Sites & Stones. Lengyel culture in western Hungary and beyond. Lengyel '99 and IGCP-442 Conference. Veszprém, 87-118.
- HOVORKA, D. & ILLÁŠOVÁ, E. 1995: Antigorite serpentinite: rare raw material of Neolithic polished stone industry from Slovakia. *Archeologické Rozhledy* XLVII, 357-362.
- HOVORKA, D. & ILLÁŠOVÁ, E. 2000: What do we know about abiotic raw materials used by Neolithic/Aeneolithic populations on the territory of nowadays Slovakia? – *Krystalinikum* 26, 83-110.
- HOVORKA, D., & ŠIŠKA, S. 2000: Polished stone industry from the Neolithic settlement site of Sarišské Michaľany (Eastern Slovakia) – *Mineralia Slovaca* 32, 417-478.
- HOVORKA, D. & SOJÁK, M. 1997: Neolithic/Aeneolithic/Early Bronze Age polished stone industry from the Spiš area (Northeastern Slovakia). *Slovenská Archeológia* XLV/1, 7-34.
- HOVORKA, D., KORIKOVSKY, S. & SOYÁK, M. 2000: Neolithic/Aeneolithic blueschist axes: Northern Slovakia. *Geol. Carpathica* 51, 5, 345-351.
- HOVORKA, D., ILLÁŠOVÁ, E. & SPIŠIAK, J. 2001: Plagioclase-clinopyroxene hornfels: raw material of 4 lengyel culture axes (Svodín, Slovakia). *Slov. Geol. Mag.* 7, 4, 303-308.
- ILLÁŠOVÁ, E. 2001: Alkali basalts: raw material of the Neolithic and Aeneolithic implements (Slovakia). *Slov. Geol. Mag.* 7, 4, 365-368.
- JÓZSA, S., SZAKMÁNY GY., ORAVECZ H. & CSENGERY P. 2001: Preliminary petrographic report on blueschists, the material of Neolithic polished stone tools from Hungary. *Slov. Geol. Mag.* 7, 4, 351-354.

- JUDIK K., BIRÓ K. & SZAKMÁNY GY. 2001: Petroarchaeological research on the Lengyel Culture polished stone axes from Aszód, Papi földek. In: Regenye, J. (Ed.): Sites and Stones: Lengyel culture in Western Hungary and beyond. *Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém*, 119-129.
- KALICZ, N. 1985: Kőkori falu Aszódon. (Neolithisches Dorf in Aszód) *Múzeumi Füzetek 14*. Aszód.
- KALICZ, N. & MAKKAY, J. 1977: Die Linienbandkeramik in der Grossen Ungarischen Tiefebene. *Stud. Arch 7*, Budapest, 1-385.
- KEELEY, H.L. 1980: Experimental Determination of Stone Tool Uses. A microwear Analysis. UCP. Chicago & London. 1-212.
- KOREK, J. 1958: Lebő-halmi ásatás 1950-ben. (The excavation at Lebő-halom in 1950.) *Arch. Ért.* 85, 132-155.
- KOREK, J. 1960: Die Goldscheiben von Csáford. *Fol. Arch.* 12. 1960. 27-33.
- KOREK, J. 1961: Neolitikus telep és sírok Dévaványán. (Eine neolitische Siedlung und neolitische Gräber in Dévaványa.) *Fol. Arch.* 13, 9-26.
- KOREK, J. 1970: Nyíltzini bükki telep és sírok Aggteleken. (Eine Freilandstation und Gräber der Bükk Kultur in Aggtelek.) *Arch. Ért.* 97, 3-22.
- KOREK, J. 1971 : Die Linearkeramik im Bükkgebirge. *Acta Arch. Carp.* 12, 5-26.
- KOREK, J. 1977a: Az alföldi vonaldíszes kerámia népének települése Kisköre-Gáton. (Die Siedlung des Volkes der Linearkeramik im Alföld auf dem Kisköre-Damm.) *Arch. Ért.* 104, 3-17.
- KOREK, J. 1984: Ásatások Szigetcsép-tangazdaság lelőhelyen. 1. A későrézkori település leletei. (Excavations at the site of Szigetcsép-tangazdaság. The finds of Late Copper Age Settlement) *Com. Arch. Hung.* 5-12.
- KOREK, J. 1987: Szegvár-Tüzköves. (In: Tóth, J. (Ed) The Late Neolithic of the Tisa region.) Budapest-Szolnok, 47-60.
- KOREK, J. & PATAY, P. 1958: A Bükki kultúra elterjedése Magyarországon. (Die Verbreitung der Bükk - Kultur in Ungarn). *Rég. Füz. Ser. II.* 2, 1-53.
- KÓS, K. 1980: Eszköz, munka, néphagyomány. Dolgozatok a munka néprajza köréből. Bukarest. 1-230.
- LOSITS, F. 1980: Neolitische Siedlung in Krasznokvajda. *Fol. Arch.* 31, 7-34.
- LOSITS, F. 1981: Hejce. *Rég. Füz.* II., 34, 10.
- NIKL A., SZAKMÁNY GY. & T. BIRÓ, K. 2002: Petrological-geochemical studies of Neolithic stone tools from Tolna County, Hungary. In: Jerem E. & T. Biró, K. (Eds): *Archaeometry 98: Proceedings of the 31st Symposium Budapest, April 26 – May 3 1998. BAR International Series 1043 (II)*, Oxford, 777-781.
- ORAVECZ, H. 1996: Neolithic Burials at Tiszalúc-Sarkad. Data to the burial practices of the Alföld Linear Pottery Culture. *Fol. Arch.* 45, 51-62.
- ORAVECZ, H. 1999: Néhány érdekes kőszerszám, tárgy és amulett a Magyar Nemzeti Múzeum őskori gyűjteményében. (Some interesting tools, objects and amulets made of stone in the Prehistoric Collections of the Hungarian National Museum.) *Ősrégészeti Levelek 1*, 18-19.
- ORAVECZ, H. & JÓZSA, S. 2001: Régészeti-közzetani vizsgálatok Dévaványa környéki újkőkori csiszolt kőszerszámokon. (Archaeological and petrological analysis of the neolithic stone implements from the Dévaványa region.) *Ősrégészeti Levelek 3*, 22-31.
- ORAVECZ, H. & JÓZSA, S. 2004: Archaeological and petrographic investigation of polished stone tools of the Neolithic and Copper Age period from the collection of the Hungarian National Museum. *Slov. Geol. Mag.* 1-2, 97-105.
- PAP, L. 1973: Eine jungsteinzeitliche Siedlung und Gräber in Letkés. *Mitt. Arch. Inst.* 3(1972) 1973, 13-59.
- PATAY, P. 1968: A tiszavalki rézfokos. (Copper Battle-Axe from Tiszavalk.) *Fol. Arch.* 19, 9-23.
- PATAY, P. 1975: Die hochkupferzeitliche Bodrogeresztur-Kultur. *BRGK* 55.
- PATAY, P. 1976: A magyarhomorogi rézkori temető. (Das kupferzeitliche Gräberfeld von Magyarhomorog.) *DDMÉ* 173-254.
- PATAY, P. 1978: A tiszavalk-tetesi rézkori temető és telep. I. (Kupferzeitliches Gräberfeld und Siedlung von Tiszavalk-Tetes I.) *Fol. Arch.* 29, 21-58.
- PATAY, P. 1979: A tiszavalk-tetesi rézkori temető és telep. II-III. (Kupferzeitliches Gräberfeld und Siedlung von Tiszavalk-Tetes II-III.) *Fol. Arch.* 30, 27-53.
- PATAY, P. 1984: Kupferzeitliche Meißel, Beile und Äxte in Ungarn *PBF* 9, 15. München, 1-119, Tafeln 1-69.
- PATAY, P. 1990: Die kupferzeitliche Siedlung von Tiszalúc-Sarkad. *JMV* 73, 131-135.
- PAVUK, J. 1972: Neolithisches Gräberfeld in Nitra. *Slov. Arch.* 20, 5-130.

- PŘICHYSTAL, A. 2000: Stone raw materials of Neolithic-Aeneolithic polished artefacts in the Czech republic: The present state of knowledge. *Krystalinikum* 26, 119-136.
- SCHLÉDER ZS., T. BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, GY. 2002: Petrological studies of Neolithic stone tools from Baranya County, South Hungary. In: Jerem, E. & T. Biró, K. (Eds): *Archaeometry 98: Proceedings of the 31st Symposium Budapest, April 26 – May 3 1998. BAR International Series 1043 (II)*, Oxford, 797-804.
- SCHLÉDER, ZS. & T. BIRÓ, K. (1999): Petroarchaeological studies on polished stone artefacts from Baranya county, Hungary. *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* 43. pp. 75-101
- SEMENOV, S. A. 1964: Prehistoric Technology. An experimental Study of the oldest tools and artefacts from traces of manufacture and wear. London. 1-211.
- STARNINI, E. 1994: Typological and technological analyses of the Körös Culture chipped, polished and ground stone assemblage of Méhtelek-Nádas (North-eastern Hungary) *Atti della società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia*. 8, 29-96.
- STARNINI, E. 1996: The stone artefacts. In Makkay, J.-Starnini, E. & Tulok, M. Excavations at Bicske-Galagonyás (Part III). The Notenkopf and Sopot-Bicske Phases. Trieste, 151-220.
- STARNINI, E. & SZAKMÁNY, GY. 1998: The lithic industry of the Neolithic sites of Szarvas and Endrőd (South-Eastern Hungary): technological and archaeometrical aspects. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50, 279-342.
- SZAKMÁNY, GY. 1996: Results of the petrographical analysis of some samples of the ground and polished stone assemblage. In: Makkay, J.- Starnini, E.- Tulok, M: Excavations at Bicske-Galagonyás (part III). The Notenkopf and Sopot-Bicske cultural phases. *Atti della società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia* 6, 224-241.
- SZAKMÁNY, GY., FÜRI, J. & SZOLGAY, ZS. 2001: Outlined petrographic results of the raw materials of polished stone tools of the Mihályd-collection, Laczkó Dezső Museum, Veszprém (Hungary). in: Regénye, J. (Ed.): *Sites and Stones: Lengyel Culture in Western Hungary and beyond. - Directorate of the Veszprém county Museums, Veszprém*, 109-118.
- SZAKMÁNY, GY. & KASZTOVSZKY, ZS. 2001: Greenschist – amphibole schist Neolithic polished stone tools in Hungary. *4th Workshop of the IGCP/UNESCO Project No. 442*, September 24th-28th Udine and Geonova, Italy, 26-28.
- SZAKMÁNY, GY. & KASZTOVSZKY, ZS 2004: Prompt Gamma Activation Analysis: a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials – *European Journal of Mineralogy* 16, 285-295.
- SZAKMÁNY, GY. & STARNINI, E. 2002: Petrographical analysis of polished stone tools from some Neolithic sites of Hungary. In: Jerem, R.-T. Biró, K. (Eds): *Archaeometry 98: Proceedings of the 31 st Symposium Budapest, April 26 – My 3 1998. BAR I.S. 1043 (II)*, Oxford, 811-818.
- T. BIRÓ, K. 1992: Adatok a korai baltakészítés technológiájához. (Data on early axe production.) *Pápai Múzeum Értesítője* 3-4, 33-80.
- T. BIRÓ, K. & SZAKMÁNY, GY. 2000: Current state of research on Hungarian Neolithic polished stone artefacts. *Krystalinikum* 26. 21-37.
- VISEGRÁDI, J. 1912: A sátoraljaújhelyi őstelep. *Arch. Ért.* 32, 244-261.
- VISEGRÁDI, J. 1937: A sátoraljaújhelyi őstelep. *Arch. Ért.* 37. 279-287.
- ZALAI-GAÁL, I. 1991: Die chronologische und soziale Bedeutung der Mitgabe von Steinäxten in den Spätneolithischen Gräbern Südtransdanubiens. In: Die Kupferzeit als historische Epoche. Lichardus (Ed) *Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde* 55, 389-399.

¹ Címe: A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámainak régészeti-közzettani vizsgálata. Száma: T-023784.

² Ennél részletesebb hivatkozás az irodalomjegyzékben található.

TÖRTÉNELMI ÜVEGEK RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATA PROMPT GAMMA AKTIVÁCIÓS ANALÍZISSEL ÉS ELEKTRON- MIKROSZONDÁVAL

KASZTOVSZKY ZSOLT¹, JERZY J. KUNICKI-GOLDFINGER², PIOTR
DZIERŻANOWSKI³, GRAŻYNA NAWROLSKA⁴, PIOTR WAWRZYNIAK⁵

¹MTA Kémiai Kutatóközpont, Izotópkutató Intézet, H-1121 Budapest Konkoly Thege 29-33,
Hungary; E-mail: kzsolt@alpha0.iki.kfki.hu

²Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Dorodna 16, 03-195 Warsaw, Poland

³Electron Microprobe Laboratory, Faculty of Geology, Warsaw University, Al. Żwirki i
Wigury 93, 02-089 Warsaw, Poland

⁴Museum in Elbląg, ul. Św. Ducha 20, 82-300 Elbląg, Poland

⁵Archaeologist, ul. Powstańcza 3 m 3, 61-546 Poznań, Poland

Abstract

Provenance studies of glassware mean a challenge for historians. Typological features of the vessels are frequently not sufficient for characterisation of certain glasshouses. The knowledge of chemical composition may provide a substantial complementary data. Many different analytical methods have been used in glass archaeometry; however, most of them require sampling of the historical object. Two analytical methods have been applied for the examination of the historic glass. Electron Probe Micro Analysis (EPMA) is already well known in the field of archaeometry; however it can not be regarded non-destructive at all. The less known Prompt Gamma Activation Analysis (PGAA) represents a new nuclear method for bulk analysis, without the risk of samples' destruction. In this study we have investigated 23 historical glass pieces mainly from the post-medieval periods. The aim of this study was to investigate the applicability of PGAA on historical glass objects. With PGAA we were able to determine all the major components (SiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, CaO TiO₂, Fe₂O₃, BaO and PbO) and some trace elements, based on which we were able to draw some conclusions regarding the provenance of the objects. The obtained results are in good agreement with EPMA results. Chemical analysis of Baroque glass is essential in glass archaeometry, as such glass may contain substantial amount of boron – the element that is very hard to analyse by the use of non-destructive methods. Other important elements, such as Sb, Sr, Rb, Y, Zr and Zn are usually below the detection limits of PGAA.

KULCSSZAVAK: ÚJKORI ÜVEGEK, RONCSOLÁSMENTES ANYAGVIZSGÁLAT, PGAA, EPMA, BÓR

Bevezetés

A történelmi üvegek eredetvizsgálata nagy kihívás a történészek számára. Csupán a műtárgyak tipológiai leírására hagyatkozva legtöbbször nem lehetséges az egyes üveggyártó műhelyek azonosítása. Az üvegek kémiai összetételének ismerete nélkülözhetetlen kiegészítő adatokat szolgáltat. Az üvegek archeometriai vizsgálatában ez idáig számos anyagvizsgálati módszert alkalmaztak, a legtöbb azonban a műtárgy részleges roncsolásával jár. A történelmi időkből fennmaradt üveg műtárgyak többsége értékes egyedi darab. A vizsgálatot kérő muzeológus vagy műgyűjtő legtöbbször még mikroméretű mintavételt sem engedélyez.

1. ábra

A 190. sz. "Römers" edény töredéke "à la façon de Venise" (az Elblagi Múzeum tulajdona, fotó: Piotr Ligier)



Nr.	Leltári szám	Eredet	Leírás
159	Magángyűjtemény	Újkor (Poznan, óváros)	Serleg; aranyozott, gravírozott; színtelen
174	EM/XXXI/3661	Késő-középkori	Serleg; színtelen
176	EM/XXXI/1900	XVII-XIX. sz.	Serleg; színtelen
179	IIIG 6894	XVI-XVIII. sz.	Kehely; gravírozott; színtelen
181	EM/XXII/10377	XVIII-XIX. sz.	Kehely; gravírozott; színtelen
182	EM/XXV/1730	XVII-XVIII. sz.	Kehely; színtelen
183	EM/XXV/2432	XVIII. sz.	Kehely; gravírozott; színtelen
184	EM/XXV/2758	XVIII. sz.	Kehely; gravírozott; színtelen
186	EM/XXV/2017	XVIII-XIX. sz.	Kehely; gravírozott; színtelen
187	EM/XXIV/359	XVIII-XIX. sz.	Serleg, zöldes
189	EM/XXV/2866	XVI-XVII. sz.	Kehely; színtelen
190	EM/XXIII/5176	XVIII-XIX. sz.	Kehely; színtelen és kék
191	EM/XXII/476	XVII. sz.	Kehely; színtelen
196	EM/5301	XVI-XVII. sz.	Kehely; zománcozott, aranyozott, színtelen
197	EM/XV/4833	XVII-XVIII. sz.	Kehely; zománcozott, aranyozott, színtelen
198	EM/XXII/590	XVII-XVIII. sz.	Kehely; színtelen
199	EM/XXV/1813	XVI. sz. (?)	Kehely; zománcozott, aranyozott, színtelen
200	EM/XXII/250	XVII-XVIII. sz.	Kehely; színtelen
201	EM/XXII/9986	XVII-XVIII. sz.	Kehely; színtelen
208	Magángyűjtemény	XVI. sz. (Poznan, óváros)	Kehely; zománcozott, aranyozott, kék áttetsző
215	Magángyűjtemény	Középkor (Lengyelország)	Festett, zöld
216	Magángyűjtemény	XIX. sz. (Powidzk, Lengyelország)	Festett, barna
218	Magángyűjtemény	XVIII. sz. (Svédország)	Tányér; színtelen, gravírozott

1. táblázat

A vizsgált minták eredete (a mintaszámok megegyezik a 2. táblázat adataival)

A barokk mesteremberek számos technológiai újdonságot vezettek be az üvegyártásban (Kunicki et al. (2000)). Az egyik legfontosabb új, mesterségesen adagolt nyersanyag a bórax ($\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) volt, mely természetes bórásványokból nyerhető. A bór, mint az egyéb összetevők természetes szennyezője, nyomnyi mennyiségben szinte minden történelmi kor üvegeiben megtalálható. A XVII. századtól, kivételes esetekben, luxus célú üvegtárgyak gyártásához bóraxot használtak, mely igen drága anyag volt. Korábbi időkről nem állnak rendelkezésre az üvegyártásra vonatkozó írott források. Legtöbb esetben a mesterségesen hozzáadott B_2O_3 tartalom nem haladta meg a néhány százalékot, néhány esetben 10%-ot is elérhetett.

A börtartalom ismerete fontos adatokat szolgáltat az üvegek archeometriai kutatásában. A bór mennyiségi kimutatása azonban a legtöbb hagyományos analitikai módszerrel – különösen a minta roncsolása nélkül – problematikus. Ezért a korábbi üvegekutatásban a börtartalom vizsgálatára nem fordítottak nagy figyelmet.

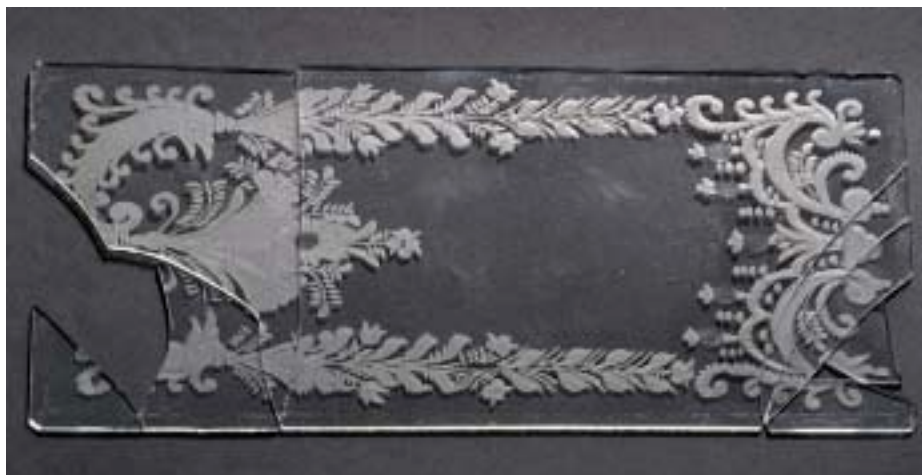
Jelen munkában két analitikai módszert alkalmaztunk történelmi üvegek vizsgálatára. Az elektron-mikroszondát (Electron Probe Micro Analysis – EPMA) széles körben alkalmazzák az üvegek archeometriai vizsgálatánál (Mass & Hunt 2002). Ez a módszer, amely a röntgenfluoreszcencia analízishez hasonlóan rutin eljárásnak számít, 0,4% B_2O_3 tartalom felett ad megbízható eredményt, azonban távolról sem tekinthető roncsolásmentesnek. Az EPMA mérések mellett fő célkitűzésünk volt a kevésbé elterjedt prompt gamma aktivációs analízis (PGAA) alkalmazhatóságának vizsgálata történelmi üvegekre, különös tekintettel a bór kimutatására.

Összetevő		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cl	H ₂ O	B ₂ O ₃
Kimutatási határ	PGAA	1,5	1	0,3	0,4	2	1,2	2,4	0,008	0,04	0,00025
	EPMA	0,13	0,11	0,14	0,12	0,14	0,17	0,41	0,18		0,39
Nr.											
159	PGAA	78,5	<K. H.	1,19	13,50	6,4	<K. H.	<K. H.	0,16	<K. H.	0,0132
174	PGAA	63,7	1,6	14,22	5,32	8,9	3,8	<K. H.	0,80	0,13	0,0196
	EPMA	65,19	1,54	13,28	5,05	8,59	3,34	<K. H.	0,68	<K. H.	<K. H.
176	PGAA	69,3	<K. H.	5,06	19,54	3,1	<K. H.	<K. H.	0,27	0,70	0,0601
	EPMA	69,02	0,76	4,66	18,48	3,09	1,14	0,73	0,22	<K. H.	<K. H.
179	PGAA	78,1	<K. H.	<K. H.	13,60	7,1	<K. H.	<K. H.	0,09	0,05	0,0160
	EPMA	78,36	0,24	0,48	12,43	7,33	0,46	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.
181	PGAA	77,5	<K. H.	14,09	<K. H.	6,8	<K. H.	<K. H.	0,14	<K. H.	<K. H.
	EPMA	76,66	0,12	15,18	0,39	7,09	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.
182	PGAA	69,2	<K. H.	0,79	18,97	10,7	<K. H.	<K. H.	0,10	0,06	0,0453
	EPMA	68,82	0,41	0,73	17,62	10,93	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.
183	PGAA	75,7	<K. H.	<K. H.	13,75	9,9	<K. H.	<K. H.	0,22	0,10	0,0197
	EPMA	75,54	0,17	0,72	12,44	9,58	0,48	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.
184	PGAA	76,5	<K. H.	<K. H.	14,12	8,2	<K. H.	<K. H.	0,11	0,10	0,0223
	EPMA	75,97	0,21	0,55	12,88	8,25	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.	<K. H.
186	PGAA	71,4	<K. H.	<K. H.	18,48	9,3	<K. H.	<K. H.	0,07	0,11	0,0318
	EPMA	71,06	0,31	0,42	16,46	9,07	<K. H.	0,167	<K. H.	<K. H.	<K. H.
187	PGAA	65,5	<K. H.	2,15	5,71	22,2	3,0	<K. H.	0,33	0,05	0,0465
	EPMA	62,75	1,86	1,89	5,02	21,70	2,70	2,695	0,265	<K. H.	<K. H.
189	PGAA	62,4	<K. H.	<K. H.	20,25	13,3	3,0	<K. H.	0,15	0,07	0,0465
	EPMA	61,80	0,70	0,57	18,47	13,14	2,62	0,967	<K. H.	<K. H.	<K. H.
190	PGAA	61,8	<K. H.	4,77	23,92	8,3	<K. H.	<K. H.	0,23	0,13	0,0598
	EPMA	61,77	0,57	3,99	20,69	8,30	1,38	0,923	<K. H.	<K. H.	<K. H.
191	PGAA	61,3	<K. H.	<K. H.	11,36	16,7	2,7	2,6	0,04	<K. H.	0,0437
	EPMA	61,74	1,24	0,19	9,88	16,69	2,37	2,595	<K. H.	<K. H.	<K. H.
196	PGAA	64,9	<K. H.	1,97	17,12	14,0	<K. H.	<K. H.	0,30	<K. H.	0,0432
	EPMA	63,32	1,22	1,55	15,24	13,47	2,27	1,496	0,256	<K. H.	<K. H.
197	PGAA	63,8	<K. H.	1,77	15,08	15,1	3,0	<K. H.	0,28	<K. H.	0,0459
	EPMA	63,33	1,26	1,38	13,54	15,35	2,26	1,402	0,203	<K. H.	<K. H.
198	PGAA	64,5	<K. H.	1,35	17,49	12,5	3,0	<K. H.	0,23	0,09	0,0334
	EPMA	64,38	0,61	1,20	16,05	12,82	2,50	1,246	<K. H.	<K. H.	<K. H.
199	PGAA	66,9	1,7633	2,53	8,80	16,5	3,3	<K. H.	0,55	0,06	0,0520
	EPMA	65,01	1,80	2,46	8,26	16,72	2,51	1,594	0,429	<K. H.	<K. H.
200	PGAA	74,4	<K. H.	<K. H.	16,51	8,4	<K. H.	<K. H.	0,09	0,11	0,0440
	EPMA	73,92	0,19	0,52	15,43	8,78	0,11	0,247	<K. H.	<K. H.	<K. H.
201	PGAA	61,4	<K. H.	3,50	19,92	13,2	<K. H.	<K. H.	0,07	0,18	0,0481
	EPMA	60,81	0,88	3,14	17,89	13,22	1,96	1,254	<K. H.	<K. H.	<K. H.
208	PGAA	65,5	<K. H.	18,26	3,43	4,0	1,6	<K. H.	0,73	0,17	0,0240
	EPMA	66,43	0,82	16,93	2,95	4,07	1,29	<K. H.	0,705	<K. H.	<K. H.
215	PGAA	50,7	<K. H.	<K. H.	19,66	26,2	<K. H.	<K. H.	0,04	0,42	0,0689
216	PGAA	65,8	<K. H.	7,99	19,00	5,0	<K. H.	<K. H.	0,32	1,67	0,0140
218	PGAA	68,6	<K. H.	5,19	15,45	10,1	<K. H.	<K. H.	0,45	0,11	0,0209

2. táblázat (1) - A vizsgált minták összetétele tömeg%-ban kifejezve, PGAA- és EPMA-mérések alapján. A PGAA és EPMA közelítő kimutatási határa

Kihasnálva a PGAA rendkívül kicsi (0,3 µg/g) bórra vonatkozó kimutatási határát, nyomnyi mennyiségű bórkoncentrációkat mértünk. A bór kimutathatósága szempontjából a két módszer egymást kiegészíti. A kapott eredmények alapján megállapíthatjuk az általunk vizsgált természetes bórtartalmú üvegek jellemző bórkoncentráció értékeit. PGAA-val a bór mellett az üvegek legtöbb főösszetevőjét SiO₂-ot, Na₂O-ot, K₂O-ot, CaO-ot, MgO-ot, sőt esetenként As₂O₃-ot, PbO-ot valamint BaO-ot tudtunk mennyiségileg meghatározni.

Összességében több, mint 20 történelmi üveget és több nemzetközi standard mintát is vizsgáltunk PGAA-val. A 23 PGAA-val vizsgált minta közül 19 esetén készült elektron-mikroszondás mérés. A PGAA- és EPMA mérések eredményei jó egyezést mutattak a kimutatható közös összetevőkre. Ebben a tanulmányban elsősorban a PGAA módszer alkalmazhatóságát szeretnénk bemutatni a történelmi üvegek archeometriájában.



2. ábra

A 218. sz. gravírozott üveglap töredéke. Származás: XVIII. sz., Svédország (Magángyűjtemény, fotó: Piotr Ligier)

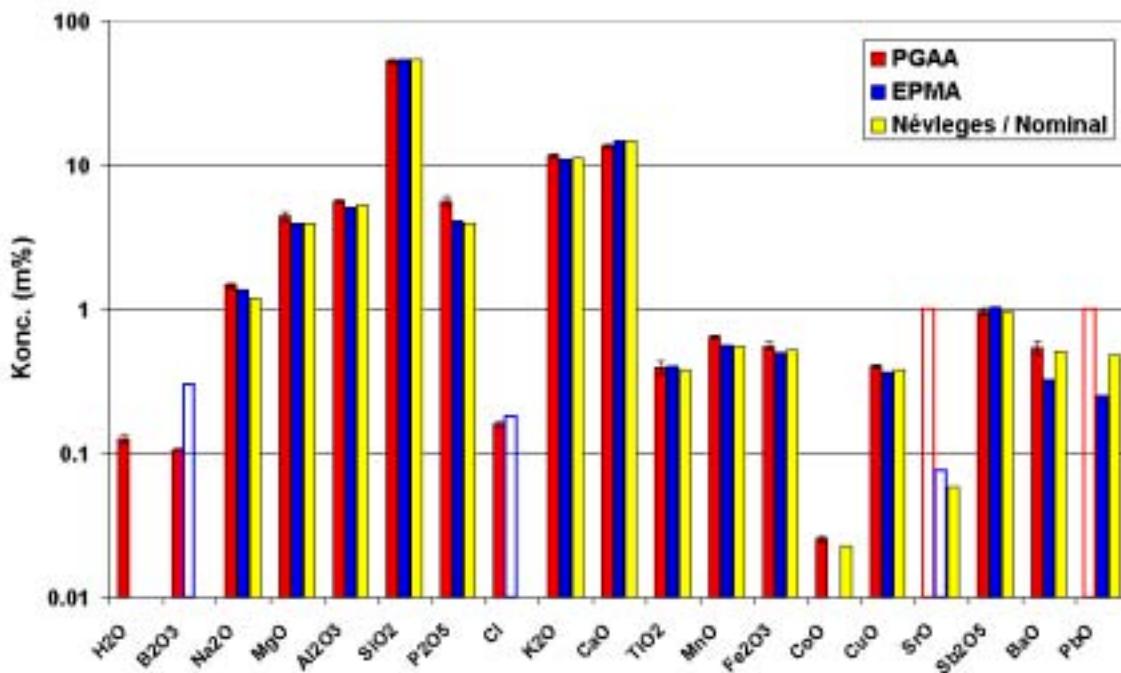
A kapott összetétel adatok és a tipológiai leírás összevetéséből az üvegyártásra, ill. a műtárgyak eredetére vonatkozóan vonhatunk le következtetéseket, melyeket egy későbbi átfogó munkában foglalunk össze.

A vizsgált minták leírása

23 újkori, többségében barokk történelmi üveg-töredéket vizsgáltunk. A vizsgált üvegek nem tartoznak egyetlen jól elkülöníthető történelmi csoporthoz. Nagy részük a lengyelországi Elbląg és Poznań óvárosának régészeti feltárása során, egykori lakossági hulladéktárolókból, csatornákból került elő. Néhány darab magángyűjtemény része.

(1. táblázat)

Többségük származása ismeretlen, mivel Elbląg és Poznań fontos kereskedelmi központok voltak, a leletek feltehetően a környező európai országokból származó importcikkék. A leleteket a régészeti stratigráfia alapján keltezték. Bizonyos esetekben a darabok díszítése és a felismerhető jellegzetes edénytípus utal a készítés helyére és idejére. Két példát mutatunk be az 1. és 2. ábrán. A vizsgált műtárgyak többsége szintelen, néhány esetben gravírozott ill. aranyozott vagy zománcozott. Néhány darab, részlegesen vagy teljesen színezett, átlátszatlan üveg. A tárgyak „előélete”, betemetődése következtében az üvegek felszíne általában korrodált és kilúgozott, ill. lerakódásokkal fedett lehet.



3. ábra - A „Corning D” standard minta PGAA- és EPMA-mérési eredményeinek összehasonlítása. Az üres oszlopok a kimutatási határ körüli bizonytalan értékeket jelölik. A koncentráció-értékeket logaritmus tengelyen ábrázoltuk.

Összetevő		TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	CuO	As ₂ O ₃	BaO	PbO	SnO ₂
Kimutatási határ	PGAA	0,020	0,02	0,2	0,015	0,12	0,14	0,700	1,000	2,5
	EPMA	0,017	0,013	0,029		0,025	0,013	0,022	0,043	
Nr.										
159	PGAA	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,2	< K. H.	< K. H.	< K. H.
174	PGAA	0,127	0,840	0,66	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,120	0,844	0,681	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
176	PGAA	0,059	0,843	0,27	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,048	0,872	0,278	< K. H.	0,050	< K. H.	0,055	< K. H.	< K. H.
179	PGAA	< K. H.	0,267	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,76	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	< K. H.	0,234	0,114	< K. H.	< K. H.	0,706	< K. H.	< K. H.	< K. H.
181	PGAA	0,041	0,124	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,21	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,050	0,152	0,039	< K. H.	< K. H.	0,285	< K. H.	0,498	< K. H.
182	PGAA	0,035	0,144	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,030	0,172	0,054	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
183	PGAA	< K. H.	0,117	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,24	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	< K. H.	< K. H.	0,066	< K. H.	< K. H.	0,189	< K. H.	< K. H.	< K. H.
184	PGAA	0,030	0,194	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,78	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,030	0,185	0,070	< K. H.	< K. H.	0,835	< K. H.	< K. H.	< K. H.
186	PGAA	< K. H.	0,431	0,217	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,020	0,472	0,194	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,040	< K. H.	< K. H.
187	PGAA	0,105	0,367	0,431	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,098	0,331	0,413	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,171	< K. H.	< K. H.
189	PGAA	0,054	0,779	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,046	0,761	0,145	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,267	< K. H.	< K. H.
190	PGAA	0,159	0,386	0,203	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,167	0,366	0,257	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,041	< K. H.	< K. H.
191	PGAA	0,082	1,015	0,283	< K. H.	0,0171	< K. H.	3,824	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,066	0,970	0,283	< K. H.	< K. H.	< K. H.	3,659	< K. H.	< K. H.
196	PGAA	0,060	0,594	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,049	0,582	0,224	< K. H.	0,027	< K. H.	0,178	0,062	< K. H.
197	PGAA	0,073	0,725	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,055	0,675	0,255	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,192	< K. H.	< K. H.
198	PGAA	0,055	0,534	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,052	0,569	0,129	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,276	< K. H.	< K. H.
199	PGAA	0,101	0,870	0,313	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,084	0,741	0,337	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,212	< K. H.	< K. H.
200	PGAA	< K. H.	0,278	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	< K. H.	0,287	0,135	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
201	PGAA	0,181	0,352	0,346	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
	EPMA	0,159	0,300	0,330	< K. H.	< K. H.	< K. H.	0,064	< K. H.	< K. H.
208	PGAA	0,046	0,253	1,185	0,262	0,36	< K. H.	< K. H.	1,650	2,56
	EPMA	0,040	0,266	1,314	< K. H.	0,39	< K. H.	< K. H.	1,760	2,065
215	PGAA	0,141	1,320	0,55	0,019	0,03	< K. H.	0,850	< K. H.	< K. H.
216	PGAA	0,040	0,013	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.
218	PGAA	< K. H.	0,024	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.	< K. H.

2. táblázat (2) - A vizsgált minták összetétele tömeg%-ban kifejezve, PGAA- és EPMA-mérések alapján. A PGAA és EPMA közelítő kimutatási határa

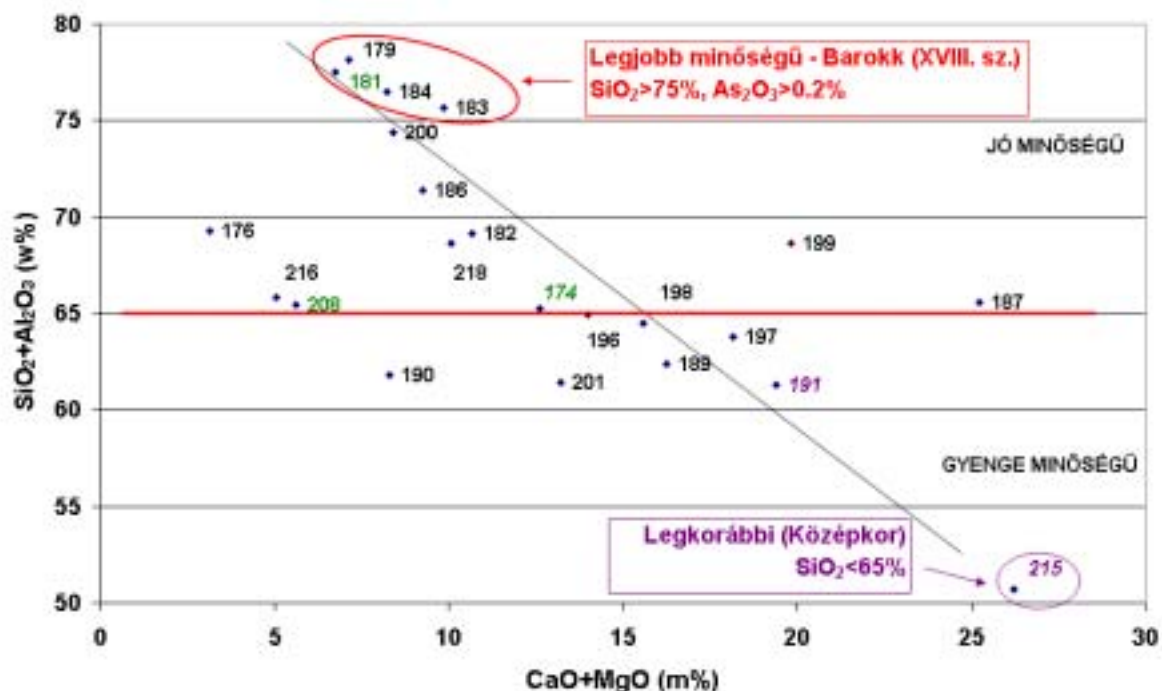
Kísérleti rész

Prompt Gamma Aktivációs Analízis

A PGAA fizikai alapja a neutronok sugárzásos befogását – az (n,γ) magreakciót – követő ún. prompt-γ fotonok detektálása. Elviekben a neutronbefogást követően minden kémiai elem atommagja bocsát ki prompt-γ fotont, a neutronbefogás valószínűsége, azaz a módszer érzékenysége azonban több nagyságrenddel változik elemről elemre.

Az elemazonosítás alapja a karakterisztikus gamma csúcsok energiájának precíz meghatározása, az adott csúcs intenzitása pedig az elem mintabeli tömegével arányos.

A PGAA mérések a Budapesti Kutatóreaktorban (BK) történtek. A mintákat a BK 30 m hosszú, $5 \cdot 10^7 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ termikus ekvivalens fluxusú vízszintes neutronnyalábjával sugároztuk be.



4. ábra - A vizsgált üvegek jellemzése $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ill. $\text{CaO} + \text{MgO}$ összetevőik mennyisége alapján.

A neutronokat a reaktor aktív zónájából való kilépés után egy folyékony hidrogén tartalmú tartállyal 20K hőmérsékletre hűtjük. A neutronbefogási hatáskeresztmetszet $1/\sqrt{E}$ - szerinti energia-függésének köszönhetően, az ún. „hidegneutronos” PGAA-rendszer érzékenysége mintegy hússzorosa a termikus nyalábbal működőnek. A PGAA mérőrendszer részletes leírása Révay et al. (2004) cikkében található.

A vizsgált üvegtárgyak többségét normál levegő atmoszférában, 2 cm × 2 cm keresztmetszetű nyalábbal sugároztuk be. Mivel a neutronok teljesen behatolnak a „bevilágított” térfogatrészebe, a mérés eredményeként a vizsgált tartományra vonatkozó átlagos összetételt kapjuk. A mintából kilépő gamma-fotonokat egy nagy tisztaságú germánium (HPGe) félvezető detektorból és 8 db bizmut-germanát (BGO) szcintillációs detektorból álló apparátussal, Compton-elnyomós üzemmódban mérjük. A detektor jeleit sokcsatornás analizátor dolgozza fel. A mérés kiértékelésének részletei Szakmány és Kasztovszky (2004) cikkében található. Egy minta tipikus mérési ideje – a minta méretétől függően – 10000 s volt. Az összetevők koncentrációját oxidok formájában, tömegszázalékban adjuk meg.

Elektron-mikroszondás elemzés

Az elektron-mikroszondás mérésekhez a műtárgyakból gyémánt tüvel vettünk mintát, melyet epoxigyantával rögzítettünk a mintatartó

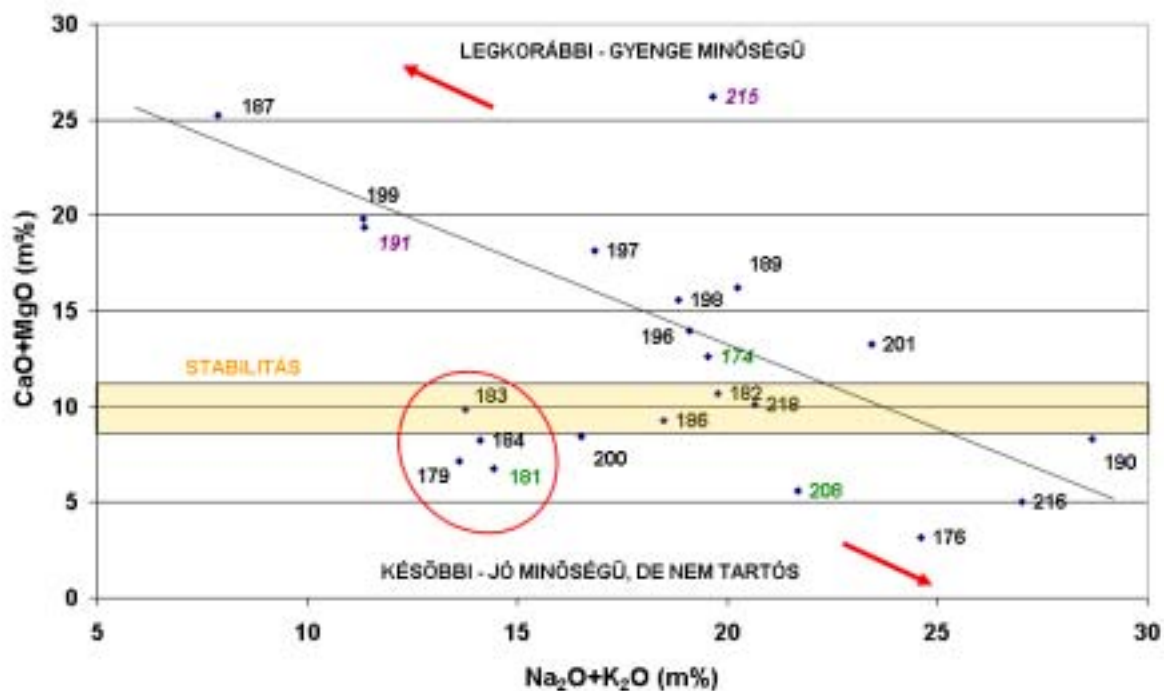
felületre, majd 0,25 μm vastagságúra políroztunk és szénréteggel vontunk be. Az EPMA vizsgálatokat a Varsói Egyetem Geológia Tanszékcsoportjának Elektron-mikroszonda Laboratóriumában végeztük, CAMECA SX-100 típusú hullámhosszdiszperzív spektrométerrel. A spektrométerhez három független, szimultán detektor (PET, LIF, TAP kristályok, valamint PC2 a bór-méréshez) tartozik. A mérési körülmények a következők voltak. A főelemekre: 15 kV, 6 nA, 20 μm nyalábátmérő, 20 s mérési idő minden elemre. A nyomelemekre (a fő összetevők rögzített értéke mellett): 20 kV, 100 nA, 80 μm nyalábátmérő, 20-60 s mérési idő. Bór mérésére (a fő- és az egyéb nyomelemek rögzített értéke mellett): 5 kV, 100 nA, 20 μm nyalábátmérő, 20 s mérési idő. Elsődleges standardként elemi oxidokat és ásványokat használtunk.

Másodlagos standardként „Corning B, C és D” valamint „CRM 4001, 4002” és „NIST 610, 612” referencia mintákat alkalmaztunk (Brill 1999).

Eredmények és értékelés

Ebben a tanulmányban 23, főként újkori (XVI-XIX. sz.) történelmi üvegeket vizsgáltunk. Prompt gamma aktivációs analízissel mértük az összes fő- és számos nyomelem koncentrációját. A 23 mintából tizenkilencen végeztek elektron-mikroszondás méréseket is. A kétféle módszer eredményei jó egyezést mutatnak. (Lásd a 2.

táblázatot.) A táblázatban megadtuk a PGAA és az EPMA kimutatási határait az egyes összetevőkre.



5. ábra - A vizsgált üvegek jellemzése $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ill. $\text{CaO}+\text{MgO}$ összetevőik mennyisége alapján.

A PGAA megbízhatóságát a régészeti üvegminták párhuzamos mérése mellett másodlagos standardokon ellenőriztük. A 3. ábrán a „Corning D” standardon végzett PGAA- és EPMA-mérések eredményeit hasonlítjuk össze a névleges értékekkel (Brill 1999).

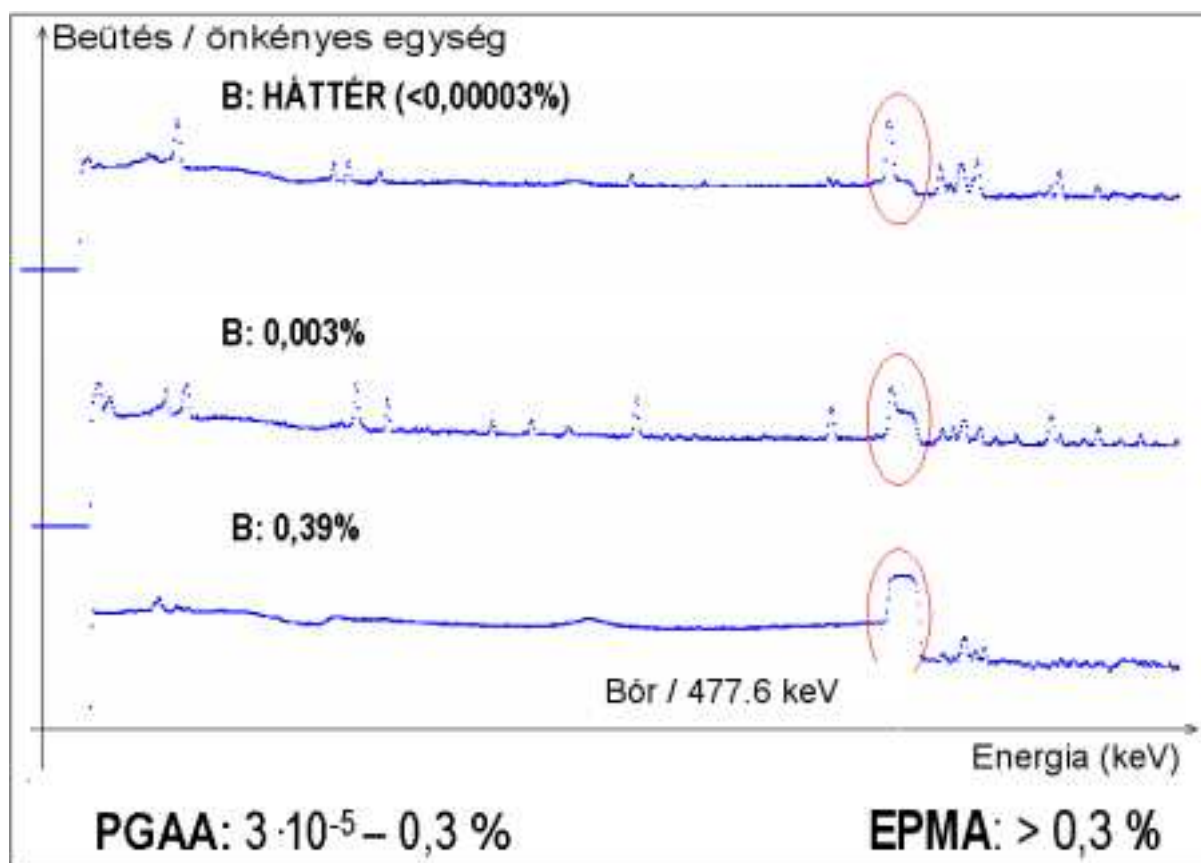
A legtöbb minta esetében meghatároztuk a SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , BaO és PbO összetevők koncentrációját. A minták SiO_2 -koncentrációja 50,7% és 78,5% között változott. A legfiatalabb (XIX. századi) üveg SiO_2 -koncentrációja volt a legnagyobb (>75%), a régebbi (XVI-XVII. századi), gyenge minőségű minták SiO_2 -tartalma volt a legkisebb (<65%), közülük az egyik legrégebbi poznani üveg SiO_2 -tartalma csupán 50,7% volt. (Lásd a 4. ábrát.) Ezen a grafikonon a $\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ összetevőket ábrázoltuk a $\text{CaO}+\text{MgO}$ összetevők függvényében. A vizsgált objektumok többsége egy egyenesre esik, melynek egyik szélső tartománya a jó minőségű, másik szélső tartománya a gyenge minőségű üvegeket képviseli. Természetesen néhány minta összetétele eltér a „szabályostól”. A 176., a 216. és a 208. számú mintákra jellemző az kis CaO -tartalom (<5%), amely a legjobb korabeli gyártási technikát, vagy egy esetleges kísérleti összetételt jelez. Sajnos, ezzel egyidejűleg a fenti műtárgyak tartósság szempontjából gyenge minőségűek, jellemzően elhomályosultak.

A 216. számú (XVI. századi) minta az egyik legrosszabb állapotú, erősen mállott anyagú volt.

A mállás megmutatkozik a PGAA-val mért nagy (1,67%) víztartalomban. A fenti fő összetevők mellett PGAA-val jól mérhető volt a folyósítóként adagolt Na_2O , K_2O , valamint egyéb összetevők (P_2O_5 , MnO , Fe_2O_3) is. A folyósítók minősége és mennyisége alapján az üvegek osztályozhatók.

Az általunk vizsgált legtöbb üveg ún. káliumüveg, 5%-nál kisebb Na_2O -koncentrációval. Ezeknél az üvegeknél nagy káliumtartalmú hamut használtak folyósítóként. Csak néhány kivételt találtunk, a 174. számú, a 181. számú és a 208. számú minták ún. nátriumüvegnek bizonyultak, melyeknél a folyósító nátriumtartalmú hamu volt. A két ideális eset között azonban előfordulhatnak ún. „keverék” üvegek is. A 5. ábrán megfigyelhető, hogy a nagy alkálifém-tartalmú (kis alkáliföldfém-tartalmú) minták az egyenes egyik végén helyezkednek el, és megfordítva: a kis alkálifém-tartalmú (nagy alkáliföldfém-tartalmú) minták az egyenes másik végén. A történelmi üvegek ezen tulajdonsága összefüggésbe hozható az üvegek korával.

A nagy SiO_2 -tartalmú üvegek (179, 181, 183 és 184. sz.) összetételében viszonylag nagy (>0,2%) As_2O_3 -tartalmat mértünk, ami a fénylő barokk luxusüvegekre jellemző, ún. „fehér arzén” formájában szándékosan adagolt összetevő. Az arzént alkalmazó üveggyártási technikát a XVII. századi észak-európai műhelyekben alkalmazták először.



6. ábra - A prompt gamma spektrum torzulása különböző bórkoncentrációk esetén.

Mintasorozatunk egyik legrégebbi darabja (191. sz. minta) kiemelkedően nagy (3,82%) BaO-koncentrációt mutatott, mind a PGAA - mind az EPMA mérések szerint. A magas báriumtartalom a nyersanyagként alkalmazott helyi homok (mészke) sajátossága. Európában csupán a XIX. századtól kezdve adagoltak báriumot a nyersanyaghoz. Ugyancsak különleges e minta nagy P_2O_5 -tartalma (2,63%), mely azt mutatja, hogy ennek az üvegnek a készítésekor növényi hamut használtak folyósítónak. (Tudjuk, hogy a későbbi üveggyártás során inkább hamuzsírt vagy salétromot (KNO_3) használtak.

Egy másik, a többitől eltérő minta volt a 208. számú, amelyben jelentős (2,6%) SnO_2 - és (1,6%) PbO -koncentrációt mértünk. Ez a minta egy XVI. századi zománczott, aranyozott, kék áttetsző kehely töredéke. A PGAA-mérés során a besugárzó neutronnyalábot úgy próbáltuk leszűkíteni, hogy a minta zománczástól távol eső, „tisztá” anyagát mérjük.

Mivel a zománczás már erősen megkopott, nehéz volt megállapítani, hogy az analizált rész valóban mentes-e zománcrétegtől. Feltételezésünk szerint a nagy SnO_2 - és PbO -tartalom a zománczásnak tulajdonítható.

Ebben a mintában mintegy 0,26% CoO -ot, mint színezőanyagot, valamint 0,36% CuO -ot mértünk, amely feltehetően a Co kísérőeleme.

A jelen munka egyik fő célkitűzése a történelmi üvegek bórtartalmának vizsgálata volt. A bór a PGAA mérés technika szempontjából különös jelentőségű. Neutronbefogási hatáskeresztmetszete kiemelkedően nagy, 767 barn, ennek következtében a bóra vonatkozó kimutatási határ igen kicsi – 0,00003%, a mérési körülményektől függően. Ezen túlmenően a $^{10}B(n,\alpha\gamma)^7Li$ reakcióban keletkező prompt- γ vonal a Doppler-effektus miatt kiszélesedik, így a spektrumban könnyen felismerhető (Szentmiklósi et al. 2004). Másrészt, 0,3 tömeg% fölérti bórkoncentráció a prompt- γ spektrum kisenergiás részének torzulását okozza, ami lehetetlenné teszi a spektrum kiértékelését (6. ábra). Szerencsére ilyen nagy bórkoncentrációk esetében az EPMA-mérések megbízható eredményeket adnak. Bórmérés tekintetében tehát a PGAA és az EPMA kiegészítő módszereknek számítanak.

Valamennyi vizsgált üveg mintánkra azt találtuk, hogy a bórtartalom nem haladta meg a 0,1%-ot. Vagyis a bór természetes szennyezőként, nem pedig szándékolt adalékanyagként van jelen a mintákban.

Következtetések

A prompt gamma aktivációs analízis hatékony, roncsolásmentes módszernek bizonyult az üvegek archeometriai vizsgálatában. Segítségével mérhető a történelmi üvegek legtöbb fő- és számos nyomelem összetevője, így a vizsgált objektumok osztályozhatók. A PGAA eredmények összhangban állnak az EPMA mérések eredményeivel. Néhány, az üvegek archeometriai vizsgálatánál fontos elem, mint a Sb, Sr, Rb, Y, Zr és Zn általában a PGAA-rendszerünk kimutatási határa alatt vannak. A bór mérése szempontjából a PGAA és az EPMA kiegészítik egymást.

A PGAA módszer – a neutronok nagy áthatolóképessége következtében – a besugárzott térfogatrész átlagos összetételét adja meg. A műtárgyak nagyobb felbontású pásztázása csak a neutronnyaláb „fókuszálásával” valósítható meg.

Meg kell említenünk, hogy a történelmi üvegek eredeti összetételét a mállás, mint természetes folyamat különböző mértékben módosíthatja. Ennek következtében az üveg felületéhez közel – az üveg hosszú távú környezeti viszonyaitól függően – megnő a H₂O-koncentráció, és csökken a Na₂O- ill. a K₂O-koncentráció (Weber et al. 2002). Pontosabb számításokhoz a fenti folyamatot is figyelembe kell venni.

Köszönetnyilvánítás

A PGAA mérések a Budapesti Neutronközpontban (BNC), az Európai Közösség 6. Keretprogram RII3-CT-2003-505925 sz. szerződés támogatásával készültek.

Irodalom

BRILL, R. H. (1999): Chemical analysis of early glasses. Vol. 2, Append. B, C, D. Corning, N.Y. Corning Museum of Glass, pp. 539-544.

KUNICKI-GOLDFINGER, J., KIERZEK, J., KASPRZAK, A., MALOZEWSKA-BUCKO, B. (2000): A study of eighteenth century glass vessels from central Europe by X-ray fluorescence analysis, *X-ray Spectrometry* **29** pp. 310-316.

MASS, J. L. & HUNT, J.A. (2002): The Early History of Glassmaking in Venetian Lagoon: A Microchemical Investigation, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **712**, pp. 303-313.

RÉVAY, ZS., BELGYA, T., KASZTOVSZKY, ZS., WEIL, J. L., MOLNÁR, G. L. (2004): Cold neutron PGAA facility at Budapest, *Nucl. Instr. and Methods in Physics Research* **B 213** pp. 385-388.

SZAKMÁNY, GY., KASZTOVSZKY, ZS. (2004): Prompt Gamma Activation Analysis (PGAA), a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials, *Eur. J. Mineral.* **16/2**. pp. 285-295.

SZENTMIKLÓSI, L., GMÉLING, K., RÉVAY, ZS. (2004): Fitting the boron peak and resolving interferences in the 450-490 keV region of PGAA spectra. Modern Trends in Activation Analysis 11 (MTAA-11), Guildford, UK, 2004. benyújtva a *J. Radioanal. Nucl. Chem. c.* folyóiratba.

WEBER, G., STRIVAY, D., MARTINOT, L., GARNIR, H. P. (2002): Use of PIXE-PIGE under variable incident angle for ancient glass corrosion measurements, *Nucl. Instr. And Methods in Physics Research* **B 189** pp. 350-357.

A SZOMBATHELYI ISIS-SZENTÉLYBŐL SZÁRMAZÓ KÉT MÁRVÁNYMINTA EREDETHATÁROZÁSA STABILIZOTÓP-GEOKÉMIAI ÉS PETROGRÁFIAI MÓDSZEREKKEL

PINTÉR FARKAS¹ - ZÖLDFÖLDI JUDIT^{2,3}

¹ Állami Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ, Természettudományi laboratórium, Budapest

² Institut für Geowissenschaften, Universitaet Tübingen, Németország

³ Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Esslingen am Neckar, Németország

Abstract

During the restoration work of the roman Isis sanctuary (Szombathely, West Hungary) the question has arisen, from where originated the raw material of the entablature. In order to answer this question we used petrographic (thin section) and stable isotope geochemical methods. Results were compared to the isotope geochemical and petrographic data of ancient marble quarries in south Austria. Results have shown that the two marble pieces taken from the entablature of the sanctuary originated from the same marble quarry, which was most probably the quarry near Gummern (Carinthia, Austria). This result is also supported by the fact, that Gummern was already a well-known marble source in the Roman Ages.

KEY WORDS: MARBLE, PROVENANCE, STABLE ISOTOPE GEOCHEMISTRY, PETROGRAPHY, ISIS SANCTUARY, GUMMERN

Bevezetés

Márvány műtárgyak eredethatározása céljából számos természettudományos vizsgálati módszert fejlesztettek ki az utóbbi évtizedekben (Zöldföldi et al. 2004). A kőzet nagyfokú homogenitása ellenére a petrográfiai (kőzettani) vékonycsiszolatos módszertől kezdve, a szemcseanalízisen át a kémiai- és izotópegeokémiai vizsgálatokig sokféle analitikai eljárást használhatunk fel kutatásaink során.

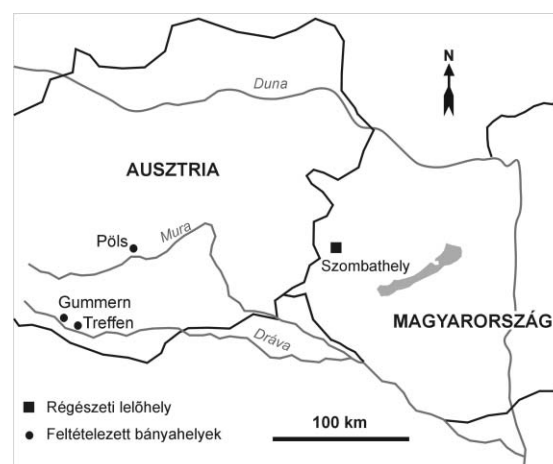
Stabil izotóp analízis márványminták eredethatározására

A stabilizotóp-geokémiai analízis, amit márványok eredethatározásának céljából az 1970-es évek elején alkalmaztak először (Craig & Craig, 1972), az egyik legeredményesebben használható módszernek bizonyult ennek a kémiailag, ásványtanilag meglehetősen tisztának és homogénnek tekinthető kőzetnek az esetében. A márványt 95-100 százalékban kalcium és/vagy magnéziumkarbonát ($\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$) alkotja. A karbonátban (CO_3^{2-}) található O és C atomok könnyű (^{12}C , ^{16}O) és nehéz (^{13}C , ^{18}O) izotópokból állnak. Az izotóp (isos topos) görög elnevezés (= azonos helyű), az egyes elemek azonos proton, de eltérő neutronszámú módosulatait jelenti, ami semleges töltést de eltérő tömegszámot okoz (könnyű és nehéz izotópok). Az izotópegeokémia az eltérő tömegszám következtében létrejövő különféle fizikokémiai tulajdonságokat használja ki az izotópok arányának mérésekor és a jelenségek

magyarázatakor. A stabilizotóp adatokat a (V-PDB = Vienna Pee Dee Belemnite) nemzetközi sztenderdhez viszonyítva adjuk meg az alábbi képlet szerint:

$$\delta = (R_1/R_2 - 1) \times 1000$$

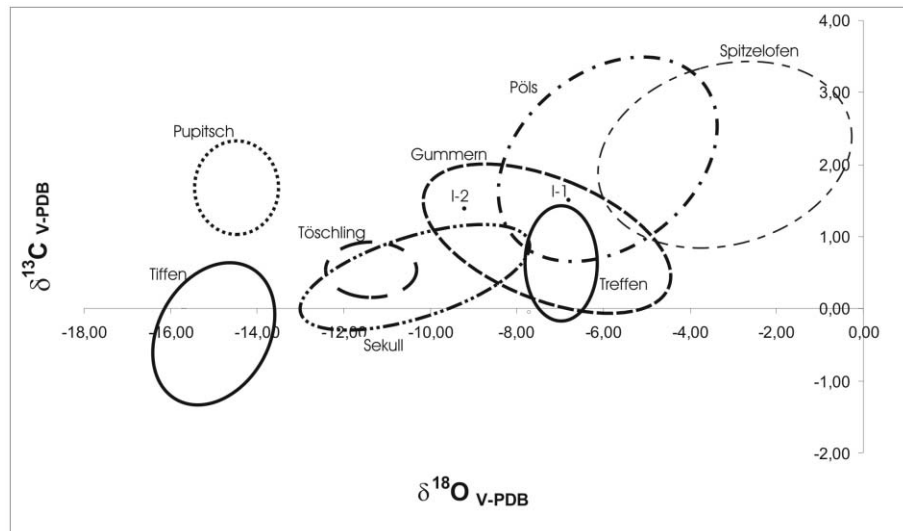
ahol R_1 a $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ illetve $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ arányok a mintákban, R_2 pedig ugyanezen arányok a standardban. Az adatok dimenziója ezrelék (%). Ezek az izotóparányok számos fizikokémiai, földtani tényező függvényei, amelyek következtében az egymáshoz nagyon hasonló megjelenésű márványok a kialakulásuk közben lejátszódott vagy az őket ért utólagos hatások eredményeképpen egymástól különböző izotóp-összetételt mutathatnak.



1. ábra A vizsgált műtárgyak és délkelet-ausztriai történelmi márványkőfejtők elhelyezkedése

2. ábra

A vizsgált mütárgyak (I-1, I-2) és délkelet-ausztriai történelmi márványkőfejtők stabilizotóp-értékei saját mérések, valamint irodalmi adatok (Müller, 1999) alapján (az értékek dimenziója ezrelék).

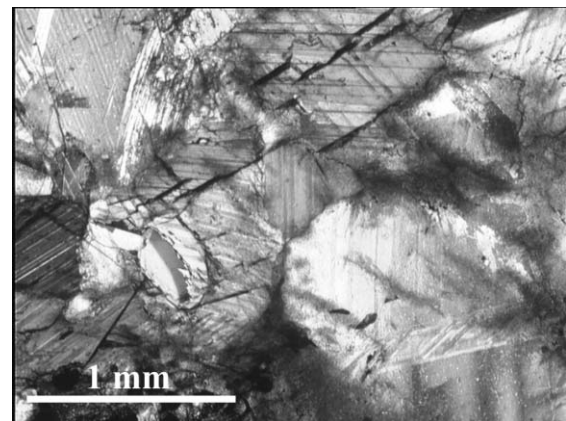


Mіндеzen tényezők ismeretében egy adott területen megjelenő (bányászott) márvány-előfordulás stabil C és O izotóptértékeit koordináta-rendszerben ábrázolva olyan csoportosításokat hozhatunk létre, ahol egy csoportba az egy geológiai egységhez tartozó és bányászott kőzetek sorolhatóak. Ehhez az adatbázishoz az egyes műemlékekről készített méréseket hasonlítva jó kiindulási alapot biztosíthatunk egy mütárgy eredetének meghatározásához. Ezen eredmények más természettudományos módszerekkel történő együttes alkalmazása biztos eredet-átározáshoz vezethet. A mérések a Tübingeni Egyetem (Németország) Geokémiai Tanszékén működő Finnigan MAT 252 típusú tömegspektrométeren készültek.

A vizsgált minták

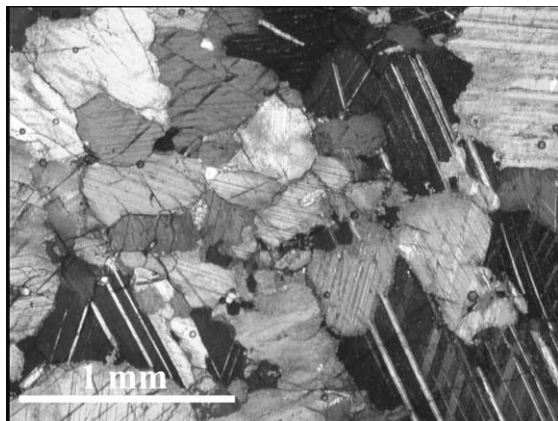
Az Isis-szentélyből származó két márvány minta (I-1 "feliratos mező" és I-2 "párkányzat") stabilizotóp-értékei alapján a római kor bányászott és potenciális márvány-lelőhelyei közül legnagyobb valószínűséggel karintiai (Ausztria) márványbánya(k)ból származtatható (Zöldföldi et al. 2004). Az I-2-es minta ($\delta^{18}\text{O}$: -9,30 ‰ és $\delta^{13}\text{C}$: 1,19 ‰) nagy valószínűséggel a Gummern település mellett (Dráva-völgy, Karintia, **1. ábra**), történelmileg bizonyítottan római kori kőfejtőből származtatható (**2. ábra**, Jantsch, 1929). Az I-1-es minta stabilizotóp-értékei ($\delta^{18}\text{O}$: -6,82 ‰ és $\delta^{13}\text{C}$: 1,33 ‰) szintén belesznek a gummerni kőfejtőt jellemző izotóptételek-mezőbe, azonban hasonlóságot mutatnak a Treffen település (Dráva-völgy, Karintia) határában található márványbánya izotóptételek-jellemzőivel, valamint belesznek a Pöls település (Mura-völgy, Stájerország; **1. ábra**) melletti kisebb márványbánya stabilizotóp-értékei által meghatározott mezőbe is (**2. ábra**). Ez utóbbi kőfejtőt nagy valószínűséggel kizárhatjuk a potenciális bányák közül, ugyanis kis mérete és

elhelyezkedése miatt nagy valószínűséggel a római korban még nem üzemelt vagy nem volt nagy jelentősége (Jantsch, 1929).

**3. ábra**

Az I-1-es márványminta vékonycsiszolati képe (heteroblasztos szöveti típus)

A petrográfiai vékonycsiszolatos vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy mindkét minta esetében a márványok heteroblasztos szövetűek, azaz az őket alkotó kalcit (ásvány) szemcsék különböző méretűek és különböző járulékos ásványszemcsék (kvarc, csillám) (**3-4. ábra**) is találhatóak bennük. A gummerni és treffeni bányákból származó minták mikroszkópos szöveti képével összehasonlítva megállapítottuk, hogy az Isis-szentélyből származó két darab nagyobb hasonlóságot mutat a gummerni kőfejtőből származó mintákkal, habár meg kell jegyezni, hogy az onnan származó anyagok is meglehetősen változatos szöveti képűek. Ezzel szemben a treffeni kőfejtő homeoblasztos (azonos méretű szemcsékből álló) és járulékos ásványszemcsékben szegény mintái jelentősen eltérnek az I-1-es és 2-es mintáktól, ami megerősíti a geokémiai vizsgálatok eredményeit.



4. ábra

Az I-2-es márványminta vékonycsiszolati képe (heteroblasztos szöveti típus)

Összefoglalás

Az Isis-szentély két vizsgált márványtöredéke (a műtárgy földrajzi elhelyezkedéséből adódóan is) az eddigi vizsgálatok alapján szinte teljes bizonyossággal egy ausztriai márványbányából származtatható és eredetileg is egy darabot alkothattak. A párkányzat (I-2) és a feliratos mezőből vett töredék (I-1) anyaga nagy valószínűséggel Gummern köfjéjéből származik.

Köszönetnyilvánítás:

A szerzők köszönetüket fejezik ki Sosztarics Ottó régésznek (Savaria Múzeum, Szombathely), hogy a szentély mintáit a rendelkezésükre bocsátotta. Külön köszönet Bernd Steinhilbernek a minták izotópos vizsgálataiban nyújtott segítségével. Az izotópmérések a "Magyarországi római és középkori márvány- és mészkőleletek archeometriai vizsgálata" című MÖB-DAAD együttműködés keretében készültek.

Irodalom:

CRAIG, H. & CRAIG, G (1972): Greek Marbles: Determination of Provenance by Isotopic Analysis. *Science* **176/2**, 401-403.

JANTSCH, F. (1929): Der römische Steinbruch in Gummern. *Carinthia* **119**, 161-162.

MÜLLER, H. W. (1999): Die Herkunft der Marmore von Aquincum. - *Budapest Régiségei* **XXXIII**, Budapesti Történeti Múzeum kiadványa, 265.

ZÖLDFÖLDI J., PINTÉR F., SZÉKELY B., H. TAUBALD, T. BIRÓ K., MRÁV ZS., TÓTH M., M. SATIR, KASZTOVSZKY ZS. & SZAKMÁNY GY. (2004): Római márványtöredékek vizsgálata a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből. - *Archeometriai Műhely*, **2004/1**, 40-47.

EROSION AND HUMIDITY: A CULTURE 2000 PROJECT FOR THE STUDY OF BUILDING MATERIALS BY SCIENTIFIC METHODS. AN INTERIM REPORT

MICHAEL BALAK¹

¹ OFI-Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie un. Technik
Arsenal Objekt 213 1030 – Wien, Austria michael.balak@ofi.co.at



Kivonat

Az Európai Unió Culture 2000 programjának keretében osztrák, olasz, német és magyar résztvevőkkel egy éves kutatási programot indítottunk műemléki építőkövek és más, műemléki környezetben előforduló építőanyagok kutatására. A program 2004. szeptemberében indult. A projektindító találkozót Bécsben rendeztük, a munka jelenlegi állásáról Modenában, 2005. január 28-án adtak számot a résztvevők. A program részeként áprilisban az Archeometriai Műhely a műemléki kőanyagok kutatásának külön vitaulést rendez a Magyar Nemzeti Múzeumban; az eredményekről pedig részletes tájékoztatót adunk folyóiratunk őszi számában.

In General: aims of the project

Erosion and humidity are still the two most important factors damaging our architectural heritage. Strategies of safeguarding are a) replacing damaged materials and b) applying chemical, physical and/or biological conservation systems.

The replacement of construction material requires information on the historic materials, on their characteristics and the sources (mines, quarries, clay pits) they were taken from.

The application of new protective systems requires serious research and long term observation. As experimental examinations on site are quite expensive, they often exclude the specific local impacts (underground conditions, climate and microbiology). As a consequence, protective systems well tested under laboratory conditions may fail causing additional damages, at least more cost.

Activities

In this laboratory project submitted, we are combining the research on materials with tests-in-field to assess the effectiveness of innovative material conservation systems, especially masonry and brickwork. Here, the focus is on masonry and brickwork, which are the basic construction materials of our architectural heritage.

In the current project, we carry out practical tests on a test station on the premises of the Austrian Bundesdenkmalamt and additionally on historical buildings in the area of Wismar, in Italy and in the Centre of Vienna (please note: The City of Vienna has been recently accepted as a UNESCO “World Culture Heritage” like Wismar, parts of Budapest and - of course - a considerable number of Italian sites).

The test in field will be carried out by the Austrian and the German partner. The partners in Italy and Hungary focus on the historical material research.

Objectives

The objectives of the project are

- To exchange experience and enhance research activities on original (“authentic”) construction materials, their characteristics, their origin and the availability to provide similar materials for modern conservation measures.
- to explore the impact of local erosion and humidity on the historical constructions with a direct reference to important sites in the participating countries
- to predict the effects of state-of-the-art systems for conservation and protection
- to create dissemination (via fairs) and to provide practical advice for experts, conservators and restorers including guidelines and leaflets to be downloaded from the internet
- to gain methodical experiences which are to be disseminated to and discussed with foreign authorities for monument preservation via the BDA

Result at a long-term level

At best, through effective technology, it can achieve that:

- the maintenance of historical buildings will be improved
- the cost of maintenance will be optimised
- the benefits for the users will be increased

Methods and co-operation

In our project, expert institutions from 4 European countries co-operate closely and create practical results. The results will be finally available (?) applicable to? the restorers and conservators all over Europe via the website of the Italian partner.

A: The Applicant OFI provides its Institute IBF which will be directly supported by BDA-Mauerbach which is part of the “Austrian Authority for the Care of Monuments (Bundesdenkmalamt)” responsible for providing practical state-of-the-art

conservation methods. IBF-Institut für Bauschadensforschung (Institute for Research in Damages to Buildings) will also co-operate in the project with Technische Universität Wien / Institut für Ingenieurgeologie (Vienna Technical University for Engineering Geology) and ARGE Naturstein (a research group of three Austrian stonemason companies) forming a cluster practically dealing with naturalstone used in the historical buildings in the centre of Vienna.

D: [Hochschule Wismar](#) (University of Applied Sciences) has a research partnership with DIW-Dahlberg-Institute e.V. Wismar in the field of protecting historical walls against moisture damages. Their special field of experience is impedance-tomography analysing the effects of protective substances injected into the construction material

I: [Alchimia](#) in Cavezzo/Modena is a large Italian restoration company with long-time experience in practical restoration works. Alchimia has recently established their new analysis centre providing laboratory resources and comparative material from Italian origin. They already have established a large database on historical quarries, mines and other sources of material and colours. Their research will focus on Italian sites of European significance.

H: The [Hungarian National Museum](#) extended research co-operation with ELTE to the field of historical quarries and mines in the past and present territory of Hungary. Partly, the existing remains of the 1904 systematical sample collection ([Schafarzik-Collection](#)) are surveyed and registered; old mines mentioned in the Schafarzik-Catalogue are visited and documented, on photos and GIS platform. Samples from the old mines are being collected and analysed by various petrographical and geochemical methods. Special attention is paid to quarry sites the utilisation of which can be dated back to prehistoric times; comparable samples of archaeological material are simultaneously analysed, with focus on Neolithic and Copper Age lithic materials (**Fig.1.**). Early prehistoric construction materials like daub, whattle are also investigated simultaneously, compared them to local fired clay (i.e., pottery) samples.

Beneficiaries

- The owners and the responsible persons and institutions who are responsible for the buildings and monuments which are under protection
- Monument preservers, restorer and conservators
- Private, public and clerical funds supporting financially the maintenance of historical constructions
- People living or working in historical buildings
- Culture and tourism industry
- The institutions participating in the project
- The general public and the institutions caring for our historical heritage on the local, national or international level.

European added value

The already existing expertise of the different partners (I and H: materials, D: analysis of humidity: A: application of consolidating and protective systems) will complete the team's capacity to achieve the objectives of the project

The project will support the exchange of experience between Austria, Hungary, Italy and Germany

The dissemination of the project results will be done in three different parts of Europe (Central Europe, Southern Europe and the area of the accession countries)

The benefits of the project are not limited to the areas where the co-organizers are located. From the methodical point of view, the technology of monument preservation in general will be promoted by the project on the European level.



Fig.1. Basalt one of the materials preferentially quarried and used for the production of stone axes



RÉGÉSZETI TÁRGYAK ENDOSZKÓPOS VIZSGÁLATA

DÚZS KRISZTINA--SZATHMÁRI ILDIKÓ--T. BIRÓ KATALIN

Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest

Abstract

In connection with the modernisation of the Conservation Department of the Hungarian National Museum, we had the possibility to test the applicability of an industrial endoscope in the study of archaeological objects. The equipment is supplied with camera and image analysing software. By the help of this tool, surfaces which cannot be directly investigated by macroscopic inspection or regular microscopy can be made visible.

The pieces selected for analysis included bronze pins with hollow head, socketed bronze axe, spiral-tube bronze beads, pottery from Bronze Age and Copper Age and amber beads. The obtained visual information can be important in the assesment of the history, production technology, use and conservation of the artefacts.

Bevezetés

2004-ben a MNM Restaurátor Főosztály tervezett fejlesztéséhez kapcsolódóan, egy Olympus típusú ipari endoszkópot volt alkalmunkban kipróbálni a forgalmazó cég (Ke-Tech kft.) jóvoltából, azzal a céllal, hogy felmérjük a műszer használatában rejlő lehetőségeket a restaurálásban és a műtárgyak roncsolásmentes anyagvizsgálatában. A kis nagyítású mikroszkópnak megfelelő optikával ellátott flexibilis üvegszállal olyan szűk nyílású, belső felületek is tanulmányozhatók, amelyek kívülről nem láthatók. A berendezés hordozhatóan kis méretű. A vizsgálat során digitális fotók, illetve igény szerint videofelvételek és hanganyag is készíthető. Az Olympus Iplex Manager program segítségével ezek az adatok számítógépen feldolgozhatók. A vizsgálatok közben lehetőség van a különböző nagyítást adó objektívek cseréjére is. A gép speciális funkciója, hogy az endoszkóp sztereo optikájával készített felvételeken különböző méréseket is végezhetünk. Felrajzolható a képen látott minta mélységi profilja, mérhető az egyes minták mélysége, egy adott ponttól való távolsága,

esetlegesen kisserkeszthetőek a minták hiányzó elemei.

A kiválasztott műtárgyak és endoszkópos vizsgálati megfigyelések

Vizsgálatainkhoz olyan műtárgyakat választottunk ki, amelyeknek belső felületét nem tudjuk hagyományos eszközökkel megvizsgálni (**1. táblázat**). A kérdés először az üreges fejű bronztűk esetében merült fel, amelyekben megkíséreltünk röntgen vizsgálatokat végezni a Semmelweis Orvostudományi Egyetem Radiológiai Intézetében. A röntgenfelvételeken az üregek, illetve a belső felület szerkezete nem volt megfigyelhető.

Üreges fejű bronz tűk (ltsz: 37.1931.1-2)

A díszített fejű tű pár 1931-ben került elő a füzesabonyi bronzkori tell telepen, nagy valószínűséggel a felső rétegből. A füzesabonyi kultúra emlékmagyarába tartozó, belül üreges fejű tűk jól keltezhetők, a Tisza vidéken készített kúp fejű tűk legfiatalabb változatát képviselik, és a koszideri korszak idősebb emlékei közé tartoznak (Kovács 1977, 60, Abb. 7; Szathmári 2004).



1. ábra:

Üreges fejű bronz tű: vésett díszű bronztű fejének belső felülete, a tű fején látható nyíláson keresztül vizsgálva. Füzesabony, ltsz: 37.1931.1-2.

Ltsz.	Tárgy neve	Tárgy kora	Lelőhely
37/1931.1-2.	Üreges fejű bronz tű	Bronzkor, Koszideri időszak	Füzesabony
1/1945.19	Bronz tokos balta	Késő bronzkor	Csegöld
26/1941.5	Bronz spirálcövek	Késő bronzkor, Halomsíros kultúra	Rákóczifalva
10/1889.14	Sárga színű bögre	Korai bronzkor, Nagyrévi kultúra	Alpár
27/1888.8	Mészbetétes korsó	Középső bronzkor, Mészbetétes edények kultúrája	Zsitvató
43/1870.75	Mészbetétes edény töredéke	Középső bronzkor, Mészbetétes edények kultúrája	Várdomb (Tolna megye)
73/1865	Füles bögre, kannelurával díszített hasú	Késő rézkor, Badeni kultúra	Kereszturok (Szerbkeresztúr?)
870/274. IV.	Kis bögre	Korai bronzkor, Hatvani kultúra	Szihalom
870/309.IX	Szűk szájú edény	Korai bronzkor, Hatvani kultúra (Ottományi import?)	Szihalom
18/1941.5	Borostyán gyöngyök	Bronzkor	Polgár-Tikos, Demeter kútja

1. táblázat A vizsgált tárgyak fontosabb adatai

Az endoszkópos vizsgálattal az üreges fej belső terének képét, ezen keresztül a tűk készítőtechnikáját szeretnénk volna megismerni.

Az említett két példányt vizsgáltuk: az egyik ép, a másik két darabra van törve. A bronztűk feje vésett díszítésű. Az öntési nyílásokon (?) keresztül endoszkóppal jól megfigyelhető volt a tűk belső felülete (1. ábra). A szár felőli részén, a tengelyhez képest ferdén, szűkebb „túlfolyó-nyílás” van. A belső tér homogén, csak a fémolvadék hűléséből eredő felületi egyenetlenségek voltak megfigyelhetők: a két kúpos felület illesztésére utaló nyomot nem észleltünk. Valószínű, hogy a fejet egy kétrészes öntőmintában, egyszeri öntéssel készítették. A szár külön készült, az egyik tű esetében le is vált.

Bronz tokos balta (ltsz: 1/1945.19)

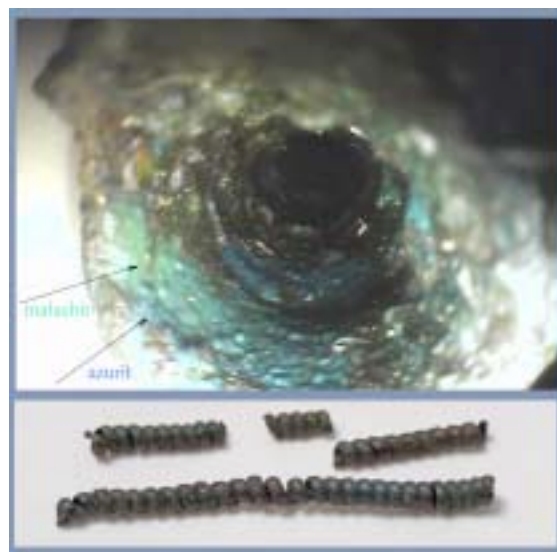
Az 1941-ben Csegöldön előkerült 22 db bronztárgyból álló késő bronzkori kincs egyik darabja, mely vétel útján jutott be a MNM-ba. A kis füllel ellátott tokos balta pereme félhold alakú, teste hatszög átmetszetű, éle sérült. A bronzkincs a benne található tárgyak alapján jól keltezhető, a késő bronzkoron belül az Ópályi Horizont kincseivel mutat egyidejűséget. (Mozsolics 1973, 125-126, Taf. 35-36).

A vizsgálat célja az volt, hogy a kívülről rosszul megfigyelhető, belső üreges felületen készítőtechnikai és/vagy használati nyomokat keressünk, például a nyelezéshez használt szerves anyagok maradványát.

A balta belső felületén elsősorban a régi konzerválás nyomait tudtuk csak észlelni. Szerszám- vagy megmunkálási nyomokat nem láttunk.

Bronz spirálcövek (ltsz: 26.1941.5)

A Rákóczifalváról származó bronz spirálcöveknek önmagukban nincs kronológiai értékük, mivel a bronzkoron belül ez a típus teljesen általános, a korai bronzkortól kezdve hosszú ideig volt használatban, mint a viselet vagy egyszerű ékszerek része.



2. ábra: Bronz spirálcövecske, belül átkristályosodott korróziótermékekkel (malachit, azurit). Rákóczifalva, ltsz: 26.1941.5.

A vétel útján 1941-ben bekerült spirálcsovecskék azonban állítólag egy urnasírból kerültek elő, melynek edénye a Halomsíros kultúra emlékei közé tartozik. Rákóczi falváról a Halomsíros kultúra sírleletei már a 19. század vége óta ismertek, az első leleteket még Hampel József publikálta (Hampel 1886-1896, Taf. 139-140).

A bronz spirálokon szintén régi konzerválószerke és újabb korróziós termékek (malachit, azurit) nyomait láttuk a belső felületen (**2. ábra**).

Borostyán gyöngyök (Itsz: 18.1941.5)

Ajándékként jutottak a MNM-ba egy díszített agyag orsógombbal együtt. Mivel bizonytalanok az előkerülés körülményei, a leletek összetartozása, így a gyöngyök pontos kormeghatározása is bizonytalan a bronzkoron belül.

A gyöngyök endoszkópos vizsgálata a hagyományos (mikroszkópos) vizsgálathoz képest nem adott új információt. Mélyebb, hosszabb furat esetén, különösen ha a gyöngy ép, ezen a tárgytipuson is érdemes használni a műszert.

Kerámia vizsgálatok

Az endoszkóppal olyan, többnyire szűk szájú egész edényeket vizsgáltunk, amelynek a belsejét másképpen nem lehet megfigyelni. A vizsgálat célja az edény belső felületének megismerése, esetleges illesztések, simítások és szerszámnyomok azonosítása volt. Tapasztalatainkat összegezve közöljük.

Füles bögre (Itsz: 73/1865)

Gömbös hasú, hengeres nyakú, magas fülű bögre, hasa kannellurával, füle pontsorrrel díszített. Lelőhelye: Kereszturok, valószínűleg Szerbkeresztúr, ahonnan Milleker Bódog a 19. század végéről hasonló korú leleteket is közöl (Milleker 1893). Dr. Marssy Géza ajándékként került a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményébe. A későrézkori Badeni kultúra jellegzetes edénye. (Banner 1956).

Sárga színű egyfülű bögre (Itsz: 10/1889.14)

A kora bronzkori nagyrévi kultúra jellegzetes bögréje: kihajló peremű, hosszú, kiszélesedő nyakú, profilált vállú. A has legszélesebb pontja az edény alsó harmadában található. Füle jóval a perem alól indul és a kiszélesedő nyakat hidalja át. A 19. század végén a múzeumba került bögre leelőhelye Alpár (Tiszaalpár), ahonnan a Várdombtól több hasonló korú leletet gyűjtöttek össze (Bóna-Nováki 1982, 48, Taf. I. 1-2). Alpár-Várdomb a középső bronzkori vatyai kultúra jellegzetes telepeként vált ismertté (Bóna-Nováki 1982).

Mészbetétes díszű korsó (Itsz: 27/1888.8)

Az őskori gyűjtemény régi anyagában található Zsitvatőről származó korsó a középső bronzkori mészbetétes kultúra észak-dunántúli csoportjának jellegzetes edénye. A hosszú nyakú, többszörösen profilált vállú, tojás testű edény nyakán a perem alól kiinduló fül található. Peremén, vállán körbefutó, hasán függőleges irányú vékony mészbetét ágy húzódik, felületén vésett pontokból kialakított mészbetétes dísz (Wosinszky 1904, 38).

Mészbetétes díszű edény (Itsz: 43/1870.75)

A Várdombtól (Tolna megye) már az 1870-es években jutottak be leletek a MNM-ba. A megvizsgált kétfülű, tojás testű, mészbetétes díszű töredékes edény is ekkor kerülhetett be. A középső bronzkori mészbetétes kultúra edénye valószínűleg telepről származik.

Egyfülű kis bögre (Itsz: 870/274. IV.)

Az ívelt nyakú, enyhén profilált vállú, egyfülű díszítetlen kis bögre lelőhelye Szihalom. Szihalom-Árpádvár a hatvani kultúra jellegzetes tell telepeként ismert a régészeti szakirodalomban. 1870-ben Foltiny J. ásatását követően számos lelet került be a MNM-ba. Valószínű a vizsgált, hatvani kultúrába sorolható bögre is ebből az ásatásból származik (Kalicz 1968, 119).



3. ábra: Kerámia: a nyak és az edényttest összeillesztése. Szűk szájú edény, Szihalom, Itsz: 870/309.IX.



4. kép: Kerámia: a fül beillesztése. Mészbetétes korsó. Zsitvató, ltsz: 27/1888.8 és kísérleti reprodukció

Szűk szájú edény (ltsz: 870/309.IX)

A szűk szájú, hengeres nyakú, nyomott gömbtestű edény felületét gazdag vésett minta díszíti. Az edény feltehetően szintén a Szihalmon feltárt hatvani tell telepről származik, de formájában az ugyancsak kora bronzkori ottományi kultúra erős hatását mutatja (Kalicz 1968, 119, Taf. LXXIV.1).

A kerámiák endoszkópos vizsgálatának megfigyeléseit az alábbiakban foglalhatjuk össze.

Egyes kerámiáknál jól megfigyelhetők a felületek eldolgozásának, simításának nyomai, ahogy az egyes elemeket összeállították, és azok találkozási pontjait összesimították a hajdani készítő. Ezeket azonban nem dolgozták el mindig tökéletesen, ezt bizonyítják a kerámián belül sokszor jól észlelhető határozott párhuzamos csíkok.

A Szihalmon előkerült egyik kerámia érdekessége, hogy erősen nyomott testű és nagyon szűk a szája. A szájnylás a kerámia teljes felületének kb. 1/5-e. Jól látható a képen a kerámia nyakának illesztési vonala a belső oldalon, ott ahol az edény testet és a ráillesztett nyakat összedolgozták (**3. ábra**).

A füllel ellátott edények egy részénél pontosan elkülöníthető az edény testének formájától a kerámiához később hozzá illesztett fül csatlakozási pontja. Ez a belső részeken az egyiknél erősebben, a másikon kevésbé határozottan jelenik meg.

Vannak edények, melyeknél a teljes falvastagságot átfúrva illesztették be a fület a helyére, és vannak olyanok ahol csak kimélyítették az illesztési pontot (**4. ábra**).

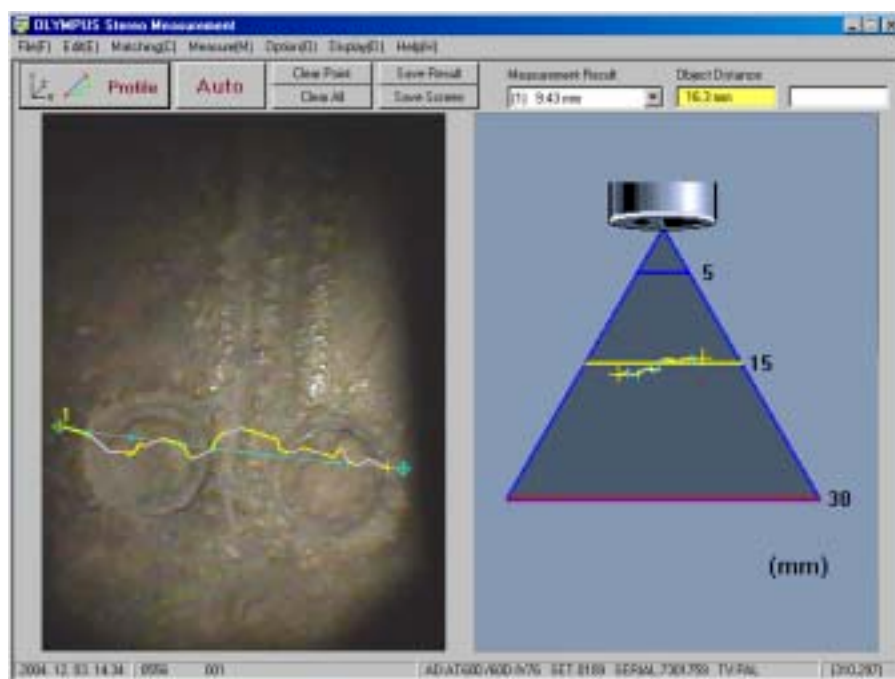
Az endoszkóp képfeldolgozó lehetőségeit kihasználva megvizsgáltuk az egyes díszítéseket, így azok méreteit, mélységét, profilját össze tudjuk hasonlítani. Mindez hozzásegíthet a kerámia díszítéséhez használt szerszámok azonosításához is (**5. ábra**).

Következtetések

Az ipari endoszkóp kibővíti a tárgyak optikai vizsgálatának lehetőségét, a belső felületeket megközelíthetővé teszi. Olyan esetben is segítség lehet, ha a tárgyat a maga teljességében nem tudjuk mikroszkóp alá tenni: a kamerával ellátott, hordozható eszköz a hagyományos mikroszkópos vizsgálatokat teszi könnyebbé nagy méretű vagy nehezen mozgatható tárgyak esetében. A kapott információk fontosak lehetnek a tárgy történetének, készítés technikájának, illetve használatának meghatározásában és kutatásában

Köszönetnyilvánítás

Megköszönjük a Ke-Tech kft.-nek a lehetőséget a műszer kipróbálására, személy szerint Bodolai Tamásnak tanácsait és segítségét.

**5. kép:**

Endoszkópos mérés a kerámia díszítményeken. Zsitvató, ltsz: 27/1888.8.

Az edény alján elhelyezkedő két kör alakú díszítmény mélységének profilját láthatjuk a kerámia felületén, sárga illetve szürke vonallal: a jobb oldali ábra a vizsgált metszet helyzetét mutatja a megvilágítás irányához képest.

Irodalom

BANNER , J. 1956: Pie Pécelér Kultur. *Archaeologia Hungarica* **35**. Budapest 1956.

BÓNA I. – NOVÁKI GY. 1982: Alpár bronzkori és Árpád-kori vára. – Eine bronzzeitliche und mittelalterliche Burg. Kecskemét 1982.

HAMPEL J. 1886-1996: A bronzkor emlékei Magyarhonban. – Die Denkmäler der Bronzezeit in Ungarn. I-III. Budapest 1886-1896.

HOMOKI L.- ERDÉSZ SZ. 2004: Ipari endoszkópia és mérés technikai alkalmazások a roncsolásmentes diagnosztikában.

www.banki.hu/jegyzetek/gri/Szerviztechnika/HAL_LGATO/ENDOSCOP/DIAGNV3.DOC 2004. p. 1-14.

KALICZ, N. 1968: Die Frühbronzezeit in Nordost-Ungarn. Budapest 1968.

KOVÁCS, T. 1977: Funde der Metallkunst der Koszider-Periode aus Siedlungen und Gräberfeldern. *FolArch* **28**, 41-65.

MILLEKER B. 1893: Leleték a Szerbkeresztúri őstelepről. *ArchÉrt* 1893. 130-136.

MOZSOLICS, A. 1973: Bronze- und Goldfunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Forró und Ópályi. Budapest 1973.

SZATHMÁRI, I. 2004: Notes to the Chronology of the Füzesabony Bronze Age tell settlement. (Százhalombatta, konferenciakötet, im Druck).

WOSINSZKY M. 1904: Az őskor mészbetétes díszítésű agyagművessége. Budapest 1904.

KÖNYVISMERTETÉSEK

Sonia Wüthrich és munkatársai:
Saint-Aubin / Derrière la Croix
Un complexe Mégalithique durant le
Néolithique moyen et final

Archéologie Neuchâteloise 29. Vols. 1-2, pp. 1-181, 191-363

A neuchâтели területi régészeti múzeum kiadványaként megjelent két kötetes tanulmánykötet egy autópálya-építéshez kapcsolódó nagy felületű, komplex ásások anyagát dolgozza fel, Saint Aubin-Derrière la Croix és Vaumarcus-Champs Devant községek területén, amelyek Neuchâtel-től mintegy 20 km-re helyezkednek el, a Ru de la Vaux nevű folyócska két oldalán. A területről a középső kőkor idejétől napjainkig ismernek régészeti leletanyagot: a tanulmány elsősorban az újkőkor középső és késői szakaszából származó megalitikus emlékekkel és környezetével foglalkozik.

A helyi kronológiai rendszerek eltérései következtében a svájci középső és későneolitikum a magyarországi rézkornak felel meg: az abszolút kronológiai adatok szerint i.e. 4800-3000 közé esik. A megalit emlékek és környezetük vizsgálata számunkra azért is érdekes és fontos, mert ez a különleges, látványos emlékműanyag Magyarországról eddig kevéssé volt ismert: a késő rézkor végének egyes új, vagy inkább újonnan felfedezett leletei azonban arra utalnak, hogy a megalitokkal Magyarországon is számolnunk kell. Ilyen leletek a Mezőcsát-Höröcsögösi és a Budapest-Káposztásmegyeri későrézkori sztélék (Kalicz Nándor, ill. Endrődi Anna ásataiból).

A kötet a régészeti leletanyag pontos, katalógusszerű leírása mellett az egykori környezet és a leletanyag sokoldalú természettudományos vizsgálatáról is számot ad. A megalit emlékek két periódusra keltezhetők, az 5. évezred közepén és a 4. évezred végén.

A hozzájuk kapcsolódó települések anyagát sokoldalúan vizsgálták: az előkerült szerves maradványok és szubfosszilis csont- és molluszkamaradványok alapján meghatározták a lelőhelyen előforduló legfontosabb természetű és gyűjtött növényeket, állatokat. Részletes talajtani vizsgálatokkal rekonstruálták a lelőhely egykori környezetét. Az első kötetben a két lelőhely-csoport részletes és pontos bemutatása és a paleokörnyezeti vizsgálatok kaptak helyet: a környezeti földtani, talajtani, mikromorfológiai, malakológiai, palinológiai vizsgálatok, a mag- és faszénleletek botanikai vizsgálatai. Az üledékképződés változatos természeti tényezők mentén alakult: a jég által szállított üledékek, a tavi és folyóvízi üledékek és a szárazföldi üledékek egyaránt hozzájárultak a

települések környezetének kialakulásához. A környezeti tényezők hatását a holocén különböző fázisaira vonatkozóan szintetikus ábrakon, rekonstrukciókon mutatják be a késő-jégkortól a szubatlani periódusig.

A második kötet az emberi jelenlét kézzelfogható bizonyítékaival, a történeti idők településtörténetével és a konkrét leletanyaggal foglalkozik. A kerámiaanyag meglehetősen töredékes: a jellemző típusok a Cortailod kultúra korai fázisába sorolhatók. A tipológiai vizsgálatok mellett a részletes adatfelvétel lehetővé tette az összetartozó darabok segítségével az egyes objektumok, rétegek relatív kronológiai helyzetének finom vizsgálatát is.

A kőanyag feldolgozása kiterjed a pattintott kőanyag tipológiai és technológiai vizsgálatára, a korabeli lelőhelyekkel való összehasonlítással, a felhasznált nyersanyagok makroszkópos és mikroszkópos meghatározására, a csiszolt kőeszközök és a szerszámkövek vizsgálatára. A kőeszköz nyersanyagok jelentős része mintegy 200 km sugarú körön belülről származik, de előfordul jelentős távolságból szállított nyersanyag is. A pattintott kőeszköz nyersanyagok között speciális helyi elem a hegyikristály.

Külön fejezet vizsgálja a speciális területhasznosítás kérdéseit. A megalitok környezete valószínűleg különleges (szent) területnek számított, amelyet speciális módon tartottak karban és esetleg őriztek is.

A kötetben található Becze-Deák Judit angol nyelvű tanulmányát (Characterisation and environmental significance of the detected layers based on micromorphological study), 38 nagy méretű (6x9 cm-es), talajmintából készült vékonycsiszolat alapján a talajképződés és az antropogén elemek viszonyát vizsgálja a megtelepedési időszakokban.

T. Biró Katalin

Karoling-kori emlékek. Régészet és antropológia. Szerk. Tóth Gábor. Szombathely, 2004.

Savaria University Press p. 119

Eddigi kiadványaihoz hasonlóan tartalmas, tudományos értékét tekintve is jelentős, ugyanakkor újabb, színvonalasan esztétikus könyvvel lepte meg az érdeklődő olvasóközönséget a kiadó és Fűzfa Balázs, felelős kiadó..

A szerző, Tóth Gábor antropológiai munkássága jól ismert: a Pannicvlvs sorozatban (Ser. B. No. 2) 1998-ban megjelent és általa szerkesztett, országos kitekintésű antropológiai szemelvények

gyűjteményét, illetve a szerzőként jegyzett „Kis antropológia” című, 2000-ben kiadott munkáját említeném számtalan magyar és idegen nyelvű tanulmánya mellett. A szombathelyi impresszummal *Folia Antropologica* elnevezésű új hazai sorozat elindítása pedig – a most ismertető kötethez hasonlóan – tudományszervezői erőnyeit csillantja meg.

Rendkívül olvasmányos és gondolatébresztő, ugyanakkor jó értelemben vett kritikus hangvételű – itt-ott keserű és sajnálatosan igaz észrevételei ellenére – a régész Makkay János által jegyzett „Előszó helyett...”. A tőle megszokott, sziporkázó stílusban villantja fel a 9. század történeti-régészeti problémáit. Ezek közül a legfontosabbak: az avar népesség továbbélésének mértéke és Nagy Károly hadjáratának valós következményei, a korszak régészeti megfoghatósága, a szlávok és „bábállamaik” jelenléte, a magyarság feltűnése. Mindezek együttesen a keleti frank őrgrófság hatalmi súlyának és a magyar gyepű kialakulásának kérdéseit is felvetik. A problémakör kutatásában – Nyugat-Magyarországon és Vas megyében is a legutóbbi időszakban – a 80-as években Kiss Gábor és a nemrég elhunyt Vékony Gábor régészek tették meg az első lépéseket.

A témában kevésbé járatos olvasóban – már a bevezető elolvasása után – tudatosul: a zalai régészet egy tudományos szempontból igen fontos, régi (1982-82-ben folytatott ásatásról van szó) adósságának részleges „törlesztését kényszerítette ki” az antropológus kutatócsoport feldolgozása. Hiszen ez utóbbi a megjelentetett könyv vejele!

Mi is ez az adósság? Az Esztergályhorváti-alsóbárándpusztai 9-10. századi (840 – 930 között használt) 317 síros (321 homo váz) temető közlése. A recensens kötelező és elvárt „kukacoskodásának” megfelelően megjegyzem: ellentmondásos a sír illetve homo csontváz-szám! Míg Makkay „előszavában” (p. 6.) és a régészeti bevezető tanulmányban (p. 9.) a fenti számok szerepelnek, addig az embertani feldolgozásban (p. 33.) 314 sír és 319 csontvázlelet említődik meg.

Az archeológusok számára azonban a „hab a tortán” – hogy folytassam a gasztronómiai jellegű hangvételt – Müller Róbert keszthelyi régész-múzeumigazgató tanulmánya, amely a teljességgel feltárt Karoling-kori temető régészeti feldolgozásának summázatát nyújtja. A sírok, mellékletek, csonkolások leírásától eljutunk a temetőn belüli üres foltok értelmezéséig (szent ligetek) és a közösség társadalmi helyzetének (agrár-iparos szolgáltatásra kötelezettek) meghatározásáig. A szerző összegzése (p. 18.): a Mosaburg (Zalavár) közelében fekvő temető a Karoling Ostmark anyagi műveltségébe jól beleillik. Megállapítja, hogy „A továbbélő, helyi késő avar kori népesség mellett számolhatunk

bevándorlókkal is.” Majd néhány sorral lejjebb: „...az import tárgyak jelenléte nem feltétlen jelent idegen etnikumot.”

E régészeti alapokra épülő – ugyanakkor kissé instabil – megállapításnak ellentmond a mintaszerű feldolgozást nyújtó antropológus munkacsoport (Éry Kinga, Marcsik Antónia, Suskovic Csilla, T. Rendes Katalin, Tóth Gábor) alábbi gondolata (p. 36.): „Esztergályhorváti - Alsóbárándpuszta egységes összetételű népességét a IX. század folyamán érkezett bevándorlóknak tekinthetjük...” A népesség származási helyei közül azonban nagy valószínűséggel kizárják a Morva-medencét, másként: a szláv etnikumot. Ugyanakkor azonban nem mondják ki az alábbiakat sem: a korábban itt élt helyi emberekhez (avarok?) hasonlatosak-e az ide temetkezők, vagy netán közük lenne őseinkhez?

Eljutottunk tehát oda, hogy a két szaktudomány végkövetkeztetései nem egyeztethetők össze.

A kérdés csak az, hogy ez baj-e? Szerintem nem baj, csak kellemetlen. Mindenképpen pozitív fejlemény azonban – a korábbi évtizedek hagyományától elszakadva és az új trend elvárásait, azaz mindenfajta átpolitizálást elhárítva –, hogy a szerzők merik vállalni e kettősséget és ellentmondásosságot.

Ez a remek feldolgozás tehát arra figyelmezteti a korszak kutatóit: újabb korabeli temetők komplex feldolgozása előtt nem szabad elhamarkodottan voksolni! Követésre érdemes mintát adnak tehát több hazai és szomszédos állambeli kutató számára.

Végezetül a mellékletekkel kapcsolatos észrevételeimet két pontba sűrítve, imígyen jelezhetem: no.1. nem igazán lep meg, hogy a több mint két évtizeddel ezelőtti ásatás – talán már nem is a legjobb minőségű – fotóinak nyomdatechnikai kivitelezése (4 – 5. tábla, p. 26 – 27.) nem a legszínvonalasabb, no.2. sajnálom, hogy (1 – 10. tábla, p. 97 – 106.) az antropológusok által érdekesnek talált csontok esetében a laikusok számára nem adtak segítséget az értelmezéshez pl. nyilakkal jelölhették volna az elváltozások helyét. A törések megértése persze nem okoz különösebb gondot, annál inkább minden más kóros elváltozás észrevételezése.

Befejezésül megjegyzem: az antropológus kollégák a szakszókincs teljesen jogos alkalmazása mellett nagyobb figyelmet fordíthatnak volna arra, hogy mondandójukat a kevésbé felkészült, azonban érdeklődő olvasók is megértsék.

A könyv – a színvonalas szervezésnek köszönhetően – a régió és az ország jelentősebb kiadvány terjesztőinél és könyvesboltjaiban beszerezhető.

Ilon Gábor

KÖZLEMÉNYEK

Elhunyt Poroszlai Ildikó,



régész, muzeológus, a százhalombattai Matrica Múzeum igazgatója, a magyarországi kísérleti régészeti kutatások úttörő egyénisége.

Poroszlai Ildikó 1955. október 7-én Debrecenben született. A debreceni Tóth Árpád Gimnázium angol tagozatán érettségizett. 1980-ban szerezte meg első diplomáját az ELTE BTK történelem-néprajz szakán, majd második diplomáját régészetből ugyan azon az egyetemen 1982-ben.

A Százhalombattára 1984-ben került, ahol a kis amatőr helytörténeti gyűjteményre alapozva azonnal nekilátott a „Matrica” Múzeum létrehozásához. A múzeum a látogatók számára 1987-ben nyitotta meg kapuit, a kor egyik legkorszerűbb helytörténeti kiállításával. A magas színvonalú szakmai munka eredménye, hogy a nyitást követő első évtől kezdve, évente általában 3-4 időszak kiállítás tekinthető meg a múzeumban, és a szakmai - elsősorban régészeti és néprajzi - gyűjtemény tetemesen megnövekedett.

Poroszlai Ildikó nevéhez kötődik Magyarország első őskori szabadtéri múzeumának, a százhalombattai Régészeti Parknak a létrehozása is. A Parkban tudományos kísérleti és környezeti régészeti programokat indított el. Irányította azokat a rekonstrukciós programokat, melyek eredményeként ma a Régészeti Parkban 7 őskori ház, gazdasági épületek, kemencék találhatóak, a munkálatokban maga is tevékenyen részt vett. A Park első legnagyobb méretű beruházásának, a vaskori halomsír *in situ* rekonstrukciójának és bemutatásának megálmodója, létrehozásának vezetője. A Régészeti Park egyik fő feladatának a kísérleti régészet el- és megismertetését tartotta.

Olyan programokat tervezett és kivitelezett, mint például az őskori házak eredeti ásatási tapasztalatokra alapozott építési rekonstrukciói, eredeti technológiák felhasználásával végzett kerámia-készítési, gabona-termesztési és bronzöntési kísérlet, textilfestési kísérletek stb. A tudományos oktatói programok mellett nagyon fontosnak tartotta a látogatók és főleg az iskolások ismeretanyagának növelését, modern és hagyományos adathordozókon, CD-ROM, munkafüzet megjelentetésével, előadások és komoly múzeumpedagógiai programok kidolgozásának szorgalmazásával.

A színvonalas szakmai munka érdekében fő céljai közé tartozott a hazai és nemzetközi kapcsolatok építése, tudományos kutatómunka, hazai és nemzetközi konferenciákon való részvétel,

könyvek, kiadványok, szóróanyagok szerkesztése, kiadása, publikációk készítése.

A Pulszky Társaságnak, annak megalakulásától tagja, az azon belüli „Kismúzeumi” tagozat megalakítója és vezetőségi tagja.

1998 – 2002 között a holland-magyar kormányközi kapcsolat keretein belül az ún. MATRA program „kismúzeumi vezetők managementje” project egyik tréner és koordinátora volt.

1996 óta a svéd-magyar tudományos együttműködés egyik vezetője.

Eredményere az archeometriai kutatások számos területén támaszkodunk. Munkája, irányítása, út- és példamutatása felejtethetetlen és pótolhatatlan.

Válogatás Poroszlai Ildikó régészeti, muzeológiai archeometriai munkásságából

1982 Késő bronzkori edény-depot lelet Debrecenből. DDMÉ 1982. 75-100.

1986 Bronzleletek Szolnok megyéből, Arch. Ért. 112, 215-220.

1988 Preliminary report about the excavation at Nagykörös-Földvár (Vatya culture). CommArchHung 1988, 29-39.

1988 Óskori lelőhelyek a Jászság nyugati felén, SzMMÉ 1984-1988, 13-28.

1990 Vatai urnatemető Százhalombattán. ArchÉrt 117. 1990. 203-214.

1991 Bronzkori lelőhely ásatása Dabason, Studia Comitatus 21. 149-170.

1992 Bölcse-Vörösgyűrű, In: *Bóna, I.-Raczky P. eds.: Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss.* Frankfurt-am-Main, 141-146.

1992 Százhalombatta-Földvár, In: *Bóna, I.-Raczky P. eds.: Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss.* Frankfurt-am-Main, 153-156.

1992 Nagykörös-Földvár. In: *Bóna, I.-Raczky P. eds.: Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss.* Frankfurt-am-Main, 156-159.

1992 Bölcse-Vörösgyűrű. Egy tell-telep rétegvizsgálata, településtörténete, edényművészete. Bölcsészdoktori értekezés. ELTE, Bp.1992.

1993 Százhalombatta bronzkori története. In: Poroszlai szerk.: 4000 év a 100 halom városában. Százhalombatta, 1993.

- 1996 Excavations in the Bronze Age earthwork in Százhalombatta between 1989 and 1993. In: *Excavations at Százhalombatta 1989-1995*. Százhalombatta. 5-15.
- 1996 Ásatások a százhalombattai bronzkori földvárban 1989-1993. 5-16. In: Poroszlai szerk.: Ásatások Százhalombattán 1989-1995. Százhalombatta, 1996.
- 1997 Ein archaologischer Park in százhalombatta/Ungarn. *Das Altertum*, 1997, Vol.43. 59-68.
- 1998 Százhalombatta története/History of Százhalombatta – Kiállításvezető/Guide to the exhibition, Szerkesztette/Edited by Poroszlai Ildikó-Vicze Magdolna. Százhalombatta.
- 1998 Százhalombatta, 115.sz. halomsír feltárása, konzerválása, bemutatója. Szerk: Poroszlai Ildikó. Százhalombatta.
- 1998 Egy bronzkori ház rekonstrukciója ásatási adatok alapján, In: Százhalombattai Oktató Napok. Százhalombatta.
- 1998 Aspects of Bronze Age tells in Hungary. In: XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Forli, Italia. A.B.A.C.O. 1998, 183-193.
- 1999 Régészeti park létrehozása és működtetése Százhalombattán / Archaeological Park in Százhalombatta. *Savaria. Pars Archaeologica* 24/3. (1999) 425-435.
- 1999 Archaeological Park in Százhalombatta. In: E. Jerem-I. Poroszlai ed.,: *Archaeology of the Bronze and Iron Age. Proceedings of the International Archaeological conference Százhalombatta, 3-7 October 1996*. Archaeolingua 1999. 377-387.
- 1999 Százhalombattai Oktató Napok 1998, I. Kísérleti Régészet. Szerk: Poroszlai Ildikó-Vicze Magdolna. Százhalombatta.
- 1999 Archaeology of the Bronze and Iron Age. Proceedings of the International Archaeological Conference Százhalombatta, 3-7 October 1996, Edited by Erzsébet Jerem-Ildikó Poroszlai. Budapest.
- 2000 Die Grabungen in der Tell-Siedlung von Bölske-Vörösgyűrű (Kom. Tolna) (1965-1967). *Acta Archaeologica* 51, 111-145.
- 2000 Alternative presenting the past. In: *Kadrow, S. ed.: A Turning of Ages. Jubilee Book dedicated to Professor Jan Machnik on his 70th Anniversary*. Krakow, 429-442.
- 2000 Excavation campaigns on the Bronze Age tell site Százhalombatta-Földvár, I. 1989-1991. II. 1991-1993. In: Poroszlai-Vicze ed., *SAX Annual Report I*.
- 2000 Százhalombatta bronzkori története a legújabb ásatások tükrében: SAX project és előzményei. *KMMK* 7. 99-118.
- 2000 Százhalombatta Archaeological Expedition SAX Annual Report 1. Edited by Ildikó Poroszlai-Magdolna Vicze. Matrica Múzeum.
- 2002 A Plastic ornamented vessel from Százhalombatta-Földvár, *Bup Rég. XXXVI*, 281-290.
- 2002 Experimental results from the Százhalombatta Archaeological Park, In: *BAR International Series* 1043 (I), 2002. 243-248.
- 2003 Kora- és középső bronzkori tell-kultúrák. Erődített központok a Duna mentén. In: *Magyar Régészet az ezredfordulón. NKÖM, Budapest*. 141, 142, 151-155.
- 2003 Régészeti emlékek helyreállítása, bemutatása: régészeti parkok, kísérleti régészet. In: *Magyar Régészet az ezredfordulón. NKÖM, Budapest*. 429-432.
- 2003 Changes in the 3rd millenium BC. The dawn of a new period. Tell cultures of the Early and Middle Bronze Age. Fortified centers along the Danube. In: *Hungarian Archaeology at the turn of the Millennium, Budapest*, 141, 142, 151-155.
- 2003 The conservation and exhibition of archaeological remains: Archaeological Parks and Experimental Archaeology. In: *Hungarian Archaeology at the turn of the Millennium, Budapest*, 432-435.
- 2004 Százhalombatta története az őskortól napjainkig. A „Matrica” Múzeum állandó kiállításának katalógusa. Szerk.: Poroszlai Ildikó-Vicze Magdolna. Százhalombatta.
- 2004 - Vicze, M. Methodological background of a modern tell excavation in Hungary: SAX Project: Százhalombatta Archaeological Expedition. In: J. Batora – V. Furmanek – L. Veliačik (Hrsg.) *Einflüsse und Kontakte Alteuropaischer kulturen. Festschrift für Jozef Vladar zum 70. Geburtstag*. Nitra, 231-240.
- 2004 - Vicze, M (eds) Százhalombatta Archaeological Expedition. Report II. Matrica Múzeum.
- 2004 - Füköh, D. – Vicze, M. Use of Informatics at the Százhalombatta tell excavation. *Archaeolingua*, in print.

Vicze Magdolna