

Archeometriai Műhely

2021.
XVIII. évfolyam 1. szám

Archeometriai Műhely

szabad hozzáférésű elektronikus folyóirat



Kiadja a Magyar Nemzeti Múzeum
Felelős kiadó: Varga Benedek, főigazgató

Szerkesztő: T. Biró Katalin

A szerkesztőbizottság tagjai:

Bajnóczi Bernadett, Bartosiewicz László, Bárány Annamária, Ilon Gábor, Kasztovszky Zsolt,
Kiss Viktória, Lencz Balázs, Molnár Mihály, Péterdi Bálint, Sümegi Pál, Szakmány György,
Székely Balázs, Szilágyi Veronika, Zöldföldi Judit

www.ace.hu/am

ISSN: HU ISSN 1786-271X

URN: urn:nbn:hu-4106

Tartalom / Contents

Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop No. 2021/1.

Cikkek / Articles

- PÉNTEK, Attila : [Utilization of some non-flint lithic raw materials in the Palaeolithic in the Cserhát Mountains and the Galga Valley \(Northern Hungary\) / Néhány nem-limnikus kovakőzet eredetű nyersanyag felhasználása a Cserhát és a Galga-völgy paleolitikumában](#) **1-26**
- SZÉKELY, Anna Klára; TÖRÖK, Béla & VÖRÖS Gabriella : [Nagymágocs-Paptanya \(Csongrád megye\) lelőhelyen feltárt késő szarmata településről származó tégely és salakleletek komplex vizsgálata / Complex investigation of the crucible and slag finds from the Late Sarmatian settlement of Nagymágocs-Paptanya \(Csongrád-Csanád county\)](#) **27-44**
- VIDOVSKY, István & PINTÉR, Farkas : [Development of IoT-based condition survey units to monitor salt damages on plastered and rendered surfaces / IoT alapú állapotrögzítő eszközök fejlesztése vakolt felületek sókárosodásának monitorozására](#) **45-54**
- ANTONI, Judit & FALCHETTO, Alfred : [Vaitehii: the cradle of the basalt adze-blades on Nuku Hiva, Marquesas Islands / Vaitehii: a bazalt szalukapa pengék bölcsője \(Nuku Hiva, Marquesas szigetek\)](#) **55-74**
- SZAKMÁNY, György; FEHÉR, Kristóf; KASZTOVSZKY, Zsolt & SÁGI, Tamás : [Archaeometric analyses of adze-blades from Nuku Hiva, Marquesas Islands / Nuku Hiváról \(Marquesas szigetek\) származó kőeszközök archeometriai vizsgálati eredményei](#) **75-88**
- Közlemények / Other communications*
- SZABÓ, Géza : [Könyvismertetés: Bühler, Birgit – Freiberger, Viktor: Der Goldschatz von Sânnicolau Mare \(ungarisch: Nagyszentmiklós\).](#) **89-94**

UTILIZATION OF SOME NON-FLINT LITHIC RAW MATERIALS IN THE PALAEOOLITHIC IN THE CSERHÁT MOUNTAINS AND THE GALGA VALLEY (NORTHERN HUNGARY)*

NÉHÁNY NEM-LIMNIKUS KOVAKÖZET EREDETŰ NYERSANYAG FELHASZNÁLÁSA A CSERHÁT ÉS A GALGA-VÖLGY PALEOLITIKUMÁBAN

PÉNTEK, Attila¹

¹ independent researcher, Kistarcsa

E-mail: attila.pentek@yahoo.com

“Don't try to understand!

It's enough if you do not misunderstand.”

— Nisargadatta Maharaj

Abstract

The systematic field surveys in the area of the Cserhát Mountains and the Galga Valley had begun after the excavations of the year 1992. The primary target was to localize new Palaeolithic sites; the secondary one was to find new possible raw material sources. The first results regarding the raw material sources were published in a paper dealing with the utilization of nummulitic chert in the Middle Palaeolithic (Markó & Kázmér 2004). This paper was followed by a detailed review of András Markó in the Hungarian language on the limnic quartzite occurrences in the Cserhát Mountains (Markó 2005). In the last one and a half-decade, primarily from point of some non-flint raw materials, such as andesite, nummulitic chert, petrified wood, quartzite and siliceous pebble, several new results have been achieved.

In the following summary, besides the geological occurrences, the archaeological utilization of these raw materials will be discussed as well. The results cannot be regarded as complete, neither concerning Nógrád County, nor Pest County. Implicitly the field surveys could not have been extended those parts of the Cserhát Mountains, which are either wooded or agriculturally not cultivated. The approximate size of the studied area is 1,200 km².

Kivonat

A szisztematikus terepkutatások a Cserhát és a Galga-völgy területén az 1992. évi ásatások után kezdődtek el. Ezek elsődleges célja új paleolit lelőhelyek lokalizálása volt, másodlagos céljuk pedig új nyersanyagforrások felkutatása. A nyersanyagforrások kutatásával kapcsolatos első eredmények a nummuliteszes kovakavics középső paleolitikumban való előfordulásával foglalkozó angol nyelvű cikkben kerültek ismertetésre (Markó & Kázmér 2004). Ezt követte Markó András magyar nyelvű részletes ismertetése a Cserhát hegység területén található hidrotermális és limnikus eredetű nyersanyag előfordulásokról (Markó 2005). Az elmúlt másfél évtized során elsősorban a nem hidrotermális vagy limnikus eredetű nyersanyagok, andezit, kovakavics, kvarcit, megkövült fa és nummuliteszes kovakavics terén számos új eredmény született.

Az alábbi rövid összefoglalásban ezeknek a nyersanyagoknak a geológiai előfordulása mellett a régészeti felhasználását is tárgyaljuk. Az eredmények sem Nógrád megye, sem Pest megye tekintetében nem tekinthetők teljesnek. Értelemszerűen a terepkutatások nem terjedhettek ki a Cserhát erdővel borított vagy műveletlen területére. A vizsgált terület hozzávetőleges nagysága 1200 km².

KEYWORDS: NON-FLINT RAW MATERIALS, QUARTZITE, PALAEOOLITHIC, RAW-MATERIAL UTILIZATION

KULCSSZAVAK: NEM-LIMNIKUS KOVA EREDETŰ NYERSANYAGOK, KVARCIT, PALEOLITIKUM, NYERSANYAG-FELHASZNÁLÁS

* How to cite this paper: PÉNTEK, A., (2021): The Palaeolithic in the Cserhát Mountains and the Galga Valley (Northern Hungary), *Archeometriai Műhely* XVIII/1 1–26.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-001](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-001)

Introduction

In 1990 and 1992 short excavations were carried out at Püspökhatvan–Diós and Püspökhatvan–Öregszőlők Palaeolithic sites (Cs. Balogh & Dobosi 1995). On the base of ^{14}C measurements, the date of the latter site is 27.700 ± 300 BP (Deb-1901). This date places the site in the elder phylum of the Gravettian entity (Cs. Balogh & Dobosi 1995). It corresponds to the previously assumed cultural assignment, based on the typological characteristics of the lithic assemblage. In the course of the excavations, in the surroundings, limnic quartzite banks were found, which served as raw material for the atelier sites. These very first authentic and well-documented excavations in the Cserhát Mountains gave the initial impulse of the Palaeolithic research that was realized in systematic field surveys, inclusive the prospecting after flakeable lithic raw materials. It was the first attempt in Hungary at all, to systematically localize and document lithic raw material sources in the Cserhát Mountains. The prospecting was facilitated through the fact that there were several geological studies available, published mostly before the Second World War (e.g. Noszky 1914, 1916, 1923, 1936, 1940; Peja 1937; Pávai-Vajna 1939-1940; Horusitzky 1942; Bogsch 1943; Szentes 1943; Láng 1967; Hámor 1985), dealing with the Cserhát Mountains.

During the prospection, from the beginning, a special focus was given to the gravel beds, as a possible geological source of various non-flint raw materials. After a very short period of field surveys, it was obvious that besides some non-local (regional or long-distance) raw materials, and the locally available limnic silicite, the presence of local non-flint artefacts was evidenced as well, practically at all localized Palaeolithic sites. The amount of the non-flint artefacts was strikingly high at some Palaeolithic sites, besides the waste products and cores; the lithic assemblages contained also tools. This fact was relatively unknown in the Hungarian Palaeolithic, until then, the presence and significance of non-lithic raw materials were ignored or underestimated. A possible explanation of this negligence may have been the lack of the mechanical and physical properties of these raw materials and the low morphological standardization of the products made of them. Ignacio Clemente Conte and Juan F. Gibaja Bao (2009), in their paper on the formation of use-wear traces in non-flint rocks, made a very essential statement concerning the “usability” of non-flint artefacts: “... with regard to the raw material, the edges of the implements made from obsidian, rock crystal (hyaline quartz) or fine-grained flint usually show many scars. In contrast, the deficient conchoidal fracture of less

homogeneous and coarser-grained rocks such as quartzite or rhyolite results in reduced scar development, because the quartz crystals joined to the matrix gradually detach themselves, generating a quick edge-rounding and dulling of the edge, making it ineffective after a few minutes of use. ... This results in the presence of implements with relatively undeveloped wear traces, which in many cases do not display sufficient diagnostic criteria for a determination of the worked material.” (ibid., 95).

The above statement can be supplemented by the fact that even the tools themselves made from non-flint raw materials are not always recognizable.

In the following, the geological background and the non-flint lithic raw material occurrences in the Cserhát Mountains will be reviewed. Thereafter a summarizing of the utilization of those raw materials will be given. Among the several dozens of archaeological sites where this utilization was recorded, only the most striking archaeological data will be mentioned in detail.

Geological backgrounds. Gravel banks and andesite outcrops in the Cserhát Mountains

The genetics of the gravelly sediments in the discussed area is not well known in geological and geographical research. In the literature, there are only indicative hints on the gravel banks that can be found in the region (Noszky 1914, 1916, 1936, 1940; Peja 1937; Pávai-Vajna 1939-1940; Láng 1967; Hámor 1985). The issue was discussed mainly from a geological point of view on a macroregional level. However, in the case of the non-flint raw materials occurring in lithic assemblages, the geological age of the raw material source is of no interest. During the field surveys, to localize possible raw material sources, our starting-point was the assumption that the raw material sources of those non-flint raw materials should be looked for in the vicinity of the Palaeolithic sites. As regards the potential lithic raw materials suitable for tool manufacturing, the gravel banks of different geological ages are very rich in various rocks. Besides the raw material shatters of limnic origin, jasper and radiolarite, several non-flint raw materials, suitable for lithic tool manufacturing, can be found.

In **Fig. 1.**, gravel banks, andesite outcrops, nummulitic chert and post-volcanic limnic silicite occurrences and archaeological sites localized during field surveys by the author of this paper can be seen. The list of gravel banks (**N-1–N-107**, **P-1–P-26**) and the two andesite outcrops is given in **Table 1.**

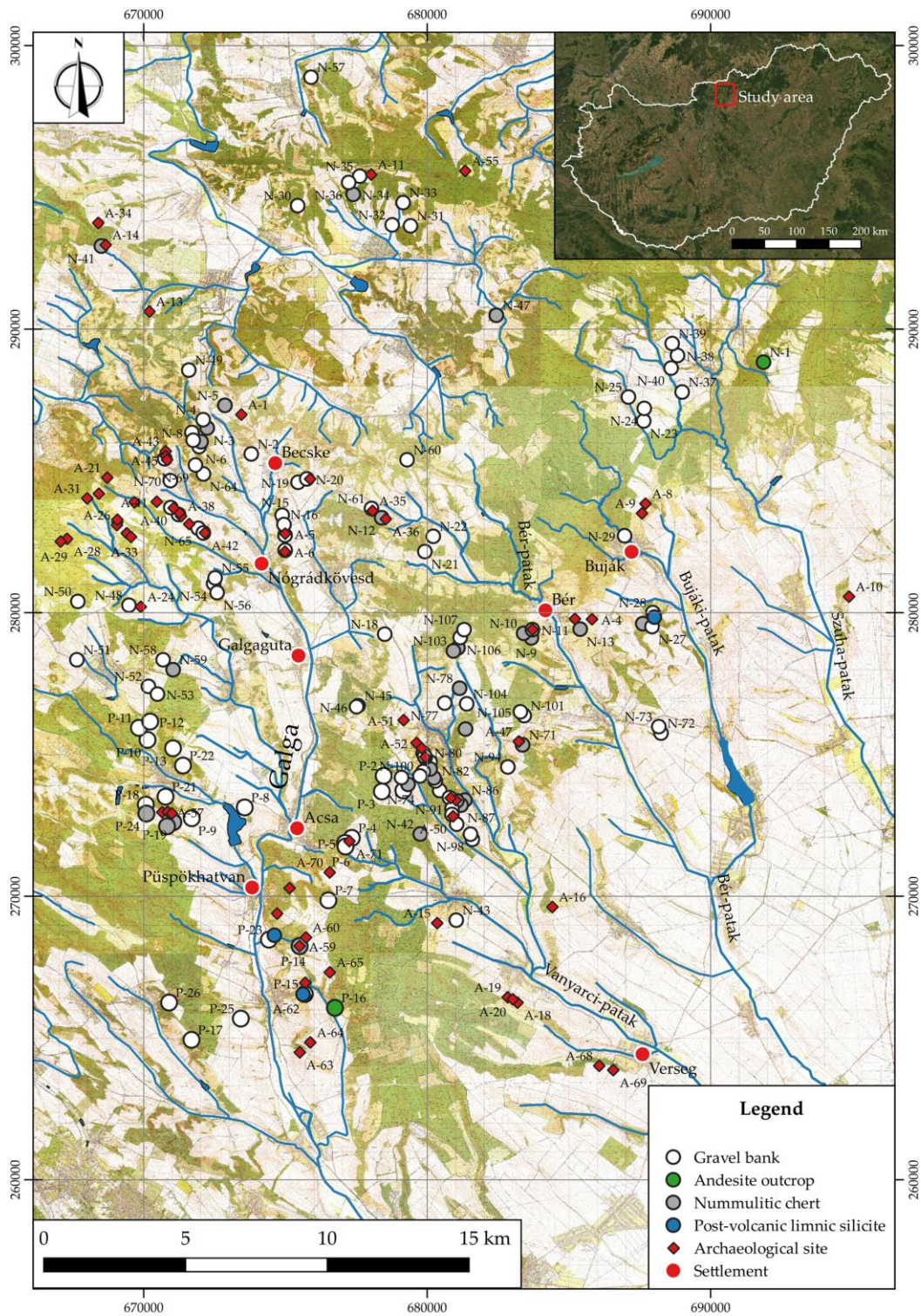


Fig. 1.: Gravel banks, andesite outcrops, nummulitic chert and post-volcanic limnic silicite occurrences and archaeological sites localized during field surveys by the author. White circles indicate gravel banks, green circles are known andesite occurrences (mentioned by Noszky 1914; Szentes 1943; Judik et al. 2001, 121; T. Bíró 1992; localized and verified by the author), grey circles are nummulitic chert outcrops and blue circles are the post-volcanic limnic silicite outcrops.

1. ábra: A szerző terepbejárásai során lokalizált kavicstakarók, andezit kibúvások, nummuliteszes kova és utóvulkáni eredetű nyersanyag előfordulások és régészeti lelőhelyek. A fehér körök kavicstakarók, a zöld körök az ismert andezit előfordulások (említi Noszky 1914; Szentes 1943; Judik et al. 2001, 121; T. Bíró 1992, a szerző által azonosítva), a szürke körök a nummuliteszes kovakavics előfordulásokat, a kék körök pedig az utóvulkáni eredetű nyersanyagok előfordulásait jelölik.

Table 1.: List of the localized geological raw material sources in the study area (N-1–N-107=Nógrád County; P-1–P-26=Pest County)**1. táblázat:** A vizsgált területen lokalizált geológiai nyersanyagforrások (N-1–N-107=Nógrád-megye; P-1–P-26=Pest-megye)

Id	Settlement	Name	EOV_Y	EOV_X	WGS84 Lat	WGS84 Lon
N-1	Alsótold	Nagy-Mező-hegy	691867,49	288840,66	47,94187	19,60783
N-2	Becske	Eresztvény	673795,00	285602,00	47,91365	19,36576
N-3	Becske	Kása-árka	672241,29	286518,24	47,92195	19,34502
N-4	Becske	Kása-árka NW	672098,03	286810,86	47,92458	19,34312
N-5	Becse	Váci-völgy	672865,77	287315,10	47,92909	19,35342
N-6	Becske	Büdös-tó-hegy	671955,21	285861,55	47,91605	19,34116
N-7	Becske	Büdös-tó-hegy	672024,87	286032,21	47,91758	19,34210
N-8	Becske	Büdös-tó-hegy	671699,47	286360,43	47,92055	19,33777
N-9	Bér	Egresi-dűlő	683678,98	279114,71	47,85487	19,49749
N-10	Bér	Egresi-dűlő	683402,95	279275,39	47,85633	19,49381
N-11	Bér	Egresi-dűlő	683714,05	279405,17	47,85748	19,49798
N-12	Bér	Öreg-hegy	678396,60	283352,12	47,89323	19,42717
N-13	Bér	Öreg-hegy	685399,80	279423,20	47,85756	19,52050
N-14	Bercel	erdőben vége	674986,00	282733,00	47,88780	19,38153
N-15	Bercel	erdőben vége	674885,00	283441,00	47,89418	19,38022
N-16	Bercel	erdőben vége	674949,00	283112,00	47,89121	19,38106
N-17	Bercel	erdőben vége	674992,00	282206,00	47,88307	19,38158
N-18	Bercel	Mogyorós alja	678503,64	279244,84	47,85629	19,42834
N-19	Bercel	Pinurka	675445,00	284602,00	47,90460	19,38778
N-20	Bercel	Pinurka	675753,00	284722,00	47,90566	19,39190
N-21	Bercel	Szép-hegy DK-i lába	679919,52	282158,76	47,88243	19,44746
N-22	Bercel		680215,86	282696,89	47,88726	19,45146
N-23	Bokor	Bokori-földek	687640,88	286764,61	47,92345	19,55108
N-24	Bokor	Bokori-földek	687659,43	287208,34	47,92744	19,55137
N-25	Bokor	Temető feletti dűlő	687101,34	287610,29	47,93109	19,54394
N-26	Buják	Körtefa-tábla	687607,77	279616,03	47,85917	19,55003
N-27	Buják	Rózsás-tető	687935,19	279513,12	47,85822	19,55439
N-28	Buják	Rózsás-tető	687963,41	280006,24	47,86265	19,55481
N-29	Buják		686965,08	282716,69	47,88709	19,54170
N-30	Cserháthaláp	Tornyos-hegy	675432,36	294360,20	47,99235	19,38818
N-31	Cserhátsurány	Csipkés torok	679413,99	293647,24	47,98577	19,44147
N-32	Cserhátsurány	Kaponka	678766,42	293681,30	47,98611	19,43280
N-33	Cserhátsurány	Szilvágyi-völgy	679152,52	294467,35	47,99316	19,43802
N-34	Cserhátsurány	Szökoltvány	677392,58	294757,70	47,99585	19,41446
N-35	Cserhátsurány		677622,30	295398,45	48,00160	19,41758
N-36	Cserhátsurány		677231,70	295176,09	47,99962	19,41233
N-37	Cserhátszentiván	Bokori útnál	688996,14	287787,42	47,93257	19,56931
N-38	Cserhátszentiván	Kutasói-oldal	688832,61	289075,75	47,94417	19,56723

Table 1. cont.**1. táblázat folyt.**

Id	Settlement	Name	EOV_Y	EOV_X	WGS84 Lat	WGS84 Lon
N-39	Cserhátszentiván	Szálláska	688644,27	289495,94	47,94796	19,56475
N-40	Cserhátszentiván	Szuha-patak völgye	688607,44	288630,40	47,94018	19,56418
N-41	Debercsény	Mogyorós	668506,78	292934,65	47,97977	19,29533
N-42	Erdőkürt	Kavicsos-tető	679756,54	272197,58	47,79285	19,44460
N-43	Erdőkürt	Szedmina	681026,88	269158,74	47,76546	19,46134
N-44	Erdőkürt		681595,25	272008,87	47,79107	19,46913
N-45	Galgaguta	Gutai-hegy alatt OP	677565,30	276725,25	47,83367	19,41564
N-46	Galgaguta	Gutai-hegy alatt	677509,26	276686,07	47,83332	19,41489
N-47	Herencsény	Padok alatt	682440,84	290493,34	47,95727	19,48178
N-48	Legénd	Hosszú földek	669479,58	280266,79	47,86581	19,30780
N-49	Magyarnándor	Kis-Kelecsény fölött	671592,00	288559,00	47,94032	19,33644
N-50	Nézsza		667677,00	280400,00	47,86706	19,28371
N-51	Nézsza	Belegrádi-erdő fölött	667641,67	278342,14	47,84856	19,28315
N-52	Nézsza	Parlag-dűlő	670166,00	277405,00	47,84005	19,31684
N-53	Nézsza	Verébi	670484,62	277130,48	47,83758	19,32108
N-54	Nógrádkövesd		672468,00	281030,00	47,87258	19,34778
N-55	Nógrádkövesd		672520,00	281230,00	47,87438	19,34848
N-56	Nógrádkövesd	Horváth-pusztá	672590,00	280710,00	47,86970	19,34939
N-57	Nógrádmartal	Ivántag-pusztá	675902,60	298888,76	48,03306	19,39475
N-58	Nógrádsáp		670684,57	278342,82	47,84847	19,32381
N-59	Nógrádsáp	Peres	671039,26	277991,98	47,84531	19,32853
N-60	Szanda		679291,85	285396,87	47,91158	19,43928
N-61	Szanda	Patkányos-pusztá	678037,00	283679,00	47,89619	19,42239
N-62	Szécsénke	Berecz-oldal	671228,00	283467,00	47,89454	19,33132
N-63	Szécsénke	Berecz-oldal	670956,00	283711,00	47,89674	19,32769
N-64	Szécsénke	Gyalogvár	672108,22	284897,04	47,90737	19,34316
N-65	Szécsénke	Kis-Ferenc-hegy	671921,00	282980,00	47,89014	19,34056
N-66	Szécsénke	Kis-Ferenc-hegy	672103,87	282814,68	47,88864	19,34300
N-67	Szécsénke	Visak	670743,00	285432,00	47,91223	19,32493
N-68	Szécsénke		671745,99	286085,78	47,91807	19,33838
N-69	Szécsénke		671826,04	285211,23	47,91021	19,33940
N-70	Szécsénke		670940,00	284662,00	47,90530	19,32752
N-71	Szirák	Balogi-tábla	683366,03	275341,92	47,82096	19,49302
N-72	Szirák	Sziráki-tető	688252,00	275756,00	47,82441	19,55830
N-73	Szirák	Sziráki-tető	688172,00	275985,00	47,82648	19,55725
N-74	Vanyarc	Hajnal-völgy	679326,03	273949,68	47,80863	19,43897
N-75	Vanyarc	Hajnal-völgy	679096,70	274188,87	47,81079	19,43593
N-76	Vanyarc	Hruskár-hegy	681354,62	275899,31	47,82607	19,46620

Table 1. cont.**1. táblázat folyt.**

Id	Settlement	Name	EOV_Y	EOV_X	WGS84 Lat	WGS84 Lon
N-77	Vanyarc	Kertek mögötti	680620,27	276817,67	47,83436	19,45645
N-78	Vanyarc	Kopanyice	681143,90	277338,73	47,83903	19,46348
N-79	Vanyarc	Makói-erdő	680039,72	274675,84	47,81513	19,44855
N-80	Vanyarc	Makói-erdő	680027,66	274704,68	47,81539	19,44839
N-81	Vanyarc	Makói-erdő	680443,96	273729,60	47,80660	19,45388
N-82	Vanyarc	Makói-erdő	680290,99	274066,70	47,80964	19,45187
N-83	Vanyarc	Makói-erdő	680106,57	274732,88	47,81564	19,44945
N-84	Vanyarc	Makói-erdő	680242,37	274176,88	47,81063	19,45122
N-85	Vanyarc	Makói-erdő	679859,42	275051,41	47,81851	19,44617
N-86	Vanyarc	Makói-oldal #3	681332,88	273393,65	47,80354	19,46573
N-87	Vanyarc	Makói-oldal #4	681196,40	273215,91	47,80194	19,46389
N-88	Vanyarc	Makói-oldal #1	681046,00	273369,00	47,80333	19,46190
N-89	Vanyarc	Makói-oldal #2	680788,00	273479,00	47,80433	19,45846
N-90	Vanyarc	Róka-vár	680105,25	274487,33	47,81343	19,44941
N-91	Vanyarc	Saj-völgy #20	680876,62	273088,20	47,80081	19,45962
N-92	Vanyarc	Saj-völgy #21	680875,27	272885,11	47,79898	19,45958
N-93	Vanyarc	Saj-völgy #22	681041,38	272541,22	47,79588	19,46178
N-94	Vanyarc	Sváb-hegy	682846,30	274561,21	47,81396	19,48602
N-95	Vanyarc	Makói-erdő	679932,40	274905,31	47,81720	19,44713
N-96	Vanyarc		679925,75	274907,42	47,81722	19,44705
N-97	Vanyarc		679909,40	274942,92	47,81754	19,44683
N-98	Vanyarc		681529,37	272191,32	47,79271	19,46826
N-99	Vanyarc		679860,86	274399,18	47,81265	19,44615
N-100	Vanyarc		679746,74	274244,26	47,81126	19,44461
N-101	Vanyarc		683424,35	276373,27	47,83023	19,49387
N-102	Vanyarc		681086,92	278763,74	47,85184	19,46282
N-103	Vanyarc		680926,32	278653,19	47,85086	19,46067
N-104	Vanyarc		681396,57	276787,99	47,83406	19,46682
N-105	Vanyarc		683290,76	276508,32	47,83145	19,49210
N-106	Vanyarc		681165,97	279127,74	47,85511	19,46391
N-107	Vanyarc		681303,79	279405,64	47,85761	19,46577
P-1	Acsa		679161,86	273730,94	47,80667	19,43677
P-2	Acsa		678466,00	274250,00	47,81137	19,42751
P-3	Acsa	Hribik-hegy	678402,00	273697,00	47,80640	19,42662
P-4	Acsa	Rovnya	677343,00	272061,00	47,79173	19,41238
P-5	Acsa	Rovnya	677101,00	271881,00	47,79012	19,40914
P-6	Acsa		677119,00	271756,00	47,78900	19,40937

Table 1. cont.**1. táblázat folyt.**

Id	Settlement	Name	EOV_Y	EOV_X	WGS84 Lat	WGS84 Lon
P-7	Acsa	Kopanyica	676515,00	269856,00	47,77193	19,40120
P-8	Acsa	Csibaj	673564,00	273134,00	47,80153	19,36200
P-9	Csővár		671696,00	272753,00	47,79817	19,33705
P-10	Csővár	Pázsit-rét	670136,00	275516,00	47,82307	19,31635
P-11	Csővár		669831,00	275941,00	47,82690	19,31230
P-12	Csővár		670228,00	276163,00	47,82888	19,31761
P-13	Csővár		671035,00	275219,00	47,82037	19,32834
P-14	Galgagyörk	Májóka-mellett 1.	675501,00	268244,00	47,75747	19,38758
P-15	Galgagyörk	Komárka fölött	675684,00	266552,00	47,74225	19,38992
P-16	Galgagyörk	Megyerke-patak	676746,63	266064,77	47,73783	19,40406
P-17	Püspökszilágy		671686,48	264936,38	47,72786	19,33654
P-18	Csővár	Arany-hegy	670074,12	273233,52	47,80254	19,31542
P-19	Csővár	Mocsolyák	671045,36	272613,45	47,79693	19,32836
P-20	Csővár	Mocsolyák	670823,21	272468,33	47,79563	19,32538
P-21	Csővár		670770,88	273514,92	47,80505	19,32474
P-22	Csővár		671386,59	274611,83	47,81489	19,33301
P-23	Püspökhatvan		674416,51	268471,59	47,75956	19,37312
P-24	Csővár	Arany-hegy	670095,62	272918,81	47,79971	19,31569
P-25	Galgagyörk	Cseres	673426,29	265686,12	47,73455	19,35977
P-26	Püspökszilágy	Mulató-oldal	670896,76	266251,75	47,73972	19,32607

Below, only the following non-flint raw materials will be discussed: andesite, petrified wood, quartzite, siliceous pebble and nummulitic chert. Instead of giving an accurate petrologic or petrographic description of these discussed raw materials, we settle for relatively popular, easily understandable but accurate enough definitions. However, we try to describe briefly the physical properties of the raw materials for flakeability.

Andesite

Andesite is an intermediate type of volcanic rock between basalt and dacite. Andesite lavas usually have porphyritic, or vitrophyric (having large phenocrysts in a glassy groundmass) textures (Le Bas et al. 1986; Le Bas & Streckeisen 1991; Le Maitre et al. 2002). The porphyritic nature means that these andesites will not fracture as evenly as a finer-grained variant.

In general, the raw materials for flaked stone tools must fracture conchoidally. Moreover, they should

be elastic, but brittle, and homogeneous both in crystalline structure (amorphous or noncrystalline, and cryptocrystalline or microcrystalline, extremely fine-grained structure) and in lacking cracks, inclusions or other flaws. The crystalline structure is the most important factor in determining the knapping quality of a given raw material. The toughest and least amorphous raw materials like volcanic rocks are hard to work, and the fracture surfaces are usually rough, with a grainy or sugary texture. The slower the volcanic rocks cooled, the more different minerals sorted out into crystalline formations. For this reason, the flaking qualities are variable, ranging from fairly homogeneous, to coarsely grained, to completely unflakeable. Some volcanic rocks variants, in particular, are often porous or vesicular, that is, being pitted with many cavities at its surface and inside (after Whittaker 1994, 66, 69).

Ferenc Szentes (1943), in a geological sketchy map, represented several andesite outcrops in the Cserhát

Mountains, but in the discussed area, for the time being, there are only two definite occurrences of a fine-grained variant of andesite. It has a dark greyish-black colour, covered by a light grey weathering layer, and has relatively good knapping properties. The first geological occurrences are east of the settlement Galgagyörk in the Galga valley, in the quarries of the Megyerke Valley (Szentés 1943, 8). The raw material of some polished stone axes from Aszód–Papi lands (Lengyel culture) described as basaltic andesite (fine-grained andesite, type b), was regarded as local, and likely origins from those quarries (Judik et al. 2001, 121; T. Biró 1992). The second source is in the vicinity of the settlement Alsótold at the south-eastern foot of the heavily eroded Nagy–Mező-hill (Noszky 1914, 314–317). The latter occurrence was verified in the course of field surveys as well, but no petrographic analysis was made.

Petrified wood

Petrified wood (synonyms are fossil wood, silicified wood), in general, is formed by two types of wood silicification mechanisms. The process of *replacement* means the precipitation of minerals in spaces formerly occupied by organic matter. Contrarily, during the *permineralization*, cell materials remain at least partially intact and open spaces will be filled with mineral. The two processes are not independent, they commonly occur concurrently (Mustoe 2008, 2017, 2018). The resulting rock versions have different physical behaviour, which depends mainly on the minerals involved in the fossilization. From the archaeological applicability, that is the flakeability point of view, the best suitable fossil woods are those that are mineralized with polymorphs of silica, opal, chalcedony and quartz. Siliceous petrifications (synonym is petrification) generally contain more than ninety per cent, by weight, of silica (Leo & Barghoorn 1976; Scurfield & Segnit 1984; Mustoe 2008; Viney 2016). The relatively homogeneous structure of the silica-rich fossil woods could ensure optimal workability. As noted by John C. Whittaker (1994, 71) “*Some petrified woods are composed of silica and will flake, but often tend to have odd angular fracture patterns*”. According to Richard F. Leo and Elso B. Barghoorn (1976), many mineralized blocks of wood have a preferential tendency toward radial longitudinal fracture. It can be attributed partly to the factor of uneven distribution of silica through the specimen, with a pattern of discontinuities predetermined by the original wood structure.

N. R. Ramesh (1986) analyzed and described a lithic assemblage from the surroundings of Agartala, the capital of the Indian state of Tripura. He noted the following: “*It is noticed that majority of the flaked, from all the heavy tools like celts, bifacial tools and big scrapers, are removed either*

across or oblique to the fabric and not parallel to it, possibly for controlling the size of flakes. Controlled flaking is extremely difficult in petrified woods, except along an axis transverse to the growth rings. Consequently, the tool types are restricted to mainly tabular varieties.” (ibid., 306–307). In connection with the fossilized wood artefacts, collected by Hallam L. Movius in Burma during his expedition in 1937–38 in Central Burma, Robin Dennell (2014, 26–27) cited the comment of Movius (1943, 349): “*The bulk of the material is extremely friable, however, and controlled flaking is absolutely impossible except when executed along a plane more or less at right angles to the axis of the growth rings. This factor is of the utmost importance since it has exerted a very marked influence on the typology of the fossil wood implements, most of which are made on tabular fragments of wood.*”.

Syed Ahsan and Singh Roy (2016) made the typotechnological classification of finished fossil wood tools from several archaeological lithic assemblages of the Chaklapunji area (Habiganj district, Bangladesh). Concerning the flakeability, they wrote: “*As a raw material, fossil wood pieces are removed either across or oblique to the wood structure and for this reason suitable square or rectangular shape core or large flake are produced. So, the use of fossil wood as raw material contributes to the shape of this tool*” (ibid., 13).

The occurrence of petrified wood in the Cserhát Mountains seems to be relatively common. On the area of some gravel banks, large blocks and chunks can be found (see, for example, **Fig. 1/P-19-20**, Csővár–Mocsolyák). The most interesting case is the gravel bank of Vanyarc–Balogi-tábla (**Fig. 1/N-71**). In a vast area of about 250×500 m, there are numerous blocks of 25×25×40 cm dimensions. Due to the intensive ploughing, they are generally freshly broken. It is just a vague hypothesis, still, it cannot be excluded that below the recent surface a petrified forest is located. The verification, however, requires further investigations.

Quartzite

Recently, the utilization of quartz and quartzite as a lithic raw material in the Hungarian Palaeolithic was reviewed (Péntek 2019). In that paper the elementary geological properties of these raw materials were described at large, here only a short basic definition will be given. Quartzite is a compact, hard, non-foliated, medium to coarsely crystalline metamorphic rock. It has a typical equigranular texture, that is, the grains mutually adjust their boundaries to achieve textural equilibrium. The pure quartzite is metamorphized from quartz-rich sedimentary rocks, such as, for example, pure quartz sandstone (Haldar & Tišljár 2014, 286). The extreme toughness of quartzite

made it a favourite rock for use as an impact tool during the Palaeolithic. Its conchoidal fracture allowed it to be shaped into large cutting tools such as hand-axes and scrapers. Its coarse texture makes it difficult for producing tools with fine edges such as knife blades and projectile points.

Quartzite pebbles can be found in all gravel banks in the Cserhát Mountains, irrespectively of their geological age. However, in those of younger geological ages (Pliocene), the quartzite pebbles are much smaller and therefore lesser suitable for tool manufacturing.

Siliceous pebble and nummulitic chert

Concerning the state of the mineralogical and petrographical nomenclature of silica and SiO₂ rocks, recently Jens Götze made an analytical approach for the identification and classification of these materials (Götze 2010).

Nummulites are large lenticular (coin-shaped) fossil foraminifers, widely distributed in limestone formations from the Eocene Epoch to the Miocene Epoch of the Cenozoic. According to Markó and Kázmér (2004), nummulites are often present in rock-forming quantity in the Middle Eocene to lowermost Oligocene sediments of Transdanubian Central Range in Hungary and southern Slovakia. The uncommon occurrence of nummulites-bearing rocks is in Lower Miocene and younger conglomerates, which yield nummulitic chert pebbles of various colours (grey, brown or yellow), with a striated and usually black cortex. The circumstance of silification is an open question for the time being since the siliceous variety of rocks is unknown from primary geological outcrops.

In the Cserhát Mountains, the siliceous pebble is very frequent and it can be found practically in all gravel banks. However, the occurrence of nummulitic chert cannot be regarded as common. In **Fig. 2.**, the nummulitic chert occurrences can be seen. In connection with the geological age of the gravel banks, the necessary information has been taken from the literature (Noszky 1940; Hámor 1985, 2007). It is worthwhile to draw attention to the surprising frequent occurrences of nummulitic chert in gravel banks of the Late Miocene and Pliocene geological age.

Archaeological utilization

In **Fig. 1.**, besides the geological occurrences of non-flint raw materials the archaeological occurrences without any chronological or cultural categorization has been shown (**Fig. 1/A-1-A-71**, **Table 2**). On the grounds of the Figure, it is obvious that in the vicinity of the Palaeolithic sites using non-flint raw materials, at a maximum

distance of five kilometres as the crow flies, there are always gravel banks as potential lithic raw material sources. It is worth mentioning that there are some general clusters of Palaeolithic sites. There is a cluster of fourteen Palaeolithic sites in the Galga Valley (**Fig. 3/A-56-A-67**, **A-70-A-71**). Another cluster of seven Palaeolithic sites can be seen in the vicinity of Vanyarc (**Fig. 3/A-48-A-54**). A large, significant cluster of Palaeolithic sites can be found in the territory of the villages of Legénd and Szécsénke, where not less than twenty-one sites show clear evidence of the utilization of non-flint raw materials (**Fig. 3/A-21**, **A-23-A-33**, **A-37-A-45**).

In **Fig. 3.**, only the archaeological sites, with the rough degree of the utilization of non-flint raw materials, can be seen (**Fig. 3/A-1-A-71**). Temperate utilization means a ratio of less than 10%, intensive utilization means a ratio greater than 10% (sometimes much higher %) in the total lithic assemblage. There is a concentrated, intensive utilization at three sites on the southern part of Vanyarc, at the locality Makói-erdő. From a technological and typological point of view, these sites seem to have a clear affiliation with the so-called Middle Palaeolithic, “Vanyarc-type” industry (Péntek & Zandler 2018). There is a greater concentration containing six sites at Szécsénke–Berecz-oldal and Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy (**Fig. 3/A-37-A-42**).

In **Fig. 4.**, the archaeological sites, classified in a relatively simple manner, can be seen (**Fig. 4/A-1-A-71**). The group “Middle Palaeolithic” contains the site with strong Micoquian-Bábonyan characteristics and the sites listed under the term “Vanyarc-type” industry. Group two, “Early Upper Palaeolithic” is a somewhat loose classification of the Palaeolithic sites with leaf-points and/or bifacial tools, and tools with slightly Aurignacian resemblances as well. There is a single Aurignacian site in the third group, Legénd–Hosszú-földek (**Fig. 4/A-24**). The group “Upper Palaeolithic” contains all sites belonging to the *sensu lato* Gravettian entity regardless of their chronological position. Given the fact, that it will be dealt with surface collections, it is hardly possible an exact chronological classification. Lastly, for the sake of completeness, some known Neolithic sites will be shown as well.

Because of the well-known problems of the accidental heterogeneous, mingled character of surface collections, no obvious consequences can be drawn. That is why below only the observed phenomena will be reported.

Table 2.: List of the archaeological sites with non-flint raw material utilization**2. táblázat:** A nem-limnikus eredetű nyersanyagokat használó régészeti lelőhelyek listája

Id	Settlement	Name	EOV_Y	EOV_X	WGS84 Lat	WGS84 Lon
A-1	Becske	Júlia-major	673444,7	286988,3	47,92613164	19,36115129
A-2	Bér	Egresi-dűlő	683714	279405,2	47,85748285	19,49797635
A-3	Bér	Papi-földek	685214	279784	47,86081046	19,51805075
A-4	Bér	Szár-hegy	685817	279771	47,86066067	19,52610812
A-5	Bercel	Erdőben-vége 1	674992	282789	47,88830839	19,38161504
A-6	Bercel	Erdőben-vége 2	674985	282155,1	47,88260794	19,38148505
A-7	Bercel	Pinurka	675872,6	284717,2	47,90561494	19,39350303
A-8	Buják	Szente	687702,5	283846,9	47,89721039	19,55165663
A-9	Buják	Szente	687580,4	283506,7	47,89415779	19,54999455
A-10	Csécse	Szőlős-domb	694885	280568,8	47,86727378	19,64737186
A-11	Cserhátsurány	Bányai-oldal	678027,5	295455,3	48,00209581	19,42301557
A-12	Csesztve	Öreg-szőlők	665902,9	296207,9	48,00927386	19,26057051
A-13	Debercsény	Bakosi-rét	670202	290623	47,95892874	19,31792907
A-14	Debercsény	Mogyorós	668659	292976	47,98013577	19,29737014
A-15	Erdőkürt	Cigány-part	680355	269054	47,76455227	19,45237377
A-16	Erdőtarcsa	Daróci-hegy	684417,5	269622,9	47,76946754	19,50660983
A-17	Hont	Csitár	648058	299633	48,04026671	19,02139712
A-18	Kálló	Pusztá-hegy 2	683189	266250	47,73919544	19,48996666
A-19	Kálló	Pusztá-hegy 3	682841,2	266437,4	47,74089883	19,48534359
A-20	Kálló	Pusztá-hegy 4	683020,1	266367,7	47,74026243	19,48772331
A-21	Kétybodony	Halyagos-hegy	668713	284766	47,90629905	19,29774236
A-22	Kisgéc	Fehér-hegy	688781	304947	48,08689953	19,56795638
A-23	Legénd	Halyagos-patak völgye	669671	283895	47,89843756	19,31051707
A-24	Legénd	Hosszú-földek	669896	280210	47,86528947	19,31335906
A-25	Legénd	Káldy-tanya 1	669072	283198	47,89218687	19,30247593
A-26	Legénd	Káldy-tanya 2	669055	283093	47,89124305	19,30224404
A-27	Legénd	Káldy-tanya 3	669072	283281	47,89293333	19,30247954
A-28	Legénd	Remete	667296,2	282607,6	47,88692662	19,27870659
A-29	Legénd	Remete	667071,6	282512,5	47,88607761	19,27569927
A-30	Legénd	Rovnya 2	668419,2	284197,9	47,90119795	19,29378926
A-31	Legénd	Rovnya 1	668006,3	284033,1	47,89972758	19,28826028
A-32	Legénd	Káldy-tanya 5	669402	282803,2	47,88862673	19,3068716
A-33	Legénd		669552,4	282676,9	47,8874861	19,30887625
A-34	Mohora	Baglyas	668396	293748	47,98708599	19,29387987
A-35	Szanda	Patkányos-pusztá	678073,9	283594,2	47,89542457	19,42287543
A-36	Szanda	Jákotpusztá fölötti plató	678544	283307	47,89282102	19,42914257
A-37	Szécsénke	Berecz-oldal 1	671605	283128	47,89147832	19,33634397

Table 2. cont.**2. táblázat folyt.**

A-38	Szécsénke	Berecz-oldal 2E	671318	283406	47,89398796	19,33251975
A-39	Szécsénke	Berecz-oldal 2W	671257	283526	47,89506918	19,33170984
A-40	Szécsénke	Berecz-oldal 3	671057	283692	47,89656859	19,32904325
A-41	Szécsénke	Berecz-oldal 4	670463	283916	47,89860205	19,32111001
A-42	Szécsénke	Kis-Ferenc-hegy	672162,6	282817,5	47,88866685	19,34378385
A-43	Szécsénke	Visak 1	670776	285696	47,91460049	19,32538046
A-44	Szécsénke	Visak 2	670782	285522	47,91303545	19,32545247
A-45	Szécsénke	Visak 3	670824	285393	47,91187395	19,32600819
A-46	Vanyarc	Balogi-tábla	683243	275459,6	47,82202248	19,49138232
A-47	Vanyarc	Balogi-tábla	683227,8	275457,4	47,82200341	19,49117919
A-48	Vanyarc	Makói-oldal 19/1	681017,5	273388,8	47,80350791	19,46151722
A-49	Vanyarc	Makói-oldal 19/2	680827	273465	47,80420192	19,45897924
A-50	Vanyarc	Saj-völgy 21	680916	272821	47,79840572	19,46012207
A-51	Vanyarc	Szlovácka-dolina	679169,7	276211	47,82897486	19,43703773
A-52	Vanyarc	Tovi	679624	275409	47,8217415	19,44305073
A-53	Vanyarc		679808,8	275221,2	47,82004436	19,44550561
A-54	Vanyarc		679931,6	274909	47,8172308	19,44712397
A-55	Varsány	Alsó-kő-forrás	681343,2	295582,9	48,00309211	19,46745463
A-56	Csővár	Arany-hegy 4	670654	272965	47,8001063	19,32314909
A-57	Csővár	Arany-hegy 5	670845	272977	47,80020816	19,32569926
A-58	Csővár	Arany-hegy 8	670997,3	272921	47,7996995	19,32772893
A-59	Galgagyörk	Májóka-mellett 1.	675501	268244	47,75747481	19,38757632
A-60	Galgagyörk	Májóka-mellett 3.	675727	268547	47,76019111	19,39060837
A-61	Galgagyörk	Páskomok	675698	266947	47,74580191	19,39012817
A-62	Galgagyörk	Komárka fölött	675729	266473	47,74153753	19,39051388
A-63	Galgagyörk	Kelemen-föld	675508	264495	47,72375599	19,38745269
A-64	Galgagyörk	Csonkás-hegy	675877	264846	47,7268984	19,39239179
A-65	Galgagyörk		676567	267317	47,74909492	19,40173849
A-66	Püspökhátvan	Öreg-szőlő	674707	269391	47,76782137	19,37705039
A-67	Püspökhátvan	Takács-hegy	675146	270287	47,77586316	19,38295803
A-68	Verseg	Tatár-domb 3	686071	264021	47,71899502	19,52821023
A-69	Verseg	Tatár-domb 4K	686566	263870	47,71760939	19,53479506
A-70	Acsa	Provosznya	676563,2	270841,2	47,78079106	19,40190076
A-71	Acsa	Rovnya	677258,3	271942,9	47,79067104	19,41124338

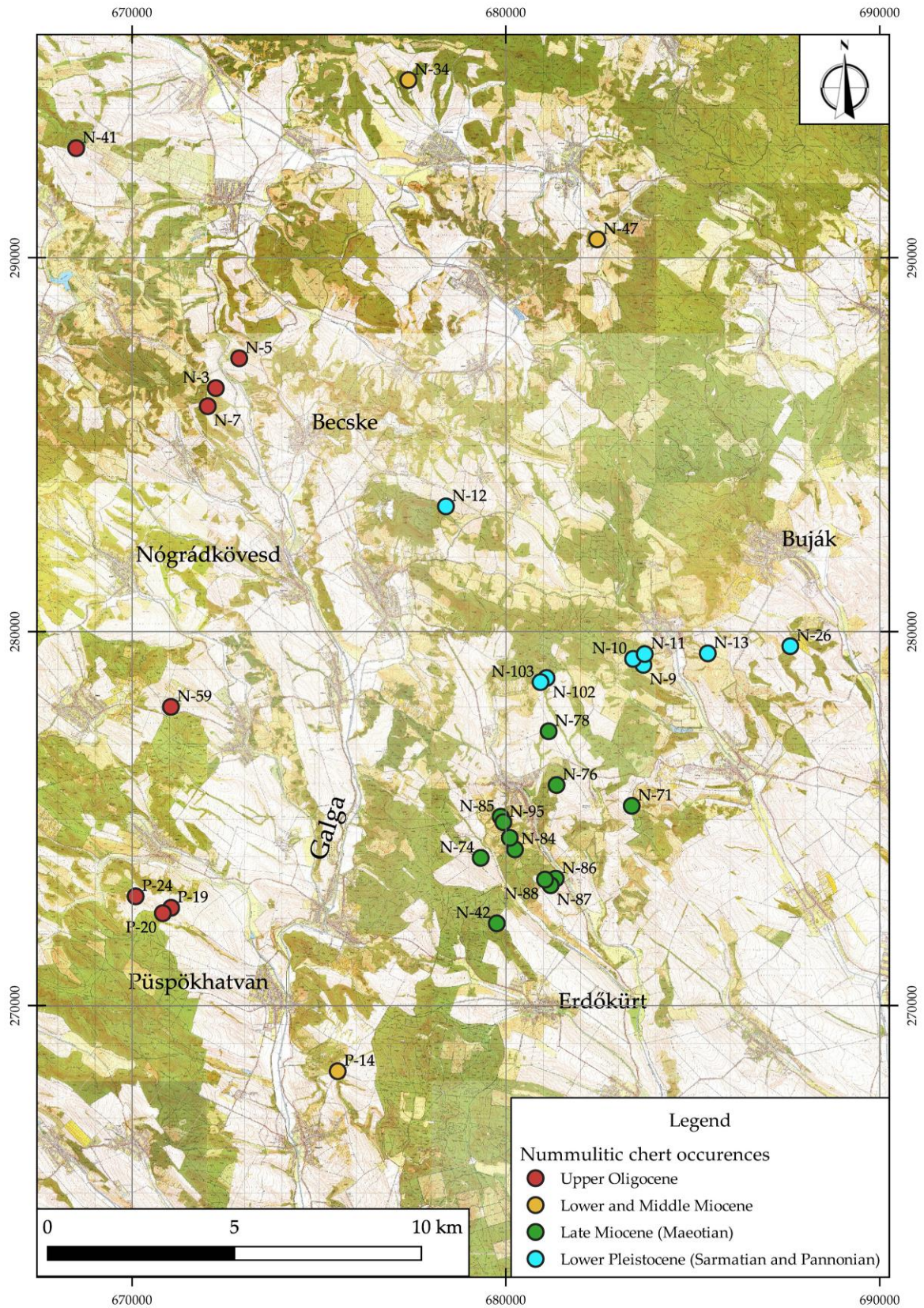


Fig.2.: The nummulitic chert occurrences in gravel banks of different geological age

2. ábra: A nummuliteszes kovakavics előfordulások a különböző geológiai korú kavicsosokban

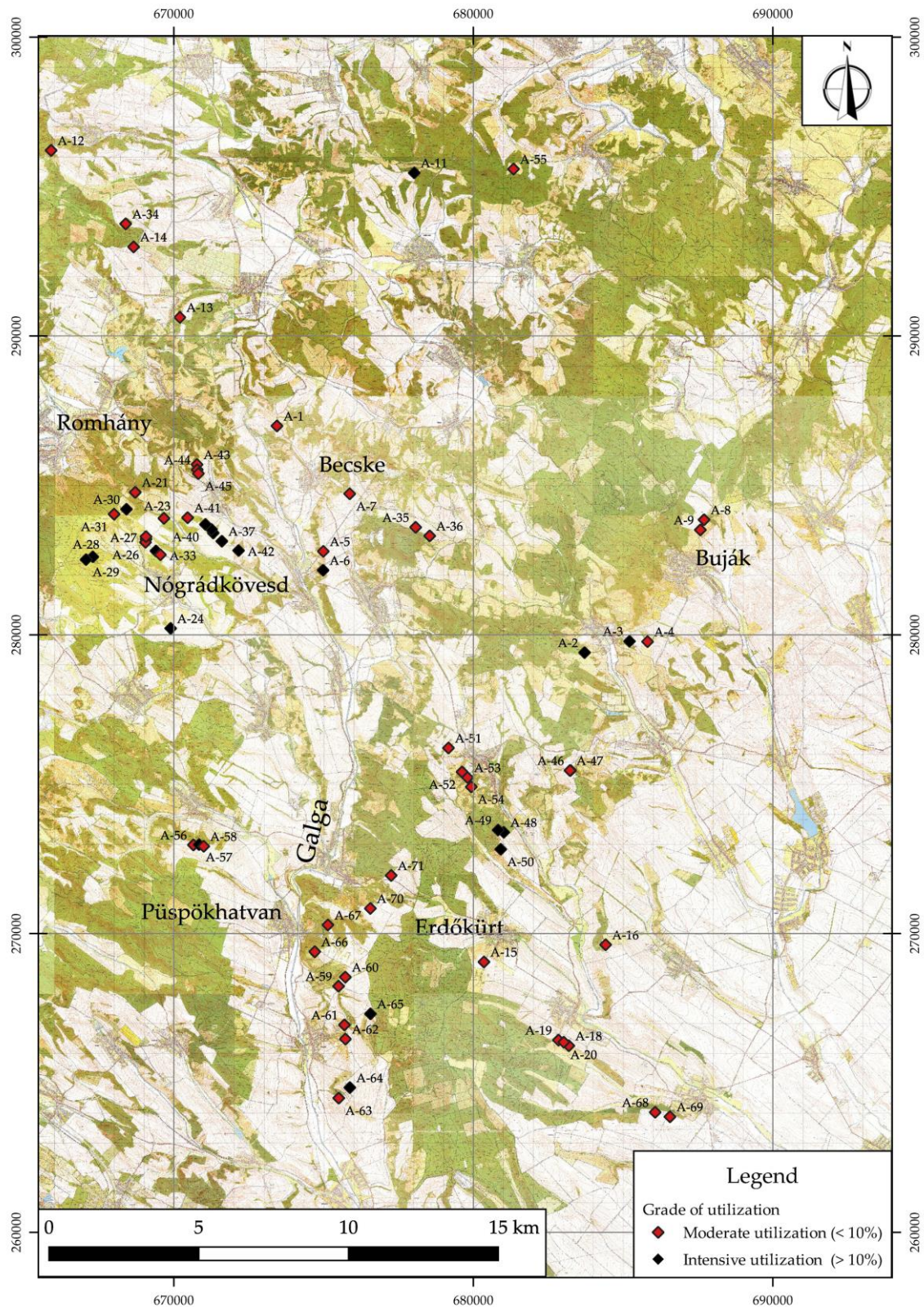


Fig. 3.: Archaeological sites with a rough degree of utilization of non-flint raw materials. Temperate utilization means a ratio of less than 10%, intensive utilization means a ratio greater than 10% (sometimes much higher %) in the total assemblage.

3. ábra: Régészeti lelőhelyek a nem limnikus nyersanyagok felhasználásának intenzitásának feltüntetésével. Mérsékelt (Temperate) felhasználás 10%-nál kisebb, intenzív (Intensive) felhasználás 10%-nál nagyobb (gyakran sokkal nagyobb) arány az összeletszámon belül.

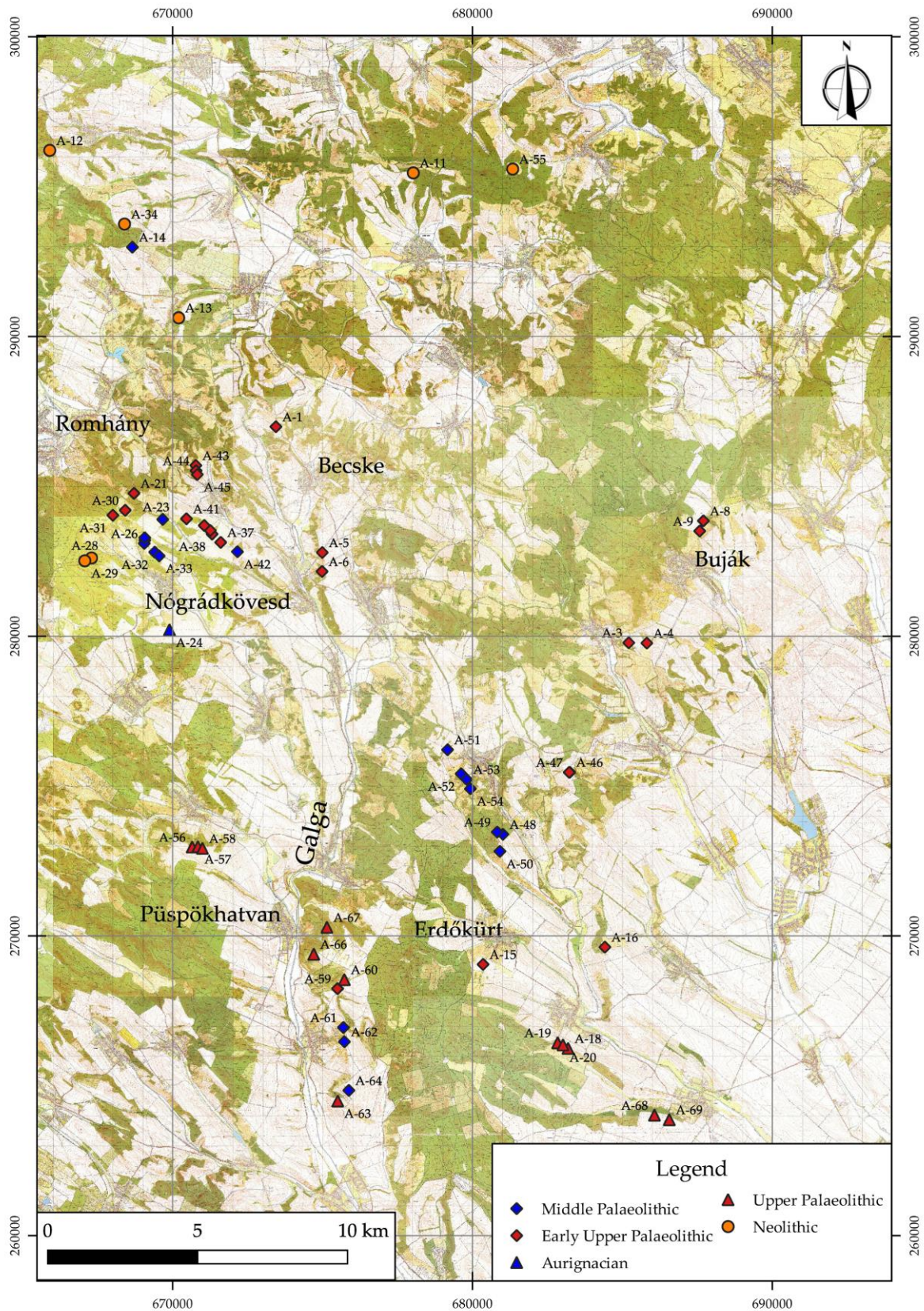


Fig. 4.: Archaeological sites, classified simply, utilizing non-flint raw materials

4. ábra: A régészeti korok alapján besorolt, nem limnikus nyersanyagokat felhasználó régészeti lelőhelyek

Andesite utilization

Intensive utilization of andesite as a raw material can be observed only at two sites.

The surface collection of the site of Galgagyörk–Csonkás-hegy (**Fig. 3/A-64; Fig. 4/A-64**) was attributed to the Bábonyian (Ringer 1983), a Late Middle Palaeolithic Micoquian industry. Among andesite artefacts, there are several retouched tools, mainly side-scrapers. The short review of a hand-axe had occurred earlier in Hungarian (Markó 2004). The intensive andesite utilization should be considered a local speciality of this Bábonyian industry. In the assemblage of the Legénd–Káldy-tanya (**Fig. 3/A-25–A-27; Fig. 4/A-25–A-27**) site-complex, having similar technological and typological characteristics, the andesite lacks entirely (Markó & Péntek 2003-2004).

The other site is situated at Galgagyörk as well (**Fig. 3/A-65; Fig. 4/A-65**). The somewhat mingled assemblage of the site contains a large number of andesite artefacts, mainly great-sized flakes. A bifacial tool, a side-scraper made of felsitic porphyry, and some retouched flakes of great-dimensions (roughly manufactured side-scrapers) connect the site to the Micoquian–Bábonyian site-complex postulated in the surroundings. However, based on the Neolithic artefacts, occurring in the assemblage, the incidental existence of an atelier manufacturing polished Neolithic hand-axes cannot be excluded.

It is worth mentioning the site Szécsénke–Berecz-oldal 3. The percental ratio of andesite is less than 1%, but there are some “blady” artefacts, mostly, however, elongated flakes (**Fig. 15, 1-3, 5**). At the same time, in **Fig. 15, 4**, there is a large, massive flake of great dimensions (91×74×28 mm), with some short removals.

Siliceous pebble and nummulitic chert utilization

Among the Palaeolithic sites, the use of siliceous pebble and nummulitic chert is high at the sites typologically related to the Middle Palaeolithic “Vanyarc-type” industry (**Fig. 3/A48 – A50; Fig. 4/A48 – A50**). At the same time, the use of siliceous pebble in the vicinity of the eponymous site of the industry (Vanyarc-Szlovácka-dolina; **Fig. 3/A51; Fig. 4/A51**) is negligible (Markó 2012). In **Fig. 14, 3**, there is a large siliceous pebble fragment from the small lithic concentration Vanyarc 16 (**Fig. 3/A53; Fig. 4/A53**). Dimensions are 77×47×33 mm.

Both the siliceous pebble and the nummulitic chert have high occurrence at the site of Legénd–Káldy-

tanya 5 (**Fig. 3/A-32; Fig. 4/A-32**). In the assemblage containing 467 lithic artefacts, the percental ratios are 17.34% and 4.07% respectively. Among the 39 tools, there are 24 (61.54%) tools made of siliceous pebble, and there is a single tool (2.56%) made of nummulitic chert. The assemblage, on the whole, shows clear evidence of a pronounced pebble-industry. From a cultural point of view, it cannot be classified unambiguously. Many technological and typological characteristics of several Middle Palaeolithic and Transitional industries (Moustérian, Micoquian–Bábonyian, Szeletian) are present (Péntek & Gábrriel 2018; Péntek 2020a) which are known mainly from surface collections in the study area.

The utilization of the siliceous pebble at the sites of Szécsénke–Berecz-oldal and Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy is rather frequent (**Fig. 3/A-37–A-42; Fig. 4/A-37–A-42**). All lithic assemblages consist of some hundreds of artefacts, even more than a thousand at the site of Kis-Ferenc-hegy. The ratios of siliceous pebble utilization vary between 12.32% and 16.39%, among the tools, the ratios are much higher, they vary between 28.57% and 37.5% (Péntek & Zandler 2013b; Péntek 2015:64-65 Table 1-2.). In **Fig. 5**, some selected tools, end-scrapers from Kis-Ferenc-hegy (**1, 3**), an end-scraper (**2**) and a bifacial tool (**4**) from Berecz-oldal 3 can be seen. The use of siliceous pebble at the recently localized sites (likely three related lithic concentrations) of Szécsénke–Visak is not negligible. The share of the siliceous pebble in the total assemblages and the tool-kit is 2.99% (of 735 artefacts) and 14.29% (of 49 tools), 6.67% (of 195 artefacts) and 31.58% (of 19 tools) and 9.80% (of 153 artefacts) and 25.00% (of 16 tools) at Szécsénke–Visak 1, Visak 2 and Visak 3 respectively (Péntek 2021b)

At the site of Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy, there is a leaf-point made of nummulitic chert (**Fig. 6, 2**). At the site Legénd 88, nearby the site Szécsénke–Berecz-oldal 4 (**Fig. 3/A-41; Fig. 4/A-41**), there is a broken leaf-point made of siliceous pebble (**Fig. 6, 1**). At the site Szécsénke–Berecz-oldal 3 (**Fig. 3/A-40; Fig. 4/A-40**), there is a “gigantolith”, a large curved side-scraper. Its left edge and the distal part of the right edge are retouched. Dimensions are 92×67×29 mm (**Fig. 8, 2**). In **Fig. 10, 2, 4**, there are two siliceous pebble cores from the site Szécsénke–Berecz-oldal 2E (**Fig. 3/A-38; Fig. 4/A-38**) (see, also Péntek 2015, 54, Fig. 6.7).

At the site of Legénd–Rovnya 2, the ratio of the siliceous pebble is 17.08% (**Fig. 3/A-30; Fig. 4/A-30**) in the heterogeneous assemblage of 972 artefacts. Among the 46 tools, 22 pieces are made of siliceous pebble (47.83%).

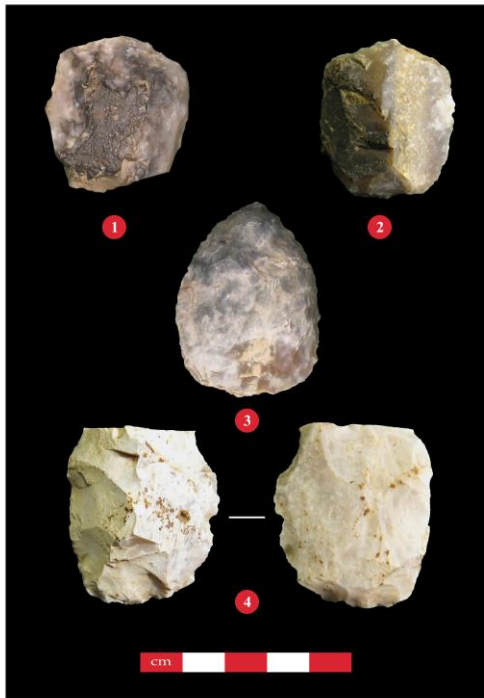


Fig. 5.: Selected tools made of siliceous pebble.
5. ábra: Válogatott kovakavics eszközök.
 1, 3 = Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy (A-42); 2, 4= Szécsénke–Berecz-
 oldal 3 (A-40):

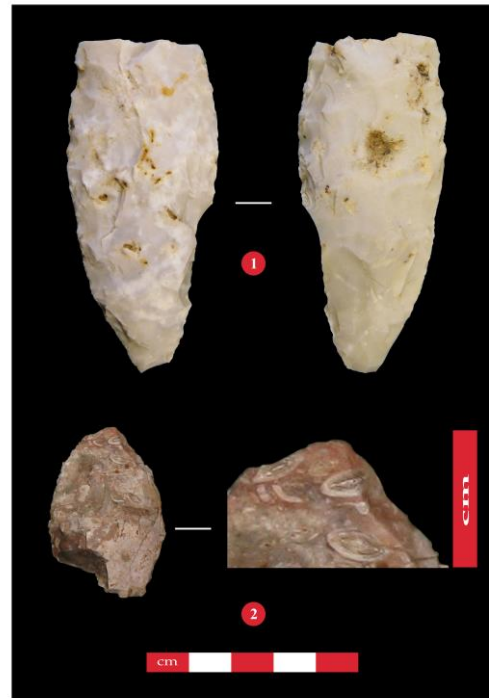


Fig. 6.: Selected leaf-shaped tools made of siliceous pebble (1) and
 nummulitic chert (2).
6. ábra: Válogatott levéleszközök kovakavicsból (1), nummuliteszes
 kovakavicsból (2).
 1 = Legénd 88 (A-23); 2 = Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy (A-42)

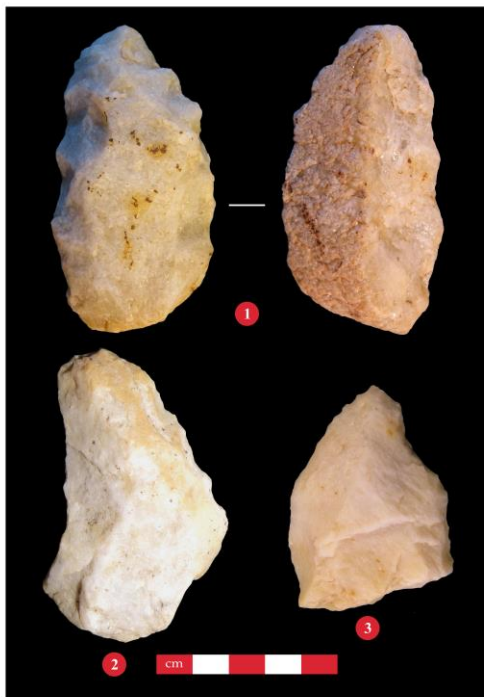


Fig. 7.: Selected tools made of quartzite.
7. ábra: Válogatott kvarcit eszközök.
 1 = Bér–Szár-hegy (A-4); 2 = Legénd–Rovnya 2 (A-30); 3 =
 Buják–Szente 2 (A-9)

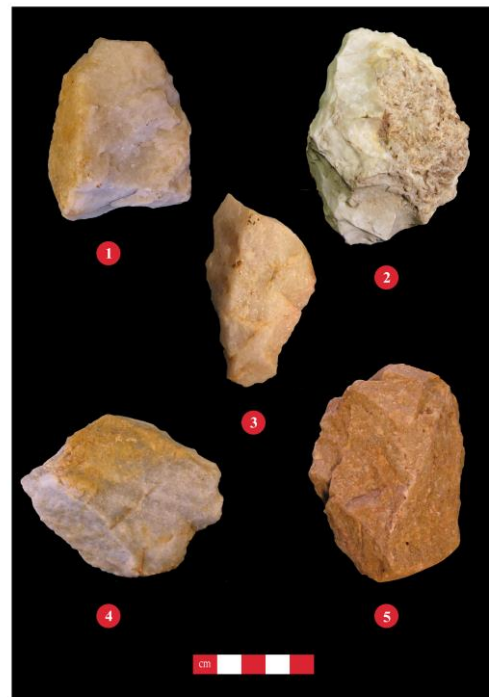


Fig. 8.: Selected artefacts made of quartzite (1, 3-5) and siliceous
 pebble (2).
8. ábra: Válogatott leletek kvarcitból (1, 3-5) és kovakavicsból (2).
 1 = Bér–Szár-hegy (A-4); 2 = Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40); 3 =
 Bercel–Erdőben-vége 2 (A-6); 4, 5 = Legénd–Hosszú-földek (A-24)



Fig. 9.: Selected flakes made of quartzite.
9. ábra: Válogatott kvarcit szilánkok.
 1 = Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40); 2 = Bercel–Erdőben-vége 2 (A-6); 3, 4 = Legénd–Hosszú-földek (A-24)

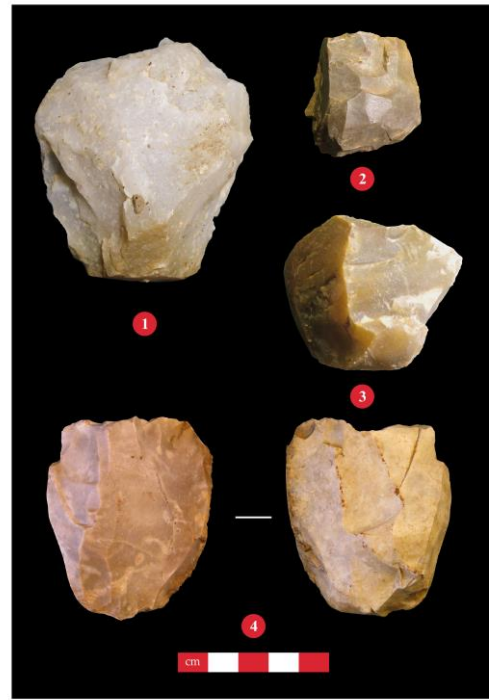


Fig. 10.: Selected cores made of quartzite (1, 3) and siliceous pebble (2, 4).
10. ábra: Válogatott magkövek kvarcitból (1, 3) és kovakavicsból (2, 4).
 1 = Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40); 2, 4 = Szécsénke–Berecz-oldal 2 (A-38); 3 = Szécsénke–Berecz-oldal 1 (A-37)



Fig. 11.: Selected cores made of quartzite.
11. ábra: Válogatott kvarcit magkövek.
 1 = Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40); 2 = Bercel–Pinurka (A-7); 3 = Buják–Szente 2 (A-9)

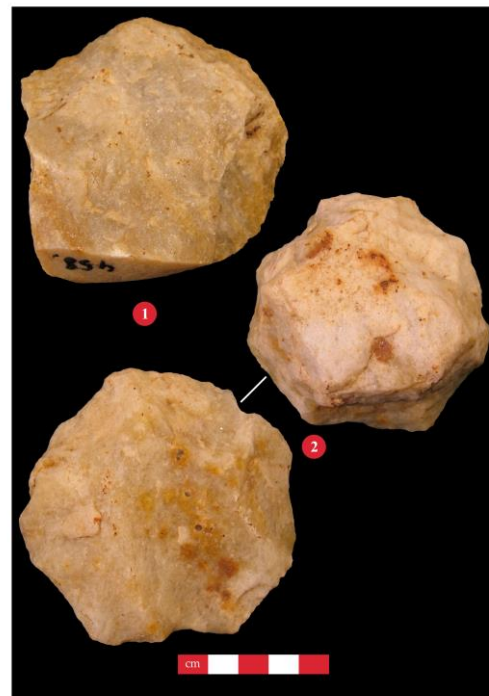


Fig. 12.: Selected cores made of quartzite.
12. ábra: Válogatott kvarcit magkövek.
 1 = Bercel–Erdőben-vége 2 (A-6); 2 = Bercel– Erdőben-vége 1 (A-5)

The Palaeolithic artefacts can be associated with the Micoquian-Bábonian industry of the nearby Legénd–Káldy-tanya site-complex (Markó & Péntek 2003-2004), or with the assumed Szeletian-like industry of the surroundings of Szécsénke (Péntek & Zandler 2013b; Péntek 2015). The Aurignacian-blades, burins and fragments of backed pieces are likely in connection with the Upper Palaeolithic Aurignacian site of Legénd–Hosszú-földek (Péntek & Zandler 2013a; Péntek 2016, 2018).

The occurrence is high at the Middle Palaeolithic to Upper Palaeolithic Transient and/or Early Upper Palaeolithic sites, such as the Bér–Egresi-dűlő site (Fig. 3/A-2; Fig. 4/A-2). The proportion of siliceous pebble in the total lithic assemblage is 9.68%, and among the 42 tools, there are seven (16.67%) made of this raw material. The assemblage of the site is somewhat mingled, containing also Neolithic artefacts, which were not difficult to isolate during processing. Palaeolithic finds are more likely to be classified as Middle Palaeolithic. In the Bér–Papi-földek (Fig. 3/A-3; Fig. 4/A-3) the proportion of siliceous pebble in the total assemblage is 14.0%, six of the 12 tools are made on siliceous pebble blank. The assemblage contains leaf-points, bifacial tools and Aurignacian end-scrapers. The site has been rated as *sensu lato* Aurignacian site (Péntek & Zandler 2017).

At the Early Upper Palaeolithic site Bercel–Erdőben-vége 2 (Fig. 3/A-6; Fig. 4/A-6), among the recorded 109 lithic finds, there are 15 siliceous pebble artefacts (13.76%). There are no siliceous pebble tools or cores present, but the importance of the raw material is evidenced by the presence of mostly unretouched flakes of great dimensions (Péntek 2021a, Péntek 2020b).

At the Aurignacian site of Legénd–Hosszú-földek (Fig. 3/A-24; Fig. 4/A-24), the local siliceous pebble makes up 22.45% of the lithic assemblage. With a much higher percental ratio (38.36%) it is the most frequent raw material among the tools (Péntek 2018, 60, Table 1-2). The most likely source of the siliceous pebbles is the gravel exposed at 200-250 m to the southwest of the site. Its geological age is Upper Oligocene (Noszky 1940, 43-47). This gravel bank dominantly contains quartzite pebbles, but siliceous pebbles of good knapping quality are abundant too. In the lithic assemblage, only a small number of artefacts are covered partly with a cortex, so the initial shaping of the cores presumably happened in the area of the gravel outcrop (*ibid.*, 61).

The utilization of the siliceous pebble is rather high (*ca.* 50%) with about 100–150 lithic artefacts in the unpublished lithic assemblages of some Neolithic sites, such as Cserhátsurány–Bányai-oldal

(Fig. 3/A-11; Fig. 4/A-11) and Legénd–Remete (Fig. 3/A-28–A-29; Fig. 4/A-28–A-29).

3.3. Petrified wood utilization

Despite the relatively common occurrence of petrified wood in the discussed area, the utilization is rather infinitesimally low.

In Fig. 13/2, there is an atypical tool made from a tabular petrified wood piece from the small lithic concentration Vanyarc–28 (Fig. 3/A-52; Fig. 4/A-53). The orientation of the specimen is arbitrary. Dimensions are 41×30×10 mm. The “distal” end is “pointed”, on the left side, there is a notch-like removal and fine retouch, the right side is retouched with abrupt retouch. The right lateral side of the “proximal” end and the base itself is also abruptly retouched. It can be attributed very likely to the so-called Middle Palaeolithic “Vanyarc-type” industry. As accompanying artefacts, the side-scraper made from a thick siliceous pebble flake (Fig. 13/1), and the quartzite flake (Fig. 13/3) were found at this concentration too.

As a scattered find, there is a microblade core of likely Neolithic character from Buják–Aranykút-puszta somewhere between Fig. 1/N-13 and Fig. 1/N-26. This artefact is made actually of wood opal. It is a form of petrified wood which has developed an opalescent sheen or, more rarely, where the wood has been completely replaced by opal. Other names for this opalized sheen-like wood are opalized wood and opalized petrified wood.

At the Palaeolithic site of Becske–Júlia-major (Fig. 3/A-1; Fig. 4/A-1), there is a fragmented simple side-scraper with an irregular lateral working edge, made of petrified wood (Péntek 2021c, 26, Fig. 4, 8). From a technological and typological point of view, the lithic assemblage of the site can be considered as heterogeneous, in which Late Middle Palaeolithic and/or Early Upper Palaeolithic tools (including leaf-shaped tools) dominate.

Quartzite utilization

Quartzite pebbles have the most common occurrence in the gravel banks. This fact can therefore obviously explain the very frequent presence of quartzite artefacts almost without exception at all Palaeolithic sites. There are mainly large flake cores, very often unimodal discoid cores, but the majority of quartzite artefacts are flakes of different sizes without retouching. The general presence of the unworked flakes in great quantities can be explained through the fact, that because of the resistance of the edges the flakes may have been suitable to fulfil some working functionalities, such as cutting or scraping. The tools made of quartzite are mostly rough-and-ready manufactured tools without any finer elaboration.

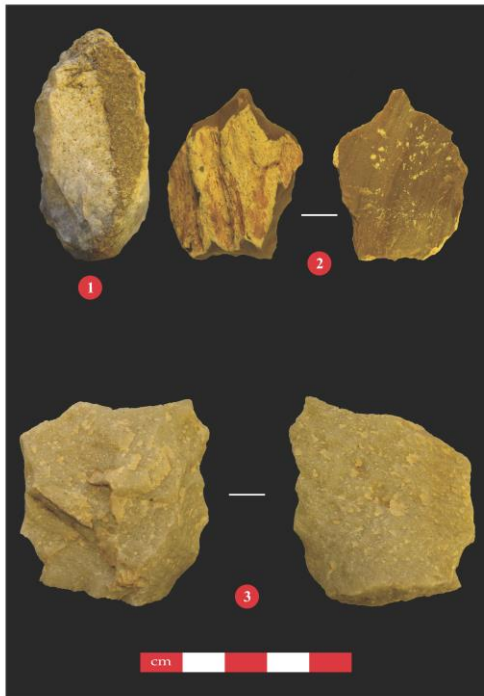


Fig. 13.: Selected tools from the lithic concentration Vanyarc 28 (A-54)

13. ábra: Válogatott eszközök Vanyarc 28 (A-54) lelet-koncentrációból

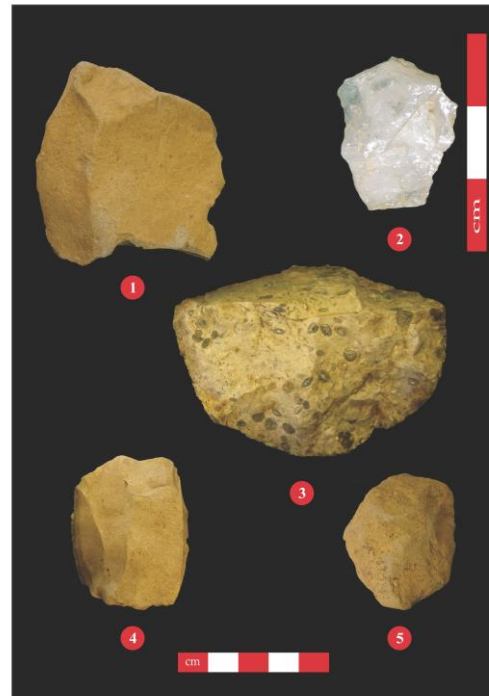


Fig. 14.: Selected artefacts from various sites.

14. ábra: Válogatott leletek különböző lelőhelyekről.

1 = Vanyarc–Szlovácka-dolina 1 (A-51); 2, 4 = Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40); 3 = Vanyarc 16 (A-53); 5 = Vanyarc–Makói-oldal 19/2 (A-49)

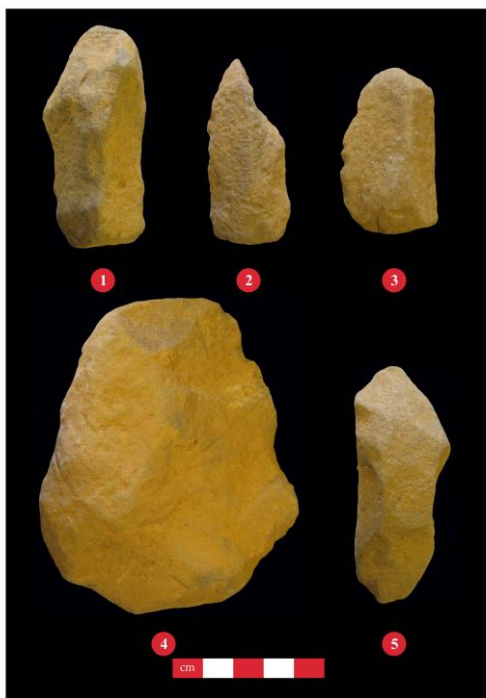


Fig. 15.: Selected andesite artefacts from Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40) site

15. ábra: Válogatott andezit leletek Szécsénke–Berecz-oldal 3 (A-40) lelőhelyről

These quartzite tools do not belong to the primary, principal tool-kit of the industries, they belong to the so-called “collateral industry” („*Begleitindustrie*“ *sensu* Karel Valoch at some Moravian and Slovakian Szeletian sites (Valoch 1955, 28-32).

Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy site and other sites and find concentrations localized on both sides of the Halyagos streamlet, which are regarded as parts of a Szeletian site-complex, are characterized by relatively significant quartzite utilization (**Fig. 3/A-37–A-42; Fig. 4/A-37–A-42**). The ratio of quartzite artefacts varies between 0.22% to 4.92% (Péntek 2015, 64, Table 1.). The likely source of the quartzite pebbles is either the Szécsénke–Kis-Ferenc-hegy site itself or the gravel bank which can be found in the area of the Szécsénke–Berecz-oldal 2W site 1 km to the Northwest. The quartzite pebbles dominate the composition of the gravel bank. In **Fig. 9, 1**, there is a large quartzite flake of relatively rare greenish colour from the site

Szécsénke–Berecz-oldal 3 (**Fig. 3/A-40; Fig. 4/A-40**). In **Fig. 10, 1, 3**, there are quartzite cores from the sites Szécsénke–Berecz-oldal 3 (**Fig. 3/A-40; Fig. 4/A-40**), and Szécsénke–Berecz-oldal 1 (**Fig. 3/A-37; Fig. 4/A-37**). Another quartzite core from the previous site is in **Fig. 11, 1**.

For the time being, there is only one, rather atypical microlithic tool made of vein quartzite from the site

Szécsénke–Berecz-oldal 3 (**Fig. 3/A-40; Fig. 4/A-40**). The broken-lined distal end is finely retouched. The tool can be classified in a broad sense as an end-scraper (**Fig. 14, 2**). Dimensions are 21×18×8 mm (Péntek 2015).

At the Szeletian site of Buják–Szente, among the 1,495 artefacts, there is a single quartzite artefact, a double side-scraper (Péntek & Zandler 2014, 5, Table 1-2). The semi-abruptly retouched left lateral edge is a convex working edge. The right lateral edge is semi-abruptly retouched; the distal end is concave and the proximal end is almost straight (**Fig. 7, 3**).

At the Early Upper Palaeolithic site Bercel–Erdőben-vége 2 (**Fig. 4/A-6; Fig. 5/A-6**), the ratio of quartzite is very high, among the recorded 109 lithic finds, there are 34 quartzite artefacts (8.31%). The quartzite artefacts include a large number of cores, core fragments and flakes. There are no retouched quartzite tools. Based on the general morphology of the flakes, it is more than likely that not only freehand knapping, but the bipolar-on-anvil technique was also applied on the site. In **Fig. 9, 2**, there is a quartzite flake, removed probably with freehand knapping. In **Fig. 12, 1**, there is a quartzite core from the site (Péntek 2021a, Péntek 2020b).

At the Aurignacian site of Legénd–Hosszú-földek (**Fig. 3/A-24; Fig. 4/A-24**), the ratio of quartzite artefacts in the entire assemblage of 1,782 pieces is 5.15% (Péntek 2018, 60, Table 1). Among the tools, there is a bifacial knife (“*Keilmesser*”) with a natural back (“*couteau à dos naturel*”), made on a massive quartzite flake. Its straight right side-edge is unworked. The basis and the slightly curved left side-edge are partly covered by the original pebble cortex. Its dimensions are 67×37×17 mm. Besides this single tool, the other artefacts are mainly flakes of different sizes and shapeless, amorphous pieces (**Fig. 9, 3-4**). It is necessary to make some remarks regarding the amorphous artefacts. On the one hand, quartz is a fragile mineral; the massive varieties (microcrystalline or cryptocrystalline quartz) are somewhat tougher than the macrocrystallized ones. Quartz is more brittle than siliceous rocks and therefore the fragmentation is much more common during knapping (Tallavaara et al. 2010, 2442-2443). On the other hand, in connection with the bipolar anvil technique, William Andrefsky Jr. (2005, 153) wrote that the bipolar cores are generally amorphous and are easily interchangeable with angular fragments. Lastly, quartzite as a metamorphic rock, because of the rigidity of the quartz mineral, is very resistant to thermal effects. Despite this fact, as a consequence of a sudden change of temperature, quartzite pebbles tend to burst, fracture into blocky fragments and remain in place without scattering over distances (Petraglia et al. 2002, Section 11-6.).

In **Fig. 7, 1**, there is a denticulated tool from the site of Bér–Szár-hegy, which has been classified as *sensu lato* Aurignacian site despite the present bifacial and leaf-shaped tools. In the lithic assemblage of 1,447 artefacts, quartzite as a lithic raw material has a subordinate role (7 artefacts; 0.48% of the total assemblage) and there is only this single tool made of quartzite (Péntek & Zandler 2017).

At the site of Legénd–Rovnya 2, in the lithic assemblage of 972 artefacts, there are 10 quartzite artefacts altogether (1.95% of the total assemblage). Among the 46 tools, two side-scrapers (denticulations) were made of quartzite (see, for example, **Fig. 7, 2**) (Péntek & Zandler 2013a; Péntek 2016).

Discussion

According to Andrefsky (1994), a primary and important distinction has been made between tools with little effort in their production (informal tools) and tools with more effort expended in their production (formal tools). “*Formal tools have been characterized as flexible tools, or tools are designed to be rejuvenated and have the potential to be redesigned for use in various functions.*” (Goodyear 1979, 4). Following the argumentation of Andrefsky, formal tools have generally been linked with hunter-gatherer groups practising mobile settlement strategy and thus having short-term site occupations. Since mobile groups may not find lithic raw materials suitable for manufacturing tools in the occupied region, so they must have ready-made tools available.

Informal tools are unstandardized or casual concerning to form and believed to have been manufactured, used, and discarded over a relatively short period. Informal tools are thought to be associated with sedentary settlement strategy, having longer-term site occupation. Unlike mobile groups, sedentary groups do not have to expend extra effort in the production of formal tools. Based on the analysis of archaeological data from different parts of western North America, against these above-mentioned generalizations, Andrefsky suggested that “... *mobile prehistoric populations would not necessarily produce formal tools if good-quality lithic raw materials were readily accessible at needed locations. Similarly, if sedentary populations did not have access to readily available lithic raw materials, the production of wasteful informal tools would not necessarily be a common practice. Instead, I suggest that availability of lithic raw materials will influence the kinds of stone tools produced at a site, and that such influence may be only indirectly related to settlement configurations.*” (Andrefsky 1994, 23).

In the Cserhát Mountains and the Galga Valley, no “base camp” *sensu* Lewis R. Binford (1979; 1980)

has been located. There are, however several “large open-air sites” *sensu* Michael Bolus (2004), which are very often situated near raw material sources. In most cases these sites had extensive surface scatters, sometimes with several smaller find concentrations. These find concentrations may be separated from each other by gaps, areas without having lithic artefacts. These large open-air sites were repeatedly visited over a long period. The raw material utilization of this type of sites indicates well-aimed exploitation of the nearby raw material sources. The sites are also characterized by a high amount of debris, which should reflect the remains of flaking activities from several occupation events. In a very wide sense, the 5-6 larger sites and about the same number of smaller lithic concentrations, attributed to the “Vanyarc-type” industry can be considered as such a large open-air site or rather as site-complex (**Fig. 3/A-48–A-54; Fig. 4/A-48–A-54**). They are all located along with a 1,000 m wide comb in a range of 4,500 m long between the settlements Vanyarc and Kálló. The separating gaps have a length of about 200-300 m. Based on the excavated lithic material (Markó 2008-2009, 184), the local limnic quartzite dominates (62.03%), followed by the long-distance raw material felsitic porphyry (33.35%).

The sites at Szécsénke–Berecz-oldal (1, 2E, 2W, 3, 4; **Fig. 3/A-37–A-41; Fig. 4/A-37–A-41**) are situated along the southwestern verge of a comb, in a range of 2,000 m length. The centres of the sites are separated from each other by 100-350 m long gaps. The sites share the same technological and typological characteristics. Based on the previous publication of the lithic assemblages (Péntek 2015), the ratio of the dominant local limnic silicite in the total assemblages is between 52.17% and 68.56%, followed by the siliceous pebble (12.32%-32.30%). The long-distance raw material felsitic porphyry has only a subordinate role with at most 7.58%. In contrast, the proportion of diatomaceous earth among the tools is significantly higher; it varies between 28.57 and 45.16%. Especially concerning siliceous pebble, the most frequently used non-flint raw material, it is necessary to mention some new results of field surveys at the above-mentioned sites of recent years (Péntek 2020b, 2020c). According to the new data, the ratio of siliceous pebble in the total assemblages (390, 474 and 2,058 artefacts) is 18.46%, 15.61% and 8.36% at the sites of Szécsénke–Berecz-oldal 2E, Szécsénke–Berecz-oldal 2W and Szécsénke–Berecz-oldal 3 respectively. As regards the tools, the ratios are 32.08% (of 53 tools), 37.18% (of 55 tools) and 38.41% (of 151 tools) at Szécsénke–Berecz-oldal 2E, 2W and 3 respectively. The proportions are practically constant in the meanwhile significantly increased assemblages.

In general, the raw material utilization of non-flint raw materials, especially the high ratio of the quartzite and siliceous pebble (including nummulitic chert) artefacts on some Palaeolithic sites in the Cserhát Mountains may be explained as a particular tradition in raw material use, but it seems more likely that opportunistically the hunter-gatherer groups preferred the quartzite or siliceous pebbles of the nearby gravel banks over the local limnic silicite. A possible explanation of this behaviour is a practical one, the tools made of non-flint raw materials are very frequently *ad hoc*, spontaneous, rough-and-ready tools, which were discarded without reworking. There are, however, numerous examples where very fine elaborated tools had been manufactured from a siliceous pebble or even from nummulitic chert. Another possible explanation and it is likely a very striking one, that the manufacturers of the lithic tools did not know the accessibility of the geological sources of raw materials of better quality. They might have been “pioneers” in the Cserhát Mountains, lacking a kind of “know-how” on the conditions. In addition to the concepts of curated and expedient technologies, described by L. R. Binford (1979, 1980), Margaret C. Nelson (1991, 62) added the opportunistic behaviour, contrasting this opportunistic, unplanned technological behaviour with expediency. According to Binford, expediency refers to the minimized technological effort under conditions where time and place of use are highly predictable. Opportunistic behaviour is a response to immediate, unanticipated conditions. It is very likely that in the case of locally available raw materials of relatively low flaking quality, such as some non-flint lithic raw materials, an opportunistic behaviour can be assumed.

Only detailed lithic analyses made on complete lithic assemblages, containing not only manufactured tools but debitage products as well, can imply the nature of the used technological behaviour.

Conclusion

The utilization of some non-flint lithic raw materials in the Palaeolithic in the Cserhát Mountains and the Galga Valley (Northern Hungary) was investigated. A sketchy geological map with geological outcrops (**Fig. 16.**) visualizes some interesting facts (showing only a rough classification by the main geological epochs with a colour scheme that corresponds to what used by the Hungarian Institute of Geology). Though the map is not tightly joining to the archaeological information of this paper, it is apparent that most of the gravel occurrences connected to the Lower Miocene (to the west of the settlement Becske) and Upper Miocene (between the settlements Buják and Vanyarc and in the surroundings of Cserhátszentiván) geological formations.

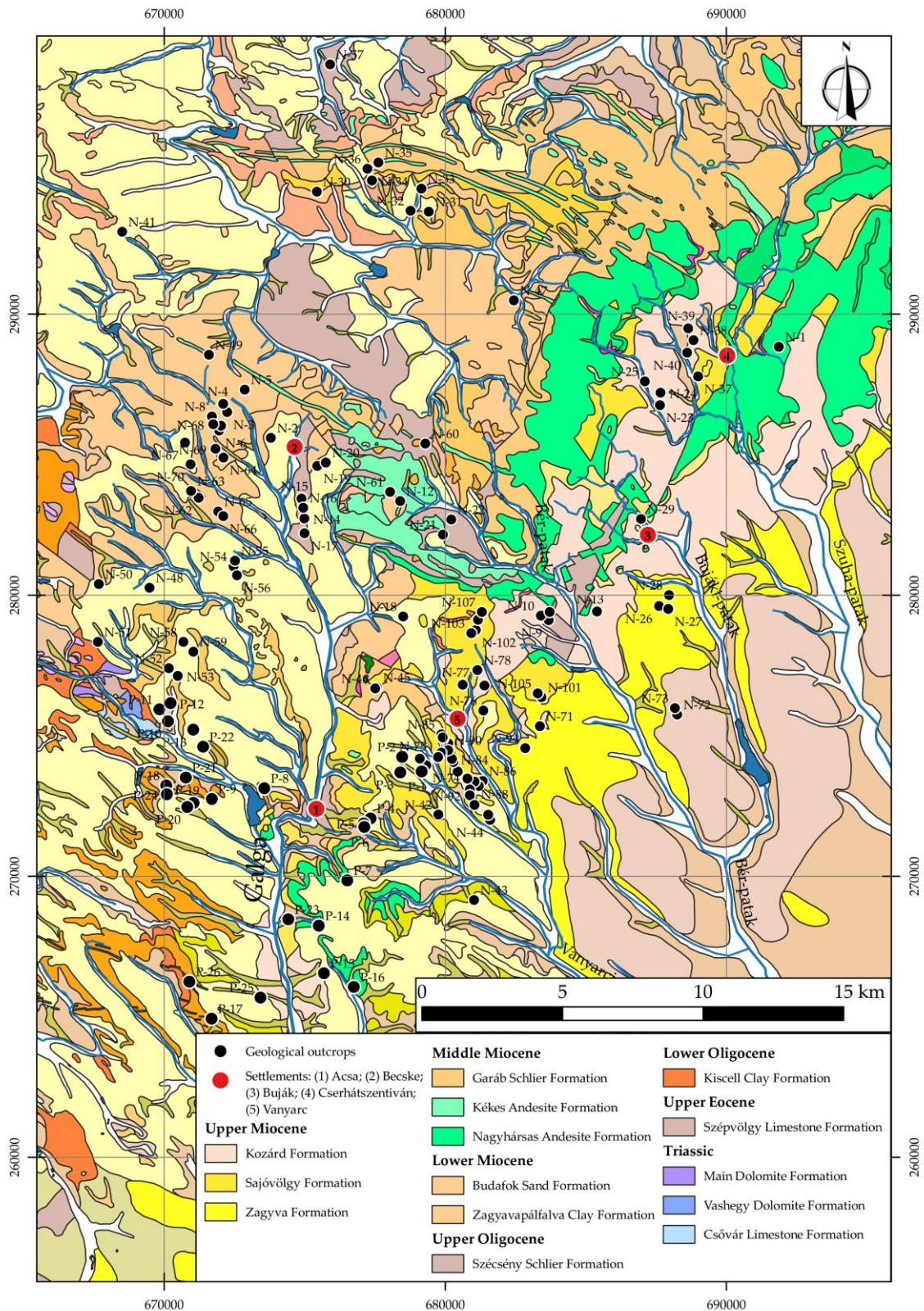


Fig. 16.: A sketchy geological map of the discussed area. Only some relevant geological epochs are shown. The geological outcrops are indicated with black circles.

16. ábra: A vizsgált terület vázlatos geológiai térképe. Csak néhány jelentősebb geológiai korszak lett feltüntetve. Fekete körök jelölik a geológiai előfordulásokat.

The former area was placed by Jenő Noszky (1940, 43) erroneously into the Upper Oligocene Chattian, according to the recent nomenclature it belongs to the Budafok Sand Formation (Hámor 1985, 235). Noszky (1940, 114) placed the latter area to the Lower Pliocene “higher Sarmatian terrestrial deposits”, according to the recent nomenclature it belongs to the Sajóvölgy Formation (Hámor 1985, 262).

Based on such elementary correspondences, it is possible with successive approximation containing several feedback steps, to create a satisfactory predictive model. Let us assume that there are given one or more archaeological sites in an area with documented utilization of some non-flint raw material, such as quartzite or siliceous pebbles, and given some gravel beds in the vicinity of the site. With the help of such a sketchy geological map, there is always a possibility to formulate hypotheses referring to further gravel beds. These hypotheses should be checked and so they will be proved or disproved, in any case, supplying additional information. According to our observations made in the Cserhát Mountains, several gravel beds containing also debris, waste products from manufacturing chipped stone implements. This can indicate the occurrence of some unknown archaeological sites as well. Applying this Sisyphean prospecting method systematically, both from an archaeological and geological point of view, we can have a more complex image of a given region.

In the recently published paper (Péntek 2019), the utilization of quartz and quartzite as lithic raw materials in the Hungarian Palaeolithic was reviewed. The ratio of these raw materials is significantly low at all open-air Palaeolithic sites both in the Eger–Bükkalja and the Sajó Valley area. On the contrary, their intensity is higher at the Palaeolithic sites of the Cserhát Mountains. The only conceivable explanation is the research hiatus likely caused by disinterest. To the author, no field surveys or prospects are known concerning the geological formations and possible lithic raw material sources from an archaeological point of view in the above-mentioned areas. Up to now, only one attempt has been made to discuss the raw material utilization of a Palaeolithic site. It is the Upper Palaeolithic “Epiaurignacian” site Andornaktálya–Zúgó-dűlő (Mester 2009; Mester & Kozłowski 2014). It would be very desirable to change drastically this situation and make up the research hiatus.

References

ANDREFSKY, W. (1994): Raw-Material Availability and the Organization of Technology. *American Antiquity* **59** 21–34.

ANDREFSKY, W. (2005): *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis* (Second Edition). Cambridge University Press, Cambridge, p. 301.

AHSAN, S. K. M, ROY, J. S. (2016): Fossil Wood Artefacts and Their Locations at Chaklapunji, Habiganj District, Bangladesh: Recent Observations, *Proceedings of the Fifteenth International Annual Seminar on Prehistory of South Asia, Center for Archaeological Studies and Training Eastern India*: p. 241–258. https://www.academia.edu/12824017/Fossil_wood_artifacts_and_their_locations_at_Chaklapunji_Habiganj_district_Bangladesh_A_discussion_on_recent_observations?auto=download

BINFORD, R. L. (1979): Organization and formation processes: Looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research* **35** 255–273.

BINFORD, R. L. (1980): Willow smoke and dogs’ tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity* **45** 4–20.

BOGSCH L. (1943): Buják-Szirák közötti, valamint a Mátraszöllös környéki kövületlelőhelyek földtani viszonyai. Die Geologischen Verhältnisse der Fossilfundorte zwischen Buják und Szirák ferner in der Umgebung von Mátraszöllös. *A Magyar Királyi Földtani Évi Jelentése 1939-40-ről* **2** 523–540.

BOLUS, M. (2004): Settlement analysis of sites of the Blattspitzen complex in Central Europe. In: CONARD, N. ed., *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age. Vol. II.* Tübingen, Kerns Verlag, 201–226.

CLEMENTE CONTE, I., GIBAJA BAO, J. F. (2009): Formation of use-wear traces in non-flint rocks: the case of quartzite and rhyolite. Differences and similarities. In: STEMKE, F., COSTA, L. J. & EIGELAND, L. eds., *Non-flint Raw Material Use in Prehistory: Old Prejudices and New Directions. British Archaeological Reports International Series 1939* p. 93–98 (Oxford).

CSONGRÁDI-BALOGH, É., DOBOSI, V. T. (1995): Paleolithic settlement traces near Püspökhatvan / Paleolit lelőhelyek Püspökhatvan környékén. *Folia Archaeologica*. **44**. 1995. 37–59.

DENNELL, R. (2014): Hallam Movius, Helmut de Terra, and the Line that Never Was: Burma 1938. In K. Boyle, R. J. Rabbett, and C. Hunt (Eds.) *Living in the Landscape: Essays in Honour of Graeme Barker*, McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, United Kingdom, pp. 11–34.

GOODYEAR, A. C. (1979): A Hypothesis for the Use of Cryptocrystalline Raw Material Among Paleo-Indian Groups of North America. Institute of Archaeology and Anthropology, University of

South Carolina, Columbia. *Research Manuscript Series* **156** pp. 15.

GÖTZE, J. (2010): Origin, Mineralogy, Nomenclature and Provenance of Silica and SiO₂ Rocks. *Archeometriai Műhely* **7/3** 163–175.

HALDAR, S.K., TIŠLJAR, J. (2014): *Introduction to Mineralogy and Petrology*. Elsevier Inc., Cambridge, Massachusetts, USA. pp. 354.
<https://doi.org/10.1016/C2012-0-03337-6>

HÁMOR G. (1985): A Nógrád-cserhádi kutatási terület földtani viszonyai. (The geology of the Nógrád-Cserhát area.) Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, *Geologica Hungarica, Series Geologica* **22** pp. 307.

HÁMOR G. (2007): Results of a statistical evaluation of the Neogene in Hungary. *Central European Geology* **50/2** 101–182.

HORUSITZKY F. (1942): Földtani tanulmányok a déli Cserhátban. *Földtani Intézet Évi Jelentése* 1936-1938, 561–694.

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.

LÁNG S. (1967): *A Cserhát természeti földrajza*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 375 p.

Le BAS, M. J., Le MAITRE, R. W., STRECKEISEN, A. L., ZANETTIN, B. (1986): A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram. *Journal of Petrology* **27/3** 745–750.

Le BAS, M. J., STRECKEISEN, A. L. (1991): The IUGS systematics of igneous rocks. *Journal of the Geological Society* **148/5** 825–833.

Le MAITRE, R. W. ed., STRECKEISEN, A., ZANETTIN, B., LE BAS, M.J., BONIN, B., BATEMAN, P., BELLINI, G., DUDEK, A., EFREMOVA, S., KELLER, J., LAMEYRE, J., SABINE, P.A., SCHMID, R., SØRENSEN, H., WOOLLEY, A.R., (2002): *Igneous Rocks. A Classification and Glossary of Terms*. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 236.

LEO, R.F., BARGHOORN, E.S. (1976): Silicification of wood. *Botanical Museum Leaflets*, Harvard University, Cambridge, Massachusetts **25/1** 1–47.

MARKÓ A. (2004): Újabb kőszeközök a galgagyörki Csonkás-hegyről. *Ősrégészeti Levelek. Prehistoric Newsletter* **6** 10–12.

MARKÓ A. (2005): Limnokvarcit a Cserhát hegységben. *Archeometriai Műhely* **2/4** 52–55.

MARKÓ, A. (2008-2009): Raw material use at the Middle Palaeolithic site of Vanyarc (Northern Hungary). *Praehistoria* **9-10** 183–194.

MARKÓ A. (2012): *Középső-paleolitikus leletgyűttek Vanyarc környékén*. Doctoral thesis, ELTE-BTK Budapest, pp. 281.

MARKÓ, A., PÉNTEK, A. (2003-2004): Raw material procurement strategy on the Palaeolithic site of Legénd Káldy-tanya (Cserhát Mountains, Northern Hungary). *Praehistoria* **4-5** 165–177.

MARKÓ, A., KÁZMÉR, M. (2004): The use of nummulitic chert in the Middle Palaeolithic in Hungary. „Die aktuellen Fragen des Mittelpaläolithikums in Mitteleuropa” „Topical issues of research Of Middle Palaeolithic period in Central Europe”, Tata, 20-23 October 2003.

MESTER Zs. (2009): Nyersanyagbeszerzés és -feldolgozás egy felső paleolitik telepen: Andornaktálya–Zúgó-dűlő / Raw material acquisition and processing at an Upper Palaeolithic settlement: Andornaktálya–Zúgó-dűlő. In: ILON G. ed., Nyersanyagok és kereskedelem. Őskoros Kutatók VI. Összejövetelének konferenciakötete. Kőszeg, 2009. március 19-21. Szombathely, *MQMOSZ VI* 239–254.

MESTER, Zs., KOZŁOWSKI, J. K. (2014): Modes de contacts des Aurignaciens du site d'Andornaktálya (Hongrie) à la lumière de leur économie particulière de matières premières. In: OTTE, M., LE BRUN-RICALENS, F. (coord.), Modes de contacts et de déplacements au Paléolithique eurasiatique. Modes of contact and mobility during the Eurasian Palaeolithic. *E.R.A.U.L.* **140**, ArchéoLogiques 5, Luxembourg, 2014, 349–367.

MOVIUS, H. L. (1943): The stone age of Burma. *Transactions of the American Philosophical Society* **32** 341–393.

MUSTOE, G.E. (2008): Mineralogy and geochemistry of late Eocene silicified wood from Florissant Fossil Beds National Monument, Colorado. In: MEYER, H.W., SMITH, D.M. eds.; *Paleontology of the Upper Eocene Florissant Formation, Colorado*; Geological Society of America: Boulder, CO, USA, 2008; **435** 127–140.

MUSTOE, G. E. (2017): Wood Petrification: A New View of Permineralization and Replacement. *Geosciences* **7/4** 119.
<https://doi.org/10.3390/geosciences7040119>

- MUSTOE, G. E. (2018): Mineralogy of Non-silicified Fossil Wood. *Geosciences* **8** 85. <https://doi.org/10.3390/geosciences8030085>
- NELSON, M. C. (1991): The study of technological organization. *Archaeological Method and Theory* **3** 57–100.
- NOSZKY J. (1914): A Cserhát középső részének földtani viszonyai. (Jelentés az 1913. évi földtani felvételekről). *A Magyar királyi Földtani Intézet Évi Jelentései az 1913. évről* **II**. 305–325.
- NOSZKY J. (1916): A Cserhát északi részének földtani viszonyai. (Jelentés az 1916. évi földtani felvételről). *A Magyar királyi Földtani Intézet Évi Jelentései* 1916. évről 342–352.
- NOSZKY J. (1923): A Zagyvavölgy és környékének geológiai és fejlődéstörténeti vázlat. *A Magyar Természettudományi Múzeum évkönyve /Annales Musei Nationalis Hungarici* **20** 60–72.
- NOSZKY J. (1936): Adatok az Északi és Középső Cserhát geológiai felépítéséhez. (Jelentés az 1936-iki reambulációs felvételről). *A Magyar Államii Földtani Intézet évi jelentése 1. kötet* (1936-1938): 531–545.
- NOSZKY J. (1940): A Cserháthegység földtani viszonyai. *Magyar tájak földtani leírása III. Das Cserhát-Gebirge. Geologische Beschreibung Ungarischer Landschaften III*. Budapest. pp. 283.
- PÁVAI-VAJNA F. (1939-1940): Jelentés az 1939. Évi középső ipolymenti geológiai felvételeimről. *A Magyar Államii Földtani Intézet évi jelentése 2. kötet* (1939-1940) 547–577.
- PEJA Gy. (1937): Adatok a középső Cserhát geomorfológiájához. *Földrajzi Közlemények* **LXV/1-3** 138–146.
- PETRAGLIA, M. D., BUPP, S. L., FITZELL, S. P., CUNNINGHAM, K. W. (eds.) (2002): Hickory Bluff: Changing Perceptions of Delmarva Archaeology, Delaware Department of *Transportation Archaeology Series* **175/11** 1–74.
- PÉNTEK, A. (2015): Open-air site complex with leaf-points at Szécsénke (Cserhát Mountains, Northern Hungary). Preliminary results. *Litikum* **3** 46–69. http://www.litikum.hu/project/a0012_pentek/
- PÉNTEK, A. (2016): Open-air site with leaf-points at Legénd-Rovnya (Cserhát Mountains, Northern Hungary). Unpublished manuscript. https://www.academia.edu/25060067/Open-air_site_complex_with_leafpoints_at_Sz%C3%A9cs%C3%A9nke_Cserh%C3%A1t_Mountains_Northern_Hungary_.Preliminary_results
- PÉNTEK, A. (2018): Legénd-Hosszú-földek, a new open-air Aurignacian site in the Cserhát Mountains (Northern Hungary). Legénd-Hosszú-földek, új nyílt színi Aurignacien lelőhely a Cserhát hegységben (Észak-Magyarország). *Archeometriai Műhely* **15/1** 57–74.
- PÉNTEK, A. (2019): Quartz and quartzite as lithic raw materials in the Hungarian Palaeolithic. *Archeometriai Műhely* **16/2** 65–84.
- PÉNTEK, A. (2020a): Legénd-Káldy-farm 5, an open-air Palaeolithic site in the Cserhát Mountains (Nógrád County, Northern Hungary). *Unpublished manuscript*. https://www.academia.edu/41609247/Leg%C3%A9nd_K%C3%A1ldy_farm_5_an_open_air_Palaeolithic_site_in_the_Cserh%C3%A1t_Mountains_N%C3%B3gr%C3%A1d_County_Northern_Hungary
- PÉNTEK, A. (2020b): Bercel-Erdőben-vége – Nyíltszíni paleolitikus lelőhelyek a Cserhát hegység (Nógrád megye) területén. Előzetes eredmények. *NEOGRAD. A Dornyay Béla Múzeum Évkönyve* XLIII (2020) p. 268-297.
- PÉNTEK, A. (2020c): The open-air Palaeolithic site Szécsénke-Berecz-oldal-3 (Cserhát Mountains, Nógrád County, Northern Hungary). *Unpublished manuscript*. https://www.academia.edu/44735912/Open_air_Palaeolithic_sites_at_Sz%C3%A9cs%C3%A9nke_Berecz_oldal_Cserh%C3%A1t_Mountains_N%C3%B3gr%C3%A1d_County_Northern_Hungary
- PÉNTEK, A. (2021a): Bercel-Erdőben-vége, new open-air Palaeolithic site in the Cserhát Mountains (County Nógrád, Northern Hungary). Preliminary results. *Unpublished manuscript*. https://www.academia.edu/40972565/BERCEL_ERD%C5%90BEN_V%C3%89GE_NEW_OPEN_AIR_PALAEOLITHIC_SITES_IN_THE_CSERH%C3%81T_MOUNTAINS_COUNTY_N%C3%93GR%C3%81D_NORTHERN_HUNGARY_PRELIMINARY_RESULTS_P%C3%89NTEK_Atila_Independent_researcher
- PÉNTEK, A. (2021b): Open-air Palaeolithic site at Szécsénke-Visak (Cserhát Mountains, Nógrád County, Northern Hungary). *Unpublished manuscript*. https://www.academia.edu/44928019/Open_air_Palaeolithic_site_at_Sz%C3%A9cs%C3%A9nke_Visak_Cserh%C3%A1t_Mountains_N%C3%B3gr%C3%A1d_County_Northern_Hungary
- PÉNTEK, A. (2021c): Becske-Júlia-major, an open-air Palaeolithic site in the Cserhát Mountains (Nógrád County, Northern Hungary). *Unpublished manuscript*. https://www.academia.edu/45529017/Becske_J%C3%B3lia_major_an_open_air_Palaeolithic_site_in_the_Cserh%C3%A1t_Mountains_N%C3%B3gr%C3%A1d_County_Northern_Hungary
- PÉNTEK, A., ZANDLER K. (2013a): Nyíltszíni levéleszközös telep Legénd-Rovnyán. Open-air Site

with Leaf-points at Legénd-Rovnya. *NEOGRAD XXXVII. A Dornyay Béla Múzeum Évkönyve* (2013) 23–45.

PENTEK A., ZANDLER K. (2013b). Nyíltszíni Szeletien telep Szecsenke-Kis-Ferenc-hegyen. *Litikum* **1** 36–49.

PÉNTEK A., ZANDLER K. (2014): Buják-Szente, egy nyíltszíni paleolit telep. Buják-Szente, an open-air palaeolithic site. *Litikum* **2** 3–16.

PÉNTEK A., ZANDLER K. (2017): Nyíltszíni paleolitikus lelőhelyek Bér térségében (Cserhát-hegység, Nógrád megye). *Neograd. A Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve, A Dornyay Béla Múzeum Évkönyve*, **XL** 335–370.

PÉNTEK, A., ZANDLER, K. (2018): Evidence of Middle Palaeolithic south from Vanyarc (Nógrád County, Northern Hungary). *Neograd. A Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve, A Dornyay Béla Múzeum Évkönyve*, **XLI** 220–248.

PÉNTEK A., GÁBRIEL S. (2018): Legénd–Káldytanya 5. Nyíltszíni paleolitikus lelőhely kőipara. *NEOGRAD XLI. A Dornyay Béla Múzeum Évkönyve* 191–219.

RAMESH, N. R. (1986): Discovery of Stone Age Tools from Tripura and Its Relevance to the Prehistory of Southeast Asia. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, **20** 289–320.

RINGER, Á. (1983): Bábonyien – Eine mittelpaläolithische Blattwerkzeugindustrie in

Nordostungarn. *Dissertationes Archaeologicae Ser. II. No. 11*, Budapest, pp. 158.

SCURFIELD, G., SEGNIT, E. R. (1984). Petrification of wood by silica minerals. *Sedimentary Geology*, **39/3-4** 149–167. DOI: [https://doi.org/10.1016/0037-0738\(84\)90048-4](https://doi.org/10.1016/0037-0738(84)90048-4)

SZENTES F. (1943): Aszód távolabbi környékének földtani viszonyai. *Magyar tájak földtani leírása IV. Die weitere Umgebung von Aszód. Geologische Beschreibung Ungarischer Landschaften IV.* Budapest 1943. 1–68.

T. BIRÓ K. (1992): Adatok a korai baltakészítés technológiájához / Data on the technology of early axe production. *Acta Musei Papensis* **3-4** 33–80.

TALLAVAARA, M., MANNINEN, M. A., HERTELL, E., RANKAMA, T. (2010): How flakes shatter: a critical evaluation of quartz fracture analysis. *Journal of Archaeological Science* **37** 2442–2448.

VALOCH, K. (1955): Die Erforschung der paläolithischen Fundstätte in Rozdrojovice bei Brünn. *Acta Musei Moraviae. Časopis Moravského Musea* **XL** 5–32.

VINEY, M. (2016): Petrified Wood: The Silicification of Wood by Permineralization. 1–27. <http://petrifiedwoodmuseum.org/PDF/Permineralization.pdf>

WHITTAKER, J. (1994): *Flintknapping: Making and Understanding Stone Tools*. University of Texas Press, Austin. 341 pages.

**NAGYMÁGOCS-PAPTANYA (CSONGRÁD-CSANÁD MEGYE)
LELŐHELYEN FELTÁRT KÉSŐ SZARMATA TELEPÜLÉSRŐL
SZÁRMAZÓ TÉGELY ÉS SALAKLELETEK KOMPLEX VIZSGÁLATA
COMPLEX INVESTIGATION OF THE CRUCIBLE AND SLAG FINDS FROM THE
LATE SARMATIAN SETTLEMENT OF NAGYMÁGOCS-PAPTANYA
(CSONGRÁD-CSANÁD COUNTY)***

SZÉKELY Anna Klára¹; TÖRÖK Béla²; VÖRÖS Gabriella¹

¹ SZTE BTK Régészeti Tanszék, Szeged

² Miskolci Egyetem Metallurgiai Intézet, Miskolc

E-mail: annaszekely11@gmail.com, bela.torok@uni-miskolc.hu, vorosgabriella@yahoo.com

Abstract

During the excavation between 1983 and 1986 in Nagymágocs-Paptanya, a Sarmatian settlement (dated from the end of the 4th century to the middle of the 5th century) was excavated. We found different structured slag pieces in 7 features of the settlement and from one feature a unique slag-covered crucible has come into light.

As most of the slags were found in the feature 73 of the settlement, this unit was defined as a metallurgical/blacksmith workshop. Although we have to highlight that at the archaeological site we couldn't identify any concrete trace of a furnace or specified workshop connected with the slag findings. To be able to discover the eventual technological processes and probable heat treatments in the settlement, we selected 7 slags and the adhered slag of the crucible for the examinations.

First of all the chemical composition of the selected slags was defined with a Varian 710-ES spectrometer (ICP-OES), then samples were made of every selected item were examined with Zeiss EVO MA10 (SEM) scanning electron microscopy equipped with EDAX EDS. A couple of samples were examined with Bruker D8 Advance X-ray diffractometer (XRD).

Based on the results of the examinations we can categorize the slags to two main groups, which can be divided into subgroups as well. Based on their morphological structures, samples 4, 5 and 6 are probably the by-products of some kinds of metallurgical process. The major chemical components of these slags are iron-oxides with the domination of the FeO component. During the electron microscopy examinations, the samples showed heterogeneous slag structure, but according to the results of the scanning electron microscopy they showed prismatic polygonal structure as well. In the light of the mixed results, we involved the XRD method to the examination. As a summary of the results, we can say that that slag samples 4, 5 and 6 are by-products of a probable blacksmith treatment, and in the slag heterogeneous structure we can find the also the components of the oven or the fireplace. According to the mineralogical examination, the leucite can be the result of the heating reaction of the burned clay of a long term used fire pit.

Regarding the other examined slag pieces, we were not able to determine any metallurgical connection.

Before the examinations, regarding the slag-covered crucible, based on the Sarmatian settlements of the period, we assumed that it could be used for bronze or lead smelting. Despite the expectations came into light that according to the morphological-, chemical- and structural characteristics of the adhered slag, the crucible was used for glass smelting, to which technique no previous trace was documented in the Sarmatian settlements of Hungary.

Kivonat

1983 és 1986 között Nagymágocs-Paptanyán a Kr. u. 4. század vége és 5. század közepe közötti időszakra keltezhető, szarmata település részletét tárták fel. A település 7 objektumából eltérő szerkezetű

* How to cite this paper: SZÉKELY, A.K.; TÖRÖK B. & VÖRÖS, G. (2021): Nagymágocs-Paptanya (Csongrád megye) lelőhelyen feltárt késő szarmata településről származó tégely és salakleletek komplex vizsgálata / Complex investigation of the crucible and slag finds from the late Sarmatian settlement of Nagymágocs-Paptanya (Csongrád-Csanád county). In Hungarian with English abstract, *Archeometriai Műhely* XVIII/1 27–44. doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-002](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-002)

salakmaradványok, egy helyről pedig egy salakos felületű tégely is előkerült. A tégely és a legtöbb salak, a 73. objektumból származik.

A lelőhelyen nem került elő olyan egyértelműen ipari objektum, aminek tevékenysége salakképződéssel járna együtt. A vasműves/kovácsműhelyként meghatározott 73. objektum funkciójára csupán a salakleletek utalnak. Közülük összesen 8 darabot vizsgáltunk, beleértve a tégely felületére olvadt tapadványt is.

Legelőször a salakokból vett minták kémiai összetételének meghatározása történt Varian 710-ES tömegspektrométerrel (ICP-OES), majd a darabokból vett újabb mintákról ezután csiszolatokat készítettünk. Ezeket EDAX energiadisperzív (EDS) mikroszondával felszerelt Zeiss EVO MA10 pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) vizsgáltuk meg. Néhány mintát Bruker D8 Advance röntgen pordiffraktométerrel (XRD) is megvizsgáltunk.

A minták, amelyeket a salakokból vettünk, alapvetően két csoportba oszthatók, melyekben további alcsoportok különíthetők el. A 4., 5. és 6. salakminták morfológiai sajátosságai alapján is, vélhetően vasművességi tevékenységből származnak. Kémiai összetételükben alapvetően vasoxidok, azon belül is a nagy FeO tartalom dominál. Elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján heterogén salakszerkezetet találtunk. Mindazonáltal a SEM vizsgálatok alkalmával prizmás poligonos szerkezetet is találtunk, amely felvetette a kérdést a salak eredetét tekintve. Többek között ezért, illetve a vizsgálatok komplexitása érdekében néhány mintát röntgen-pordiffrakciós eljárással is megvizsgáltunk. A vizsgálatok összesített konklúziójaként a 4., 5. és 6. salakminták olyan vasművességhez köthető (valószínűleg kovácsoláshoz, de elméletben nem zárható ki a metallurgiai fázis sem) darabok, amelyeknek heterogén szerkezetébe a kovácstűzhely vagy kemence falából származó maradványok is keveredhettek. Az ásványtani vizsgálattal azonosított leucit például tipikusan káliumdús, szilíciumszegény olvadékból kristályosodhat ki, de lehet akár szilárd fázisú, termikus reakció eredménye is, azaz származhat huzamosabb ideig 1100-1400 °C-on használt kovácstűzhely, vagy kemence kiégett agyagából.

A többi salakminta vizsgálata nem hozott olyan eredményt, amely alapján bármelyiket egyértelműen vas vagy fémművességi tevékenységhez lehetne kötni.

A 73. objektumból előkerült öntőtégely több tevékenységhez kapcsolódó munkafolyamatból is származhat. A tégely oldaláról leválasztott tapadvány morfológiai sajátossága, kémiai összetétele, mikroszerkezete leginkább üveglvasztáshoz kapcsolódó melléktermékre utal.

KEYWORDS: ARCHAOMETALLURGY, SARMATIAN PERIOD, SLAG, ICP-OES, SEM-EDS, XRD

KULCSSZAVAK: ARCHEOMETALLURGIA, SZARMATA, SALAK, ICP-OES, SEM-EDS, XRD

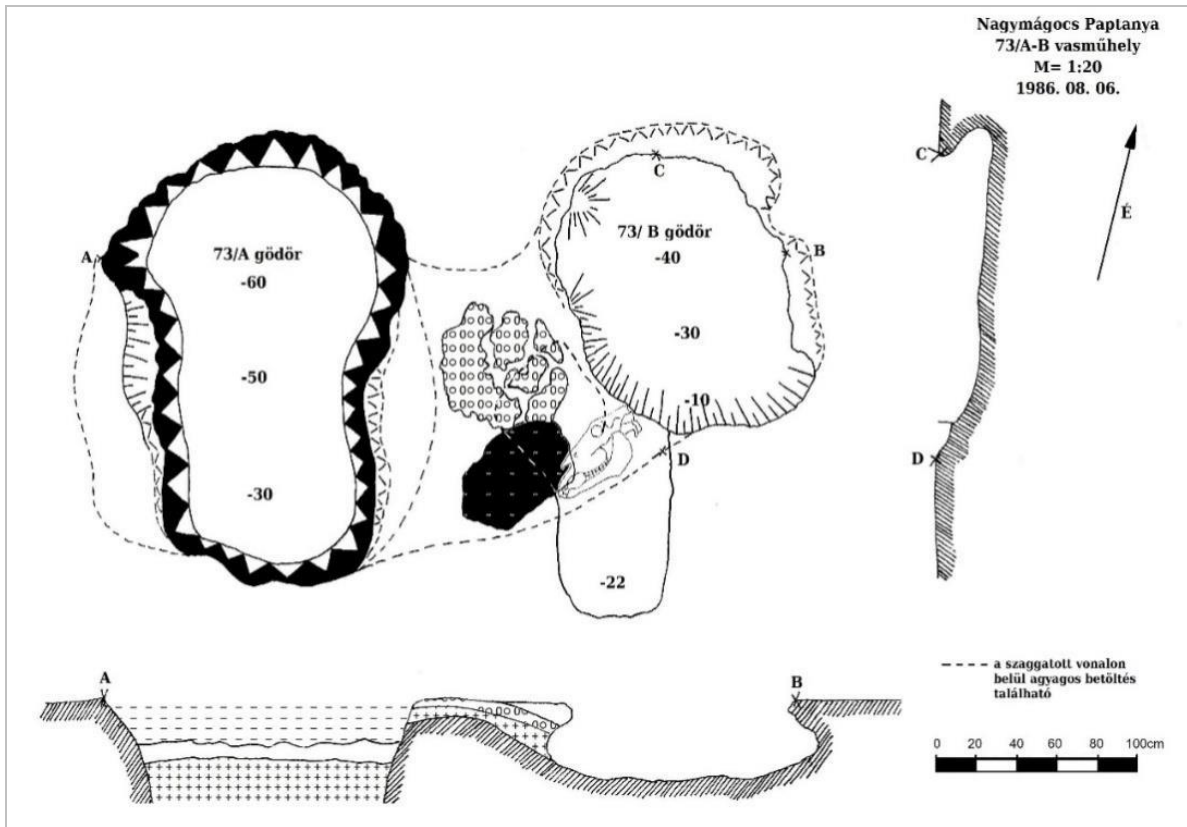
Bevezetés

Míg a római provinciális vasművesség kutatása az előkerült leleteknek és nagyszámú vasipari lelőhelynek köszönhetően jól vizsgálható, a Barbaricum császárkori és kora népvándorláskori iparrégészeti kutatása viszonylag még kezdetlegesnek mondható. A hazai régészeti kutatásra jellemző, hogy a sok salakkal és fémművességi tevékenységgel összeköthető melléktermékekkel rendelkező objektumokat számos esetben, az alapos vizsgálatokat, elemzéseket mellőzve, rögtön műhelynek tekintik, annak ellenére, hogy római kori és kora népvándorláskori, egyértelműen vaskohászatra utaló nyomot a mai napig nem sikerült dokumentálni hazánk területén (Gömöri 2012, 32). Ezért a feltárt vasműves hagyatéka a további kutatásokig, illetve a korábbi feltárások esetleges újraértelmezéséig kizárólag a helyi kovácsmesterségen keresztül vizsgálható. A feltárásokon előforduló salakok megnevezése a szakirodalomban szintén problematikus, mivel azok nyersanyaghoz és technológiához való biztos kapcsolása (még a témával foglalkozó régészek esetében is) csupán anyagvizsgálatokkal lehetséges.

Az alábbiakban egy késő szarmata település (Nagymágocs-Paptanya) egyetlen objektumával (73A-B számú) foglalkozunk, amely összefüggésbe hozható a faluban működő kovácsműhellyel (**1. ábra**). A publikáció elsődleges célja, hogy ismertessük az objektumból előkerült önálló salakok és tégelytapadvány anyagvizsgálati eredményeit, kiegészítve a lelőhely egy másik objektumának egyik gödréből előkerült salakszerű darabok mintáinak vizsgálatával, továbbá, hogy az eddigi, ilyen irányú kutatásokat összegezzük. Valamennyi régészeti lelet, amelynek archeometriai vizsgálatát elvégeztük és e tanulmányban prezentáljuk, a Koszta József Múzeum Régészeti Adattárába tartozik.

A lelőhely és kormeghatározása

Nagymágocs – Paptanya lelőhelyen 1983-1986 között folytak feltárások Vörös Gabriella vezetésével, összesen 7 000 négyzetméteren. Az egykori Mágocs-ér magaspartján megtelepedett falut nagyállattartó, földműveléssel foglalkozó népesség lakta. Emellett, ahogyan a következőkből kiderül, számos kézműipar nyomát is sikerült felfedezni és dokumentálni.



1. ábra: Nagymágocs-Paptanya lelőhely 73. objektuma (Kosztá József Múzeum Régészeti Adattár)

Fig. 1.: Feature 73 of Nagymágocs-Paptanya (Kosztá József Museum, Archaeological Repository)

1. táblázat: A 73. objektum különböző részeiből előkerült kerámia töredékek megoszlása technológiai szempontból

Table 1.: Distribution of the ceramic finds of Feature 73

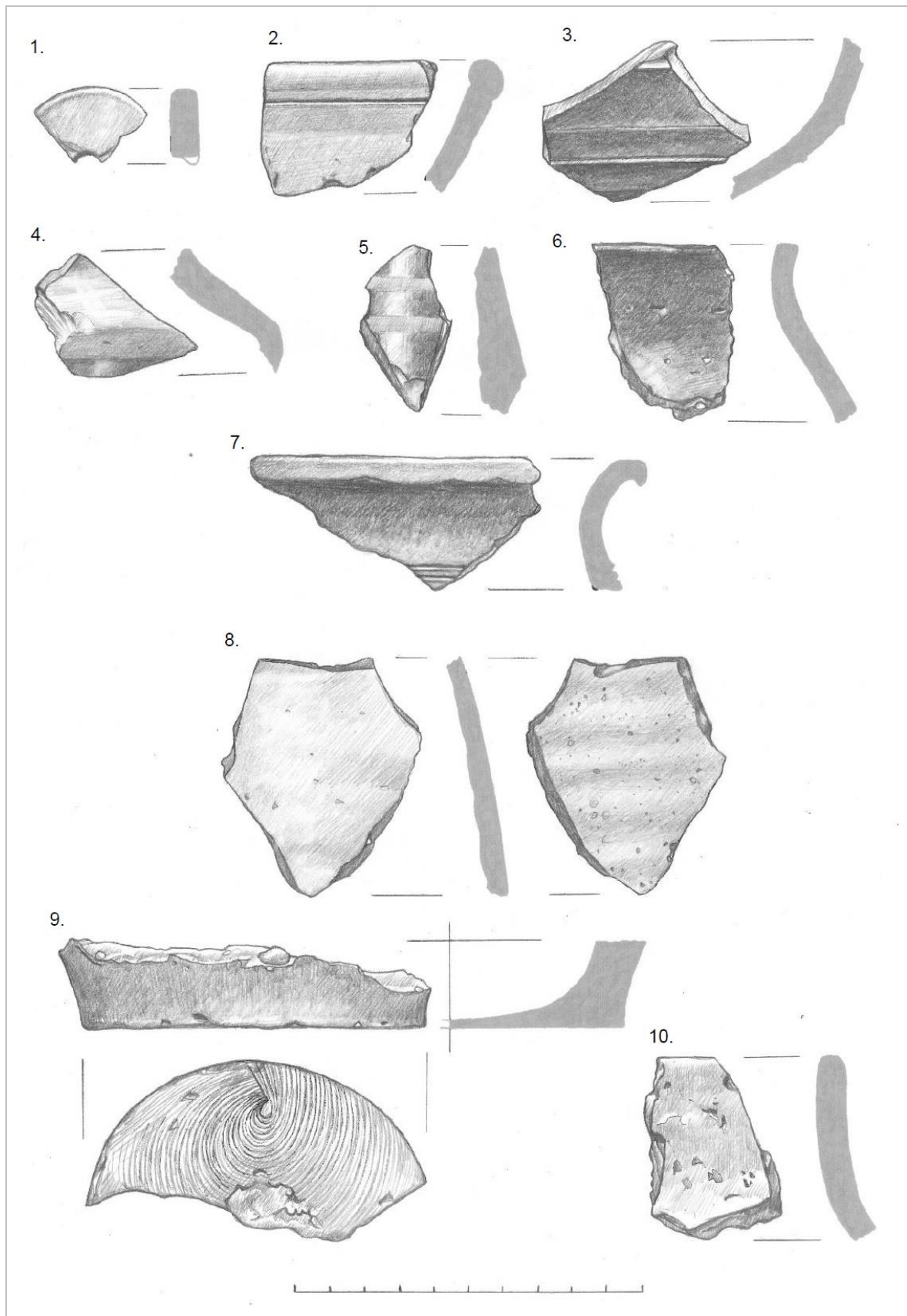
	73. objektum	nyeséséből	omladékából	/B részéből	összesen /db
szürke korongolt	10 db	6 db	3 db	5 db	24 db
kavicsos - csillámos	7 db	4 db			11 db
gyorskorongolt kavicsos	1 db	1 db	2 db	1 db	5 db
kézzel formált	7 db				7 db

A régészeti adatok alapján a közösség gazdálkodása minden tekintetben önálló lehetett.

A települészet korhatározása első sorban a kerámia leletek alapján lehetséges, mivel a leletanyag döntő részét ezek teszik ki. Az előzetes közlemény a lelőhely időrendi határaiként a 4. század vége és az 5. század közepe közötti időszakot jelölte meg, ami véleményünk szerint máig megállja a helyét (Vörös 1998, 53-54).

A 73A-B objektumból előkerült kerámia leleteket az objektumon belüli helyük, elkészítésük módja, valamint tipológiájuk szerint rendszereztük és foglaltuk táblázatba (**1. táblázat**).

Az objektumból származó, összesen 47 db kerámialelet közül az egyik orsókarika kis darabja volt, amit egy edény oldalából alakítottak ki (**2/1 ábra**), az összes többi edény töredéke. A feltárás sorrendjében (nyesés, bontás) tartottuk külön a leleteket, de ebből különösebb következtetést nem tudunk levonni. Mindaz, hogy már a nyesés szintjén is voltak cserepek csupán azt jelenti, hogy az eredeti felszín lekopott, aminek következtében az objektum felső része sérült. A kopás mértékére nincsenek adatok. A cserepek többsége az objektum belsejéből, annak feltöltéséből került elő.



2. ábra: A 73A-B objektum kerámia leletei

Fig. 2.: Ceramic finds of Feature 73A-B

A 73. objektum A és B része a nyelés szintjén nem volt egyértelműen követhető. Főként a betöltésük állapotában lehetett különbséget észlelni, a 73A jóval lazább volt, erősen hamus, tele nagy méretű patics rögökkel és egyéb leletekkel. Az objektum bontása során sem lehetett két határozottan elkülönülő részt megfigyelni, amiből arra lehet következtetni, hogy valójában nem két objektumot, csupán a feltöltődés különböző fázisait lehetett megfigyelni és dokumentálni.

Technikai kivitel szempontjából a késő szarmata telepekre általában jellemző kerámia összetétel figyelhető meg, sőt a csoportok aránya is sokat mondó. Legnagyobb mennyiségben a szürke (22 db) és barna színű (2 db), gyorskorongolt kerámia fordul elő (összesen: 24 db), ezt követi a házi kerámia körébe tartozó kavicsos-csillámos, lassú korongon formált (11 db), majd a teljes időszakban előforduló, de idővel erősen visszaszoruló kézzel formált darabok következnek (7 db). Végül a gyorskorongolt, apró kavicsos soványítású, ún. szemcsés kerámia zárja a sort (5 db).

A kerámia anyag többségét kitevő ún. szürke kerámia néhány darabján síkozás (2/3 ábra), besimított vonal (2/4 ábra) és felfényezett sávok is megfigyelhetők (2/5 ábra), a színük a világosszürkétől a feketéig számos árnyalatot mutat. Az oldaltörések között néhány darabon lapos bordát, illetve sekély árkot lehet találni, ezek valószínűleg különböző típusú és méretű edények válltörései. Ez a fajta díszítés és felületkezelés általában jellemző a késő szarmata települések anyagára. Bár a kerámia töredékek többsége edények oldalához tartozott, néhány darabnál sikerült az eredeti formát, ezzel együtt a funkciót is meghatározni. Az edénytípusok között 3 tal volt, egyik behúzott, duzzadt peremű, gyorskorongon formált, világos szürke darab (2/2 ábra), egy másik sötétszürke talnak az alját lehet azonosítani.

A lassú korongon formált (vagy utánkorongolt), kavicsos-csillámos soványítású töredékek között két perem is van, mindkettő főzőfazéké (2/6 és 2/7 ábra). Érdekes, hogy az ebbe a csoportba sorolható darabok (11 db) soványító anyagainak (csillámos anyag, homok, összetört kavics és gömbölyű, apró kavics) összetétele és ezek arányai mennyire változatosak. Időrendi szempontból Vaday Andrea álláspontja máig elfogadott, aki a kerámia (zömében fazekak és bográcsok) megjelenését a 4. század végére helyezte, kronológiáját a telepeken a típusal együtt előkerült római import leletek időrendjével igazolta (Vaday 1984, 31, 41).

A kézzel formált, durva kidolgozású, samottos soványítású, vastag falú töredékek között (7 db) egy ritkább, meredek peremű fazék is feltűnt (2/10 ábra).

A határozott korongolás nyomok alapján néhány edényt biztosan gyorskorongon formáltak, a gömbölyű, apró kavicsokkal és homokkal soványított edények az ún. szemcsés főző fazekak csoportjához tartoznak (2/8 ábra). Egyik darabon, egy aljtöréken, jól látszik a korongról leválasztás nyoma (2/9 ábra). Ez a kerámia számos vonásában különbözik az üllői típusú szarmata árutól, annál jóval vastagabb falú, anyagában kevesebb a soványító anyag (Masek 2014, 193-194). Megjelenésében inkább köthető a gepida házi kerámiához, de ennek bizonyítása további vizsgálatokat és adatokat igényel.

Véleményünk szerint a településnek, ezen belül egyes objektumoknak is két fázisa különíthető el. A 73A-B számú objektum első fázisában eredetileg a feltételezett kovácműhelyhez tartozhatott, tehát a falu korábbi időszakát jelenti. A műhely maradványait másodlagos helyzetben, roncsolódott állapotban sikerült csak megtalálni, erősen keveredve hulladékokkal, közöttük összetört edények darabjaival. Az itt feltárt kerámia anyagot szűkebb időhatárra nehezen lehetne keltezni. A másodlagos jelenség (a 73A-B objektum feltárt, megfigyelt állapotában) viszont a telep későbbi fázisához tartozott, tehát nem kizárt, hogy 5. századi.

A Nagymágocs-paptanyai telepen több iparághoz kapcsolható objektum is megtalálható volt, általában a település szélén, a házaktól távolabb eső részen. A területen talált agyaggyerő gödrök és a bennük talált félig kidolgozott agyagsomók és csillámpaladarabok egyértelműen megerősítik a már korábban Neubauer József által dokumentált edényégető kemence meglétét, és a fazekasműhely létezését a településen. Emellett az ásató által füstölő/aszaló műhelykorong meghatározott objektumok és az általunk vizsgált 73A-B vassalakos objektum is a feltárási terület szélén helyezkedett el (Vörös 1998, 61-64). Az objektumok ilyen jellegű elkülönülése a telep többi jelenségétől szintén alátámasztani látszik azok ipari funkcióját. A telep 7 objektumából kerültek elő salakmaradványok - az ásatási dokumentáció (Kosztai József Múzeum Régészeti Adattár) alapján a 4/B, 42., 45., 54., 65. és 69. gödrökből, illetve a 73. objektumból - egy helyről pedig egy salakos felületű tégely is napvilágot látott. A tégely és a legtöbb salak, az ásató által vasműves kovácműhelyként meghatározott 73. objektumból származik (Vörös 1998, 53-54). A 73A-B objektum erősen átégett felületén talált vassalakokat már korábban is a helyi vasfeldolgozásra utaló nyomként, az előkerült tégelyt pedig esetleg színesfémmolvasztásra utaló nyomként dokumentálták (Vörös 1998, 61-64). A 73A-B objektumon kívül előkerült, vasművességre utaló salakok szerepe a település iparában a leletanyag teljes körű feldolgozásáig még tisztázásra vár.

A maradványok között a vörösesbarnás, rozsdás színű darabok mellett több, azoktól eltérő szerkezetű salak is volt. A gázüregekkel erősen tagolt, szivacsos jellegű, néhol fényes felületű salaktípus önálló darabokban, és a tégely erősen olvadt salakos külső felületén volt megtalálható. Ezek mellett a leletanyagban több kisebb-nagyobb, kimondottan kis fajsúlyú, világosszürkés, sárgás színű, üreges szerkezetű salak is volt, melynek külső felületén folyásnyomok is megfigyelhetők voltak. A lelőhelyen nem került elő olyan egyértelműen ipari objektum, aminek tevékenysége salakképződéssel járna együtt. A 73. objektum vasműves kovácsműhelyként meghatározott funkciójára is csupán a belőle előkerült salakleletek utalnak. Az objektumból előkerült öntőtégely több tevékenységhez kapcsolódó munkafolyamatból is származhat. A salakdarabok és a tégely eredetéhez, esetleges ipari tevékenységhez való kapcsolódásához csak archeometriai-archeometallurgiai vizsgálatok révén kerülhetünk közelebb.

Az alkalmazott módszerek

A Nagymágocs-Paptanya lelőhely salakjai közül összesen 8 darabot vizsgáltunk, beleértve az említett tégely felületére olvadt tapadványt is. A leletanyagban lévő salakok közül a morfológiai szempontból eltérő típusokból vettünk mintát, minél szélesebb spektrumban, annak reményében, hogy a település esetleg különböző ipari tevékenységeihez köthető maradványait sikerül azonosítani. Legelőször a salakokból vett minták kémiai összetételének meghatározása történt, Varian 710-ES indukált csatolású plazma gerjesztéssel működő optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES), a Furol Kft. ózdi analitikai laboratóriumában. Használt vizsgálati módszerek: 05-SAL, 11-SIL, 12-FEO, 14-C-S, MSZ ISO 2599:1993. A szén- és kéntartalom meghatározása elektromos vezetőképesség alapján, LECO-készülékkel, a két, illetve három vegyértékű vas különválasztása pedig nedves kémiai módszerrel, illetve számítások alapján történt.

A salakdarabokból leválasztott, kétkomponensű, hidegen kötő műgyantába ágyazott, csiszolt, polírozott és 2%-os töménységű nitallal (salétromsav + metanol) maratott mintákat - mivel elektromosan nem vezető szilárd minták - jól vezető anyaggal, aranyréteggel vontuk be. A csiszolatokat a Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportjának (ARGUM) tagjai, az egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetének EDAX Apollo-IV energiadiszperzív (SDD detektoros) mikroszondával (EDS) felszerelt Zeiss EVO MA10

pásztázó elektronmikroszkópjával (SEM) vizsgálták. A SEM-képek visszaszórt (backscattered) elektronokkal készültek, a nagyobb rendszámú elemek területei világosabbak, a kisebb rendszámúaké sötétebbek. A beépített EDS-mikroszonda segítségével a SEM-képeken számokkal megjelölt, lokális, vagy a látható kép területének egészére érvényes, átlagos kémiai összetételeket is meg lehetett határozni. Bár az eljárás szoftvere tömegszázalékban és atomszázalékban is 100%-os összegzéssel sorolja fel a vizsgált elemeket, a műszerrel csak a szénnél nagyobb rendszámú, illetve legalább 0.5 tömeg%-os mennyiségű elemek detektálhatóak teljes mérési biztonsággal.

Néhány mintát Bruker D8 Advance röntgen pordiffraktométerrel (XRD) is megvizsgált az ARGUM mineralógusa, a Miskolci Egyetem Ásványtani- és Földtani Intézetében. A diffraktométerben Cu-K α sugárzást, 40 kV gyorsítófeszültséget és 40 mA katódáramot, Göbel tükörrel előállított párhuzamos nyalábot (0,6 mm kimeneti réssel) és Vantec-1 helyzetérzékelő detektort (1°-os nyílás) alkalmaztak. A pormintákat alacsony háttérű (Si-egy kristályba mart) mintatartókba preparálták. A kiértékelések során, az alkotók azonosítása Search/Match kereséssel történt, az ICDD PDF2 (2005) adatbázisból, a BrukerDiffracPlus EVA szoftverében. A mennyiségi eredmények a Bruker TOPAS4 szoftverében számolva, Rietveld-illesztést alkalmazva, SRM640a Si standardon meghatározott műszerprofil alapján, az ICSD és AMCSD adatbázisokból vett kristályszerkezeti adatok alkalmazásával adódtak. Az amorf anyag mennyiségének meghatározása az „amorf púp” módszerével történt.

Vizsgálati eredmények

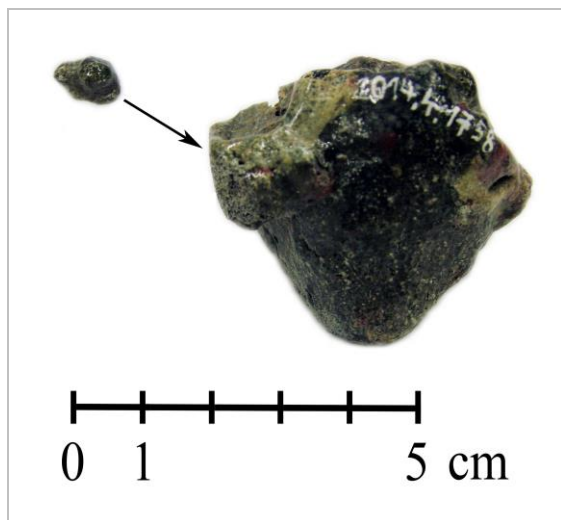
Az említett tégelyhez tapadt salak (1) mellett a 73. objektum három önálló salakjából vett minták (2-6), illetve a 45. gödörből előkerült salak mintáinak (7-8) kémiai összetételei láthatók a **2. táblázatban**. A táblázat az alapvető salakösszetevőket oxidos formára számolva tartalmazza, a két és három vegyértékű vas arányának meghatározása titrálás segítségével, illetve az összes vastartalomtól külön kalkulációval történt. A minták mért széntartalma a tüzelőanyagként használt faszén, esetleg szerves tapadvány maradványai lehetnek. A táblázat második felében, néhány minta esetében olyan elemek minimális (ezredszázalékos nagyságrendű) mennyiségei találhatók, amelyeket a salakok jellegének, funkciójának azonosítása érdekében szintén ellenőriztünk ICP-OES-módszerrel.

2. táblázat: A vizsgált salakminták kémiai összetételei tömegszázalékban**Table 2.:** Chemical compositions of the examined slag samples (wt%)

No.	Jelölés	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅
1	tégelyhez tapadt salak-2014.4.1758.	76,47	0,34	2,91	10,08	2,57	2,41	0,20	3,19	0,90
2	salak-2014.4.1760	57,48	1,26	4,73	10,91	11,42	2,59	0,14	3,89	0,60
3	salak-2014.4.1760	54,09	4,02	4,30	8,97	14,08	3,78	0,25	3,06	1,92
4	salak-2014.4.1760	16,32	67,76	7,98	1,48	0,12	0,79	0,05	1,33	0,54
5	salak-2014.4.1755	21,05	52,22	8,54	3,30	3,06	2,54	0,11	1,75	1,00
6	salak-2014.4.1741	34,69	42,97	4,13	4,08	5,65	2,20	0,08	1,39	0,91
7	salak-2014.4.795	61,98	1,81	4,82	11,47	5,80	2,79	0,18	4,12	1,46
8	salak-2014.4.795	70,26	0,49	4,18	11,89	2,00	2,86	0,39	3,14	0,46

2. táblázat, folyt.**Table 2., cont.**

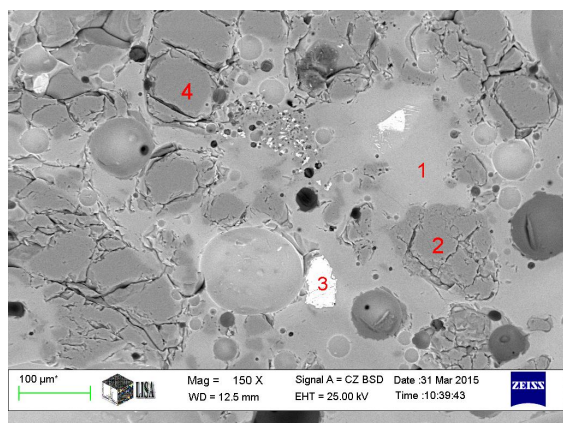
No.	Jelölés	C	S	Cu	Sn	As	Pb	Ni	Zn
1	tégelyhez tapadt salak-2014.4.1758.	0,10		0,022	<0,001	<0,02	0,022		
2	salak-2014.4.1760	0,11	0,077	0,007	<0,001		0,003	0,001	0,006
3	salak-2014.4.1760	0,26							
4	salak-2014.4.1760	0,25							
5	salak-2014.4.1755	0,20	0,023	0,009	<0,001		0,002	0,001	0,007
6	salak-2014.4.1741	0,34							
7	salak-2014.4.795	0,39	0,013	0,002	<0,001		0,003	0,001	0,004
8	salak-2014.4.795	0,18							

**3. ábra:** A tégely tapadványa (1. salak), a mintavétel helyével**Fig. 3.:** Adhered slag of the crucible with the place of sampling

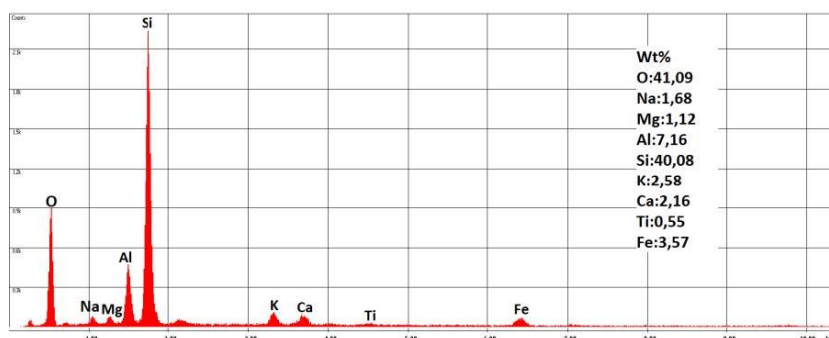
A tégely (2014.4.1758) tapadványának (**3. ábra**) kémiai összetételében a kvarc (SiO₂) dominál, emellett anyaga jellemzően alumínium-szilikát, amely az égetett agyagtégelyek, kemencefalazatok, tűzhelybélések jellemző vegyülete. A tégely mérete, az üvegszerűen csillogó, helyenként színes szemcsékkel tarkított tapadvány összetétele és morfológiája leginkább az üvegolvasztást valószínűsíti. Ezt a tapadvány nátriumtartalma is megerősíti, mivel a homokot általában szódával (Na₂CO₃) keverve olvasztották üveggé. Ezt az elméletet támasztja alá a minta elektronmikroszkópos vizsgálata is. A vizsgálat folyamán fémes, vagy feltételezhetően egykor fémes szemcséket nem találtunk. A minta egy jellemző SEM-képének (**4. ábra**) számokkal jelölt pontjain felvett lokális spektrumok kémiai összetételei a **3. táblázatban** találhatóak. A salak üreges, szivacsos szerkezetében felvett átlagos spektrumot és a kiszámított összetételt az **5. ábra** mutatja.

3. táblázat: Az EDS-vizsgálatok spektrumaiból meghatározott összetételek tömegszázalékban**Table 3.:** Chemical compositions measured by EDS (wt%)

Azonosító	O	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	Zr
4. ábra 1 pont	34,26	1,81	2,70	7,40	32,96	0,69	3,30	7,90	1,29	7,70	
4. ábra 2 pont	41,30	0,13	0,17	0,43	57,17	0,15	0,14	0,10	0,14	0,28	
4. ábra 3 pont	23,90	0,37	1,99	2,04	0,69	0,48	0,37	0,26	10,37	59,53	
4. ábra 4 pont	41,45	0,11	0,25	0,48	56,62	0,18	0,26	0,19	0,13	0,32	
7. ábra 1 pont	31,79	1,50	2,14	5,84	34,62	0,65	6,21	10,95	0,70	5,61	
7. ábra 2 pont	8,65	0,24	0,48	0,41	2,26	0,20	0,57	0,41	0,27	86,51	
8. ábra átlag	36,83	1,38	1,60	6,03	35,37		4,66	7,68	0,78	5,67	
11. ábra átlag	17,42	0,57	0,68	1,10	3,85	0,49	0,70	1,20	0,24	73,76	
13. ábra átlag	22,46		2,33	1,21	2,33	0,32	0,96	1,30		69,08	
16. ábra 1 pont	16,13	0,30	1,07	0,52	0,31	0,24	0,24	0,25	0,34	80,70	
16. ábra 2 pont	23,49	0,15	7,03	0,23	18,27	0,22	0,22	3,96	0,19	46,24	
16. ábra 3 pont	27,49	1,75	0,25	5,71	25,25	0,85	1,72	15,69	1,31	19,12	0,85
18/A. ábra átlag	34,16	1,36	2,00	9,41	35,72		4,08	4,32	0,69	8,27	
18/B. ábra 1 pont	32,82	0,05	0,19	0,45	65,83		0,14	0,14	0,11	0,27	
18/B. ábra 2 pont	39,28	1,70	1,34	8,85	36,66		3,37	5,56	0,33	2,92	
19. ábra átlag	38,49	1,32	1,38	6,45	36,22		5,43	6,24	0,48	3,98	

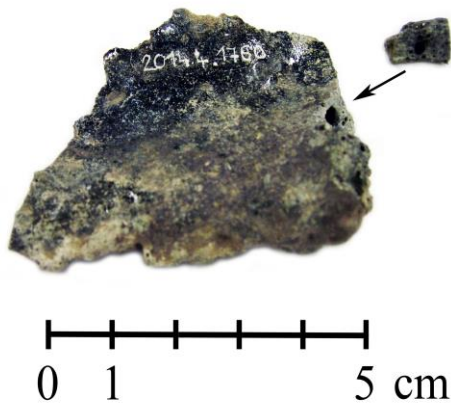
**4. ábra:** A tégely tapadványának SEM-képe**Fig. 4.:** SEM-image of adhered slag of the crucible

A 2. salak (2014.4.1760.) (**6. ábra**) viszonylag kis fajsúlyú, üvegszerűen megfolyt, de nem az 1. salakhoz hasonlóan csillogó felszínű. A kémiai analízis alapján a salak legnagyobb részét szilícium teszi ki, ami mellett jelentős az alumínium és kalcium tartalma. A SEM-vizsgálat gázüregekkel erősen tagolt, heterogén szerkezetet mutatott. Nagyobb nagyításban az üregekben (**7. ábra**), illetve a minta szélein az üregekben vas-oxidos részek voltak megfigyelhetők, az azokat körülvevő szilikátos, minimális vastartalmú területek mellett. Ezeken a területeken – számmal jelölve – lokális spektrumokat vettünk fel. A jelölt pontok kémiai összetételei a **3. táblázatban** láthatóak.

**5. ábra:** Az 1. salak átlagos EDS spektruma és összetétele**Fig. 5.:** Average EDS-spectrum and chemical compositions of slag 1.

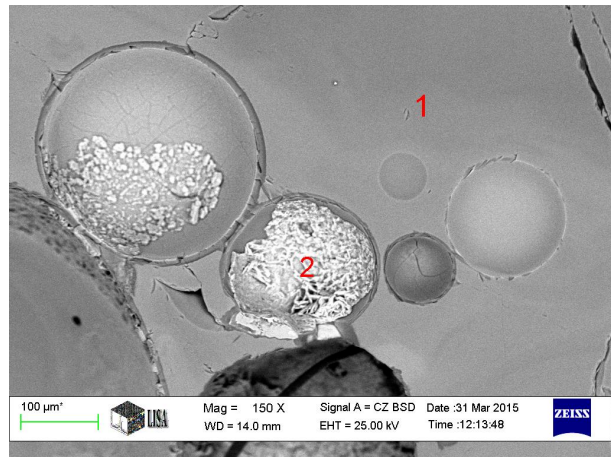


6. ábra: A 2. salak a mintavétel helyével
Fig. 6.: Slag 2 with the place of sampling



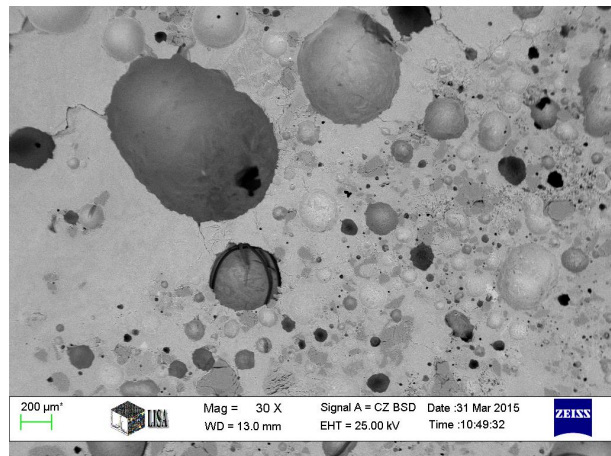
8. ábra: A 3. salak a mintavétel helyével
Fig. 8.: Slag 3 with the place of sampling

A 3. salak (2014.4.1760.) (**8. ábra**) összetételében és makroszerkezetében hasonlít a 2. salakhoz, bár felszíne nem annyira tagolt. Kékesszürke, üvegszerű felületű, kis fajsúlyú, szivacsos szerkezetű salak. Kémiai összetételében a domináns szilícium mellett jelentősebb alumínium és kalciumtartalma van, a 2. salakhoz képest előző valamivel alacsonyabb, utóbbi pedig némileg nagyobb értékben. Ezek az oxidos összetevők jellemzőek a kemencék, (kovács-) tűzhelyek égetett agyagfalára is, amelyből erodált részek gyakran kerülnek salakokba, befolyásolva a salakösszetételt. A minta SEM-vizsgálata alapján véve a 2. salakhoz hasonló mikroszerkezetet mutatott, viszont néhány egyedi sajátossággal. A **9. ábrán** jól megfigyelhető a heterogén, üreges szerkezet, ahol a világos színű területeket vasban dús vegyületek alkotják. A **9. ábra** területén felvett átlagos spektrum kémiai összetétele a **3. táblázatban** található.



7. ábra: Gázbuborékba záródott vas-oxidos részek a 2. salakban

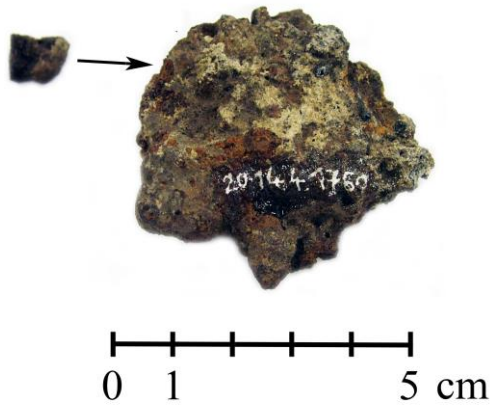
Fig. 7.: Iron-oxide parts of slag 2 closed in a gas bubble



9. ábra: A 3. salak mintájának elektronmikroszkópos képe
Fig. 9.: SEM-image of slag sample 3.

A 4. salak (2014.4.1760.) (**10. ábra**) vörösesbarnás, rozsdás színű, tömör állagú. A kémiai elemzés alapján legnagyobb részben két vegyértékű vas oxidját (FeO) tartalmazza, ami mellett 7,98%-os Fe₂O₃-tartalmat határoztunk meg. A vizsgált salakok közül a 4. minta vastartalma a legnagyobb. A vizsgált minta szélén jól láthatók voltak az erősebb oxidációs folyamatok nyomai, kisebb vasoxid-tartalmú szürke sávban. A **11. ábra** SEM-képén látható, hogy világosabb színű, vasban gazdag területek alkotják a minta nagy részét. A mintában felvett átlagos spektrum összetételét szintén a **3. táblázat** mutatja.

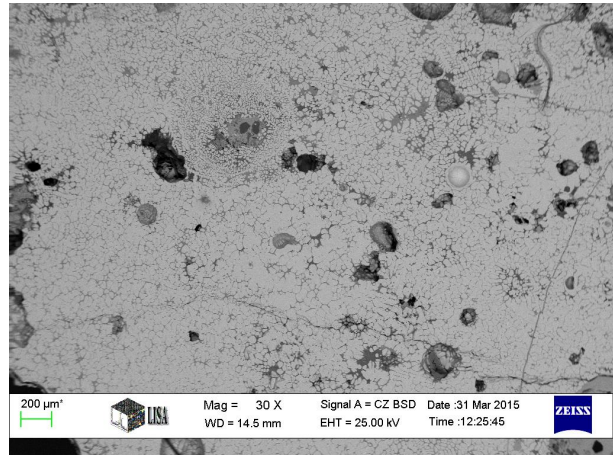
Az 5. salak (2014.4.1755.) (**12. ábra**) a 4. salakdarabhoz hasonló, vörösesbarnás, rozsdás színű, tömör állagú. A kémiai elemzés alapján, a 4. salakhoz hasonlóan, a minta legnagyobb részben vasat tartalmaz, főként FeO formában.



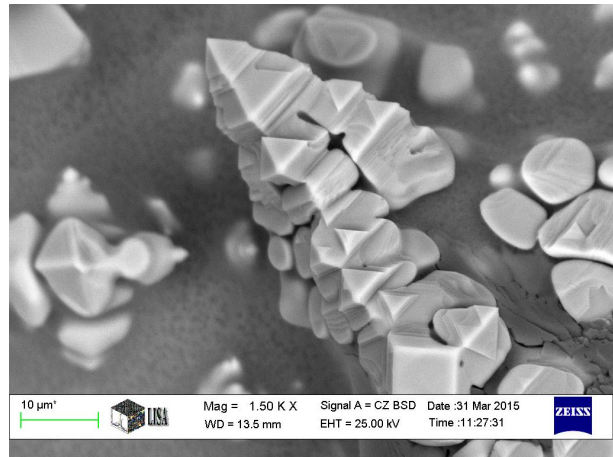
10. ábra: A 4. salak a mintavétel helyével
Fig. 10.: Slag 4. with the place of sampling



12. ábra: Az 5. salak a mintavétel helyével
Fig. 12.: Slag 5. with the place of sampling



11. ábra: A 4. salak vasoxidban dús mikroszerkezetének SEM-képe
Fig. 11.: Microstructure of slag 4 rich in iron-oxide



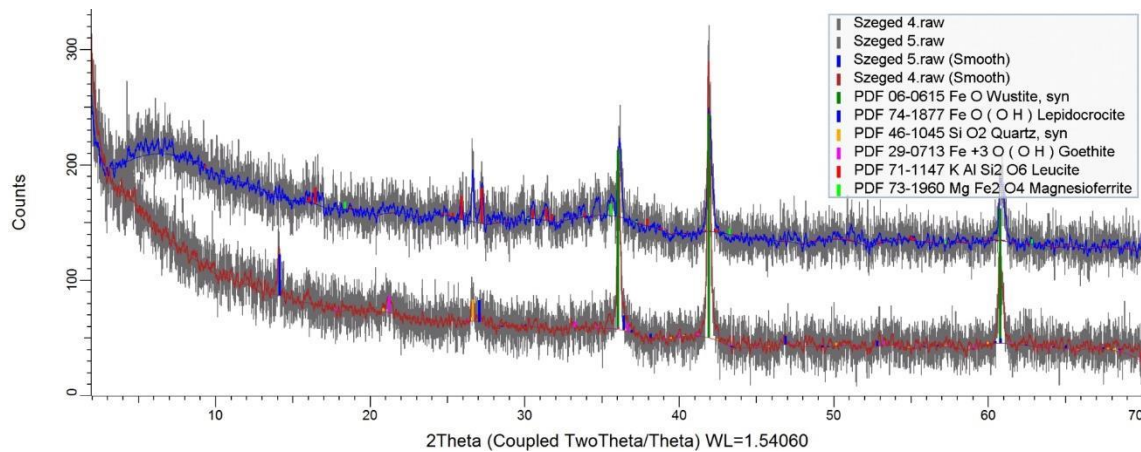
13. ábra: Oktaéderez magnetit (Fe_3O_4) kristály az 5. salak nagy nagyítású SEM-képén
Fig. 13.: Octahedral crystal of magnetite in a SEM-image of slag 5. at a higher magnification

Az 5. salak SEM-vizsgálata folyamán a 2. és 3. salaktól alapvetően eltérő, heterogén szerkezetet találtunk. Nagyobb nagyításban több mikroszerkezeti részlet is elkülöníthető volt, átolvadt, FeO-dendrites szerkezet mellett oktaéderez kristályos szerkezet is elkülönült. A minta nagy káliumtartalmú részei, a salakba ragadt hamuból vagy agyagásványokból származhatnak. A **13. ábrán** látható oktaéderez magnetit-kristály oxigénhiányos olvadékból kristályosodhatott ki, kihülés folytán. Spektrumának összetétele a **3. táblázatban** látható.

A 4. és 5. salak esetében röntgen pordiffrakciós vizsgálatok is történtek. A vizsgálatok összesített eredményét a **14. ábra** mutatja. Az ábrán feltüntetett ásványok jellemző összetevői az őskori-ókori, illetve kora középkori kovácssalakoknak (Török et al. 2013, 25-26). A két vegyértékű vasat

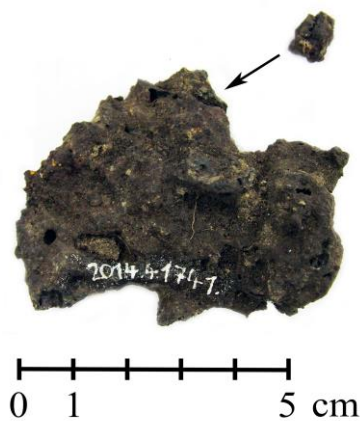
tartalmazó wüstit (FeO) gyakran igen kisméretű kristályokból áll, a vas-oxid egy része viszont feltételezhetően röntgenamorf a mintában. A lepidokrokit és a goethit bizonyosan utólagos oxidáció során keletkezett, a wüstit pedig jellemzően akkor keletkezik, amikor a felhevült vas hirtelen szabad levegővel érintkezik. A leucit és a nagyobb mennyiségű wüstit sokkal inkább a kovácssalakokra, mint vasbucakohászat salakjaira (folyósalak, kemencesalak) jellemző (Selskiené 2007, 24).

A 6. salak (2014.4.1741.) a 4. és 5. darabhoz hasonlóan vörösesbarnás, rozsdás színű (**15. ábra**). A kémiai elemzés alapján, szintén az előző két mintához hasonlóan, legnagyobb részben vasoxidot tartalmaz - főként szintén FeO formájában - illetve az említett két másik salak összetételéhez hasonló mértékben.



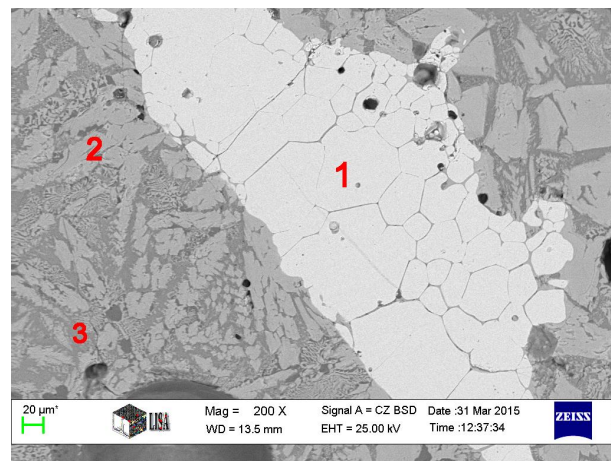
14. ábra: A 4. és 5. salak XRD-vizsgálatának eredményei

Fig. 14.: Results of the XRD-examinations of slag samples 4. and 5.



15. ábra: A 6. salak a mintavétel helyével

Fig. 15.: Slag 6. with the place of sampling



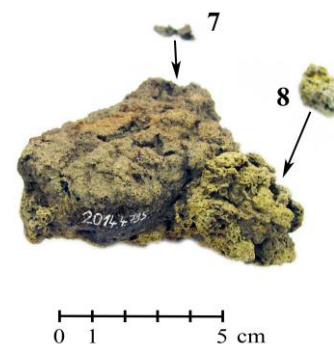
16. ábra: A 6. salak nagy vastartalmú területe (1) és a körülötte lévő Fe-Ca-szilikátos részek (2, 3)

Fig. 16.: Area with high iron-oxide content (1) of the slag sample 6. surrounded by Fe-Ca-silicate parts (2 and 3)

Ebben a salakban is sűrűn fordulnak elő gázbuborékok, szerkezete üreges. Ezek az üregek inkább zsugorodásból keletkeztek és kevésbé gázbezáródásból. A 4. és 5. salakokhoz hasonlóan a 6. salakban is megfigyelhetők voltak viszonylag nagy vasoxid-tartalmú területek (16. ábra, 1. pont), melyeket szintén jelentős, de kisebb vastartamú, nagyobb szilícium tartalmú területek vettek körbe (16. ábra, 2, 3 pontok), amelyen belül a sötétebb részek (3) kalciumtartalma sokkal nagyobb. A 15. ábra SEM-képének területén lokálisan felvett spektrumok összetétele a 3. táblázatban található.

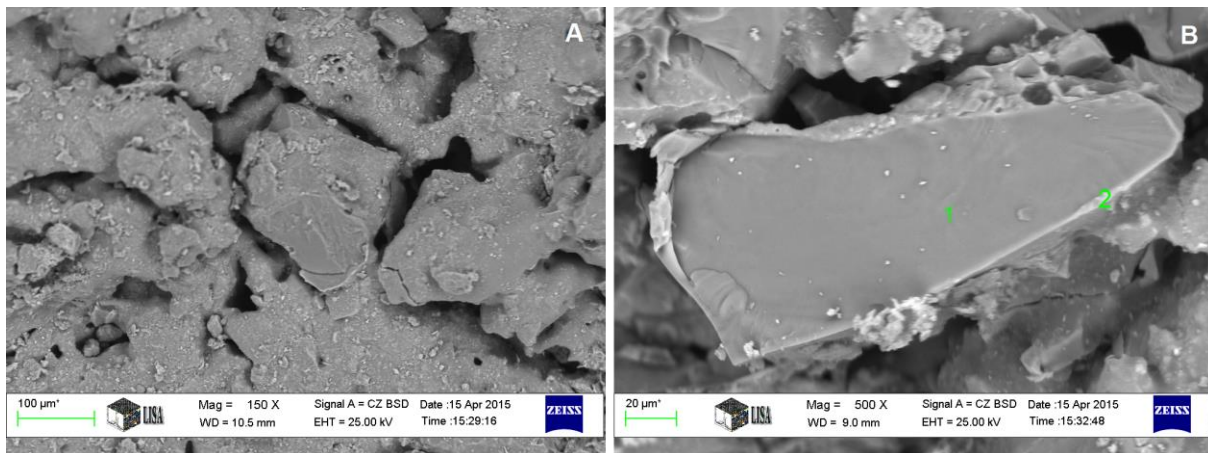
A 7. és 8. mintát a 45. objektumból előkerült, igen változatos szerkezeti jelleggel rendelkező egyazon salakdarabból (2014.4.795.) vettük (17. ábra), éppen annak heterogenitása miatt. Ez a darab morfológiailag némileg eltér a többi salaktól;

sárgás, világosszürkés szín, helyenként szivacsos, erősen üreges szerkezet és kis fajsúly jellemzi.



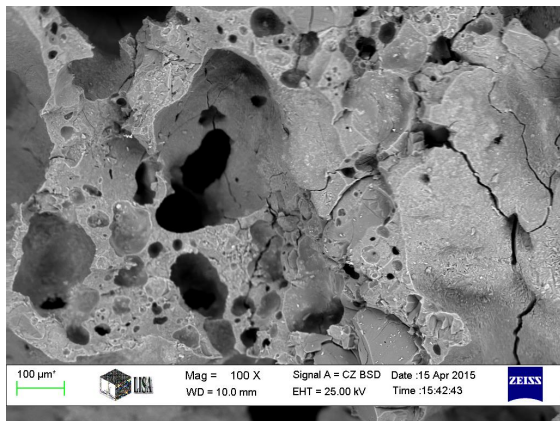
17. ábra: A 7. és 8. minta salakja a mintavételek helyeivel

Fig. 17.: Slag samples 7. and 8. with the places of sampling



18. ábra: A 7. minta jellemző SEM-képe (A) és egy nagyobb nagyítású kristályos (kvarcos) részlet (B)

Fig. 18.: A typical SEM-image of sample 7 (A) and a crystalline detail (quartz) at a higher magnification (B)



19. ábra: A 8. minta üreges szerkezetének SEM-képe

Fig. 19.: Sponge-like structure of sample 8.

A kémiai összetételét tekintve, mindkét minta esetében magas szilíciumtartalom figyelhető meg, a vizsgált minták közül - a tégelyhez tapadt, vélhetően üvegyártási mellékterméket kivéve - a legnagyobb értékben. Emellett legnagyobb arányban alumíniumot tartalmaznak. Vastartalmuk a 2. és 3. salakhoz hasonlóan igen alacsony, nátriumtartalmuk is hasonló mértékű, kalcium tartalmuk viszont az említett két mintához képest sokkal kisebb. A 7. minta esetében a részben amorf módon, részben kristályosan megszilárdult szerkezet nagyobb nagyítású felvételein (**18/B ábra**) magas szilícium-dioxid tartalmú, kristályos részek voltak találhatóak. A 8. minta SEM-felvétele a minta egy másik részéről ugyanakkor jellemzően szivacsos, üreges szerkezetet mutatott (**19. ábra**), EDS-vizsgálata viszont jellegében hasonló értékeket adott, mint a 7. minta esetében. A minták lokális és átlagos spektrumainak kémiai összetételei a **3. táblázatban**

találhatóak. A 8. minta esetében, nagyobb nagyításoknál találtunk olyan területet is, amelynek átlagos összetételében némileg megnövekedett (13-14%) Ca-tartalom volt detektálható.

A 7. és 8. minták XRD-vizsgálata alapján 30-40, illetve 25-35 tömegszázalék közötti amorf anyag feltételezhető, a háttéremelkedés alapján. Mindkét minta esetében 900-1000 °C környékén keletkező ásványfázisok mutathatók ki (a kvarc mellett diopszid, andezin, szillimanit, illetve kevés magnezioferrit). A kvarc valószínűleg maradványanyag, nem volt található a SiO₂-nak egyéb módosulata, ami olvadákból való kristályosodást jelentene.

Az anyagvizsgálati eredmények értékelése

A Nagymágocs-paptanyáról származó salakleletek komplex archeometriai vizsgálata alapján a vizsgálati minták alapvetően két csoportba oszthatók, melyekben további alcsoportok különíthetők el. Mindenképpen elkülönítendőek a 4., 5. és 6. salakminták, amelyek már morfológiai sajátosságai alapján is vélhetően vasművészeti tevékenységből származnak. Kémiai összetételük szerint alapvetően vasoxidok, azon belül is a nagy FeO (két vegyértékű vas oxidja) tartalom dominál. Elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján heterogén salakszerkezetet találtunk. Megdermedt szövetszerkezetük és kristályosodási jellegük jól beilleszthető az általunk korábban vizsgált vassalakok sorába (Gömöri & Török 2002; Török & Kovács 2010; Török et al. 2013; Török et al. 2015). Mindazonáltal a SEM vizsgálatok alkalmával prizmás poligonos szerkezetet is találtunk, amely felvetette a kérdést a salak eredetét tekintve. Többek között ezért, illetve a vizsgálatok komplexitása érdekében vizsgáltunk néhány mintát

röntgen-pordiffrakciós eljárással is. A vizsgálatok összesített konklúziójaként a 4., 5. és 6. salakminták olyan vasművességhez köthető darabok, amelyeknek heterogén szerkezetébe a kovácstűzhely vagy kemence falából származó maradványok is keveredhettek. A tevékenység, a szakma minden valószínűség szerint kovácsolás, és bár elméletben nem zárható ki a metallurgiai fázis sem (a salakösszetételek kapcsán nincs, ami ezt teljesen kizárná), de a salakleletek relatíve kevés mennyisége, illetve a bucakemence salakok tipikus formáinak - pl. folyósalak (Török et al. 2018) - és a bucakemencék, ércpörkölkök nyomainak teljes hiánya ezt nem valószínűsíti. Ugyanakkor a kohósítás és a kovácsolás salakjainak egymástól való megkülönböztethetőségének szempontjából a foszfortartalom egyfajta indikátor lehet, mivel előzőekben – ércminőségtől függően - gyakorta jelentős mértékben előfordul, addig utóbbiban sokkal kisebb mennyiségben – mint eseteinkben - vagy egyáltalán nem (Selskiené 2007). Az alacsony, vagy éppen hiányzó mangán- és titántartalom is inkább a kovácssalakok felé orientálja az azonosítást, mivel ez a két elem inkább az ércekre jellemző összetevő (Blackelock et al. 2009) és a bucaeljárás folytán jellemzően a kohótelepeken maradt salakokban képvisel nagyobb értékeket. Az ásványtani vizsgálatnál megállapított leucit tipikusan kálium-dús, szilícium-szegény olvadékból kristályosodhat ki, de lehet akár szilárd fázisú, termikus reakció eredménye is (Koch & Sztrókay 1966), azaz származhat huzamosabb ideig 1000-1400 °C-os hőmérsékleten használt kovácstűzhely, vagy valamilyen kemence kiegészítő agyagából. A többi salakminta vizsgálata nem hozott olyan eredményt, amely alapján bármelyiket egyértelműen vas- vagy egyéb fémműveségi tevékenységhez lehetne kötni. A vizsgált darabok ugyanakkor valamiféle tűzhely vagy kemence agyagból tapasztott oldalából származhattak, akár egyszer, akár több alkalommal 1000 °C körüli, vagy éppen nagyobb hőmérsékletre történt hevítés során keletkezett, salakszerű képződmény formájában. Az agyagsalakok nagy hőmérséklet hatására a kemence agyagos, tapasztott részéből keletkezettek és részben fizikai hatásra válhattak le. Tüzesetknél (háztűznél) hasonló jellegű anyag ég ki például a tapasztott paticsból.

Ezek sorából némileg kilóg a tégely oldaláról leválasztott tapadvány (1. minta). A tapadvány morfológiai sajátossága, kémiai összetétele, mikroszerkezete leginkább üvegalvasztáshoz kapcsolódó melléktermékre utal. Az üveg alapanyagának elkészítésére szolgáló tégely anyagából, a hevítés folyamán habos, szivacsos salakszerű anyag olvadt ki, amely alapvetően alumínium-szilikát. Ez keveredhetett a tégelyből származó félkész üvegalapanyaggal (kvarc, homok, szóda).

A nagymágocsi 73. számú, salakos objektum értékelése a szarmata kovácsműhelyek tükrében

A nagymágocsi telep esetében lehetséges, hogy a 73. objektumot korábban valamilyen ipari célra használhatták. Sajnos nem került elő a korábbi műhely működéséhez kapcsolható kemence vagy kovácstűzhely, amihez a salakokat kapcsolni tudnánk, így ezek értékelése is nehezebb. A feltárás képi és írásos dokumentációja alapján úgy látszik, hogy a korábban esetleg műhelyrészként, vagy valamilyen ipari célra használt objektumot valamilyen megszüntették vagy megsemmisült. Ezután alakíthatták át az objektumot, és hulladékgyűjtőként hasznosíthatták. Erre utal, a 73/C objektumrész tapasztott alrészre, mely esetleg a korábbi ipari tevékenység színteréhez tartozhatott. A dokumentáció alapján a 73/C objektumrész vágta a 73/A objektum, mely esetleg a műhely felhagyása utáni tereprendezéshez, vagy esetleg még az objektum működéséhez kapcsolható időszakos bővítéshez köthető.

A 73. objektum betöltéséből előkerülő rengeteg paticsödredék eredetileg a feltételezhető épületben kialakított kemencéhez vagy tűzhelyhez tartozhatott. Ezek alapján a feltárt objektumból az elpusztult műhely maradványai kerültek elő, tehát az elpusztult kemence maradványai, a műhelyben létrejött salakok és ipari hulladékok, valamint az egyik üzött tevékenység eszközkészletének egyik darabja, a tégely.

Végigtekintve a szarmata vasműves településeken, a műhelyekre és a helyi fémmegmunkálásra vonatkozóan eltérő, és sok esetben kérdéses funkciójú munkaterületeket és ipari objektumokat találunk. A lelőhelyek között a szórványos vasiparhoz köthető leletanyag és objektumok mellett mindössze két lelőhelyen került elő teljesnek mondható szarmata kovácsműhely (Kulcsár & Jakab 2009, 55-65; Lönhardt 2014; Székely 2012; Székely 2015). A Nyíregyháza-Rozsrétszőlő 36/c és Üllő 5. lelőhelyen feltárt kovácsműhelyek félig földbemélyített műhelyek voltak, melyek korábban esetleg házakként funkcionálhattak, és amelyeket a műhellyé alakítás során kibővíthettek. Mindkét lelőhelyen műhelyhez tartozó kovácstűzhely maradványa, rengeteg vassalak és kovácsreve került elő. Üllő nyomai mind az üllői, mind a rozsrétszőlői lelőhelyen megfigyelhetők voltak, viszont szerszámok csak az utóbbi lelőhelyen kerültek elő (Kulcsár & Jakab 2009, 59; Lönhardt 2014). Az üllői műhely szűk környezetében több kérdéses funkciójú, átégett falú objektumot tártak fel, melyek valószínűleg a kovácsműhely működésével állhattak kapcsolatban (Kulcsár & Jakab 2009, 59).

Több vassalakos lelőhelyen dokumentáltak tűzhelyre, illetve kemencére utaló nyomokat,

viszont ezek többségéről hiányos információk állnak rendelkezésünkre. Berettyóújfalu, Nagy Bócs-dűlőn a két előző lelőhelyhez hasonló, földbe mélyített objektum közepén elhelyezett kovácstűzhelyet tártak fel, azonban további információ nem áll rendelkezésünkre (Dani et al. 2006, 5-32). Katymár, Téglagyáron tűzhelyfenék és egy kemenceszerű építmény nyomait (Gömöri 2000, 89-90.), Soroksáron pedig vaskohászati tevékenységhez kötött kemencét tártak fel (Pető 1991, 223). Tekintve, hogy a kemence belsejében salakanyag nem került elő, és méreteit tekintve is nagyobb a hasonló célokra használt kohóknál és kovácstűzhelyeknél, vasipari funkciója kérdésesnek mondható (Gömöri 2000, 177). Szegvár-Oromdűlő és Biharkeresztes, Ártánd-Nagyfarkasomb lelőhelyek kevert etnikumú közösségeinek településein vasolvasztó kemence/kohó maradványait dokumentálták (Istvánovits et al. 2005, 63, 79; M. Nepper 1984, 226), de a kemencék pontos felépítésére vonatkozóan nincsenek információink, ami hiányában kohóként való értelmezésük is megkérdőjelezhető.

A nagymágocsihoz hasonló, többtagú gödörkomplexumot Ecsér 7. számú lelőhelyén tártak fel. Az ásatók megfigyelése alapján a korábban anyagnyerő helyként használt gödöregyüttesek alján füstölőket, kemencéket alakítottak ki és egyéb tüzeléssel kapcsolatos tevékenységet folytattak. Az egyik ilyen objektumból nagyszámú vassalak, ércpörkölkök és 3 darab vasbalta is előkerült (Kulcsár et al. 2006, 231-233). A telepen folytatott további feltárás során öntőtégely darabok és öntésből származó melléktermékek, illetve egy fűjtatónyílásos tapasztásdarab is napvilágra került (Tari et al. 2007, 194-196). Véleményünk szerint a nagymágocsi objektum több periódusra kiterjedő használata és többfunkciós jellege okán jól beleillik az eddig feltárt szarmata vasipari objektumok sorába, viszont pontos ipari funkciója a rendelkezésre álló adatok alapján nem állapítható meg biztosan.

A nagymágocsi tégely szerepe a település iparában

Az utóbbi évek alföldi szarmata telepein több alkalommal kerültek elő a nagymágocsihoz hasonló kivitelezésű öntőtégely maradványok, melyeket bronz- és ólomöntéshez használtak - Óföldéák-Ürmös, M43 9-10. lelőhely; Kiskundorozsma, Daruhalom-dűlő III.; Kecskemét, Mercedes RL, 5. lelőhely (Sóskuti 2014); Ecsér, 7. számú lelőhely (Tari et al. 2007, 194-196); Tiszaföldvár-Téglagyár (Vaday 2005, 151-198) - de teljesen mondható feltárt műhelyt csupán Tiszaföldvár-téglagyárról ismerünk. A telepeken folytatott fémműves ipar jellegére az előkerült olvadékok és fémsalakok utalnak. Az óföldéái, kecskeméti és kiskundorozsmai lelőhelyeken bronz- és

ólomöntésből származó olvadékok mellett vassalakok is előfordultak (Sóskuti 2014), ami azt bizonyíthatja, hogy a településen színesfémolvasztó- és vasmegmunkáló műhely is működött. A nagymágocs-paptanyai telep esetében az anyagvizsgálatra kiválasztott minták egy része egyértelműen alátámasztotta a településhez tartozó vasműves műhely működését, azonban az egyértelmű színesfémolvasztáshoz köthető maradványok hiányában a tégelyt csupán a korabeli szarmata telepek hasonló leletei alapján tudnánk a színesfémolvasztáshoz kötni. Ennek ellenére lehetséges, hogy a telepen előkerült további salakok között színesfémolvasztás melléktermékeként létrejött salakok is vannak, viszont ismerve a lelőhely salakleleteit azok csoportosítása csupán morfológiai jellemzők alapján nem lehetséges. Ezek alapján a tégely funkciójának meghatározásához jelenleg csupán a korabeli analógiák és a tégely anyagvizsgálati eredményei állnak rendelkezésünkre.

A tiszaföldvár-téglagyári műhelyben feltárt öntőtégelyek agyagból készültek, egy részüket kis öntőtöcsővel is ellátták. A lekerekített aljú, kúpos edénykéik közül sok példány erősen megégett. A külső felületüket borító lefolyt bronz és üvegesre olvadt szilikát salak arra utal, hogy a tégelyeket nem csupán egy, hanem több öntési folyamat során is használták (Vaday 2005, 159). Doina Benea a dáciai római táborokban feltárt öntőtégelyeket méreteik alapján két csoportra osztotta, különválasztva a 6-9 cm-es bronzöntésre-, és az 1,8-3,5 cm magasságú, nemesfémek öntéséhez használt tégelyeket. Ezeket a típusú kisméretű öntőtégelyeket finomabb agyagból készítették, és külső oldalukat védőréteggel látták el, hogy a lecsöppenő fém ne tapadjon a tégely felületére. Leginkább kimondottan kisebb tárgyak, ékszerek, ruházati kiegészítők készítésére specializálódott műhelyekben voltak használatosak (Benea 2002 37; Schwartz 2011, 60).

A tiszaföldvári tégelyek a dáciaiakhoz hasonlóan lefelé szűkülő, kúpos alakúak, és bár 3,9 cm-es magasságukkal közelebb állnak a kis tárgyaknál használt öntőtégelyek csoportjához, mégis a Benea által meghatározott két kategória közé esnek. Ez alapján felmerül a kérdés, hogy a méretbeli eltérés magyarázható-e csupán az eltérő barbár ötvös technikával (Schwartz 2011, 60). A pannoniai bronzműhelyekben előkerült tégelyek ennek ellentmondani látszanak. A provincia területén feltárt tégelyek méretüket tekintve 4,5 cm-es kis daraboktól egészen a 12,2 cm-es nagyméretű darabokig változatos formában és kialakításban találhatók meg. A pannoniai típusokra leginkább a tiszaföldvári és nagymágocsi tégelyekhez hasonló kónikus, csúcsos aljkiképzés jellemző. Ez a kialakítás segítette a legjobban a gyorsabb hővezetést és a fém olvadását (Sely 2013, 89). A

pannoniai darabok általában szürke színűre égetett agyagból készültek, felületükön kisebb kavicsokból álló szemcsés soványítás nyomai figyelhetők meg. Ez legjobban azoknál a salakmentes tégelyeknél figyelhető meg, melyek nem voltak használatban, és kerámia felületük jól látható (Sely 2013,89-90). Gyártásuknál a korábban használt, összetört példányok darabjait az új tégely anyagához adott soványító anyagként hasznosíthatták.

Figyelembe véve, hogy a tégelyek a fém hevítésekor nagy hőmérsékletnek voltak kitéve, oldalukon a kerámia anyagából a hevítésre reagáló karbonát-dús anyag kiégett, üveges salakréteget alkotva a tégely oldalán. Ez a kiolvadt salakanyag olyan, mint ami a nagymágocsi tégely külső felületét is teljesen beborítja.

A további kutatások során érdemes lenne további salakleleteket anyagvizsgálat alá vetni, illetve az eddig előkerült tégelyeket összehasonlítani. Jelenleg a tégelyek fajtái és a bennük olvasztott fémek közötti összefüggésekre nincsenek pontos adataink. Sely Nikolett a pannoniai darabok kapcsán veti fel annak a lehetőségét, hogy a kisebb hőbírású, sárga színű, vékony falú tégelyeket kifejezetten ólomöntésre használhatták (Sely 2013, 89-90). A szarmata Barbaricum területén előkerült példányok vizsgálatával az ólom- és bronzöntés folyamataira, a leletek összehasonításával pedig technológiai háttérére vonatkozóan juthatnánk további információkhoz.

A Nagymágocs-Paptanyán feltárt tégely az anyagvizsgálatok eredményei alapján eltér a színesfémöntéshez használtaktól. A tégely külső oldalát beborító, üvegszerű anyag a kémiai és mikroszkópos vizsgálati eredmények alapján üvegolvasztáshoz kapcsolható salak, amely egyúttal a tégely anyagából kiolvadt, szilikátos anyagból is áll. A kémiai elemzés semmilyen színesfémolvasztásra utaló összetevőt nem mutatott ki mérhető mennyiségben a salak összetételében. Amennyiben színesfémolvasztáshoz használták volna a tégelyt, a salakban - még ha csak kis mértékben is - de kimutathatók lettek volna annak nyomai.

A szarmata Barbaricum területéről eddig nem került elő egyértelmű, anyagvizsgálati eredményeivel is igazolt, üvegolvasztásra utaló nyom. Bár Abony, Kis Mihály-tó dűlő szarmata lelőhelyén üvegolvasztásra utaló salakokat is említenek (Madaras & Dinnyés 2004, 150), éppen a nagymágocsi salakleletek vizsgálatának eredményei mutatnak rá arra, hogy a salakok ipari technológiához való kapcsolása, csupán morfológiai tényezők alapján, anyagvizsgálatok nélkül (a jellegzetesnek mondható leletek esetében is) erősen megkérdőjelezhető.

A korabeli üveg három fő nyersanyaga a homok, a mészkő és a natúr szóda volt (Fórizs et al. 2012,

469). A kvarchomok magas olvadáspontjának csökkentése érdekében nátrium- és/vagy káliumtartalmú folyósító anyagok segítségével az olvadáspont csökkentését, a mészkő hozzáadásával pedig a kémiai stabilitást tudták biztosítani (Fórizs 2008, 114-115). A gyártás során nyersüveg rögöket használhattak, illetve a törött üvegeket is újra felolvasztották, mivel ezek segítették és meggyorsították a nyersanyagok összeolvadását. A kerámiából vagy kőből készült olvasztótégelyek mérete az olvasztókemence nagyságától és az olvasztandó üveg mennyiségétől függött (Dévai 2013, 87-89). Anyaga és mérete alapján a nagymágocsi, viszonylag kisméretű (3 cm magas) tégelyt üvegyöngyök alapanyagának olvasztásához használhatták.

A korabeli üvegművesség technológiájához kapcsolódó legújabb kutatásokat a Brigetio-ban (Komárom-Szöny, Vásártér 13. lelőhely) feltárt római üvegműhely kapcsán folytattak. A Pannoniában feltárt üvegműhelyek közül elsőként a brigetioi üvegekészítő műhely leleteit vetették alá műszeres analitikai vizsgálatoknak, sajnos azonban ebben az esetben sem salakokat, hanem kész termékeket és hulladék anyagot vizsgáltak (Fórizs et al. 2012, 469).

A Szegvár-oromdűlői avar leletanyagban felbukkanó, a szarmata sírokból származó üvegyöngyök kapcsán több Csongrád megyei lelőhely szarmata üvegyöngyleteinek végeztek vizsgálatokat, ami alapján két fő alapüveg típust különítettek el. A provinciákból származó római alapüveg típus mellett a szarmata leletanyagban számottevően jelen vannak a mezopotámiai típusú alapüvegből készült, keleti műhelyekből származó termékek is (Fórizs et al. 2001, 69-73). A Dáciában Benea által lokalizált tibiscumi, szinte kizárólag üvegyöngyöket gyártó műhelyhez (Benea 1995, 193-200) hasonlóan az előkerült leletek alapján a brigetioi műhely fő terméke is az üvegyöngy volt. A brigetioi műhelyben feltárt római gyöngytípusoktól eltérő darabok arra utalnak, hogy Brigetióban a tibiscumi műhelyhez hasonlóan a Barbaricum népei számára is készíthettek gyöngyöket (Dévai & Gelencsér 2012, 73-74). A mezopotámiai alapüveg alapvetően homok, mészkő és sőtűró növény hamujának keveréke (Fórizs 2008, 115-116; Fórizs et al. 2001, 73).

Sajnos a salakleletek alapján az alapüveg típusa nem határozható meg. A nagymágocsi tégely kapcsán is felmerül a kérdés, hogy ezekben az esetekben a keleti műhelyek csupán a késztermékek (gyöngyök) vagy esetleg az üvegolvasztáshoz szükséges folyósító anyagok származási helyei is egyben (Fórizs 2008, 119). Ennek eldöntése még további, sokrétű kutatást igényel.

A feltételezhetően üvegolvasztáshoz használt tégely a Nagymágocs-paptanyai leletanyagban nem

feltétlenül determinálja a telepen történő üvegolvasztást, mivel az egyéb salakokkal együtt, az utolsó periódusában már szinte biztosan csak hulladékgödörként használt objektumból került elő. A település leletanyagában ráadásul csupán egy üveggyöngy és minimális üvegszilánk került elő.

Az elhanyagolható mennyiségű üveg maradvány természetesen nem zárja ki azt a feltételezést - ami a telephez tartozó kovácsműhely esetében is fennáll -, hogy az üveggyártás a többi tűzveszélyes műhellyel együtt a település külső zónájára (ebben az esetben a feltáratlan területekre) lokalizálható.

Összegzés

Végigtekintve a szarmata eredetű, feltételezhetően vasműves településeken, a műhelyekre és helyi vasmegmunkálásra vonatkozóan eltérő és sok esetben kérdéses funkciójú munkaterületeket, ipari objektumokat és salakleleteket találunk. Az objektumok és az iparrégészeti jellegű leletek meghatározása nem könnyű feladat, és sajnos a legtöbb esetben igen költséges vizsgálatokra csak ritkán kerülhet sor.

Esetünkben a salakok, salakszerű anyagok archeometriai vizsgálatai révén igencsak változatos képet kaptunk. Azonosítható volt vasművességhez köthető melléktermék, amely jó párhuzamba állítható más alkalommal, más korszakból (kelta, avar, Árpád-kori) származó, konkrét műhelyekhez köthető salakok vizsgálati eredményeivel. Ugyanakkor olyan mintákat is vizsgálhattunk, amelyek nem annyira féművesség közvetlen salakja, hanem inkább jelentős hőhatás miatt kialakult patics-jellegű, salakszerű melléktermék lehetett, akár tűzhely vagy kemence agyagfalából kiolvadva. A tégelyről leválasztott, minden valószínűség szerint üvegekészítés melléktermékeként azonosítható tapadványdarab pedig végképp exkluzívá tette a vizsgálati palettát.

Reméljük, hogy a Nagymágocs-Paptanyán előkerült salakleletek komplex vizsgálatainak eredményei, - kiváltképp a Kárpát-medencei szarmata leletanyagban ez idáig egyedülálló üvegolvasztásra használt tégely - további archeometriai vizsgálatokat irányoz elő nem csak az újonnan feltárt, de a már korábban múzeumi gyűjteménybe vett leletanyagok esetében is.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ez úton is megköszönik Kovács Árpád (ARGUM - SEM-EDS vizsgálatok), Kristály Ferenc (ARGUM - XRD vizsgálatok) és Hangonyiné Tóth Gréta (FUROL Kft. – ICP-OES vizsgálatok) segítségét, az anyagvizsgálatokban történő közreműködésüket, illetve Sós Dánielnek a mintavételben, illetve annak képi megjelenítésében nyújtott segítségét.

Felhasznált irodalom

BENEA, D. (1995): Un atelier de verrier à Tibiscum. Actes du XIXe Congrès International de l'Histoire de la Verre, Amsterdam 28 aug.- 4 sept. 1995, Amsterdam. *Annales* **13** 193–200.

BENEA, D. (2002): Römische Werkstätte in Dakien (I) (mit Bezugnahme auf die Herstellung von Schmuckstücken und militärische Ausrüstungsgegenstände aus Bronze). In: KOLNÍK T., KUZMOVÁ K., PIETA K. & RAJTÁR J. szerk., Zwischen Rom und dem Barbaricum. Festschrift für T. Kolník zum 70. Geburtstag. *Archaeologica Slovaca monographiae* **5**, Nitra, Archäologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, 31–53.

BLAKELOCK, E., MARTINÓN-TORRES, M., VELDHUIJZEN, H. A. & YOUNG, T. (2009): Slag inclusions in iron objects and the quest for provenance: an experiment and a case study'. *Journal of Archaeological Science* **36** 1745–1757.

DANI, J., SZILÁGYI, K. A., SZELEKOVSKY, M., CZIFRA, Sz. & KISJUHÁSZ, V. (2006): Előzetes jelentés a Berettyóújfalu, Nagy Bócs-dűlő lelőhelyen 2004-2005 során végzett megelőző feltárásról. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti Kutatások Magyarországon*. Kulturális Örökségvédelmi Hivatal & Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 5–32.

DÉVAI, K. (2013): Terminológiai alapfogalmak régészeti korú üvegtárgyak elemzéséhez. *Dissertationes Archaeologicae Ser. 3. No. 1*. Budapest, 85–112.

DÉVAI, K. & GELECSÉR, Á. (2012): Római kori lakóház és üvegműhely Brigetióból. The secondary glass workshop in the civil town of Brigetio. *Komárom-Esztergom Megyei Múzeumok Közleményei*, Tata **18** 59–102.

FÓRIZS, I. (2008): Üvegekészítés Magyarországon a kezdetektől a XVIII. századig. *A Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat. Bányászat*, Miskolc **74** 113–136.

FÓRIZS, I., NAGY, G. & DÉVAI, K. (2012): Brigetiói üvegleletek műszeres analitikai vizsgálata. Analytical investigations on the glass findings from Brigetio. In: BÍRÓ Sz. szerk., *FIRKÁK II. Fiatal Római Koros Kutatók II. Konferenciakötete* 2007, 2009. Győr, 469–476.

FÓRIZS, I., PÁSZTOR, A., NAGY, G. & TÓTH, M. (2001): Avar és szarmata gyöngyök Csongrád megyéből. *A Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve XXIII* „Hadak útján” konferenciakötet, Szekszárd. 69–78.

GÖMÖRI, J. (2000): Az avar kori és Árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannoniában (*Magyarország Iparrégészeti lelőhelykatasztere I.*

Vasművesség). A Soproni Múzeum, és az MTA VEAB Iparrégészeti és Archeometriai Munkabizottsága kiadványa, Sopron. 1–376.

GÖMÖRI, J. (2012): A pannoniai római kori vaskohászat továbbélésének kérdése. A Sopron-Deák téri, Árpád-kori vasolvasztó műhelyek. Die Frage des Weiterlebens der römerzeitlichen Eisenverhüttung in Pannonien. Die Werkstätten der Eisenproduktion von Sopron-Deák tér. In: VIDA T. szerk., *Thesaurus avarorum*. Budapest 25–36.

GÖMÖRI, J. & TÖRÖK, B. (2002): Technical Examination of the Early Medieval Ferrous Metallurgical Finds from Hungarian Sites. In: JEREM E. & T. BIRÓ K. eds., *Archaeometry 98*, Proceedings of the 31st Symposium, Budapest (1998), *Archaeolingua, British Archaeological Reports (BAR) International Series 1043 (II)*, Oxford 375–381.

ISTVÁNOVITS, E., LŐRINCZY, G. & PINTYE, G., (2005): A szegvár-oromdűlői császárkori telep. *A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve – Studia Archaeologia*, Szeged **11** 51–114.

KOCH, S. & SZTRÓKAY, K. I. (1966): Ásványtan I-II. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1–931.

KULCSÁR, V. & JAKAB, A. (2009): A szarmata vasművesség nyomai Üllő 5. lelőhelyről (Pest megye). In: NAGY Z. & SZULOVSKY J. szerk., *A vasművesség évezredei a Kárpát-medencében*, Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, Szombathely, 55–65.

KULCSÁR, V., NAGY, A., PESTI, K., PATAY, R., RÁCZ, T. & VOICSEK, V. (2006): Ecser, 7. sz. lelőhely. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti Kutatások Magyarországon 2005*. Budapest 2006. 231–233.

LÖNHARDT, D. (2014): Kovácmesterség. A rozsrétszőlői kovácműhely. <http://josamuzeum.hu/regesz/rolunk/tortenetek-es-ismeretterjesztok/mestersegek-es-mesteremberek-nyomaban/a-kovacsmesterseg/> utolsó letöltés ideje: 2019.11.23.

MASEK, Zs. (2014): A késő római és kora népvándorlás kori gyorskorongolt házikerámia változásai az Alföld központi területein. Technological changes in the production of wheel-thrown coarse pottery in the central region of the Great Hungarian Plain in the Late Roman and Early Migration Period. In: ANDERS A., BALOGH Cs. & TÜRK A. szerk., *Avarok pusztái. Régészeti tanulmányok Lőrinczy Gábor 60. születésnapjára*. 193–201.

MADARAS, L. & DINNYÉS, I. (2004): Abony, Kis Mihály-tó-dűlő. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti Kutatások Magyarországon 2003*. Kulturális Örökségvédelmi Hivatal és Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 150.

M. NEPPER, I. (1984): Császárkori szarmata telep Biharkeresztes Ártánd-Nagyfarkasdombon. *A Debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1982*. Debrecen 101–241.

PETŐ, M. (1991): Római kori (szarmata) település Soroksáron. *Budapest Régiségei* **28** 223–235.

SCHWARCZ, D. (2011): Szarmata fémművesség a tiszaföldvár-téglagyári temető 84. sírjában található ékszerek tükrében. In: BÍRÓ Sz. & TOMKA G. szerk., *Hadak útján 2008. A népvándorlaskor kutatóinak XIX. konferenciája*. Győr-Moson-Sopron Megyei Múzeumok Igazgatósága, Győr 57–70.

SELSKIENÉ A. (2007): Examination of smelting and smithing slags formed in bloomery iron-making process. *Chemija* **18/2** 22–28.

SEY, N. (2013): A pannoniai római kori bronzművesség műhelykérdései. *Doktori disszertáció*, Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Bölcsészettudományi Kar, Budapest, 1–158.

SÓSKUTI, K. (2014): Fémmegmunkálás emlékei dél-alföldi késő szarmata településeken, különös tekintettel az agyag mellfalazat leletekre (Remains of metallworks found in Sarmatian settlements in Southern Hungary, with special regard to twyer-panels made of clay). „A vaskohászat és a fémművesség régészeti emlékei, különös tekintettel a római császárkori Barbaricum területére” elnevezésű nemzetközi szemináriumon elhangzott előadás. Szeged, 2014. szeptember 22. <https://veab.mta.hu/index.php?page=news&newsid=1078>

SZÉKELY, A. K. (2012): A szarmata vasművesség kialakulásának és technológiájának kérdésköre. *Közöletlen szakdolgozat*. Szegedi Tudományegyetem, Bölcsészettudományi Kar, Szeged, 1–110.

SZÉKELY, A. K. (2015): A vasművesség évszázadai. Adatok a római, germán és szarmata vasművességhez a Kárpát-medencében. Függelék: Nagymágocs-Paptanya hunkori szarmata településéről származó salakok archeometallurgiai vizsgálata. *Közöletlen szakdolgozat*. Szegedi Tudományegyetem, Bölcsészettudományi Kar, Szeged, 1–127.

TARI, E., MÉRAI D. & ROSTA, Sz. (2007): Ecser, 7. sz. lelőhely. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti Kutatások Magyarországon 2006*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 194–196.

TÖRÖK, B. & KOVÁCS, Á. (2010): Crystallization of Iron Slags Found in Early Medieval Bloomery Furnaces. In: 5th International Conference on Solidification and Gravity, Miskolc-Lillafüred, Hungary (2008) *Materials Science Forum* **649** Trans Tech Publications, Switzerland p. 455–460. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.64.9.455>

TÖRÖK, B. (2011): A Cegléd 4/14.; 4/17. és 4/19. számú Árpád-kori lelőhelyekről származó vassalakok és vastöredékek műszaki vizsgálata. In: RAJNA A. szerk., *Régészeti Tanulmányok - Studia Comitatusia* **31** Pest Megyei Múzeumok Igazgatósága, Szentendre, 2011. ISBN 978-963-9590-46-5 444–450.

TÖRÖK, B., KOVÁCS, Á., BARKÓCZY, P. & KRISTÁLY, F. (2013): Ordacsehi-Csereföld kelta településéről származó vassalak és vastárgyak anyagvizsgálata és készítés-technológiai vonatkozásai. Materials testing and production technology investigation of iron tools and slag from a Celtic settlement of Ordacsehi-Csereföld. *Archeometriai Műhely* **X/1** 23–32.

TÖRÖK, B., KOVÁCS, Á., GALLINA, Zs. (2015): Iron metallurgy of the Pannonian Avars of the 7-9th century based on excavations and material examinations. *Der Anschnitt, Beiheft* **26**, Bochum, 229–237.

TÖRÖK, B. GALLINA, ZS., KOVÁCS, Á., & KRISTÁLY, F. (2018): Early medieval iron bloomery centre at Zamárdi (Hungary) - Complex archaeometrical examinations of the slags; *Archeologické rozhledy* **LXX/3** 404–420.

VADAY, A. (1984): Késő-szarmata agyagbográcsok az Alföldön. (Spätsarmatischen Tonkessel von der Tiefebene.) *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve 1980/81*. Szeged 31–42.

VADAY, A. (2005): Adatok a szarmaták fémművességéhez (Tiszaföldvár-Téglagyár). *A Szántó Kovács Múzeum Évkönyve* **7** Orosháza, 151–198.

VÖRÖS, G. (1998): Településszerkezet és életmód az alföldi szarmaták falvaiban. In: HAVASSY P. szerk., Jazigok, alánok, roxolánok. Szarmaták az Alföldön. Az Erkel Ferenc Múzeum és a Móra Ferenc Múzeum kiadványa, Gyula *Gyulai Katalógusok* **6** 49–66.

DEVELOPMENT OF IOT-BASED CONDITION SURVEY UNITS TO MONITOR SALT DAMAGES ON PLASTERED AND RENDERED SURFACES*

IOT ALAPÚ ÁLLAPOTRÖGZÍTŐ ESZKÖZÖK FEJLESZTÉSE VAKOLT FELÜLETEK SÓKÁROSODÁSÁNAK MONITOROZÁSÁRA

VIDOVSKY, István¹ & PINTÉR, Farkas²

¹Budapest University of Technology and Economics, Department of Construction Technology and Management, Műegyetem rkp. 3. H-1111 Budapest, Hungary

² Scientific Laboratory, Institute of Conservation, University of Applied Arts Vienna, Salzgies 14/1, A-1010 Vienna, Austria

E-mail: vidovszky.istvan@epk.bme.hu, farkas.pinter@uni-ak.ac.at

Abstract

Moisture and salt-induced damages are common problems at heritage sites and buildings. Efficient solutions for complex salt-related problems frequently require the in-situ monitoring of surface changes (i.e. the behavior of salts and moisture) along with the periodical presence of an observer on-site, which is a time-consuming procedure. In the frame of this study, two simple, automated units were developed in order to investigate the changes caused by salt crystallization on a plastered laboratory test surface and an interior masonry structure. We present the development of remotely managed, automated, single-board computer-based condition survey units and the preliminary experience obtained during the test phases under laboratory and on-site conditions. The tests showed that our low-budget systems are able to monitor the alterations on the surfaces and detecting the climatic changes during the measuring period. The comparison and correlation of climatic data and digital images allow a direct interpretation of the behavior of salts on the surface.

Kivonat

Örökségi területeken, védett épületek esetében általános problémának tekinthetők a nedvesség és sókárosodások okozta gondok. Az összetett sókárok hatékony kezelése gyakran igényli a sérülékeny felületek folyamatos helyszíni monitorozását (a só- és nedvesség hatások viselkedésének követését), amely egyrészt időigényes tevékenység, másrészt a megfigyelő rendszeres, helyszíni jelenlétét teszi szükségessé. Jelen kutatás keretében két egyszerű automatizált megfigyelő egység fejlesztésére kerül sor a sókristályosodások által okozott változások laboratóriumi tesztfelületen és helyszíni, beltéri falfelületen való megfigyelésének céljából. A távolról vezérelhető, automatikus egylapos számítógép (single-board computer) alapú állapot-megfigyelő állomások fejlesztésével kapcsolatos előzetes tapasztalatokat mutatunk be laboratóriumi és világhálóra támogatott helyszíni körülmények között. Az előzetes eredmények alapján az általunk fejlesztett alacsony költségvetésű rendszerek alkalmasnak tűnnek a tesztfelület változásainak monitorozására és a klimatikus körülmények állapotadatainak egyidejű rögzítésére. A digitális képek és a klímaadatok összevetése lehetővé teszi a sókárosodások és a klímamutatók közötti közvetlen összefüggések értelmezését.

KEYWORDS: CONDITION SURVEY OF BUILDINGS, AUTOMATED DIAGNOSTIC SYSTEM, IOT-BASED BUILDING MONITORING

KULCSSZAVAK: ÉPÜLETEK ÁLLAPOTFIGYELÉSE, AUTOMATIZÁLT DIAGNOSZTIKAI RENDSZER, IOT ALAPÚ ÉPÜLETMONITOROZÁS

* How to cite this paper: VIDOVSKY, I. & PINTÉR, F., (2020): Development of IoT-based condition survey units to monitor salt damages on plastered and rendered surfaces, *Archeometriai Műhely XVIII/1* 45–54.
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-003](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-003)

Introduction

Problems caused by the combination of moisture and damaging salts are well-known phenomena at heritage sites and historic buildings. The appearance of moisture and salt damage in historical and contemporary structures can be provoked by several factors, which have been discussed by many studies in detail (e.g. Hees at al. 2009; Grassegger & Schwarz 2009; Siedel 2009; Lopez-Arce et al. 2009, Brüggerhoff et al. 2009, Ferdyn-Grygierek et al. 2020).

The exact identification of salts and the interpretation of their role in provoking damages require a sophisticated approach that has to take into account many parameters of complex mineral systems. The most critical factors determining and influencing the behavior and distribution of salt systems are:

- petrophysical characteristics of the affected materials;
- the possible presence of chemically reactive and/or soluble components contained in them;
- climatic conditions of the external environment and thermo-hygric parameters of the pores;
- kinetics of reactions to achieve equilibrium under given external and internal conditions.

Due to this complexity, the successful solution of salt-related problems in conservation and civil engineering requires the combination of qualitative and quantitative analysis of the components, the determination of their distribution, and the study of their behavior under the given environmental parameters (Bläuer-Böhm 2005).

The investigation of salt-laden mineral materials comprises different analytical methods used to determine the crystalline salt phases directly by e.g. optical and electron microscopy, XRD and FTIR, or measuring the ionic composition of aqueous solutions by ion chromatography or ICP-MS (Steiger et al. 1998, Bläuer-Böhm 2005). While phase analyses offer a prompt and accurate identification of salts, and this information is often indispensable when interpreting the behavior of a complex salt system, they can only provide selective data about components crystallized on a surface at a certain time (Bläuer-Böhm 2005). On the contrary, bulk chemical analyses recording water-soluble salt components allow more detailed insight into the nature of a salt system. Nevertheless, the behavior of such systems can only be accurately interpreted if the measured quantity of ionic salt components is obtained as a function of the changing climatic parameters. Although there are thermodynamic models that can fulfil the above

requirements (Bionda 2002-2005; Steiger 2009), exact sampling, accurate analytical work, and sufficient experience are indispensable factors to obtain clear results (Steiger & Heritage 2012). Consequently, the in situ, automated (long-term) monitoring of changes occurring on (rendered) surfaces of masonries along with data acquisition can provide direct information about the climatic dependence and behavior of moisture and/or salt-induced damages in the structure without knowing the exact compositions of the salts in the substrate.

Some research already established a proper system for diagnostics and monitoring of the condition of historic buildings and sites (Hees at al. 2009; Laue at al. 2009; Juling & Franzen 2009; Bruno at al. 2018), and recently the automation of some aspects of the monitoring has also been tested by Internet of Things (IoT) based technologies such as wireless sensor networks (WSN) (Madakam et al. (2015). Further interesting aspects can be found in the research of Zehnder & Schoch (2009), who applied an automated system for on-site monitoring of efflorescence on stone surfaces using suspended hand-cameras, or in the investigation of Perles et al. (2018) who applied networks of sensor nodes for data collection purposes on a heritage site.

The goal of the research was to develop a system to collect climatic data and monitor the changes (i.e. the behavior of salts and moisture) on a wall surface without continuous human presence at the same time. The used tools are IoT-based automated inspection units with Wi-Fi and web-connection, which, according to our future development plans, can later be elements of a system for the regular remote monitoring of historic sites and buildings.

The IoT devices demonstrated here were used to take digital images and detect the temperature and relative humidity automatically in previously defined time intervals making a continuous human presence on the sites unnecessary. Consequently, the above configuration allows a remote interpretation of the collected data and the constant analysis of the surface condition.

Research method

The IoT devices for condition monitoring

In the frame of the project, two units were developed. The base unit was comprised of a Raspberry Pi Zero W single-board computer (SBC) equipped with a Raspberry Pi V 2.1 camera module. The first unit (**Fig. 1.**) was used in a laboratory environment; the second one (**Fig. 2.**) was installed for on-site monitoring. In both cases Raspbian Linux operation system was installed on a 16-gigabyte micro SD card that was used for data storing at the same time.

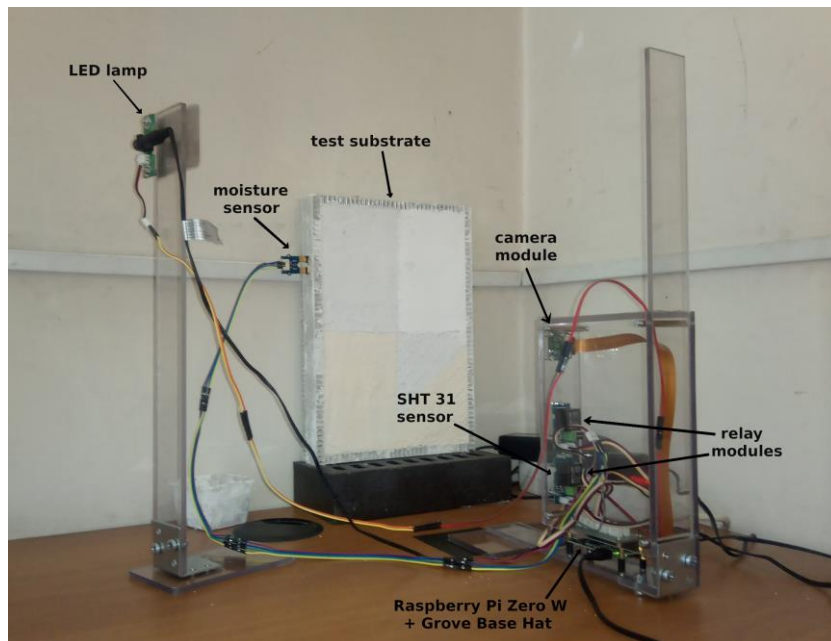


Fig. 1.:
The first survey unit (IoT device): The LED lamp, the test substrate and the condition survey unit with the sensors and the camera

1. ábra:
Az első állapotörögzítő egység (IoT eszköz): A LED-lámpa, a tesztfelület és az állapotörögzítő egység a szenzorokkal és a kamerával

In this setup the two units are more than a data logger or a sensing node, as both were equipped with cameras and were running a full functioning operating system.

In the first unit, the Raspberry Pi was extended with a Grove Base Hat to connect the sensors with the relays. Relative air humidity (RH) and temperature (T) were measured by a CMOSens® chip-based capacitive SHT31 Grove I²C temperature and humidity sensor (accuracy is $\pm 2\%$ RH and $\pm 0.3^\circ\text{C}$). The moisture in the test plaster was recorded by an analogue conductivity moisture sensor (Grove Moisture Sensor v1.4) placed 20 mm into the substrate (**Fig. 1.**). To ensure stable light conditions for the digital images, an LED lamp was used that was supplied by electric power individually.

Two relays were used to switch the LED light and to switch off the power of the moisture sensor to reduce the possibility of its corrosion in the substrate.

The second unit (**Fig. 2.**) was equipped with a DHT22 capacitive temperature and humidity sensor (accuracy is $\pm 2\%$ RH and $\pm 0.5^\circ\text{C}$) and a 3.3V relay for switching a USB LED light connected directly to the SBC, so the light this time was fed from the same power supply as the Raspberry Pi Zero.

The cost of the first monitoring unit was round €130, not counting our own work with the assembly. Nevertheless, it was aimed to mitigate the expenses at the other hardware by reducing the number of its components to the minimum requisite, so this second unit cost around €100.

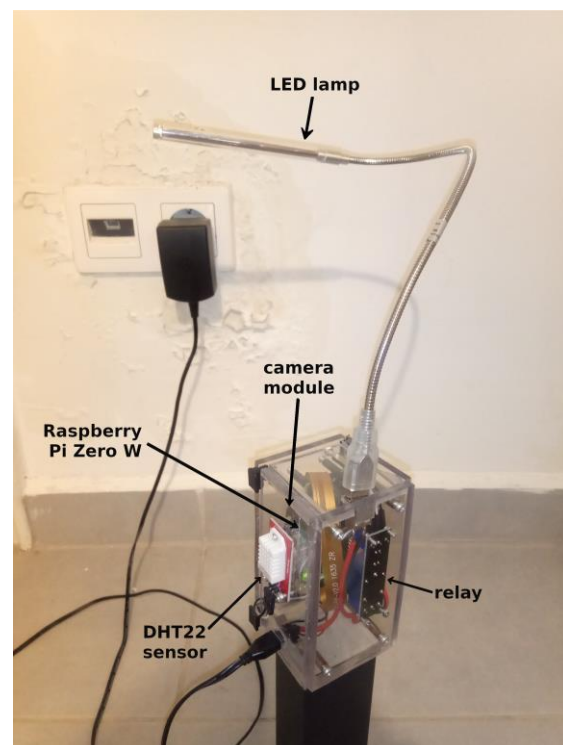


Fig. 2.: The second survey unit (IoT device): LED lamp and condition survey unit

2. ábra: A második állapotörögzítő egység (IoT eszköz): LED lámpa és állapotörögzítő egység

Data acquisition of the units

For taking digital photos, recording the measured values of the sensors, and controlling the relays of the system, Python codes were written. Both survey units recorded the values of the sensors every two hours and took one digital photo every day. The data were recorded to a text file; the images were saved in a folder on the single-board computer. The first unit was running for preliminarily defined durations. In the case of the first unit, the system was running for 11 months from June 2019 to May 2020. The second unit has been running since the end of April 2020.

The devices – in case of there is internet access on the site – can be controlled remotely, which option was also used for regularly checking the operation, because there are always planned and unplanned events after which rebooting of the system is needed (e.g. power cuts at network maintenances, etc.). To control the units comfortably from a personal computer, manage the software and up- and download data from the system, the VNC Viewer application was used. This was particularly useful to access the units from a distance during the days of the epidemic during the spring of 2020.

The test substrate

To test the first automated survey unit a plastered test surface was produced. The test mortar substrate was prepared in a frame made of aluminum sandwich panels. The plaster was produced of lime putty and quartz sand with a binder to aggregate ratio of 1:4 and applied in two layers. The surface finish of the substrate was prepared differently in the four quarters of the plaster with rendered, smoothed, yellow ochre paint applied in various diagonal patterns (**Fig. 1.**) to create alternating optical environment for the expected efflorescence.

The preparation of salt tests on the test plaster

In the side of the frame of the sample substrate, 45mm deep holes were bored in order to inject saline solutions and water into the plaster. Initially, sodium chloride (NaCl) was injected, followed by calcium nitrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) solutions several times. Saline solutions of low concentrations were used deliberately in order to avoid an abrupt efflorescence on the surface. However, because after the first three weeks of test period, no changes could be detected on the surface, it was decided to use a saturated NaCl solution to accelerate the crystallization of the salt.

Additionally, once a week (altogether 58 times during the experiment), 6 ml of ordinary tap water was also injected to the substrate to ensure enough moisture in the capillary pores and to have the salts transported towards the surface.

The on-site test

The second IoT device (**Fig. 2.**) was placed at a site where recently an unexplored moisture problem had been detected. The possible reason is the malfunction of the building installations in an 80 years old, slightly neglected building, where presumably leakage from a water pipe caused a continuously extending stain and efflorescence on the wall (see **Fig. 2.**).

Results and Discussion

Due to the short-time experience with the second device, only the experimental experience obtained with the first unit will be discussed in detail.

Due to the low effectiveness of the original diluted salt solutions used to provoke a salt efflorescence on the surface, in the first three months (i.e. from June to September 2019) no visible changes could be observed on the digital images automatically taken of the test plaster surface. Only the addition of a series of saturated NaCl solution and tap water injections in several steps provoked the first observable efflorescence on the test surface. **Fig. 3.** shows the development of the NaCl efflorescence during the period of September 3 and 30, 2019. While in the first days of the month (**Fig. 3a**) no visible surface change was observed, a couple of days later (**Fig. 3b**) small crystals appeared on the plaster. In the following weeks (**Fig. 3c-e**) and months (**Fig. 4.**) the efflorescence grew continuously. Regarding the deliquescence point of NaCl (75% RH) it is obvious that the relative humidity (RH) during the test period was clearly below 50% RH and thus below that point where sodium chloride could dissolve due to hygroscopicity.

This indicates that the crystallization of the salt was only controlled by the evaporation of water on the surface and subsequent dissolution / re-crystallization phenomena could not be observed because of the low and fairly stable RH. Since the test substrate used cannot model real conditions in a masonry, the above observation was only used to test the function of the device and correlate the visual observations with the climatic measurements.

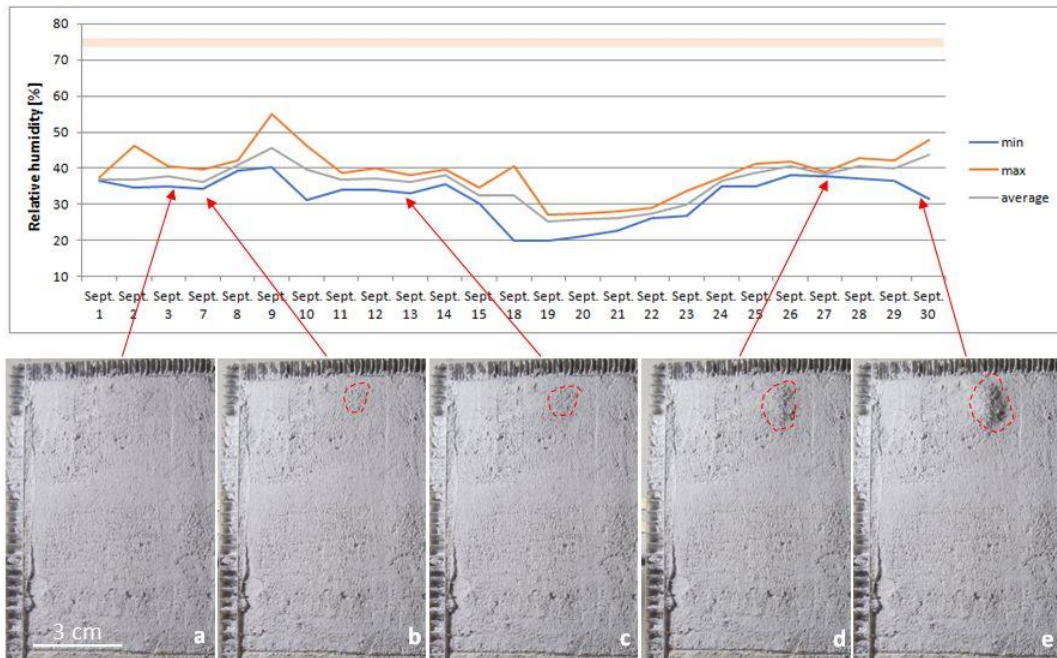


Fig. 3.: RH measured in September 2019 and digital images taken in the same period show the appearance and growing of NaCl efflorescence on the test plaster surface (a) September 3; (b) September 7; (c) September 13; (d) September 27; (e) September 30. The pink line at ca. RH 75% show the deliquescence point of NaCl

3. ábra: A 2019 szeptemberben mért relatív páratartalom és az azonos időszakban készített felvételek jól mutatják a vakolt felületen a nátrium-klorid megjelenését (a) szeptember 3.; (b) szeptember 7.; (c) szeptember 13.; (d) szeptember 27; (e) szeptember 30. A rózsaszín vonal kb. 75% relatív páratartalomnál a NaCl elfolyósodási pontját mutatja

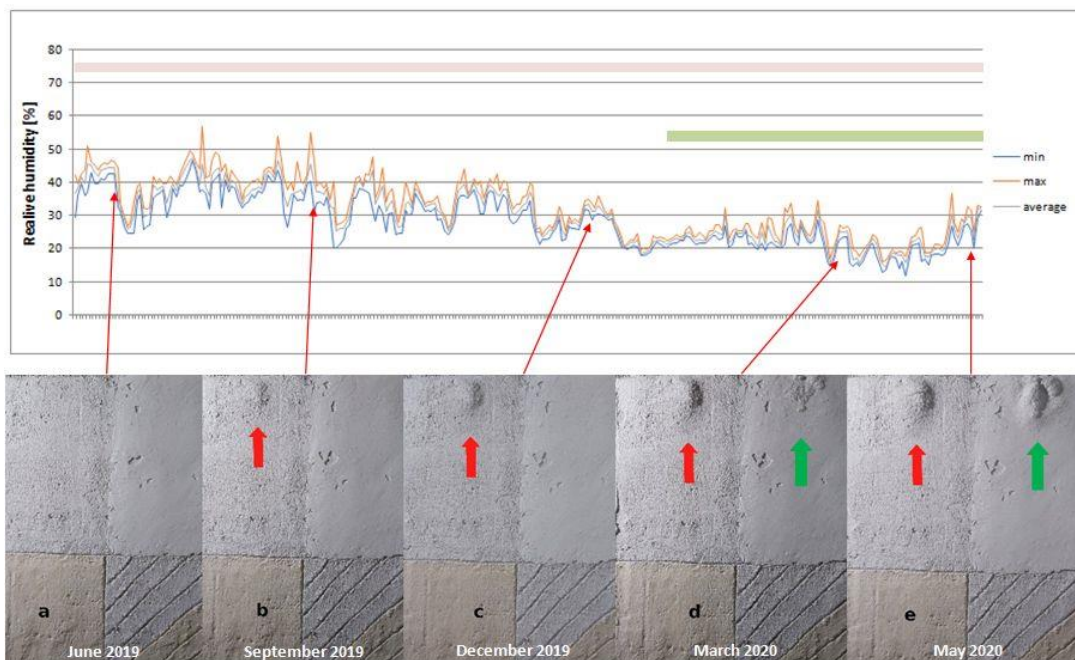


Fig. 4.: Variation of RH between June 2019 and May 2020 and the crystallization of NaCl (red arrows) as well as calcium nitrate (green arrows) on the test surface. The pink line at ca. RH 75% shows the deliquescence point of NaCl, the green one at 53% that of calcium nitrate. Raking light pictures were taken by the first survey unit. (a) state 1: June 2019; (b) state 2 - September 2019; (c) state 3 - December 2019; (d) state 4 - March 2020; (e) state 5: May 2020.

4. ábra: A páratartalom változása 2019 június és 2020 május között, valamint a nátrium-klorid (piros nyilak) és a kalcium-nitrát (zöld nyilak) kristályosodása. A rózsaszín vonal kb. 75% relatív páratartalomnál a nátrium-klorid, a zöld vonal 53% relatív páratartalomnál a kalcium-nitrát elfolyósodási pontját mutatja. Az állapotörögzítő eszköz által oldalfényben készített képek: (a) 2019 június; (b) 2019 szeptember; (c) 2019 december; (d) 2020 március; (e) 2020 május

Nevertheless, the constant low RH in the laboratory room correlates well with the increasing amount of salt on the surface during the measuring period.

The same phenomenon was observed in the case of calcium nitrate (Fig. 4.). Although, the decision for a salt having a relatively low (i.e. 53% RH) deliquescence point (see green line in Fig. 4.) was deliberate, even this value was too high to observe crystallization and dissolution phenomena due to RH fluctuations. Consequently, calcium nitrate efflorescence appeared on the surface after a series of injection in March 2020 and remained in crystalline phase until the end of the test series.

Due to the short period of testing (i.e. five weeks) only limited experience could be obtained with the second unit.

Nevertheless, in this short time both the camera and sensors worked properly, and the changes on the surface were visualized (Fig. 5.).

Comparing the RH data and digital images, the continuous growth of the stain and subsequent salt crystallization at RH values between 28 and 55% can be observed. Although the composition of efflorescence was not determined, the continuous crystal growth at relatively low RH indicates that the salts causing the damage are stable at these climatic conditions and are therefore probably of non-, or slightly hygroscopic types with higher deliquescence points (i.e. alkali sulphates, alkali nitrates, etc.).

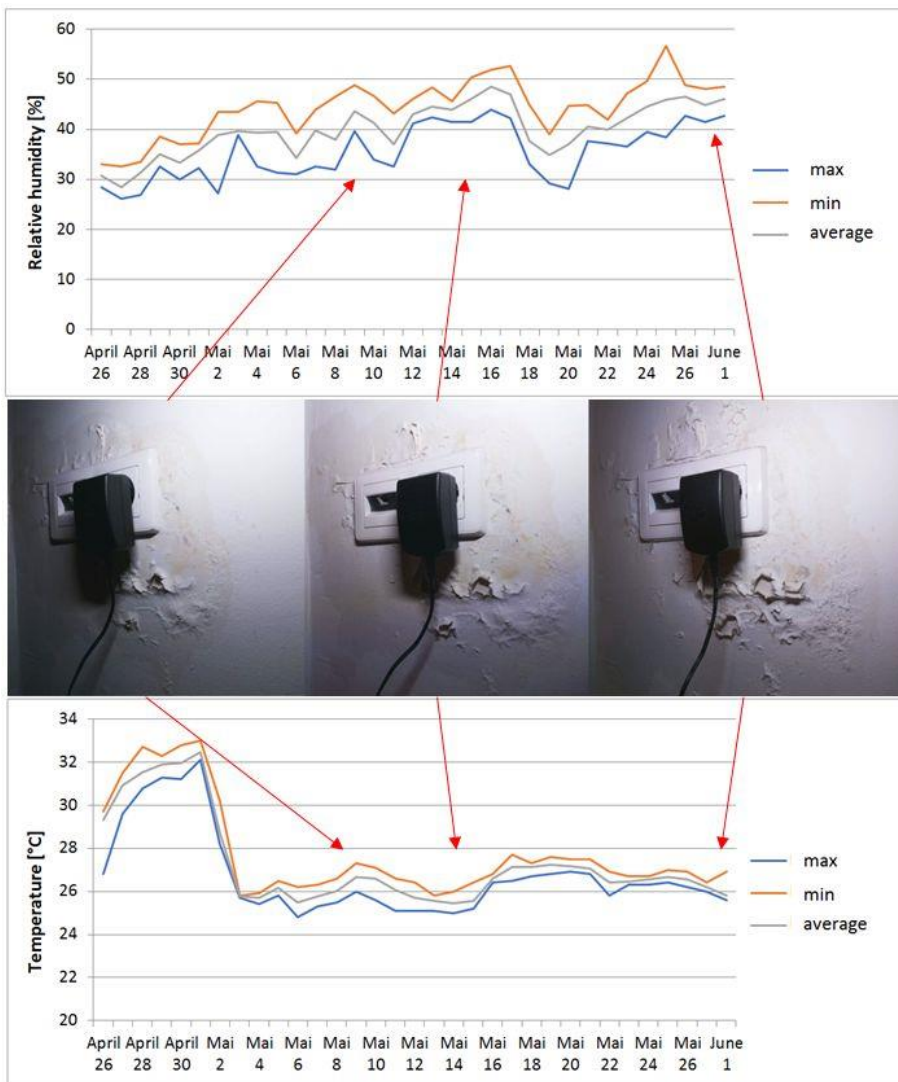


Fig. 5.:
Variations of RH and temperature values from the second unit and the expanding coat on the wall

5. ábra:
A relatív páratartalom és a hőmérséklet változásai, valamint a felpattogzó festék és vakolati mállás a falon a második egységnél

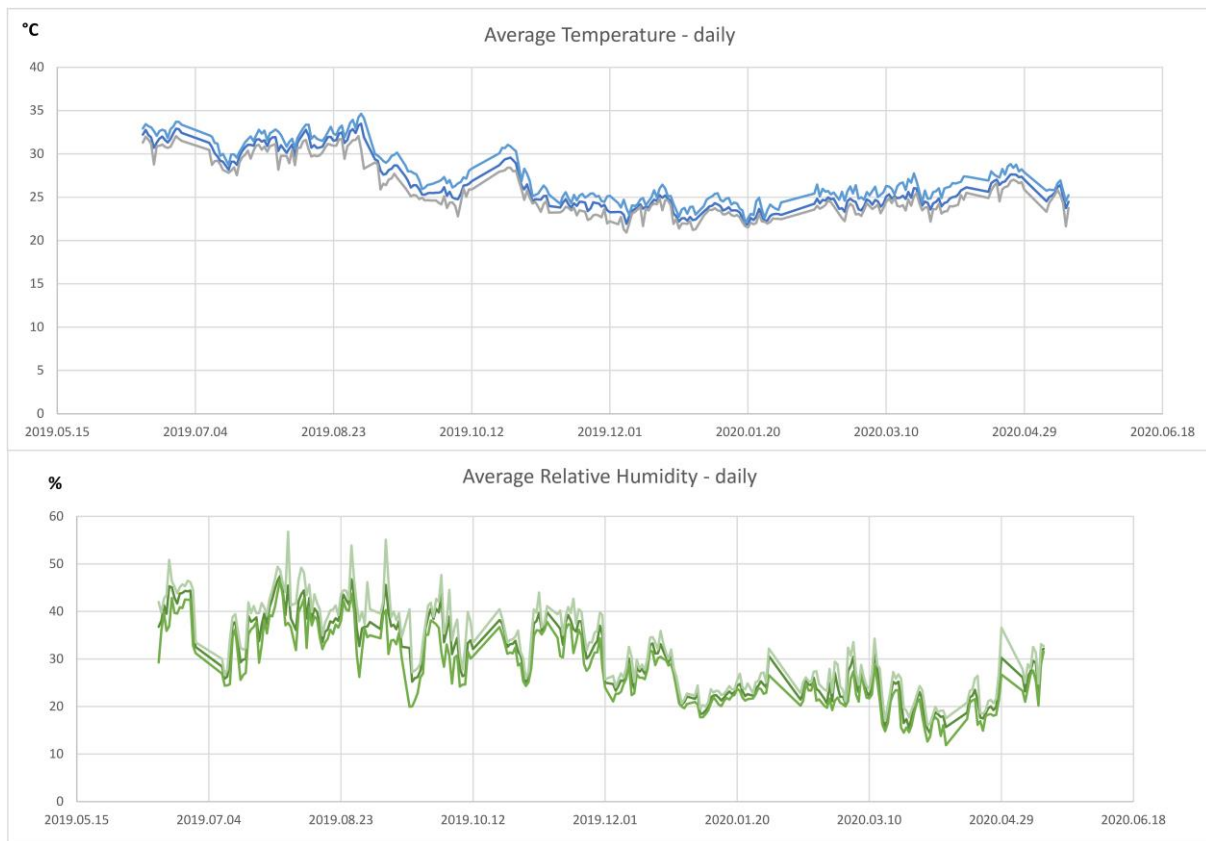


Fig. 6.: Data from the first unit - Changes in the climatic parameters (daily minimum, maximum and average values: temperature = blue, relative humidity = green)

6. ábra: Az első egység által rögzített adatok - a klimatikus körülmények változó paraméterei (napi minimum, maximum és átlag értékek, hőmérséklet = kék, relatív páratartalom = zöld)

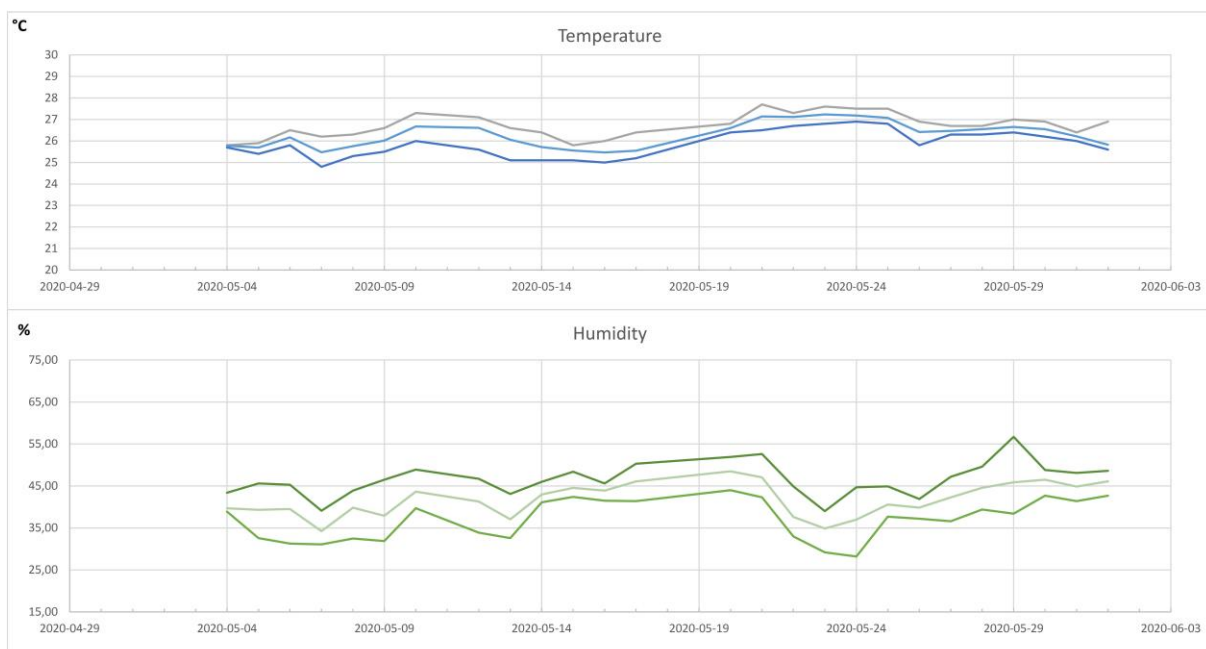


Fig. 7.: Data from the second unit - Changes in the environmental circumstances (daily minimum, maximum, and average values: temperature = blue, relative humidity = green).

7. ábra: A második egység által rögzített adatok - a klimatikus körülmények változó paraméterei (napi minimum, maximum és átlag értékek, hőmérséklet = kék, relatív páratartalom = zöld)

The sensors

In the case of the first unit, the SHT31 Grove I²C temperature and humidity sensor worked properly. The daily environmental circumstances were recorded without failure. The average values of the daily recorded temperature and humidity data are demonstrated by the diagrams in **Fig. 6**. The contact moisture sensor, however, seemed to be idle, because of the low sensitivity to the moisture in the solid structure. These data were validated by secondary measurement with a Voltcraft MF-90 capacitive moisture meter. According to the validating instrument, at a distance of 15-20 cm from the location of the injections the moisture content of the sample substrate was approximately 30%; close to the efflorescence (at the place where the built-in sensor was placed) the value was approximately 45%. The built-in sensor, however, showed no relevant changes regarding the values. Testing this sensor independently from the system showed that even at 100% moisture the values did not fluctuate, so this sensor type, which was developed to indicate soil moisture, was considered to be inadequate for our goals. This observation corresponds with the experience of other authors (Bayer et al. 2010) indicating that sensors based on conductivity measurements have only limited accuracy in measuring the moisture content. Nevertheless, it has to be mentioned that the measurement of moisture in a masonry by devices based on conductivity or capacity are always affected by other factors (i.e. the presence of damaging salts) that can alter the results (Bayer et al. 2010). Therefore, data obtained by the above methods need to be interpreted critically, however, additional methods (i.e. salt analyses, measurement of moisture by gravimetry, etc.) may help interpret and/or correlate the values.

The DHT 22 sensor in the second unit worked adequately for measuring both temperature and humidity data (**Fig. 7**). Therefore, its environmental data can be used to compare their relation to the surface phenomena (**Fig. 5**).

Conclusions and outlook

Based on the preliminary results and experience of our investigation, it can be stated that automated monitoring is possible with the means of custom made, simple single-board computer-based and sensor-equipped IoT devices, like the ones presented in this paper. Comparing the two versions, it can be stated that both devices were equally appropriate for the tasks. They are capable of recording the development of efflorescence and the changes of surface deterioration of salt-laden

surfaces of historic and modern masonry structures as well as the changes of environmental data, such as temperature and relative humidity. Salt damages triggered by climatic variations and/or moisture in the masonry can be easily recorded. Results may support conservators, conservation scientists, and maintainers to take appropriate actions to reduce possible damages. The use of such systems has an undisputed benefit when sampling is limited due to e.g. the artistic value of the surface and/or the ability to have constant human presence at the site is hard to realize. Additionally, long-term monitoring also supports the knowledge and experience obtained by analytical measurements and thermodynamic models.

A further attempt was taken to create a smaller and cheaper condition recording unit with a simpler architecture based on microcontroller instead of single-board computers. The use of an *ESP-32-CAM* and *Sipeed Maix* development boards were considered as possible alternatives, equipped with a DHT22 humidity and temperature sensor, and a USB lamp switched by a relay module as it was accomplished in the case of the second unit. In this case, the price of the unit would be round € 70-75; however, based on the initial experiences, this type of device will need further testing and development to serve our goals.

Based on the first successful tests and experience obtained by the prototype and the beta unit, it is planned to conduct further on-site tests under real circumstances to provide valuable information about the coherence of the climatic data and the changes on the surface of salt attacked masonry substrates. Additionally, on-site monitoring will be completed by sampling and subsequent laboratory analyses (i.e. IC, SEM-EDS, XRD, etc.) of effloresces and substrates; chemical data be interpreted by a thermodynamic model (Steiger, 2009) in order to validate and better understand the result of the non-destructive monitoring.

The long-term goal of the project is to organize the monitoring units into a wireless sensor network (WSN) system for continuous on-site surveys not only at salt-laden historic masonries, but for general monitoring of historic buildings.

Acknowledgments

The research reported in this paper has been supported by the National Research, Development and Innovation Fund (TUDFO/51757/2019-ITM, Thematic Excellence Program). The authors thank Anthony Baragona for his critical comments and suggestions to improve the manuscript.

References

- BAYER, K., KÖHLER, W., SCHUH, H. & WENDLER E. (2010): Vergleichsuntersuchungen mit unterschiedlichen zerstörungsfreien und zerstörungsarmen Feuchte- und Salzmessmethoden. *Arbeitshefte des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege* **25** 69–74.
- BIONDA, D. (2002–2005): RUNSALT 1.9 Software. <http://science.sdf-eu.org/runsalt/>
- BLÄUER-BÖHM, C. (2005): Quantitative salt analysis in conservation of buildings. *Restoration of Buildings and Monuments / Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege* **11/6** 409–418.
- BRUNO, S., DE FINO, M. & FATIGUSO, F. (2018): Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modeling and management. *Automation in Construction* **86** 256–276 <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.009>
- BRÜGGERHOFF, S. EGGERT, G. & SIMON S. (2009): Salze im Museum und in der Archäologie. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz & Steiger, Hannover, 30–51.
- FERDYN-GRYGIEREK, J., KACZMARCZYK, J., BLASZCZOK, M., LUBINA, P., KOPER P. & BULINSKA A. (2020): Hygrothermal Risk in Museum Buildings Located in Moderate Climate. *Energies* **13** 20 p. <https://doi.org/10.3390/en13020344>
- GRASSEGGER, G. & SCHWARZ H.-J. (2009): Salze und Salzschäden an Bauwerken. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz & Steiger, Hannover, 6–21.
- HEES, R. P.J. van, NALDINI S. & RODRIGUES J. D. (2009): Plasters and renders for salt-laden substrates. *Construction and Building Materials* **23** 1714–1718. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.09.009>
- JULING, H. & FRANZEN, C. (2009): Schadensdiagnose. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz & Steiger, Hannover, 52–58.
- LAUE S., BLÄUER C. & STADLBAUER E. (2009): Monitoring. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz & Steiger, Hannover, 59–64.
- LOPEZ-ARCE, P., DOEHNE, C. E., GREENSHIELDS, C. J. & BENAVENTE, C.D. (2009): Young Treatment of rising damp and salt decay: the historic masonry buildings of Adelaide, South Australia. *Materials and Structures* **42** 827–848. <http://dx.doi.org/10.1617/s11527-008-9427-1>
- MADAKAM, S., RAMASWAMY, R. & TRIPATHI, S. (2015): Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications* **3** 164–173. <http://dx.doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- PERLES, A., PÉREZ-MARÍN, E., MERCADO, R., SEGRELLES, J. D., BLANQUER, I., ZARZO, M. & GARCIA-DIEGO, F. J. (2018): An energy-efficient internet of things (IoT) architecture for preventive conservation of cultural heritage. *Future Generation Computer Systems* **81** 566–581. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.06.030>
- SIEDEL, H. (2009): Zur Herkunft von Salzen an Bauwerken. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz & Steiger, Hannover, 22–29.
- STEIGER, M., NEUMANN H.-H., GRODTEN T., WITTENBURG C. & DANNECKER W. (1998): Salze in Natursteinmauerwerk – Probenahme, Messung und Interpretation. pp. 61–91. In: SNETHLAGE R. (ed.): *Denkmalpflege und Naturwissenschaft, Natursteinkonservierung II*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 365 p.
- STEIGER, M. (2009): Modellierung von Phasengleichgewichten. In: SCHWARZ H-J. & STEIGER M. eds., *Salzschäden an Kulturgütern. Stand des Wissens und Forschungsdefizite. Ergebnisse des DBU Workshops im Februar 2008 in Osnabrück*. Schwarz-Steiger, Hannover, 80–99.
- STEIGER, M. & HERITAGE, A. (2012): Modelling the crystallization behaviour of mixed salt systems: input data requirements. In: WHEELER, G. ed., *12th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*, Columbia University, New York, 22–26 October, 2012. Columbia University, New York, 13 p.
- ZEHNDER, K. & SCHOCH, O. (2009): Efflorescence of mirabilite, epsomite and gypsum traced by automated monitoring on-site. *Journal of Cultural Heritage* **10** 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2008.10.009>

VAITEHII: THE CRADLE OF THE BASALT ADZE-BLADES ON NUKU HIVA, MARQUESAS ISLANDS

VAITEHII: A BAZALT SZALUKAPA PENGÉK BÖLCSŐJE (NUKU HIVA, MARQUESAS SZIGETEK)*

Judit ANTONI¹, Alfred FALCHETTO²

¹independent researcher, Budapest

²Budapest Historical Museum, Budapest

E-mail: falchettoalf@gmail.com

Abstract

Vaitehii, Terre Déserte, is a well-known district by the hunters of Nuku Hiva, as an adze-production site. In 1998 Judit Antoni and Alfred Falchetto visited the region: we wanted to collect objects for future studies. Taking the opportunity, we try to show a little overview on these objects (debris of production, flakes and half-products).

Kivonat

Vaitehii (Nuku Hiva, Terre Déserte) a helyi vadászok által jól ismert kőeszköz-készítő műhely lelőhelye. Antoni Judit és Alfred Falchetto 1998-ban keresték fel a területet annak érdekében, hogy a későbbi kutatásokhoz anyagot gyűjtsenek. Ezúttal csupán rövid áttekintést szeretnénk adni a gyűjtött tárgyairól (készítési hulladékok és félkész darabok).

KEYWORDS: POLYNESIA, BASALT, ADZE-PRODUCTION, HALF-PRODUCTS

KULCSSZAVAK: POLINÉZIA, BAZALT, KŐESZKÖZ-KÉSZÍTÉS, FÉLKÉSZ ESZKÖZÖK

Introduction

Nuku Hiva, like all the other members of the Marquesas group, is of volcanic origin. (Fig. 1.)

The island is formed from two volcanos: the outer and older one was active about 4 million years ago, while the inner one, in the middle of the first is about 3 million years old. The southern part of the two concentric calderas is eroded mainly by the sea. Taiohae, the Administrative center of the Marquesas lies in the inner caldera.

The western side of the older volcano - the arid region (Terre Déserte, Nuku Ataha) preserved the original shape of the volcano sloping downhill from the actual top of the mountain, the Tekao (1224 m a.s.l.). Between the two precipices or valleys - Matatekouaehi on the north and Tapueahu („the Grand Canyon”) on the south, not far from the valley of Haatuatua and about 1 km from the seashore we find Vaitehii, the quarry site. The name Vaitehii means in ancient Marquesan language „rows or layers of stone in abundance”. (Dordillon, 1904:138)

We visited the site in 1998 to collect samples from the basalt material for future research and tried to make a little field survey.

Description of the site

The little, oval hollow, about 200 m in diameter is surrounded by the slopes of the mountain (here, 453 m a.s.l.) in the form of several hills and hummocks, covered by the typical vegetation of the arid regions, e.g. *mini* (Basilic) and little pricking bushes or gramineae. There are two greater hills (cca. 10 m high) on the border of the hollow: on the north, there is Vaitehii I and the other, some 200 m far to the south from this is Vaitehii II, each having cca. 25-30 m in diameter. The names (numbering) for the individual sites was given by the authors (Figs. 2-3.). About 500 m from Vaitehii I there is a spring, nourishing a little stream which is running to the Matatekouaehi Bay.

Arriving to Vaitehii, we found some flakes and half-products in the bed of this stream. Moreover, traces of exploitation could be observed at Vaitehii I: a 2 m deep trench, generally about 60-70 cm large (inside) and 100 cm large (outside). It is 8 m long, with almost perpendicular walls (Fig. 4.)

The hill is covered everywhere with worked (chipped and flaked) pieces of raw material: half-products of basalt adzes or other artefacts, broken pieces and mainly flakes and production debris.

* How to cite this paper: ANTONI, J. & FALCHETTO, A., (2021): Vaitehii: the cradle of the basalt adze-blades on Nuku Hiva, Marquesas Islands, *Archeometriai Műhely XVIII/1* 55–74.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-004](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-004)



Fig. 1.: Map of the study area . a) Marquesas-Islands; b) Nuku Hiva Island c) Vaitehii environs and Ha’ahinani Bay
1. ábra: A vizsgált terület térképe. a) Marquesas-szigetek; b) Nuku Hiva sziget; c) Vaitehii környéke és a Ha’ahinani öbök

On Vaitehii II the situation is similar: the debris, flakes, half-products and broken or fragmentary pieces are lying so densely that we can hardly see the soil between them (**Fig. 5a-b**).

We noticed hundreds of fragments, tons of flakes and many broken or unbroken half-products, even with remains of cortex on them. The presence of the small (up to 5 cm) pieces is especially interesting: they suggest that every phase in the production was executed in these workshops, from giving the shape

of the blade to the last, fine working before polishing.

The petroarchaeological study of the collected pieces will be presented in the second part of this paper.

The finishing (partial or total polishing of the surface) was made in or near the villages: on the *paepae* (stone house platform), normally there were adequate polishing stones and sand with water for this purpose.



Fig. 2.: Vaitehii I – location of the site

2. ábra: Vaitehii I – a lelőhely



Fig. 3.: Vaitehii II – location of the site

3. ábra: Vaitehii II – a lelőhely



Fig. 4.: Vaitehii I – exploitation trench

4. ábra: Vaitehii I – kitermelő árok



Fig. 5 a-b: Vaitehii I-II: chipping floor

5a-b ábra: Vaitehii I-II: pattintott félkész eszközökkel és szilánkokkal borított felszín



We collected several pieces at the workshop sites: from Vaitehii I we have photos and drawings (on the greater items, **Figs. 6-17.**) while from Vaitehii II we have only photos (**Figs. 18-25.**).

We have selected some examples from Vaitehii I to present this material in details.

All of the pieces were made of fine-grained, dark-grey basalt.

Debris of production –Vaitehii I.

We can rank the pieces into four categories by size and form:

Group 1. Six little splinters: their form is elongated or circular. Dimensions: length: 3.5-4 cm (for the circulars) and 4.8-5.2 (the elongated pieces), width: 2.1-4.2 cm, thickness: 0.4-1.2 cm, weight: 0.40-0.80 g (**Fig. 6.**).

Their colour is grey, with a little greenish shade. Every piece is covered with a slight patina and on the back side showing a conchoidal fracture, there is a clearly discernible bulbous.



Fig. 6.: Vaitehii I – debris of production, group 1.

6. ábra: Vaitehii I – készítési hulladékok, 1. csoport



Fig. 7.: Vaitehii I – debris of production, group 2.

7. ábra: Vaitehii I – készítési hulladékok, 2. csoport



Fig. 8.: Vaitehii I – debris of production, group 3.

8. ábra: Vaitehii I – készítési hulladékok, 3. csoport

Group 2. The second group (seven flakes) consists of somewhat larger pieces with the following dimensions: length: 5.3-7.5 cm, width: 4.0-6.4 cm, thickness: 1.0-2.0 cm, weight: 1.20-1.85 g (**Fig. 7.**). They have mainly elongated, leaf-like forms or a little bit rectangular shape: on the first item we can see the remains of the original, greenish-grey patinated rock surface (cortex), on two others there is a part of the cortex and they are covered with the local reddish-brown soil, too. The colour of the rock is dark grey, almost black: this is visible on the pieces which show relatively recent fractures, caused by the weather or by people who visited the site. The bulbs on their back side is every case an old one and the edge-lines of fractures is slightly worn.

Group 3. The three flakes of the third group are bigger than the others mentioned before, but their colour, shape and patina is similar to them (**Fig. 8.**). The crescent-shape piece looks somewhat younger, on its back and tip there are relatively recent fractures. Its surface is worn and not so patinated like the two rectangular fragments. On these latter ones the edge-lines of fractures on the face side are shining and one of them is well trimmed (retouched) all around as if they wanted to make a cutting implement.

Dimensions for the crescent-shape piece: length: 9.5 cm, width: 5.7 cm, thickness: 1.1 cm, weight: 2.45 g

The two others: length: 7.5 and 7.7 cm, width: 5.0 and 6.0 cm, thickness: 1.2 and 1.8 cm, weight: 1.95 and 2.65 g

Group 4. The next two flakes (**Fig. 9. and 10.**) are the largest ones in the debris collected at Vaitehii I.: probably they represent the earlier phase of the fabrication, when the primary shaping of the artefact was executed.

The first, elongated flake is covered by greenish-grey patina; its back side is a great conchoidal fracture with bulbous (**Fig. 9a-b**).

Dimensions: length: 9.5 cm, width: 4.5 cm, thickness: 1.8 cm, weight: 2.95 g

On the front side the edge-lines are worn and on the left edge it is retouched.

This flake would be very easy to use as a scraper or knife, even in this phase of production, or, with not too much effort it could be brought to perfection. We are sure, that between these tonnes of debris one can find more objects that were perfect for woodworking. In the existing collections of stone implements on the islands, however, there are almost exclusively finished stone adzes and no half-products as they were more attractive to collectors.



Fig. 9a-b:
Vaitehii I – debris of production, group 4.
(photo and drawing)

9a-b. ábra:
Vaitehii I - készítési hulladékok, 4. csoport
(fotó és rajz)

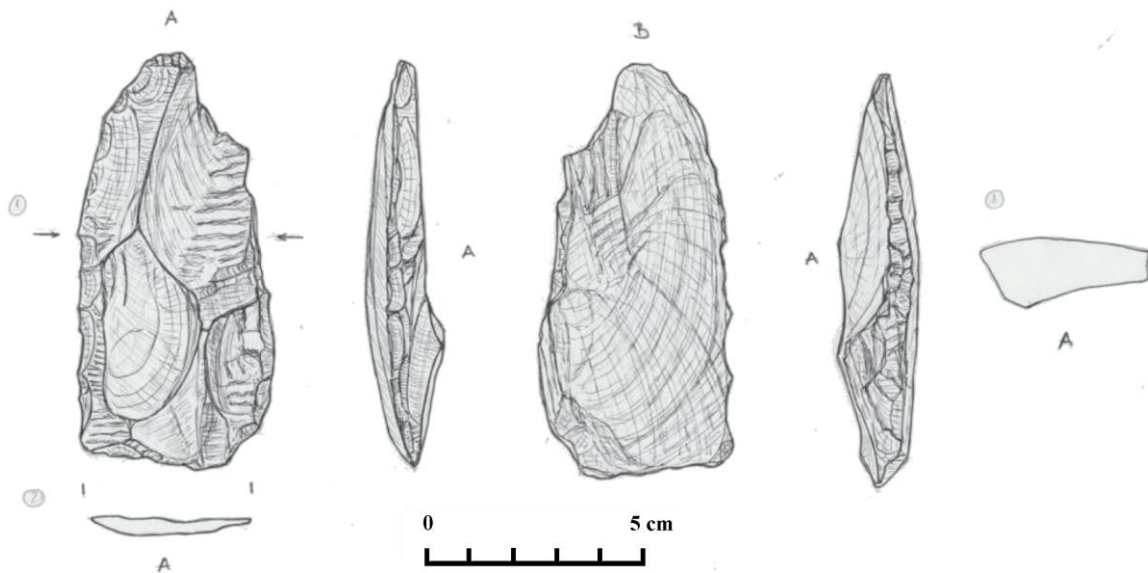
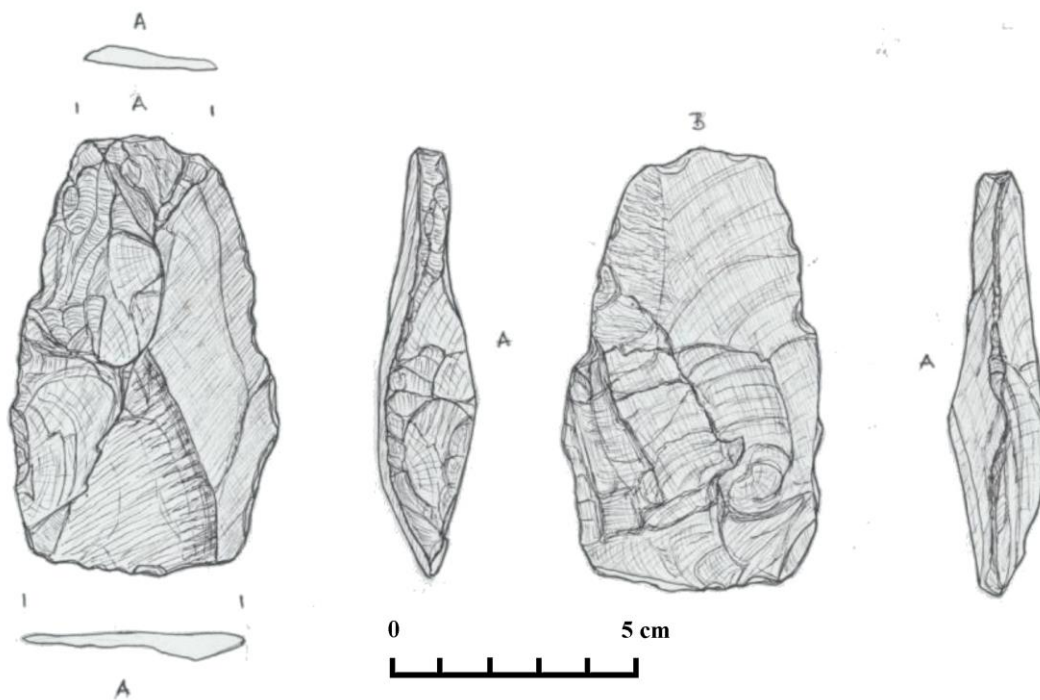




Fig. 10a-b:
Vaitehii I – debris of production, group 4.
(photo and drawing)

10a-b. ábra:
Vaitehii I - készítési hulladékok, 4. csoport
(fotó és rajz)



A large number of stone “splinters” or flakes, lying everywhere on the surface, could serve for working various materials. With a micro-wear analysis it would be possible to determine their exact function: the only problem is that they should be systematically collected, creating an adequate base for the future research.

As we know from the work of H. Plisson, in Tahiti, at Vallée Papeno’o there were similar objects which were used for different purposes on wood and other vegetable materials. (Lavondes, 1990 pp. 22–24)

The shape of the second flake is similar, without a pointed tip. On its back, apart from the original,

large conchoidal fracture there is two more little fracture destructing the surface of the bulbus. The front side shows many little fractures. The dark-grey surface is worn by weather and is covered with some patina too: it looks younger than the first piece. (**Fig. 10a-b**)

Dimensions: length: 8.8 cm, width: 5 cm, thickness: 2 cm, weight: 3.35 g

Half-products – Vaitehii I., 7 pieces, (**Figs. 11-17**):

On the Marquesas Islands, as anywhere in Polynesia, there is no axe only adze and chisels. The difference relates to the hafting: by the axe the blade's edge is parallel with the handle while the adze's handle is perpendicular or in angle to the blade's edge.

When the hafted blade is held in one's hand, the back of the blade faces down ("inside", toward the user, on the design marked with "B") and the front side faces upwards ("outside", marked by "A").

Many authors tried to compile some typological classification of the finished adzes especially for the Marquesas Islands (von den Steinen 1928, Linton 1923, Suggs 1961). The classification is based on the shape, the existence of the tang for the hafting ("tanged adzes") or the lacking of this ("tangless adzes") and the cross-section of the implement.

The typology is sometimes very useful, but in most cases it is artificial, rigid and therefore misleading.

The half-products, which are abandoned in different phases of fabrication, fortunately had no typology, even if the shape can suggest the idea of the master.

Nevertheless, there are some types known from the typology of the finished tools which we can accept for our half-products, too. The tanged adze's shape even in this phase is very characteristic: Suggs (1961) classified this implement between the finished ones as "Koma type". The same is by Linton the "*toki kouma*": *toki* is the Marquesan name for stone adze.

As Linton relates, this type is also recognized by the natives as a distinct class, and this type is relatively common in these islands in all sizes. The people used for many purposes, including for fine carving and to hollow out canoes and containers. (Linton, 1923:323)

Our piece from Vaitehii I. is a very nice example of it (see photo and designs, **Fig. 11a-b**).

The fine-grained dark-grey tool-preform seems not to be too old: their patina is slight and the lines of the fracture-edges are not too worn. We can imagine that this piece was made in the time of the European contact (after 1790, or Historic period).

Suggs remarks, that the type appeared in the Expansion period (between 1100 and 1400) and remained in the Historic period (Suggs, 1961:111).

The neck or tang is formed on the upper part (butt) of its front ("A"), about 1.5-4.5 cm from the upper edge (poll). The neck's hollow is 0.5-0.6 cm deep by the edges and 0.2-0.3 cm in the middle. Its cross-section is truncated triangular.

Dimensions: length: 13.8 cm, width: 4.2 cm (butt), 5 cm ("cutting edge"), thickness: 2.9 cm, weight: 1115 g

This piece is really not too far from the finished tool: it would be enough (probably) to polish its cutting-edge.

The next two objects resembles to the "Mouaka type" of Suggs (Suggs, 1961: 108). Their surface is worn and they have greenish-grey patina.

The cross-section of the first of them (**Fig. 12a-b**) is low triangular, the cutting-edge's bevel is not yet shaped, neither the poll.

Dimensions: length: 11.3 cm, width: 3.5 cm (butt), 4.5 cm ("cutting edge"), thickness: 2.3 cm, weight: 730 g

The other pre-form (**Fig. 13a-b**) has a quadrangular cross-section and it is relatively flat. Its butt and its cutting-edge are at the beginning to shape, their bevel is almost parallel to each other. The lines of the fracture-edges are worn and shining.

Dimensions: length: 9.3 cm, width: 3.7 cm (butt), 5 cm ("cutting edge"), thickness: 2 cm, weight: 590 g

The fourth (**Fig. 14a-b**) dark-grey adze pre-form has a triangular shape with pointed butt and large cutting edge. Its cross-section is triangular also. On the front side we can find the remains of the cortex which is worn and covered with traces of friction.

The cutting-edge seems very large: after the Marquesan informants (incl. Alfred Falchetto) there are many of these forms in finished state, but, for example, in the Bishop's collection at Taiohae, Nuku Hiva, between more than 40 pieces, collected everywhere on the islands by local people, there is no one which is similar.

Dimensions: length: 12.3 cm, width: 2.5 cm (butt), 6 cm (cutting edge), thickness: 3.5 cm, weight: 965 g

The next, dark-grey coloured piece (**Fig. 15a-b**) has a rectangular shape with truncated triangular cross-section. Its butt and cutting edge are "flat" on the back side and oblique-angled on the front side. In the middle of the front side there are the remains of the cortex worn by weather. It is a very nice tool-preform with a massive trunk: when finished, it can be useful for working hard wood.



Fig. 11a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

11a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

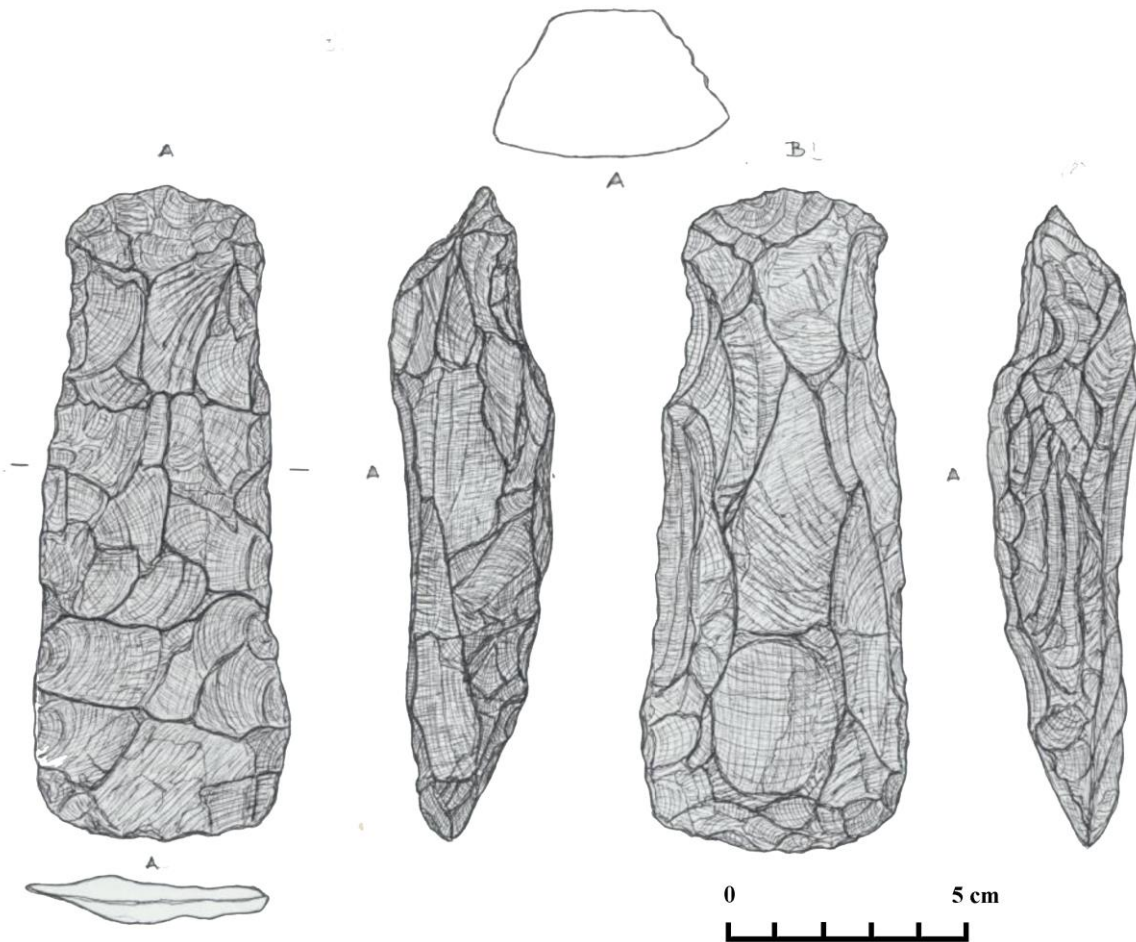




Fig. 12a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

12a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

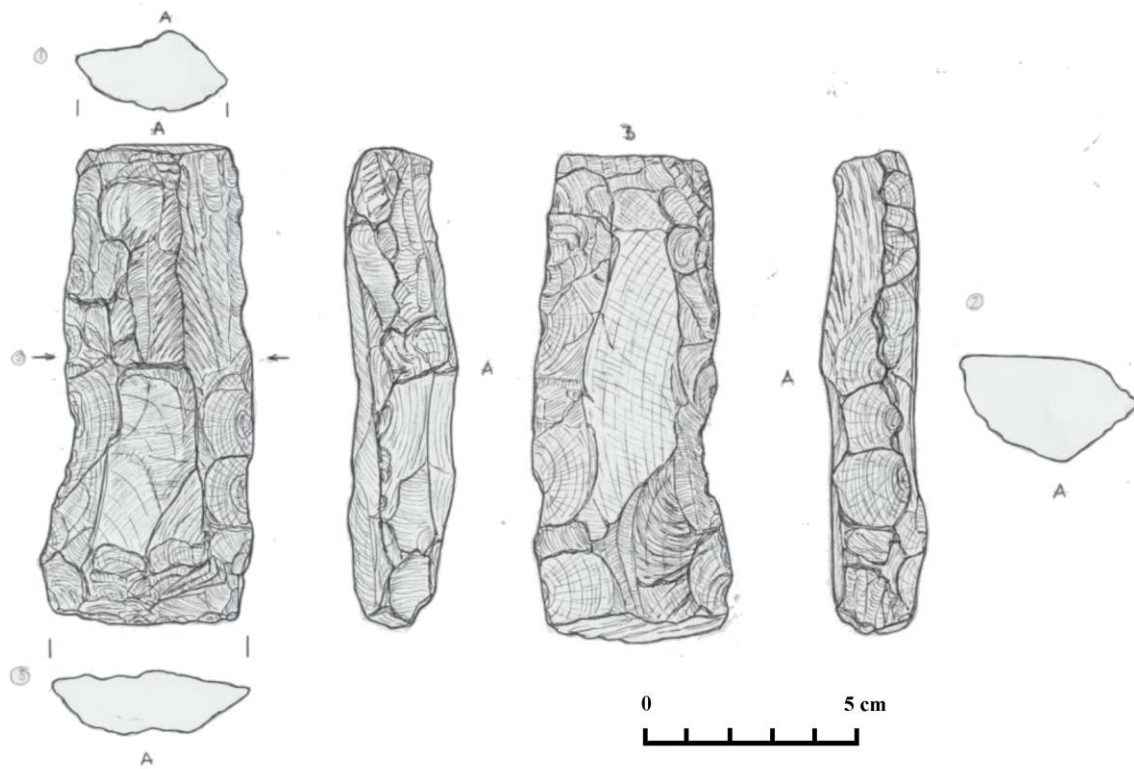




Fig. 13a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

13a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

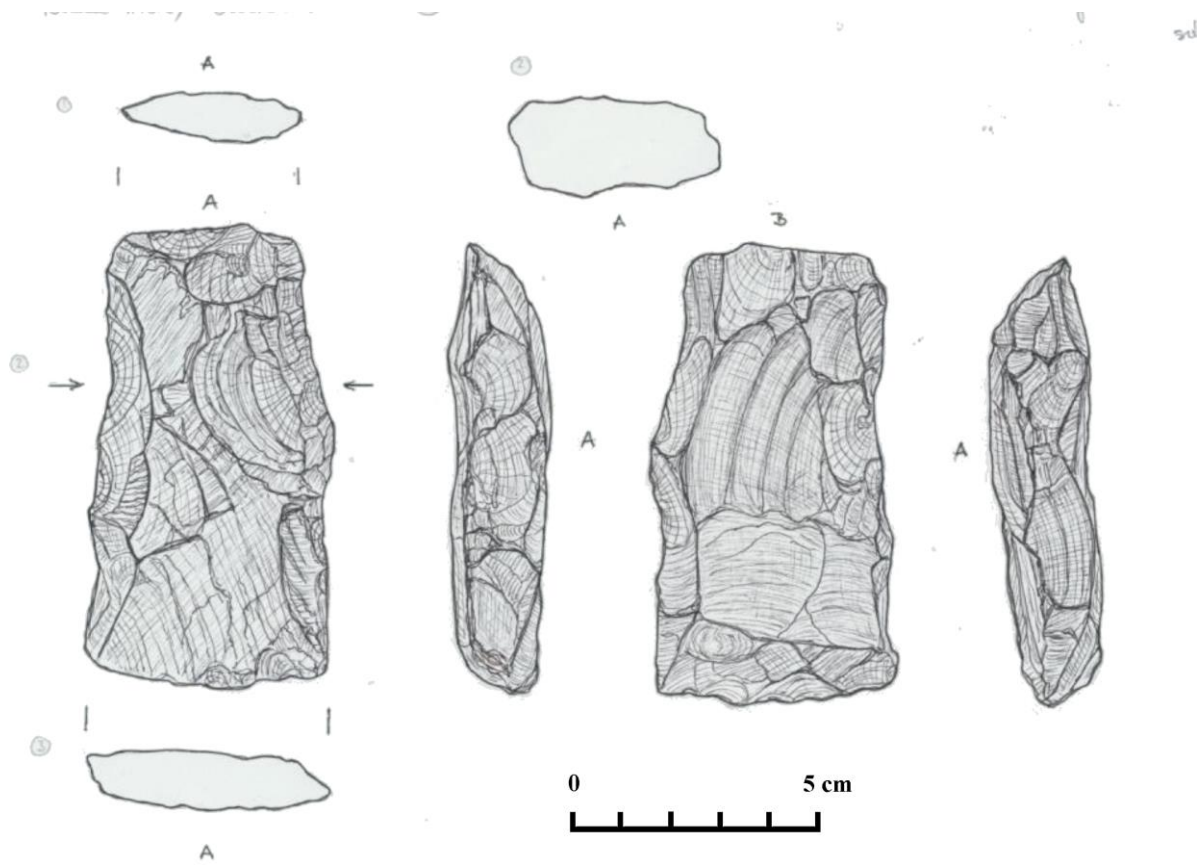




Fig. 14a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

14a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

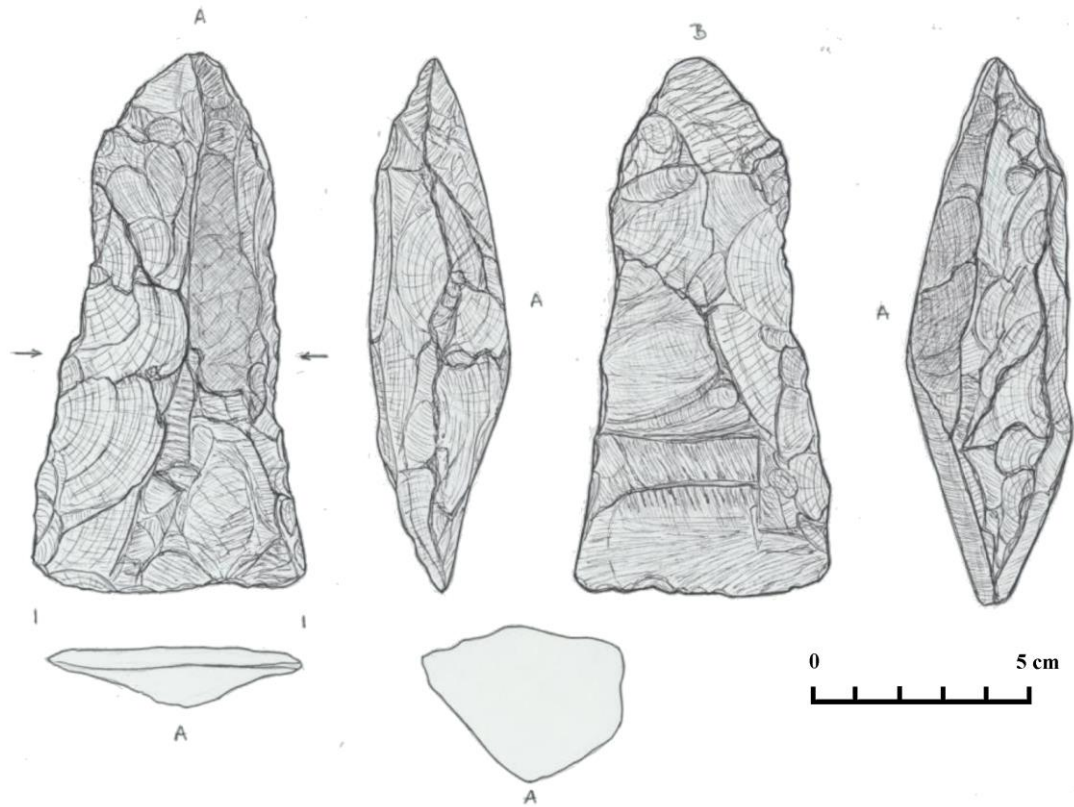




Fig. 15a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

15a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

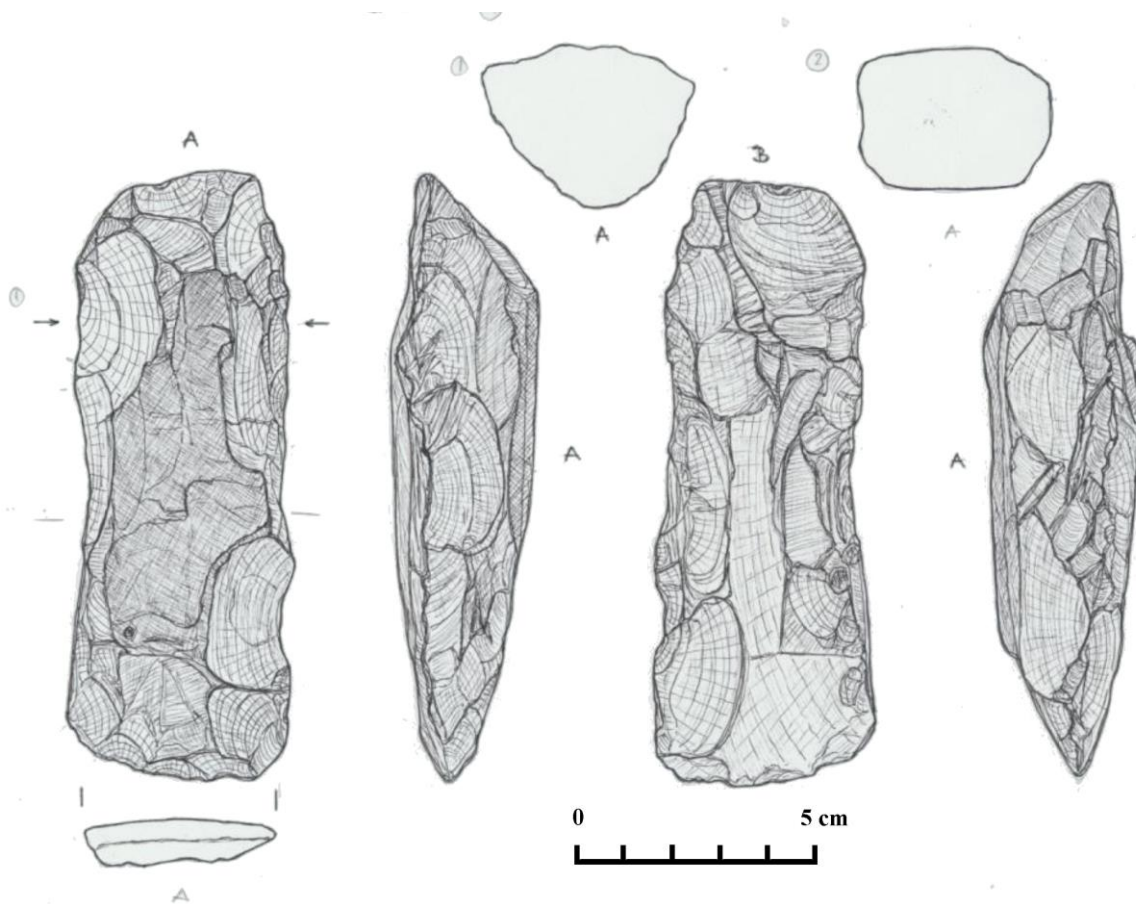




Fig. 16a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

16a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)

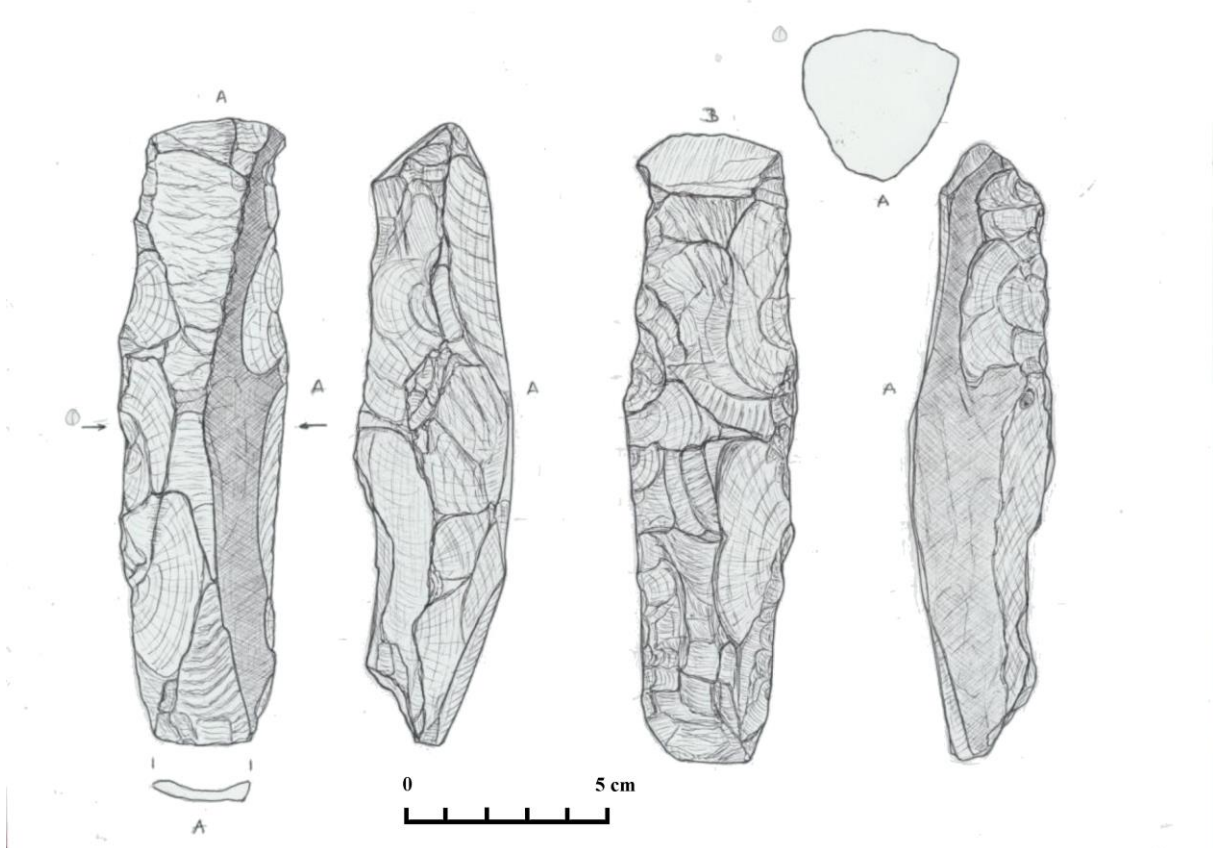
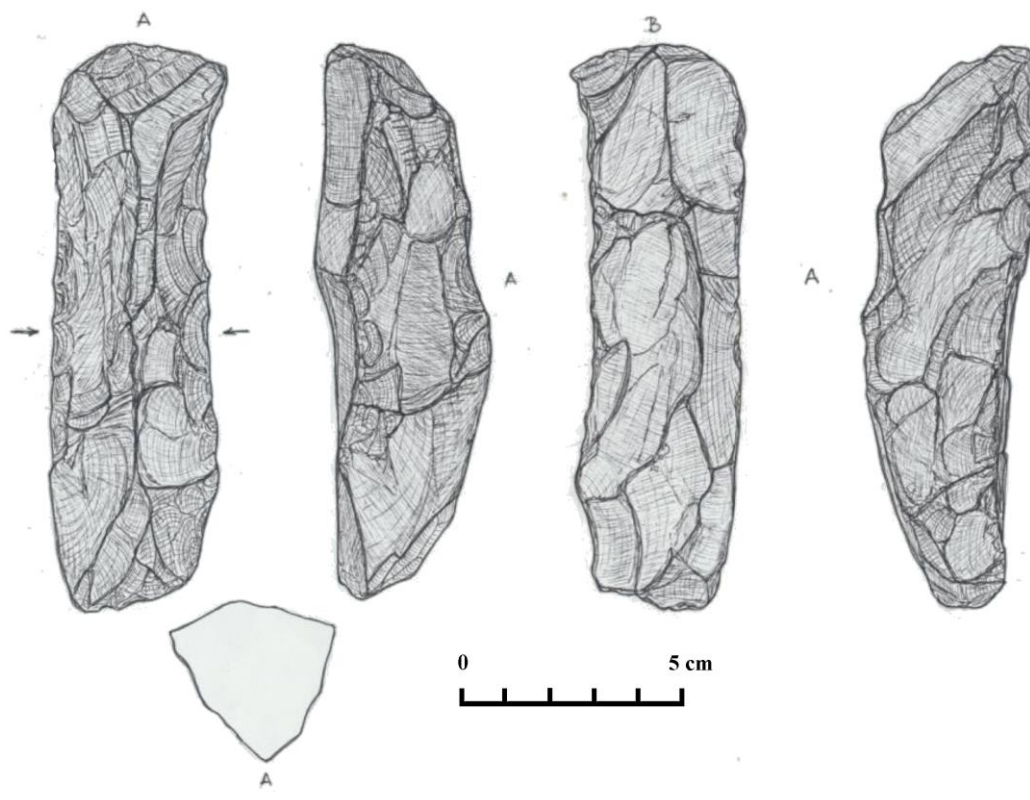




Fig. 17a-b:
Vaitehii I – half-products,
(photo and drawing)

17a-b ábra:
Vaitehii I - félkész eszköz
(fotó és rajz)



There is no considerable patina on its surface so it can be relatively modern (Historic period?).

Dimensions: length: 12.6 cm, width: 4-4.5 cm, thickness: 3.1 cm, weight: 1020 g

The last two objects collected at Vaitehii I were visibly intended to confect chisels: their narrowness is advantageous for some special woodworking, as for example making holes or grooves.

The longer one (**Fig. 16a-b**) has triangular cross-section, its surface is covered with greenish-grey patina and on the front side there are remains of cortex. The butt-end and the cutting edge are oblique angled on each side, this latter is very narrow. The lines of the fracture-edges are worn and shining.

Dimensions: length: 15.4 cm, width: 4.3 cm, thickness: 3.7 cm, weight: 1055 g

The other piece (**Fig. 17a-b**) has a fine greenish-grey patina, its cross-section is triangular. The butt and the cutting edge are oblique-angled on the front side. The lines of the fracture-edges are shining and on the front side there are the remains of the reddish local soil.

Dimensions: length: 12.6 cm, width: 3.5 cm, thickness: 2.7 cm, weight: 840 g

Vaitehii II. 8 pieces (see **Figs. 18-25**, only photos)

All of the collected pieces were half-products.

The first one is rectangular shaped, relatively flat, dark greyish preform (**Fig. 18.**), on both sides (A and B) with remains of reddish-brown coloured cortex.

Dimensions: length: 9.8 cm, width: 4 cm, thickness: 2.5-3.5 cm.

The next (**Fig. 19.**) is elongated, leaf-like, green coloured. Side "A" is flat, side "B" and one of the profiles is more worked by knapping. Its cross-section is almost quadrangular.

Measures: length: 20.2 cm, width: 6 cm, thickness: cca. 4 cm

The third one is greenish-grey coloured, fine-grained tanged adze-preform (**Fig. 20.**), with elongated shape and quadrangular cross-section.

Dimensions: length: 11.8 cm, width: 2.5 - 4.3 cm, thickness: 2.5 cm (by the neck)

The next one is semi-circular shaped, dark grey with greenish shade (**Fig. 21.**) with some remains of the cortex on its back side.

Dimensions: length: 12.2 cm, width: 6.1 cm, thickness: 4.5 cm.

Our next piece (**Fig. 22.**) is trapezoidal in shape, greenish-grey, with large cutting-edge and a tang on its butt. Its cross-section is rectangular.

Measures: length: 9.2 cm, width: 4.2 - 6.2 cm, thickness: 3.5 cm.

The sixth from Vaitehii II (**Fig. 23.**) is a fine-grained greyish-green preform with triangular cross-section.

Dimensions: length: 12.5 cm, width: 4 cm, thickness: 3 - 3.8 cm.

The last two pieces (**Figs. 24. and 25.**) are elongated, fine-grained, greenish grey coloured.

One (**Fig. 24.**) has some remains of the cortex on side "A" and its cross-section is triangular.

Its dimensions: length: 10.9 cm, width: 3.2- 4 cm, thickness: 2.7-3.2 cm.

The other one (**Fig. 25.**) Dimensions: length: 12.8 cm, width: 3.9 cm, thickness: 2.9 - 3.5 cm.

As all objects from Vaitehii II are deposited at Nuku Hiva and we had no chance to go there again recently, there are no drawings made and no measurement of weight on the pieces.



Fig. 18.: Vaitehii II– half-products (only photo)

18. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 19.: Vaitehii II– half-products (only photo)

19. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 20.: Vaitehii II– half-products (only photo)

20. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 21.: Vaitehii II– half-products (only photo)
21. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 22.: Vaitehii II– half-products (only photo)
22. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 23.: Vaitehii II– half-products (only photo)
23. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 24.: Vaitehii II– half-products (only photo)
24. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)



Fig. 25.: Vaitehii II– half-products (only photo)
25. ábra: Vaitehii II - félkész darabok (csak fotó)

Discussion

Although the southern islands of the Marquesas group were “discovered” by the Europeans in 1595, the northern islands, among them Nuku Hiva were contacted only by 1791. After this date, the islands were regularly visited by European sailors, and the appearance of metal woodworking tools pushed out the traditional stone adzes in relatively short time. Their production at the great quarries, like these on Eiao Island or at Nuku Hiva in about 10-20 years gradually ceased and the quarries were abandoned.

The other cause for this process was the decreasing number of local people, including the specialists in stone tool working techniques. The total population number of the six inhabited islands was estimated by different visitors in the time of the first contact: it seems to be about 50 thousands people or somewhat more. (Bailleul, 2001:21) This number changed in 1860 to 11 thousand, and in 1925 to only 2000 people (Bailleul, 2001:7)

Eiao, which lies 90 km to northwest from Nuku Hiva and was well known in ancient times for its basalt quarries and famous adze-makers, the members of the Tuametaki tribe, was for long time uninhabited. It is a desert island now, and only the abandoned settlements, quarries and workshops with their debris and half-products are the witnesses of the “Stone Age” on the islands.

Conclusion

The above polished stone artefact preforms and half-products prove the existence of workshop for adzes at Vaitehii. We supposed that Vaitehii supplied the surrounding archaeological sites with suitable raw material. We have initiated petroarchaeological investigation of some selected samples collected here and the neighbouring archaeological site Ha’ahinani Bay, presented by Szakmány et al. (2021) in the same volume. The petrographical analysis performed so far, however, did not prove this hypothesis. The presence of the worked flake from Ha’ahinani Bay, the raw material for which originated from Ua Pou was a little surprise for us. Ha’ahinani is a small bay with some rests of houses in its valley, probably used as temporary camp site by local people (fishers and hunters) several hundred years ago. Ua Pou, the second largest island after Nuku Hiva in the northern Marquesas lies about 40 km south of Nuku Hiva. Basing on only one piece from Ua Pou we can imagine many possibilities, for example this object was brought with some fishermen from Ua Pou.

We need more archaeometrical investigations on more pieces from Ha’ahinani to see if it was only accidental, or people from Ua Pou had the chance to visit this bay on more occasions.

References

- BAILLEUL, M. (2001): Les îles Marquises. Histoire de la Terre des Hommes Fenua Enata du XVIIIème siècle à nos jours. *Cahiers du Patrimoine* 3 Ministère de la Culture de Polynésie française, Tahiti.
- DORDILLON, M.I.-R. (1904): *Grammaire et Dictionnaire de la langue des îles Marquises*. Institut d’Ethnologie. Paris (Reprinted: 1999: Société des Études Océaniques, Tahiti).
- LAVONDES, A. ed., (1990): La vie quotidienne dans la Polynésie d’autrefois. *Encyclopédie de la Polynésie* vol. 5. Christian Gleizal/Les Éditions de l’Alizé).
- LINTON, R. (1923): The Material Culture of the Marquesas Islands. *Memoirs of the Bernice Pauahi Bishop Museum* VIII/5 Bayard Dominick Expedition Publ. No.5. Honolulu, Hawaii, Bishop Museum Press.
- STEINEN, K. von den (1928): Die Marquesaner und ihre Kunst. Studien über die Entwicklung primitiver Südseeornamentik. **Band III**. Die Sammlungen. Dietrich Reimer/Ernst Vohsen Verlag, Berlin.
- SZAKMÁNY, György; FEHÉR, Kristóf; KASZTOVSZKY, Zsolt & SÁGI, Tamás (2021): Archaeometric analyses of adze-blades on Nuku Hiva, Marquesas Islands / Nuku Hiváról (Marquesas szigetek) származó kőszközők archeometriai vizsgálati eredményei. *Archeometriai Műhely* XVIII/1 75–88.
- SUGGS, R.C. (1961): The Archaeology of Nuku Hiva, Marquesas Islands, French Polynesia. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History* 49 Part I. New York.

ARCHAEOLOGICAL ANALYSES OF ADZE-BLADES FROM NUKU HIVA, MARQUESAS ISLANDS

NUKU HIVÁRÓL (MARQUESAS SZIGETEK) SZÁRMAZÓ KŐESZKÖZÖK ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI •

SZAKMÁNY, György¹; FEHÉR, Kristóf^{1,2}; KASZTOVSZKY, Zsolt³ & SÁGI, Tamás^{1,2}

¹Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University, 1117 Pázmány Péter sétány 1/c, Budapest, Hungary

²MTA-ELTE Volcanological Research Group, 1117 Pázmány Péter sétány 1/c, Budapest, Hungary

³Centre for Energy Research, Eötvös Loránd Research Network, 1121 Konkoly Thege str. 29-33. Budapest, Hungary

E-mail: szakmany.gyorgy@ttk.elte.hu

Abstract

In this paper we present our results based on detailed archaeometric (mineralogical, petrological and geochemical) investigations on two flakes, originated from Nuku Hiva, Vaitehii I and Ha'ahinani sites. The main aim of these researches was to determine and characterise the raw material of the stone tools and determine or at least outline their provenances. Based on the mineralogical composition and texture the flake originated from Vaitehii I are basalt and it is very similar to the local Tekao type tholeiitic basalt. On the contrary the raw materials of the flake originated from Ha'ahinani is phonolite, its provenance is Ua Pou island.

Kivonat

Munkánk során két Nuku Hiva-i lelőhelyről (Vaitehii I és Ha'ahinani) származó kőeszköz töredéken végeztünk archeometriai (ásványtani, közettani és geokémiai) vizsgálatokat. Fő célunk a töredékek nyersanyagának pontos meghatározása és származásuk körvonalazása volt. Eredményeink alapján a Vaitehii I lelőhelyről származó kőeszköz bazaltból készült, és összetétele jól egyezik a helyi Tekao típusú tholeiites bazaltéval. A Ha'ahinani öbölből származó kőeszköz nyersanyaga fonolit, a nyersanyagának származási területe Ua Pou szigete.

KEYWORDS: POLYNESIA, BASALT, PHONOLITE, HALF-PRODUCTS, ARCHAEOLOGICAL EXAMINATION OF THE RAW MATERIAL

KULCSSZAVAK: POLINÉZIA, BAZALT, FONOLIT, FÉLKÉSZ ESZKÖZÖK, NYERSANYAG-VIZSGÁLAT

Introduction

Stone artefacts and their raw material from the Marquesas Islands, part of French Polynesia were in the focus of scientific interest for a long time (see e.g. McAlister & Allen 2017). In 1998, Judit Antoni and Alfred Falchetto performed field surveys on Nuku Hiva, one of the Marquesas Islands and collected numerous lithic artefacts there. Part of the material is presented in this volume (Antoni & Falchetto 2021). In our study, we present here the results of the investigation of two stone artefacts from the sites Vaitehii and Ha'ahinani-bay, respectively. For the sampling localities, see the Fig 1. of Antoni & Falchetto (2021 in this volume). NUH-V1 stone tool flake was collected in Vaitehii site, from the pit on the hills in the Western-Northwestern part of Nuku Hiva.

There are a lot of flakes in this pit where raw materials of polished stone tools were extracted 200-300 years ago. The elongated, triangular shaped dark-grey coloured flake has wavy and rugged edge on both of its rims as traces of knapping. Its cross-section at the base, by the bulbous is also triangular. On its tip there are rests of cortex. Dimensions: length: 10.2 cm, width: 3.3-4.8 cm, thickness: 0.7-1.4 cm, weight: 26.0 g. (**Fig. 1.**)

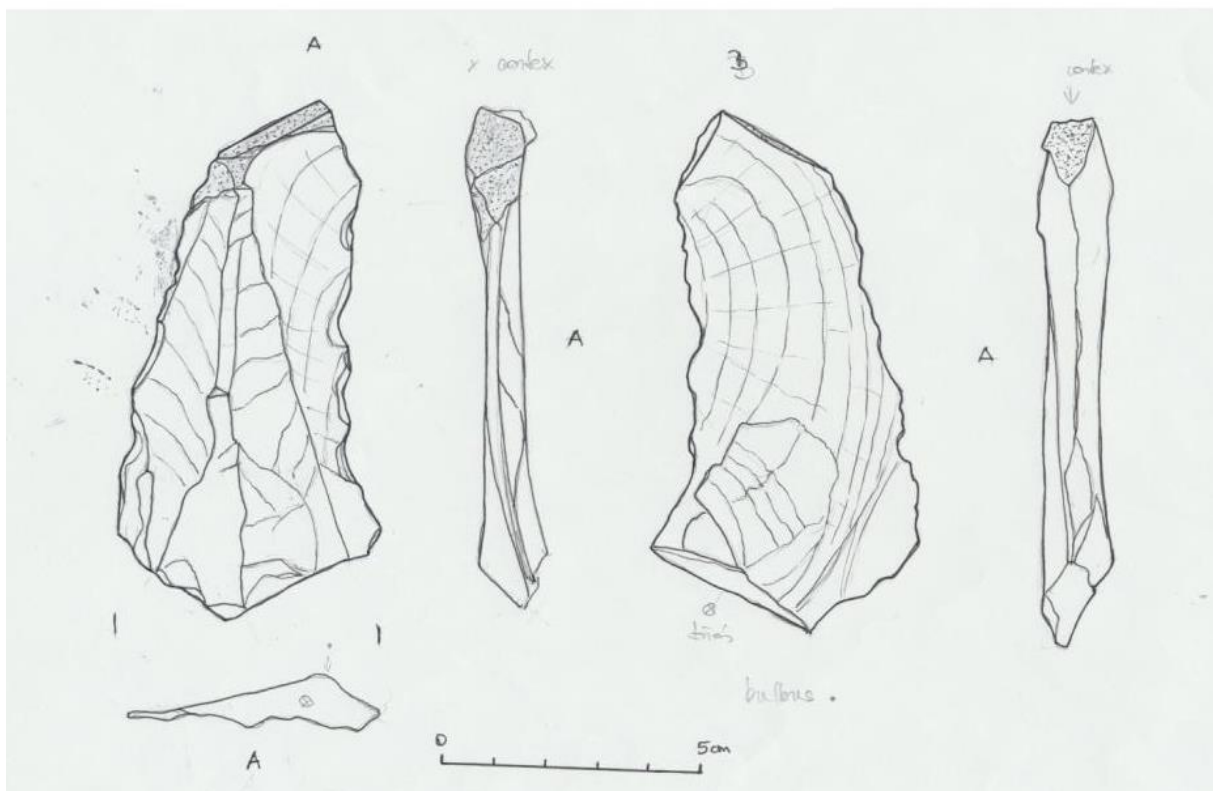
NUH-H1 stone tool flake has been collected from the surface in the eastern side of Ha'ahinani-bay of Western-Northwestern part of Nuku Hiva which is not too far from Vaitehii. The NUH-H1 flake has some traces of knapping on its surface. Also there is a rugged edge on its concave side due to knapping.

• How to cite this paper: SZAKMÁNY, Gy; FEHÉR, K; KASZTOVSZKY, Zs & SÁGI, T., (2021): Archaeometric analyses of adze-blades on Nuku Hiva, Marquesas Islands, *Archeometriai Műhely XVIII/1* 75–88.
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-005](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-005)



Fig. 1.:
Stone flake analysed from
Vaitehii I.

1. ábra:
A vizsgált Vaitehii I. lelőhelyről
származó félkész köpence



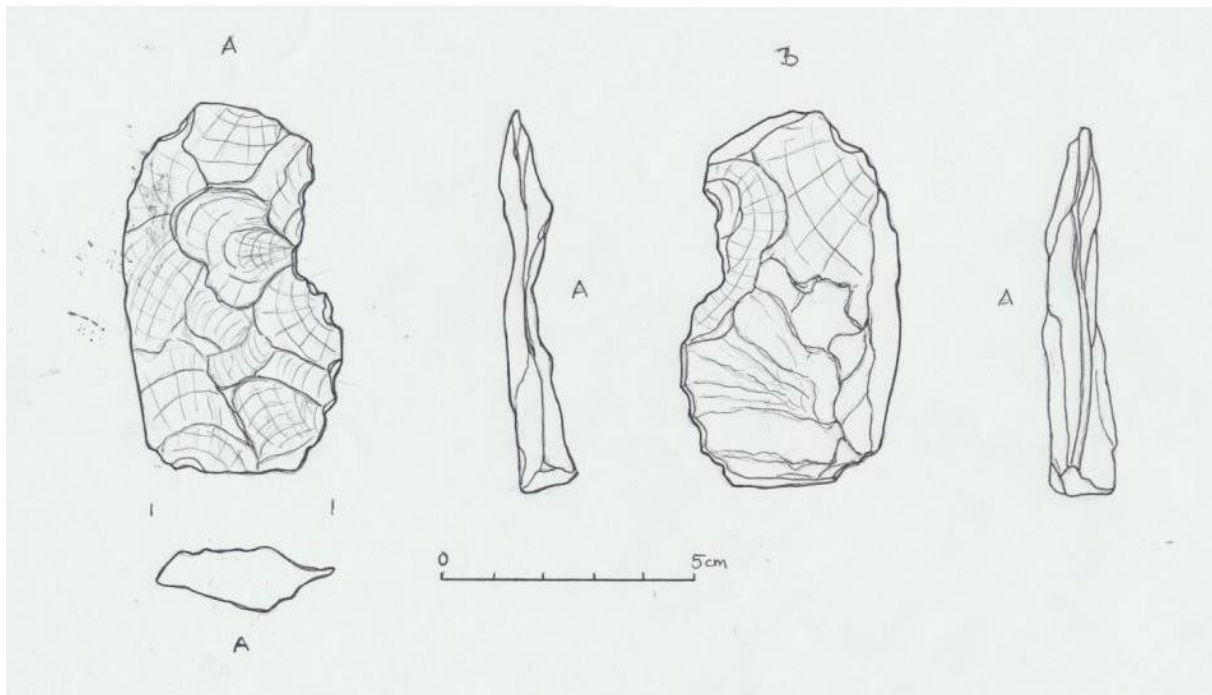
The slightly convex side of the flake shows possible traces of retouch process. Dimensions: length: 7.4 cm, width: 4.2 cm, thickness: 0.5-1.2 cm, weight: 16.0 g. (**Fig. 2.**)

Mineralogical, petrological and geochemical investigation have been made on both polished stone flakes. The main aim of the archaeometric investigation was to determine and characterise the raw materials of the stone tools and determine or at least outline their provenance.



Fig. 2.:
Stone flake analysed from Ha'ahinani Bay

2. ábra:
A Ha'ahinani öbölből származó vizsgált kőpengé



Moreover, we were trying to find answer to the following questions:

- 1) How does the chemical composition of sample NUH-V1 match with the composition of local basalt?
- 2) Is the chemical composition of the piece NUH-H1 similar, or different from NUH-V1, in other words, did they use the same raw material or not?

Methods

Both stone tools were macroscopically described and the magnetic susceptibility (MS) of their material was measured. These data give a preliminary information about the main type of the raw materials of the stone tools. Methodology of MS measurements and the calculation / determination of the real MS values are based on Williams-Thorpe and Thorpe (1993), Bradák et al. (2009), Szakmány et al. (2011b).

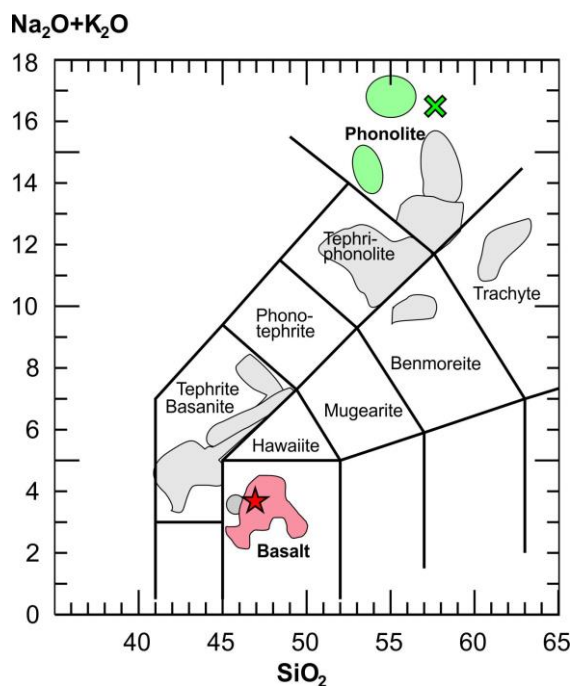


Fig. 3.: TAS diagram (SiO_2 vs $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) of the analysed flakes. Green cross – NUH-H1 stone flake; red star – NUH-V1 stone flake. For comparison bulk rock composition of Ua Pou and Nuku Hiva lavas from Legendre et al. 2005a, 2005b are also shown, Green ellipses – group C and D phonolites (combined), grey areas – other rock types of Ua Pou; pink area – olivine tholeiite of the Tekao volcano (Nuku Hiva).

3. ábra: A vizsgált minták elhelyezkedése a TAS diagramon. Zöld kereszt – NUH-H1, vörös csillag – NUH-V1. Összehasonlító adatok Legendre 2005a, 2005b alapján: zöld mező – C és D típusú fonolitok, szürke mező – egyéb kőzettípusok (Ua Pou); rózsaszín mező – Tekano típusú olivin tholeiit (Nuku Hiva)

As it was allowed to cut small pieces from both flakes, thin sections were made from them to perform detailed polarizing microscopic petrographic descriptions. Additional petrographic investigation and in situ mineralogical analyses were performed with an Amray 1830 type electron-microscope equipped with EDAX PV9800 energy dispersive spectrometer at the Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University, Budapest. Exact parameters of SEM-EDX measurements can be found in Bendő et al. (2019).

Non-destructive elemental analyses were carried out by Prompt Gamma Activation (PGAA) at the Budapest Neutron Centre. This method determines the bulk concentrations most of the major elements and some trace elements (B, Cl, Sc, V, Nd, Sm and Gd). The principle of the quantitative analysis is given by Révay 2009. Detailed description of the experimental setup is given by Szentmiklósi et al.

(2010). The application of PGAA for provenance of stone tools is discussed in Szakmány et al. (2011a) and Bendő et al. (2019).

Results

On the macroscopic scale, both studied polished stone flakes are very fine grained. They show black colour on the fresh break, and brownish-grey on their weathered surfaces. The flake of NUH-V1 contains few slightly elongated or almost isometric green olivine crystals with a maximum size of 2 mm. The NUH-H1 stone tool flake contains sparse small sized (max. 1 mm) white, almost idiomorphic tabular feldspar crystals. The groundmass of both stone tools is very fine grained, only some very small sized white and black grains are visible, which cannot be specified by the naked eye.

The real MS values of the stone tools are close to each other: $6,57 \times 10^{-3}$ SI (NUH-V1) and $5,97 \times 10^{-3}$ SI (NUH-H1), respectively, which generally correspond the MS values of basic-intermediate volcanic rock types.

Table 1.: Major (wt%) and some trace (ppm) elements content of studied Nuku Hiva flakes

1. táblázat: A vizsgált Nuku Hiváról származó kőeszöszök fő-(wt%) és nyomelem (ppm) tartalma

	NUH-V1	NUH-H1
	basalt	phonolite
SiO_2	46.5	57.2
TiO_2	3.26	0.30
Al_2O_3	12.9	20.7
Fe_2O_3^*	12.7	2.8
MnO	0.15	0.24
MgO	10.3	<QL
CaO	9.6	1.6
Na_2O	2.61	9.33
K_2O	1.08	7.04
H_2O	0.87	0.45
Total	99.91	99.68
B	2.22	19.10
Cl	108	3072
Sc	25.3	0
V	369	0
Nd	39.4	61.0
Sm	6.88	5.16
Gd	6.99	3.55

QL - quantification limit; * - total Fe-content

Based on the chemical analysis, NUH-V1 has a basic composition with 46 wt% SiO₂ content. Moreover NUH-H1 has higher SiO₂ content (57 wt%), which shows its intermediate composition. The TiO₂ content of the NUH-V1 is quite high, whereas the sum of alkali elements is low, especially K₂O. On the contrary the sum alkalis of the NUH-H1 is very high (Na₂O higher than 9 wt%, K₂O higher than 7 wt%), showing the strong alkaline character of this rock (**Table 1., Fig. 3.**) The chemical composition fits very well to the mineralogical composition of both stone tools.

On the microscopic scale, sample NUH-V1 has porphyritic microholocrystalline texture, with local concentrations of coarser grained crystals. The porphyritic constituents are skeletal olivine with generally fresh core and iddingsitic rim, dominantly 250-300 μm (max 650 μm) in size. Cr-spinell and orthopyroxene inclusion are very rare or absent. The groundmass is very fine grained (generally 100-200 μm), completely crystallized with slightly fluidal structure. It dominantly consists of elongated intermediate-basic plagioclase (andesine-labradorite) and hipidiomorphic, slightly elongated and zoned augitic clinopyroxene with Al-rich core and Al-poor rim. Occasionally coarser grained plagioclase crystals occur. Very fine grained (50-100 μm) opaque minerals are abundant: those are dominantly ilmenite, occasionally with a magnetite rim. Scarce phlogopite crystals appear mainly in the somewhat better crystallized parts of the

groundmass or at the rims of olivine. (**Figs 4., 5., 6., 7., 12. and 13, Tables 2., 3., 4., 5., and 6.**) Based on the chemical and mineralogical composition and texture the NUH-V1 stone tool is basalt.

On the microscopic scale sample NUH-H1 has fine grained, porphyritic microholocrystalline fluidal texture occasionally with coarse grained phenocrysts of sanidine having strongly resorbed plagioclase (oligoclase) core. Fine grained, porphyritic microholocrystalline fluidal texture with occasionally quite coarse grained phenocrysts of sanidine with strongly resorbed plagioclase (oligoclase) core. The groundmass is very fine grained (dominantly 30-80 μm), completely crystallized. It dominantly consists of elongated K-feldspar (sanidine) and hipidiomorphic nepheline. Slightly elongated brownish green-dark green pleochroic pyroxene crystals (with hedenbergite composition) and opaque minerals (Ti-magnetite) are also abundant. Few grains of sodalite and analcime can be observed, the analcime formed from altered nepheline. Accessories are apatite, sometimes with a monacite rim, and a peculiar, slightly elongated, fine grained pale purple Zr-rich phase which could be an eudialite-group mineral (probably a Ca-rich type sergevanite). Its small size makes the accurate determination impossible even with SEM-EDS (**Figs. 8., 9., 10., 11., 12. and 13., Tables 2., 3., 5., 7. and 8.**). Based on the chemical and mineralogical composition and texture the NUH-H1 stone tool is phonolite.



Fig. 4.: Polarizing microscopic photo of NUH-V1 basalt flake with olivine (ol) phenocrysts with fresh core and iddingsitic rim, plagioclase (pl), augitic pyroxene (cpx) and phlogopite (phl) in the completely crystallized groundmass (crossed nicols)

4. ábra: A NUH-V1 bazalt kőeszköz polarizációs mikroszkópi képe, olivin (ol) fenokristály üde maggal és iddingzites szegéllyel, plagioklász (pl), augit (cpx) és flogopit (phl) teljesen kristályos alanyanyagban (+N)

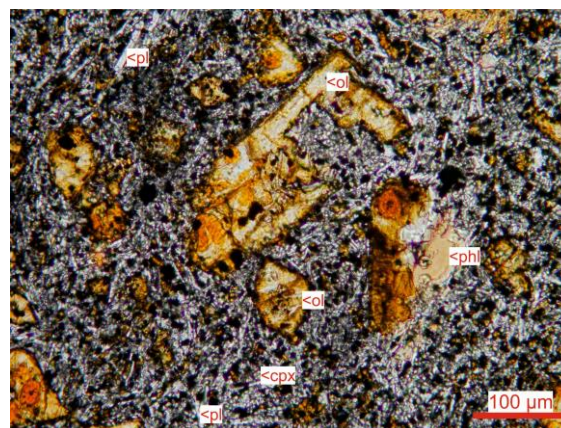


Fig. 5.: Polarizing microscopic photo of NUH-V1 basalt flake with iddingsited olivine (ol) phenocrysts and phlogopite (phl), plagioclase (pl) and augitic clinopyroxene (cpx) in the groundmass (plane polarized light)

5. ábra: A NUH-V1 bazalt kőeszköz polarizációs mikroszkópi képe. Olivin (ol) fenokristály üde maggal és iddingzites szegéllyel, plagioklász (pl), augit (cpx) és flogopit (phl) teljesen kristályos alanyanyagban (1N)

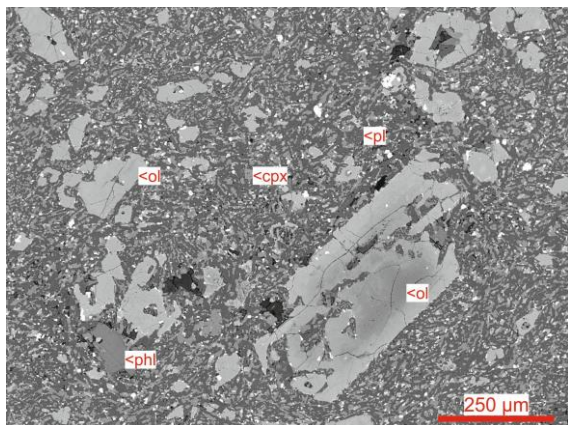


Fig. 6.: BSE image of NUH-V1 basalt flake on the same territory as in Fig. 4. Mineral abbreviations see in Fig. 4. caption

6. ábra: A NUH-V1 bazalt kőeszköz visszazórt elektronképe a 4. ábrán bemutatott területről. Rövidítéseket ld. a 4. ábránál

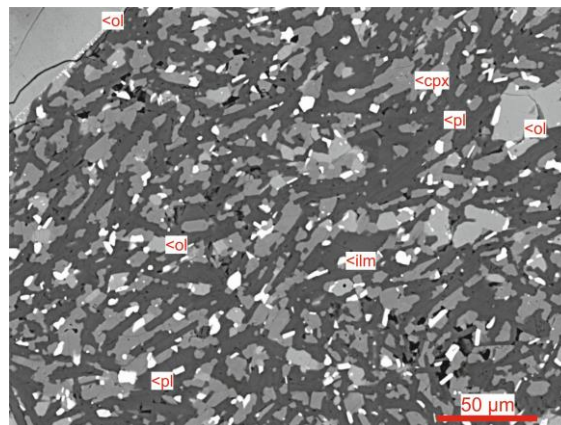


Fig. 7.: Groundmass of NUH-V1 basalt in BSE image. Abbreviations: cpx – clinopyroxene, ilm – ilmenite, ol – olivine, pl – plagioclase

7. ábra: A NUH-V1 bazalt alapanyagáról készült visszazórt elektronkép Rövidítések: cpx – klinopiroxén, ilm – ilmenit, ol – olivin, pl – plagioklász

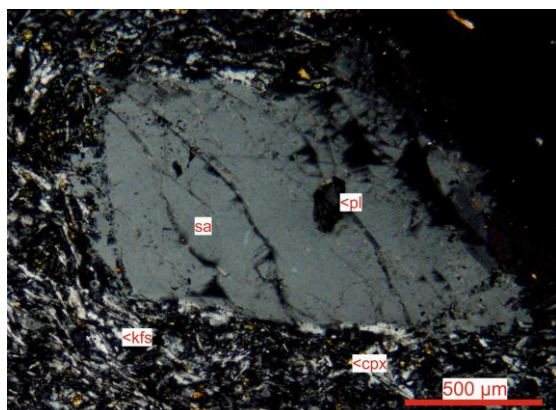


Fig. 8.: Polarizing microscopic photo of NUH-H1 phonolite flake. Large sanidine (sa) phenocryst with spongy rim and plagioclase (pl) inclusion in it, and fine grained fluidal groundmass. Abbreviations: kfs – K-feldspar, cpx - clinopyroxene (crossed nicols)

8. ábra: A NUH-H1 fonolit kőeszköz polarizációs mikroszkópi képe. Nagyméretű szanidin (sa) fenokristály szivacsos szövetű szegéllyel és plagioklász (pl) zárvánnyal, továbbá finom szemcsés, irányított (folyásos) szövettel. Rövidítések: kfs – kálföldpát, cpx – klinopiroxén (+N)

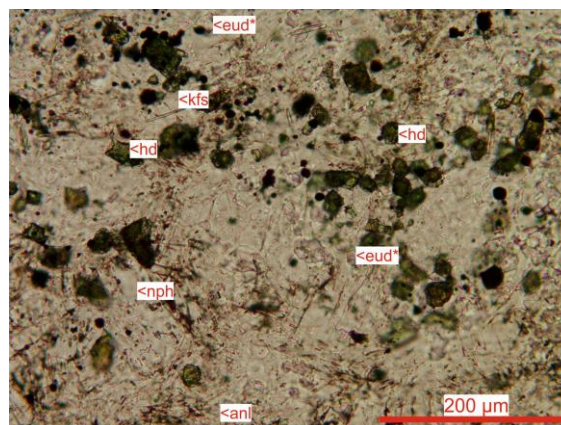


Fig. 9.: Polarizing microscopic photo of the groundmass of NUH-H1 phonolite flake. Fluidal texture with K-feldspar (sanidine – kfs), nepheline (nph), analcime (anl), hedenbergite (hd), and fine grained eudialyte group minerals (eud*). (plane polarized light)

9. ábra: A NUH-H1 fonolit kőeszköz alapanyagáról készült polarizációs mikroszkópi fotó. Folyásos szövetben kálföldpát (szanidin – kfs), nefelin (nph), analcim (anl), hedenbergit (hd), és finomszemcsés eudialit-csoportba tartozó ásvány (eud*) (1N)

Discussion

Macroscopic features of the two investigated flakes are very similar to each other, but the petrological and geochemical analyses have shown that their raw materials are different.

On the basis of mineralogical and chemical composition the **NUH-V1** flake is fine grained **basalt**. The porphyritic constituents are small and they have the same size range. The groundmass is

completely crystallized. These properties signs that it has a very high quality as stone tool raw material. The mineralogy and the major element chemical composition of the basalt show tholeiitic character. Its chemistry fits very well to the tholeiitic basalt data set measured in Nuku Hiva. (Legendre et al 2005b). Nevertheless tholeiitic basalts are widespread in Marquesas archipelago. McAlister et al. (2017) summarised their chemical composition, moreover they analysed several stone tools.

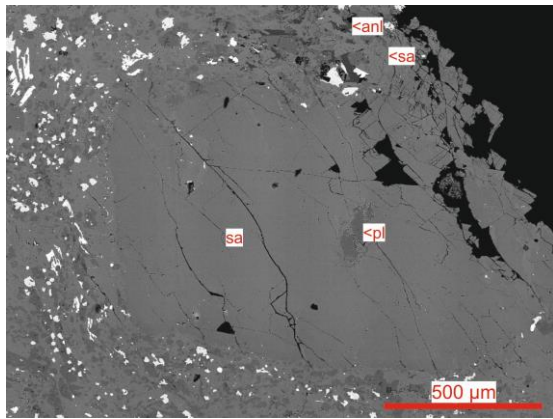


Fig 10.: BSE image of NUH-H1 phonolite on almost the same territory as in Fig. 8. Mineral abbreviations: sa – sanidine, pl – plagioclase, anl – analcime

10. ábra: A NUH-H1 fonolit kőeszköz alapanyagáról készült visszashórt elektronkép, közelítőleg a 8. ábrán bemutatott területről. Rövidítések: sa – szanidin, pl – plagioklász, anl - analcim

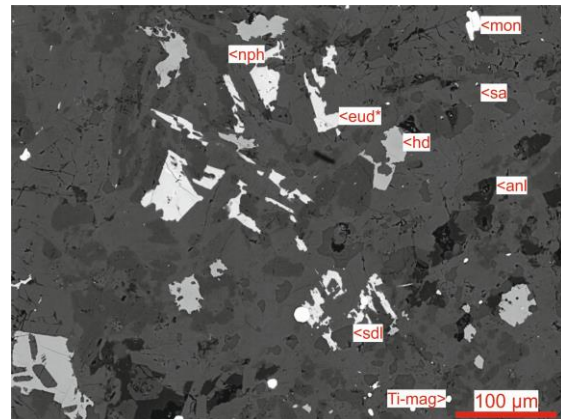


Fig. 11.: Groundmass of NUH-H1 phonolite flake in BSE image. Abbreviations: anl – analcime, eud* - eudialyte group mineral, hd – hedenbergite, mon – monazite, nph – nepheline, sa – sanidine, sdl – sodalite, Ti-mag – titanomagnetite

11. ábra: A NUH-H1 fonolit kőeszköz alapanyagáról készült visszashórt elektronkép. Rövidítések: anl – analcim, eud* - eudialit csoportbeli ásvány, hd – hedenbergit, mon – monacit, nph – nefelin, sa – szanidin, sdl – szodalit, Ti-mag – titano-magnetit

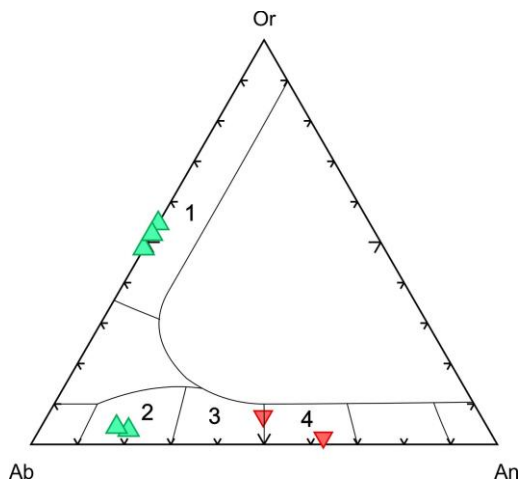


Fig. 12.: Feldspar compositions of NUH-V1 basalt flake (red triangle) and NUH-H1 phonolite flake (green triangle): 1: sanidine, 2: oligoclase, 3: andesine, 4: labradorite.

12. ábra: A NUH-V1 bazalt (vörös háromszög) és a NUH-H1 fonolit (zöld háromszög) kőeszközök földpátjainak összetétele: 1: szanidin, 2: oligoklász, 3: andezin, 4: labradorit.

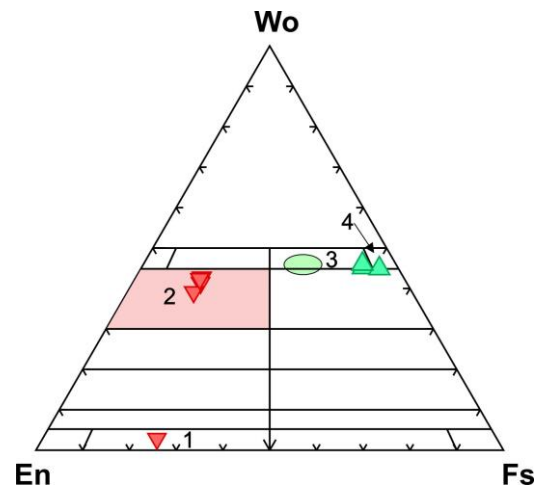


Fig 13.: Pyroxene composition of NUH-V1 basalt (red triangles) and NUH-H1 phonolite (green triangles) flakes. Basaltic sample contains clinopyroxene (2: Mg-rich augite) and – as inclusions in olivine - orthopyroxene (1: Ferroanstatite), whereas phonolite contains only clinopyroxene (3: Mg-hedenbergite, 4: hedenbergite). For comparison compositional range of clinopyroxenes of peralkaline phonolites from Ua Pou (pale green ellipsoide) and Tekao tholeiites of Nuku Hiva (pale red rectangle) are shown (based on Legendre et al. 2005a and 2005b, respectively).

13. ábra: A NUH-V1 bazalt (vörös háromszög) és a NUH-H1 fonolit (zöld háromszög) kőeszközök piroxénjeinek összetétele. A bazalt klinopiroxént (2: Mg-gazdag augit) és – olivinben zárványként – rombos piroxént (1: Ferroensztatit) tartalmaz. A fonolitban csak klinopiroxén (3: Mg-hedenbergit, 4: hedenbergit) fordul elő. Összehasonlító adatok: klinopiroxén Ua Pou peralkáli fonolitban (halvány zöld mező) és Nuku Hiván a Tekao tholeiitben (halvány vörös mező) (Legendre 2005a, illetve 2005b alapján).

Table 2.: Feldspar compositional data of NUH-V1 basalt and NUH-H1 phonolite flakes**2. táblázat:** A NUH-V1 bazalt és a NUH-H1 fonolit kőszeközök földpátjainak összetétele

Sample	NUH-V1	NUH-V1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1
Rock type	basalt	basalt	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite
Position	G	G	C	C	C	R	G
name	pl	pl	pl	pl	kfs	kfs	kfs
SiO ₂	53.06	55.13	62.07	62.92	65.75	65.59	66.14
Al ₂ O ₃	28.90	27.73	23.82	23.28	19.78	19.53	19.38
FeO*	1.56	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	12.22	9.69	4.18	3.52	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	3.98	5.40	9.30	9.51	5.12	6.14	5.48
K ₂ O	0.28	1.23	0.64	0.77	9.35	8.74	9.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cations							
Si	2.42	2.50	2.76	2.79	2.97	2.96	2.98
Al	1.55	1.48	1.25	1.22	1.05	1.04	1.03
Fe	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.60	0.47	0.20	0.17	0.00	0.00	0.00
Na	0.35	0.47	0.80	0.82	0.45	0.54	0.48
K	0.02	0.07	0.04	0.04	0.54	0.50	0.52
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
endmembers							
Ab	36.46	46.70	77.30	79.50	45.42	51.64	48.06
An	61.86	46.31	19.20	16.26	0.00	0.00	0.00
Or	1.69	7.00	3.50	4.24	54.58	48.36	51.94

Oxides in wt%; * - total Fe-content

Position: G - groundmass mineral, C - core, R - rim

Name: pl - plagioclase, kfs - K-feldspar

Endmembers: Ab - albite, An - anorthite, Or - orthoclase

Table 3.: Pyroxene compositional data of NUH-V1 basalt and NUH-H1 phonolite flakes**3. táblázat:** A NUH-V1 bazalt és a NUH-H1 fonolit kőszeközök piroxénjeinek összetétele

Sample	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1
rock type	basalt	basalt	basalt	basalt	basalt	basalt	phonolite	phonolite	phonolite
Position	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Name	aug	aug	aug	aug	aug	opx	hed	hed	hed
SiO ₂	48.73	48.31	48.16	52.00	51.21	53.70	47.19	48.22	46.53
TiO ₂	2.63	2.54	2.53	1.36	1.65	0.00	0.65	0.33	1.18
Al ₂ O ₃	5.78	8.33	8.56	3.16	3.81	2.71	2.23	1.68	2.84
MgO	14.81	13.76	13.8	16.07	14.89	26.35	2.33	1.26	2.21
FeO*	8.71	8.09	7.98	8.70	8.41	15.82	23.63	25.25	23.65
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52	2.66	2.15
CaO	19.34	18.97	18.97	18.71	20.04	1.42	19.48	19.18	19.79
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	1.42	1.65
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cations									
Si	1.81	1.80	1.79	1.93	1.90	1.94	1.88	1.95	1.86
Al ₄	0.19	0.20	0.21	0.07	0.10	0.06	0.12	0.05	0.14
Al ₆	0.06	0.16	0.16	0.06	0.07	0.05	0.00	0.03	0.00
Fe ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.25	0.11	0.20
Ti	0.07	0.07	0.07	0.04	0.05	0.00	0.02	0.01	0.04
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.82	0.76	0.76	0.89	0.82	1.42	0.14	0.08	0.13
Fe ₂	0.27	0.25	0.25	0.27	0.26	0.47	0.54	0.74	0.59
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09	0.07
Ca	0.77	0.76	0.75	0.74	0.80	0.05	0.83	0.83	0.85
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.11	0.13
mg#(fe ₂)	0.75	0.75	0.76	0.77	0.76	0.75	0.20	0.09	0.18
mg#(fe _{tot})	0.75	0.75	0.76	0.77	0.76	0.75	0.15	0.08	0.14
endmembers									
En	44.08	43.09	43.24	46.71	43.78	72.70	7.51	4.10	7.15
Wo	41.38	42.70	42.73	39.10	42.35	2.82	45.14	44.87	46.00
Fs	14.54	14.21	14.03	14.19	13.87	24.49	47.35	51.03	46.86

Oxides in wt%; * - total Fe-content

Position: G - groundmass mineral

Name: aug - augite. opx - orthopyroxene. hed - hedenbergite

Endmembers: En - enstatite. Wo - wollastonite. Fs - ferrosillite

Table 4.: Olivine compositional data of NUH-V1 basalt flake**4. táblázat:** A NUH-V1 bazalt kőeszköz olivinjének összetétele

Sample	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1
Rock type	basalt	basalt	basalt
Position	C	R	C
Name	ol	ol	ol
SiO ₂	36.22	34.67	33.32
Al ₂ O ₃	0.00	1.24	1.80
FeO	21.90	38.90	42.25
MnO	0.25	0.33	0.28
MgO	41.34	24.41	22.06
CaO	0.29	0.44	0.30
Total	100	100	100
Cations			
Si	0.95	0.98	0.96
Al	0.00	0.04	0.06
Fe	0.48	0.92	1.02
Mn	0.01	0.01	0.01
Mg	1.61	1.03	0.95
Ca	0.01	0.01	0.01
mg#(fe_tot)	0.77	0.53	0.48
endmembers			
Fo	77.09	52.79	48.20
Fa	22.91	47.21	51.80

Oxides in wt%

Position: C - core, R - rim

Name: ol - olivine

Endmembers: Fo - forsterite, fa - fayalite

On the base of McAlister et al. (2017) results, basalts occurring in other territories of Nuku Hiva and the other islands of the Marquesas archipelago have different chemical composition. The best analogies by chemical composition to our basalt flakes are the basaltic dykes from Henua Ataha, which is occur in the North-western part of Nuku Hiva, the same territory as of the locality of flake NUH-V1. The MgO content is generally lower in the tholeiitic basalts of the whole archipelago as in the analysed sample except of Henua Ataha dyke. Even the basalt stone tools that occur in Eiao island and the basaltic rocks of the island which are the best quality basalts to make stone tools in Marquesas islands differ in chemical composition from the studied NUH-V1 basalt. Therefore the mineral composition and the appearance of the analysed basalt flake fits pretty well to the tholeiitic basalts occurring in Nuku Hiva.

Table 5.: Oxide minerals compositional data of NUH-V1 basalt and NUH-H1 phonolite flakes**5. táblázat:** A NUH-V1 bazalt és a NUH-H1 fonolit kőeszközök oxid ásványainak összetétele

Sample	NUH-V1	NUH-V1	NUH-V1	NUH-H1
Rock type	basalt	basalt	basalt	phonolite
Position	I	G	G	G
Name	sp	sp	sp	Ti-mt
SiO ₂	0.89	4.24	2.53	
TiO ₂	17.82	6.98	9.26	14.92
Al ₂ O ₃	4.77	7.07	4.67	
MgO	2.95	5.57	3.61	
FeO	60.65	56.59	64.07	
Fe ₂ O ₃				80.98
MnO				4.09
Cr ₂ O ₃	12.92	19.56	15.85	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Cations				
Si		0.14	0.09	
Al	0.20	0.28	0.19	
Fe ₃	0.44	0.56	0.72	
Ti	0.47	0.18	0.24	
Cr	0.36	0.52	0.43	
Mg	0.15	0.28	0.19	
Fe ₂	1.35	1.04	1.14	
mg#(fe ₂)	0.10	0.21	0.14	
mg#(fe_tot)	0.08	0.15	0.09	
cr#(cr/(cr+al))	64.50	64.99	69.48	
Usp	0.82	0.55	0.52	

Oxides in wt%

Position: I - inclusion in olivine. G - groundmass

Name: sp - spinel. Ti-mt - titanomagnetite. Usp - ulvospinel

The iddingsitic rim of olivine and the lack of ilmenite phenocrysts of the Tekao type tholeiitic basalts are also a good confirmation and sign that our sample shows similarities to this type of tholeiitic basalt of Nuku Hiva (Legendre et al. 2005b). The only difference is that phlogopite occurs in our sample but there is no mention of it in the literature of tholeiitic basalts of Nuku Hiva. Phlogopite occurs only in benmoreite (Legendre et al 2005b), which is an intermediate type of this volcanic series, therefore the chemical composition of benmoreite strongly differs from the analysed flake.

Table 6.: Phlogopite compositional data of NUH-V1 basalt flake**6. táblázat:** A NUH-V1 bazalt kőeszköz flogopitjának összetétele

Sample	NUH-V1	NUH-V1
Rock type	basalt	basalt
Position	G	G
Name	phlog	phlog
SiO ₂	41.68	42.38
TiO ₂	5.24	4.85
Al ₂ O ₃	12.38	12.35
MgO	18.56	20.93
FeO*	10.27	7.31
K ₂ O	9.88	10.19
Total	98.00	98.00

Oxides in wt%

Position: G - groundmass

Name: phlog – phlogopite

Clinopyroxene composition of Tekao tholeiites (Mg-rich augite, Legendre et al. 2005b) are very close to which were analysed in NUH-V1 flake (**Fig. 13.**).

Legendre et al. (2005b) also mentioned Ca-poor pigeonite, whereas in the NUH-V1 flake we measured ferroan-enstatite which is very close to each other, almost within the analytical uncertainty of the analysing instrument. In conclusion we can confirm that the raw material of NUH-V1 basalt flake originates from the local Tekao type tholeiitic basalt mining site.

On the basis of the mineralogical and chemical composition, **NUH-H1** flake was made from **phonolite**. This rock type is quite rare in the Marquesas archipelago, and it cannot be found at all in Nuku Hiva. Only known occurrence in the archipelago is in Ua Pou, which island is located about 40 km south from Nuku Hiva. The main rock types of Ua Pou are phonolites, which are proved to be used to make stone tools (Bishop and Woolley 1973, Legendre et al. 2005a, McAlister and Allen 2017). The mineralogical component of the studied flake is almost the same as the C and D types of peralkaline phonolites described by Legendre et al. (2005a). The only differences are that in our flake analcime (which have formed from the alteration of nepheline) and a rare Zr and REE rich very fine grained mineral phase - which could be an eudialite-group mineral (probably a Ca-rich type sergevanite) - have been identified, which minerals have not been mentioned by Legendre et al. (2005a).

Table 7.: Feldspathoid compositional data of NUH-H1 phonolite flake**7. táblázat:** A NUH-H1 fonolit kőeszköz földpátpótlóinak összetétele

Sample	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1
Rock type	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite
Position	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Name	nepheline	nepheline	nepheline	analcime	analcime	analcime	sodalite	sodalite	sodalite
SiO ₂	48.18	46.46	46.78	55.49	55.77	57.16	38.71	39.36	39.97
Al ₂ O ₃	34.33	32.29	32.26	26.41	26.07	26.72	32.24	31.60	32.45
FeO*	0.00	1.24	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	13.23	16.16	15.41	9.16	9.11	6.23	22.77	22.71	20.97
K ₂ O	4.25	3.85	4.34	0.93	1.05	1.89	0.00	0.00	
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.28	6.33	6.61
Total	100.00	100.00	100.00	92.00	92.00	92.00	100.00	100.00	100.00

Oxides in wt%

Position: G - groundmass

Table 8.: Compositional data of the eudialyte group mineral of NUH-H1 phonolite flake**8. táblázat:** A NUH-H1 fonolit köeszközben előforduló eudialit csoportba tartozó ásvány összetétele

Sample	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1	NUH-H1
Rock type	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite	phonolite
Position	G	G	G	G	G	G	G	G
Name	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*	eudialyte*
SiO ₂	40.64	39.64	39.30	35.99	35.11	39.10	37.65	38.14
TiO ₂	0.89	0.79	0.79	0.77	0.68	0.85	0.76	0.75
FeO*	4.28	4.04	3.87	3.74	3.54	4.10	3.58	3.87
MnO	2.38	2.89	2.97	2.07	2.52	2.27	2.23	2.77
CaO	31.44	33.15	33.04	27.31	28.82	30.06	33.47	31.70
Na ₂ O	9.77	9.34	9.18	8.94	8.53	9.50	8.58	9.08
ZrO ₂	10.59	10.14	10.84	9.18	8.80	10.12	9.73	9.69
Total	100.00	100.00	100.00	88.00	88.00	96.00	96.00	96.00

Oxides in wt%

Position: G - groundmass

Remark: eudialyte* - eudialyte group mineral. probably Ca-rich sergevanite

The chemical composition even the major elements and the analysed trace elements and REE-s of the NUH-H1 flake is almost the same as the D type phonolite of Ua Pou (Legendre et al 2005a). Clinopyroxenes of the NUH-H1 flake (Fig. 12.) show a very close composition to which can be found in peralkaline phonolites of Ua Pou, mainly their C- and D-types (Legendre et al. 2005a). Also there is no knowledge of imported stone tools from other, farther archipelagos of the Pacific ocean until now (McAlister and Allen 2017). All this information confirms that the provenance of the studied phonolite flake is Ua Pou.

Conclusion

The investigated two artefacts are very similar in their macroscopic properties. At the same time, a detailed petroarchaeological analysis could find essential differences in the raw material and consequently in the potential source area as well. NUH-V1 was made of basalt while NUH-H1 was made of phonolite. The artefact made of basalt agrees well with the composition of the tholeiitic basalt occurring in the region of Vaitehii, within them, the so-called Tekao type basalt, that is, the flake originated from the local rock. Opposed to this, the object from Ha'anihani bay was made of phonolite, a rock type which does not occur on the island of Nuku Hiva. It is only known from an island about 40 km to the south of Nuku Hiva, namely Ua Pou where it crops out in significant quantities. According to the detailed petrographic and geochemical analyses, the composition of the phonolite artefact is very similar to that of the

phonolite from Ua Pou, therefore we can conclude that it originated from there.

In conclusion we can confirm that the raw material of NUH-V1 flake have found in Vaitehii I locality made from the local tholeiitic basalt mining site. On the contrary the flake have found in the Ha'anihani bay made from phonolite, and the provenance of this flake is Ua Pou.

Acknowledgements

Many thanks to Judit Antoni and Alfred Falchetto to give us their stone tools for analysis, and also thanks to Sándor Józsa for preparing the thin sections studied in this work.

References

- ANTONI, J. & FALCHETTO, A., (2021): Vaitehii: the cradle of the basalt adze-blades on Nuku Hiva, Marquesas Islands, *Archeometriai Műhely XVIII/1* 55–74.
<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-004>
- BENDŐ, ZS., SZAKMÁNY, GY., KASZTOVSZKY, ZS., T. BIRÓ, K., OLÁH, I., OSZTÁS, A., HARSÁNYI, I., SZILÁGYI, V. (2019): High pressure metaophiolite polished stone implements found in Hungary. *Archaeological and Anthropological Sciences* **11/5** 1643–1667; electronic version: <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0618-6>,
- BISHOP, A.C., WOOLLEY, A. R. (1973): A Basalt-Trachyte-Phonolite Series from Ua Pou,

Marquesas Islands, Pacific Ocean. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **39** 309–326.

BRADÁK, B., SZAKMÁNY, GY., JÓZSA, S., PŘICHYSTAL, A. (2009): Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of Czech Republic (Central Europe). *Journal of Archaeological Science* **36** 2437–2444.

LEGENDRE, C., MAURY, R.C., CAROFF, M., GUILLOU, H., COTTENI, J., CHAUVEL, C., BOLLINGER, C., HÉMOND, C., GUILLE, G., BLAIS, S., ROSSI, P., SAVANIER, D. (2005a): Origin of Exceptionally Abundant Phonolites on Ua Pou Island (Marquesas, French Polynesia): Partial Melting of Basanites Followed by Crustal Contamination. *Journal of Petrology* **46/9** 1925–1962. <https://doi.org/10.1093/petrology/egi043>

LEGENDRE, C., MAURY, R.C., SAVANIER, D., COTTEN, J., CHAUVEL, C., HÉMOND, C., BOLLINGER, C., GUILLE, G., BLAIS, S., ROSSI, P. (2005b): The origin of intermediate and evolved lavas in the Marquesas archipelago: an example from Nuku Hiva island (French Polynesia). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **143** 293–317. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2004.12.001>

McALISTER A, ALLEN MS (2017) Basalt geochemistry reveals high frequency of prehistoric tool exchange in low hierarchy Marquesas Islands (Polynesia). *PLoS ONE* **12/12** e0188207 1–28: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188207>

RÉVAY, Zs. (2009) Determining elemental composition using Prompt γ Activation Analysis *Analytical Chemistry* **81** 6851–6859.

SZAKMÁNY, GY., KASZTOVSZKY, ZS., SZILÁGYI, V., STARNINI, E., FRIEDEL, O., BIRÓ, K. T. (2011a): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with nondestructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *European Journal of Mineralogy* **23** 883–893.

SZAKMÁNY, GY., STARNINI, E., HORVÁTH, F., BRADÁK, B. (2011b): Investigating Trade and Exchange Patterns in Prehistory: Preliminary Results of the Archaeometric Analyses of Stone Artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). – in: TURBANTI-MEMMI, I (ed.): *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry*, 12th–16th May 2008, Siena, Italy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 311–319.

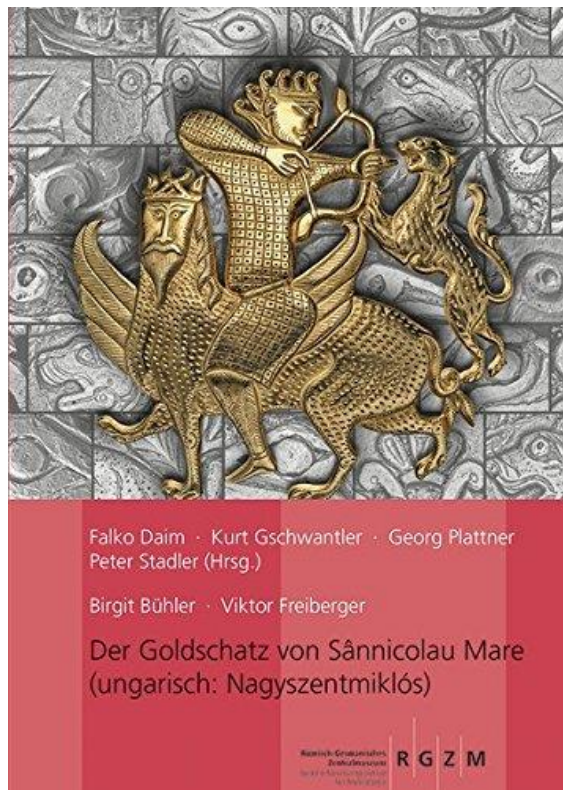
SZENTMIKLÓSI, L., BELGYA, T., RÉVAY, Zs., KIS Z. (2010): Upgrade of the prompt gamma activation analysis and the neutron-induced prompt gamma spectroscopy facilities at the Budapest Research Reactor. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **286** 501–505. <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-010-0765-4>.

WILLIAMS-THORPE, O., THORPE, R.S. (1993). Magnetic susceptibility used in non-destructive provenancing of roman granite columns. *Archaeometry* **35/2** 185–195.

KÖZLEMÉNYEK

*

Könyvismertetés*



BÜHLER, Birgit & FREIBERGER, Viktor:

Der Goldschatz von Sännicolau Mare (ungarisch: Nagyszentmiklós). Hrsg: Daim, Falko; Gschwantler, Kurt; Plattner, Georg & Stadler, Peter. Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 2018. 2 kötet, szöveg, 272 p. 47 tábla részben színes képekkel; táblakötet 560 p. többségében színes táblákkal.

A Kárpát-medencében, de talán Európában is alig van olyan leletegyüttes, amit annyi ország érezhet joggal magáénak, mint a Nagyszentmiklósi kincs. A mai Románia területén 1799-ben előkerült, azóta Bécsben őrzött aranyedények keltezéséről és népességéről hagyományosan három elképzelés merült fel: 7-8. századi késő avar ötvösremek, 9. századi bolgár aranyedények, honfoglalás kori magyar, 10-11. századi fejedelmi készlet. Az óhatatlanul is nemzeti érzésektől áthatott kutatások után különösen nagy jelentősége van minden olyan vizsgálatnak, amely archeometriai módszerekkel újabb, egzakt adatokat szolgáltat a kérdések megoldásához. Az ezredfordulón az aranykincs bécsi (1994) majd második budapesti kiállítása (2002) új lendületet adott a kutatásoknak, a magyar

álláspontot egyértelműen jelezte már a katalógus címe is: *A nagyszentmiklósi kincs – Az avarok aranya.* A magyarországi bemutató alkalmat teremtett a Kurt Gschwantler, Falko Daim, Peter Stadler által vezetett nemzetközi kutatási projekt 1995 óta folyó munkájának és terveinek ismertetésére is. Az egyedi aranytárgyak esetében különösen fontos volt a roncsolásmentes eljárások használata, ezért XRF, ASEM (Atmospheric Scanning Electron Microscopy) vizsgálatokkal tárták fel az alapanyag, a különböző javítások forranyagainak az összetételét. Következő lépésben a komplexebb értelmezés érdekében Viktor Freiburger megpróbálta rekonstruálni az edények gyártási folyamatát, pásztázó elektronmikroszkóppal meghatározni az átdolgozásra, kiegészítésekre utaló nyomokat is. Az üvegmaradványok alapján elkészítették a 19. pyxis számítógépes, színes grafikai rekonstrukcióját is. Az archeometriai eredmények értelmezéséhez a kincs ikonográfiai elemei, feliratai, régészeti, művészettörténeti vonatkozású párhuzamaiból, széles merítésű adatbázist építettek, a kétkötetesre tervezett monográfiához pedig megkezdték az edények részletes fotózását, beleértve a pásztázó elektronmikroszkópi felvételek készítését is. A 2005-ig (valójában 2006) futó projekt első kötetében az archeometriai vizsgálatok teljes dokumentációjának a közreadását, a másodikban a Kárpát-medence és a Balkán késő kora középkori történetének összefoglalását tervezték. Óriási lendületet adott a vizsgálatoknak, hogy 2003-ban az osztrák kutatásfejlesztési alap (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung - FWF) egy kifejezetten az aranykincs roncsolásmentes vizsgálati céljára átalakított pásztázó elektronmikroszkópot (SEM) telepített a Bécsi Egyetem Régészettudományi Intézetébe, mellyel Mathias Mehofer elemezte a tárgyakat.

A projekt eredményeinek összefoglaló megvitatására nemzetközi konferenciát rendeztek a bécsi Kunsthistorisches Museumban 2010. október 7. és 9. között, ahol Viktor Freiburger és Birgit Bühler is beszámolt az aranylelettel kapcsolatos ötvöstechnikai megfigyeléseikről, készítéstechnikai szempontú tapasztalataikról, az átdolgozásra, kiegészítésekre utaló nyomok értékeléséről. A konferencia sajnos csak öt évvel később megjelenő kötetében közreadott rövid beszámolójuk is már egyértelműen jelezte, hogy az új archeometriai vizsgálatok eredményei már önmagukban is alapvetően új alapokra helyezik a Nagyszentmiklósi kincssel kapcsolatos kutatásokat. A két kutató a komplex vizsgálatok eredményei, a technológiai eljárások, eszközleányomatok alapján olyan edénycsoportok között is szoros kapcsolatokat

• doi: [10.55023/issn.1786-271X.2021-006](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-006)

mutatott ki, amelyeket a korábbi, inkább régészeti, művészettörténeti megközelítésű elemzések a kincsen belül eltérő időszakokba soroltak. Az edények készítése során használt eszközök, sajátos ötvöstechnikai megoldások például meglepő módon egy csoportba kapcsolnak olyan, ránézésre stilisztikai szempontból egymástól teljesen eltérő tárgyakat, mint az alakos ábrázolású 2., 7. korszak és a 8. csésze, vagy az úgynevezett pálcika indás (13-16., 20-21.) tálak, valamint a 19. pyxis. Például a 2. és 7. sz. kancsó háttérének kialakításához teljesen hasonló, könnyecsepp alakú szerszámot használtak. A 8. csésze vízszintes fogantyúján, valamint a 3., 6-7. korszaknál is a térhatás növelésére a háttérrel gyűrűs végű ponccal alakították ki, ráadásul a 8. csésze és a 7. korszak esetében az eszközlelenyomatok méretei ugyanazon szerszám használatára utalnak. Többségében a pálcika indás csoporthoz sorolt edényeken fordultak elő a háromszög alakú, „nyílhegy” munkaszélű lenyomatok is (8., 10., 13., 14., 15., 16. és 20. edények). Más esetekben pedig a teljes formai hasonlóság ellenére is, mint a 9. és 10. számú tálpárosnál, egyetlen ponton sem lehetett azonos szerszámok használatát bizonyítani, sőt, még az elvileg hasonló feladatokhoz (pl. háttér poncolása) is gyakran különböző típusú eszközöket alkalmaztak, ami akár eltérő műhelyre is utalhat. Az eredményeik alapján a kincsleletben az eddig feltételezettnél szélesebb körben és szorosabban egymáshoz köthető tárgyak kapcsán azt gondolták, hogy a jelenség háttérében részben az általános és hosszú időn át alig változó kézműves hagyományok, az egymáshoz szorosan kapcsolódó műhelyek, "műhelykörök" állhattak. Másrészt ez szerintük jelzés arra nézve is, hogy az aranyedények készítése során nem telhetett el olyan hosszú idő, mint azt korábban gondolták. Az eredetileg palacknak készült edények füles korszakká való átalakítása, a 8. csésze vízszintes füllel-, a 20-21. tálak csattal való kiegészítése, a 11-12. poharakon megfigyelt, félbemaradt átalakítás nyomai alapján pedig felvetették azt a kérdést, hogy mindezek összefügghetnek-e a tárgyak tulajdonos-változásaival is.

A bécsi konferencia alaphangját megadó archeometriai kutatások eredményeit jól kiegészítő előadások közül Egon Wamersnek a 19. pyxis rekonstrukciójához és újraértékeléséhez kapcsolódó beszámolója a kincslelet egészét is a korábbiakhoz képest teljesen új összefüggérendszerbe helyezte. A kutató már tanulmánya címében is jelezte, hogy szerinte a Nagyszentmiklósi kincs nem tekinthető avar kori ötvöstermeknek, amikor a 19. pyxist a 8-9. századi európai művészet kontextusában vizsgálta, különös tekintettel a Bizánc-Alpok-Dél-Karoling liturgikus művészet és építészet 800 körüli évtizedekben keletkezett alkotásaira. A színes, üvegberakású pyxisen látható „életfa” és griff szerinte az adott korban már egyértelműen keresztény motívum, s a kereszttel díszített,

eredetileg fedéllel ellátott edény liturgikus használatát feltételezte. Füllel való felszerelését, ivóedénnyé alakítását, másodlagos profán használatát más kulturális kontextushoz kötötte. Az általános morfológiai, művészettörténeti és ikonográfiai szempontok alapján a 19. pyxis a (keleti) Alpok-Felső-Olaszország-Adria régióban, a 9. század közepénél nem később készülhetett. Megfigyelései szerint a Nagyszentmiklósi kincs 1-7 korszaihoz hasonló edényeket a liturgiában a keleti és a nyugati egyházban egyaránt használtak a 9. század első felében. Ezért a kincs egészére nézve is megfontolandónak tartja, hogy annak egyes részei eredetileg a liturgia eszközeiként egyházi felszereléshez tartozhattak, amelyek valamilyen módon pogány kezekbe kerültek, ahol saját céljaikra alakították át. Már ezen egyetlen edény kulturális kapcsolatainak részletes elemzése is jelezte, hogy a leletek nem csak hogy nem tekinthetők egységesen 7-8. századi avar ötvösremeknek, de elrejtésük sem történhetett a 9. század előtt, ami legalább korban közelebb állt a bolgár kutatás által saját fejedelmekhez kötött, 7-9. századi kincs keltezéshez.

A Nagyszentmiklósi kincs komplex archeometriai vizsgálatainak évtizedekre elnyúló folyamatának fordulatai jelentősen befolyásolták a végül 2018-ban megjelent monográfiának az eredeti tervekől jelentősen eltérő szerkezetét és tartalmát is. A könyvet kézbe véve az ízlésesen látványos, és a tartalmat is tökéletesen kifejező borítót nézegetve szó szerint is érezzük a két, a papír minőségében és a kötészetben is a minőségre törekvő kötet súlyát. A tartalomjegyzék olvasásakor az előzetes tervek ismeretében némileg meglepő, hogy hiába lapozunk tovább, abban valóban mindössze csak három tanulmány címe szerepel, minden további összefoglaló értékelés nélkül. A szövegekötet rövid bevezetőjében Falko Daim a projekt történetének rövid áttekintése és a köszönetnyilvánítások mellett szinte csak utal arra, hogy a projekt eredményeit értékelő, az előzetesen tervezett történeti összefoglaló munkát a bécsi konferencia előadásainak kötetével pótolták, az archeometriai vizsgálatok eredményeinek közzétételével pedig meg kellett várni a kiterjedt képanyag elkészülését is.

Prohászka Péter a Nagyszentmiklósi kincs történetét az eredeti iratok, jegyzőkönyvek segítségével feldolgozó nyitó tanulmánya nem csak a kincs darabjainak begyűjtésével, előkerüléskori állapotával kapcsolatban ad minden korábbinál részletesebb képet, hanem az előkerülés helyét is pontosítja. Kitér a bécsi udvari kamara 1800-as további kutatásainak aktáira is. A kincs előkerülési helyét a korábban a Nagyszentmiklóshoz tartozó, az Aranka folyó által ölelt Sziget nevű részen feltételezték, a mai utcahálózat alapján a Strada Comorii 19. ház területére eső részen, ahol azonban Bálint Csanád 2004-es kutatásai nem hoztak

értékelhető eredményeket. Prohászka Péter arra hívja fel a figyelmet, hogy a kincs előkerülésének körülményeit részletesen leíró jegyzőkönyvek alapján az aranytárgyakat annak idején Neza Vuin és fia árokásás közben a házuk udvarán találták, ahogy azt a következő év kamarai kutatásainak jelentései is megerősítettek. Így a Szigetnek még az I. katonai felmérésen is lakatlan területként való ábrázolása alapján kizárható a leletek ottani előkerülése. Meggyőző érvekkel bizonyítja, hogy a kincset az eddig feltételezettől valójában jóval északabbra, a településnek az Aranka folyó kanyarulatában már a 18. század végén is lakott részén találták meg.

A jegyzőkönyveknek az egyes tárgyak állapotára, sérüléseire vonatkozó adatai fontos támpontot jelentenek az archeometriai vizsgálatok adatainak az értékeléséhez is. Birgit Bühler és Viktor Freiburger a kötet gerincét adó munkájukban egységes szempontrendszer szerint csoportosítva írta le az alaposan megvizsgált tárgyakat, a mérések, megfigyelések adatait. Céljuk az volt, hogy ezek segítségével majd tisztázni lehessen, hogy hogyan kapcsolódnak egymáshoz az egyes tárgyak, ugyanabban a műhelyben gyártották-e, ugyanazokkal a műhelyfogásokkal, mikor és hogyan alakították át őket, milyen eszköznyomok figyelhetők meg, az alapanyagok, forraszok összetétele mennyire és miben tér el. Alapadatok (méretek, súly, aranytartalom, őrzési hely, leltári szám) megadása után a tárgy állapotának részletes leírása következik, különös figyelemmel a készítéssel és az estleges későbbi beavatkozásokkal kapcsolatos nyomok elkülönítésére. A technológiai leíráson belül különválasztva szerepelnek az edénytestek kialakításával és a díszítésekkel, az esetleges feliratokkal, az azokhoz használt szerszámokkal kapcsolatos megfigyelések. Újabb szakaszban tárgyalnak minden utólagos beavatkozásra, átalakításra utaló nyomot. Különösen fontos, és régészeti szempontból jól használható, hogy az önmagukban is rendkívül jelentős, minden korábbi megfigyelésnél részletesebb adataikat egy-egy rövid összefoglaló keretében még kiegészítik a szerszámlelenyomatok, a poncolt díszítések, további megmunkálásra utaló jelenségek kincsleleten belüli összehasonlító elemzésével is. Az utólagos beavatkozások, az átalakítások, javítások, a késői korok restaurálásainak nyoma legjobban a forraszanyagok eltérései révén követhető, ezért ennek vizsgálatára nagy súly fektettek, miként az edények egyes részeinek összetétel elemzéseire is. A részletes adatsorokból csak a legjellemzőbb mérési pontok eredményeit emelték ki, a teljes listát a kötet záró tanulmányának táblázatai tartalmazzák.

Mathias Mehofer a kincslelet tárgyait a már említett, az FWF támogatásával vásárolt Zeiss EVO 60 XVP pásztázó elektronmikroszkóphoz kapcsolt

energia-diszperzív röntgenspektrométerrel (EDS) elemezte. A mérőfelületek mérete 30 μm x 20 μm és 4 mm x 4 mm között mozgott. A speciális igények miatt a készüléket az előlről a mintakamrába irányított egyetlen kamera mellett a bal oldalon kiegészítették még egy 90 °-kal eltolt látószögű további kamerával is, a jobb oldalára pedig egy 160 mm x 170 mm x 130 mm méretű toldást tettek, hogy a nagyobb edényeket is sérülés nélkül, biztonságosan be lehessen helyezni (csak a méretkorlátokat így is meghaladó 1. korszót nem tudták megvizsgálni). A mérések előkészítését tovább nehezítette, hogy a mérési geometria jelentősen befolyásolja a képkalkotás és az elemzés pontosságát, ezért a domború felületű tárgyakat nagyon gondosan megtervezett módon kellett a tárgyasztalra rögzíteni. A méréseket műtárgyvédelmi okokból minden esetben a tárgyak felületén végezték, a szerző nagyon korrekt módon felhívja a figyelmet ennek a módszernek és magának az EDS elemzéseknek a korlátaira, hogy a kapott adatok minden esetben csak az adott pontra, és nem a tárgy egészére vonatkoznak, a felület korróziója miatt csak tájékoztató jellegűnek tekinthetők. Sajnos, azonban meg sem említi azt, a magyar kutatás által már az 1990-es években megfigyelt további, a felületen végzett mérési eredményeket alapvetően befolyásoló tényezőt, ami a tárgyak készítésével, főleg hőkezelésével függ össze. Pedig mint arra az előző fejezetben a készítésestechnikai vizsgálatok számos tárgy estében egyértelműen rámutattak, az aranyedények nagy részét az anyag alakíthatósága, lágyítása miatt bizonyíthatóan jelentős hő érte. (A hőmérséklet szerepét a szerző csak a forraszoknál emelte ki, ahol a felületi réteget a mérési pontokon savval tisztították le.) Az aranykincs 21 edényének vizsgálata során (az 1. korszó nem fért be a mintakamrába, a 12. pohár pedig korábban elveszett) összesen 1300 EDS mérés és 1526 részletes felvétel készült, ami tárgyanként átlagosan 65 elemösszetételt és 76 SEM képet jelent. Az anyagösszetétel elemzések eredményei a tanulmányhoz mellékelt táblázatokban vannak.

A monográfia második kötete tartalmazza Birgit Bühler és Viktor Freiburger Nagyszentmiklósi kincs vizsgálataihoz kapcsolódó szempontjai szerint készített bőséges mennyiségű és nagyon jó minőségű, a további kutatásokat is jelentősen segítő színes fotókat és pásztázó elektronmikroszkópi felvételeket. Az aranykincs Hampel József által kialakított számozása szerint edényenként csoportosított fotótáblák látványosan, a legapróbb részleteket is megjelenítve, ugyanakkor jól követhetően támasztják alá a szerzőpáros megfigyeléseit. Azonban a rendkívül informatív képek sem pótolhatják (még a bécsi konferencia előadásaival kiegészítve sem), a kincslelet egészének a projekt eredeti menetrendje szerint a második kötetben tervezett összefoglaló értékelését,

a térség és a korszak beígért szintetizáló történeti bemutatását. A változás okai között bizonyosan vannak előre nem látható tényezők is, de ebben feltehetően szerepe lehetett éppen az új vizsgálati eredmények minden korábbi megközelítésnek, csoportosításnak ellentmondó adatainak is. Ez utóbbiak kapcsán érdemesnek tűnik továbbgondolni Egon Wamersnek a 19. pyxisre vonatkozó, 9. századnál nem korábbi kormeghatározását és felvetését, hogy a kincs egyes részei eredetileg a liturgia eszközeiként egyházi felszereléshez tartozhattak, amelyek valamilyen módon pogány zekékbe kerültek, ahol saját céljaikra alakították át. Az utólagos átalakítások ténye a monográfia adatai alapján egyértelműen követhető. Viszont nem számoltak azzal a lehetőséggel, hogy a formai, funkcionális átalakításokkal párhuzamosan az alaptestekre a díszítések egy részét is jelentős időkülönbséggel vihették fel. Ez különösen szembeötlő például a régészeti, művészettörténeti érvek alapján különböző horizontokba sorolt 3., 6., 7. korszok és a 8. csésze esetében, amelyeket egybekapcsol a nagyon hasonló formai- és technikai háttérű palmettás növényi minta, a háttér térhatásának növelésére alkalmazott azonos (vagy nagyon hasonló) gyűrűsponccal készült díszítés. Az archeometriai vizsgálati adatok láncolata szerint pedig az általános formáktól eltérő S- és csepp alakú eszköznyomatok alapján még ehhez a csoporthoz kötődnek a 2., 13-16., 19-21. edények is. Mindezek pedig arra mutatnak, hogy az aranytárgyakon a motívumok egy részét a formai átalakításokkal együtt ugyancsak később készítették, mintegy azonos ízléshez igazítva az egyébként eltérő stílusú és eredetű edényeket. A 3., 6., 7. korszok és a 8. csésze növényi ornamentikájának formája, lapos domborítása, a háttér gyűrűsponccal való kitöltése egyaránt a legszebb honfoglalás kori palmettás ötvöstárgyainkat idézi (bezdédi tarsolylemez, geszterédi szablya stb.). A díszítőelemek hasonlóságán túl például a rakamazi korongon a szájában palmettás indát, karmaiban két fiókáját

tartó sas lényegében a 2. korszoknak a sasnak leveles indát tartó nő párvalasztásra, nászra utaló leegyszerűsített jelenete, ami azt is jelzi, hogy a tárgyakon látható ábrázolások egy része gondolatiságban, jelképrendszerben is honfoglaló-inkhoz köthetők.

A monográfia adatai (az olvasó által hiányolható) részletes történeti-régészeti szempontú értékelése a továbbiakban rendkívül jó kiindulási alapot jelent majd a szakterület kutatóinak. *Sajnálatos, hogy az éppen magyar szempontból rendkívül fontos, a leletgyűjtéssel kapcsolatos további kutatások irányát hosszú évekre meghatározó művet megjelenése után két évvel sem lehetett még elérni egyetlen hazai könyvtárban sem.* Pedig Birgit Bühler és Viktor Freiberger megfigyeléseit az utóbbi évtized kutatási eredményeivel kiegészítve az már így is jól látható, hogy a kincs tárgyai készítésének ideje, helye nem követhető csak az avarokhoz. Számolni kell azzal, hogy a különböző időszakokban készített, egyenként is eltérő módon formálódó, részben utólag felvitt díszítések adják a széles körből (akár ajándékként, rablással, a kalandozások során kolostorok kifosztásával stb.) összegyűjtött Nagyszentmiklósi kincsnek sehol másutt nem tapasztalható és megismételhetetlen egyediségét, az egyes tárgyaknak, elemeknek az Uraltól, Irántól, Kaukázustól kezdve Bizáncon, Itálián, az Alpokon át Angliáig követhető párhuzamai ellenére is.

Az újabb adatok és megfigyelések arra is rávilágítanak, hogy visszakanyarodva a magyar kutatásban László Gyula, Vékony Gábor által már korábban feltételezett keltezéséhez, megalapozottan lehet számolni a kincs 9. századnál nem korábbi elrejtésével, írás- és nyelvtörténeti érvek alapján az aranyedények akár 10–11. századi használatával is.

Szabó Géza
Wosinsky Mór Múzeum, Szekszárd
kaladeaa@gmail.com

