

**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.

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 üvegolvastáshoz kapcsolódó melléktermékre utal.

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

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

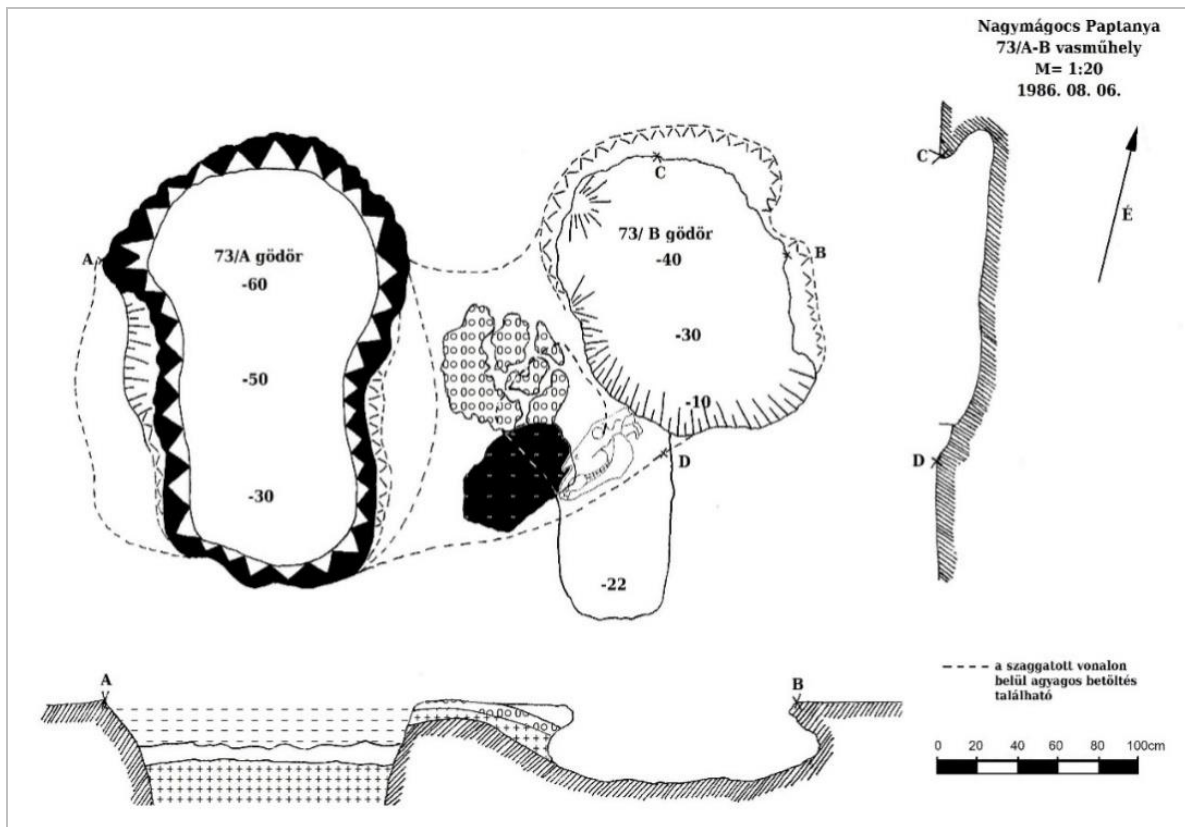
Bevezetés

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 vizsgálataival, 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

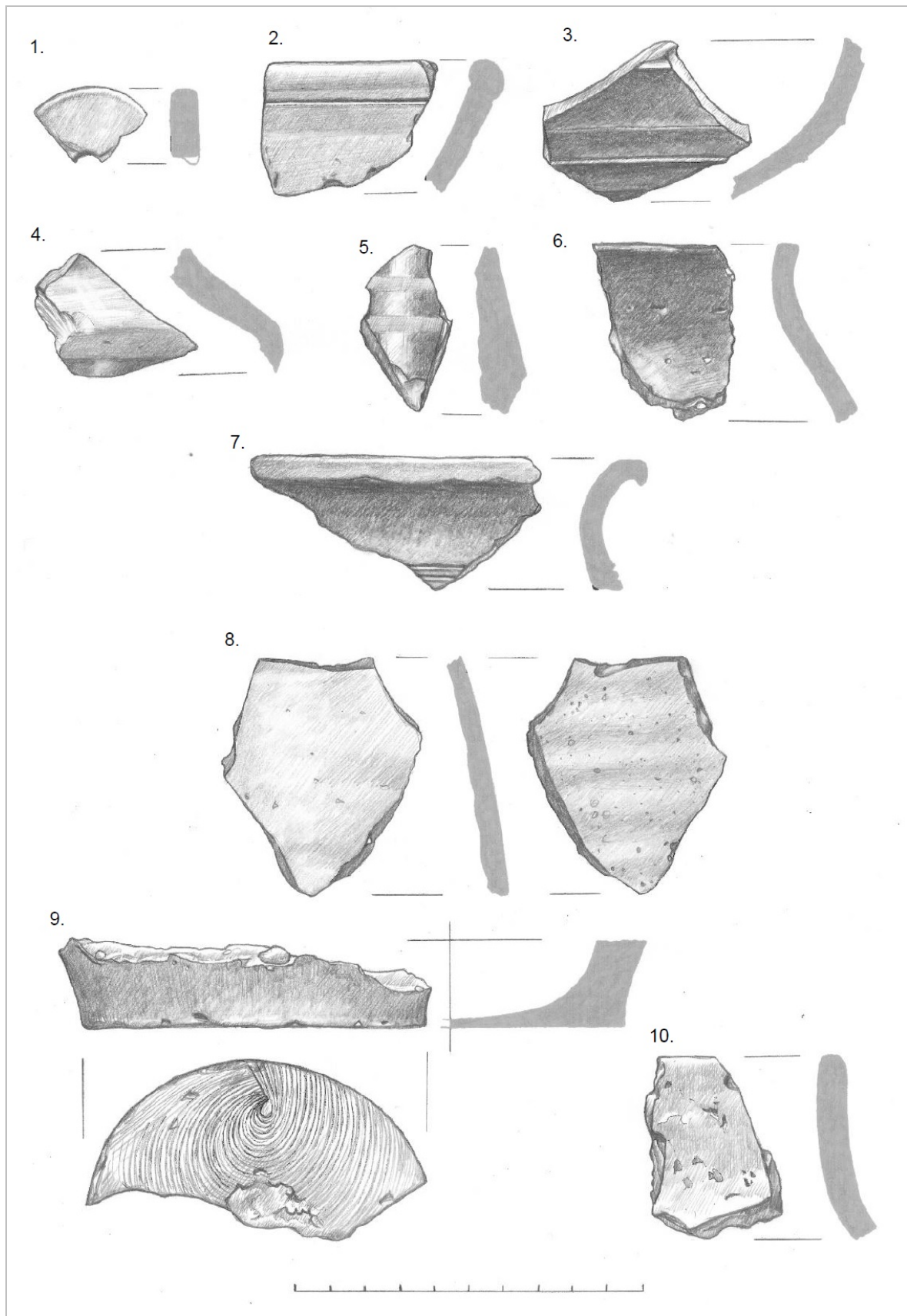
	73. objektum	nyeséséből	omladékából	/B részéből	összesen /db
szürke korongolt	10 db	6 db	3 db	5 db	24 db
kavicsos - csillámos	7 db	4 db			11 db
gyorskorongolt kavicsos	1 db	1 db	2 db	1 db	5 db
kézzel formált	7 db				7 db

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 kivétel 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**), besímitott vonal (2/4 **ábra**) és felfényezett sávok is megfigyelhetők (2/5 **ábra**), a színük a világosszürkétől a feketéig számos árnyalatot mutat. Az oldaltörödékek között néhány darabon lapos bordát, illetve sekély árkot lehet találni, ezek valószínűleg különböző típusú és méretű edények válltörödékei. Ez a fajta díszítés és felületkezelés általában jellemző a késő szarmata települések anyagára. Bár a kerámia törödékek 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 törödékek között két perem is van, mindkettő főzfazéké (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 típussal együtt előkerült római import leletek időrendjével igazolta (Vaday 1984, 31, 41).

A kézzel formált, durva kidolgozású, samottos soványítású, vastag falú törödékek 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 aljtörödéken, 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 műhelyként 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 (Kosza 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 vassfeldolgozásra utaló nyomként, az előkerült tégelyt pedig esetleg színesfémolvasztásra 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. őrzi analitikai laboratóriumában. Használt vizsgálati módszerek: 05-SAL, 11-SIL, 12-FEO, 14-C-S, MSZ ISO 2599:1993. A szén- és kén tartalom 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 tükrrel előállított párhuzamos nyalábot (0,6 mm kimeneti réssel) és Vantec-1 helyzetérzékelő detektort (1°-os nyílás) alkalmaztak. A pormintákat alacsony háttérű (Si-egykristályba 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

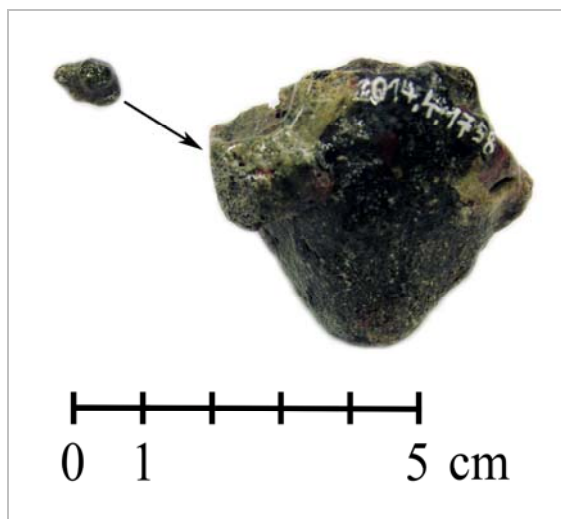
Az említett tégelyhez tapadt salak (1) mellett a 73. objektum három önálló salakjából vett minták (2-6), illetve a 45. gödörből előkerült salak mintáinak (7-8) kémiai összetételei láthatók a **2. táblázatban**. A táblázat az alapvető salakösszetevőket oxidos formára számolva tartalmazza, a két és három 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.**

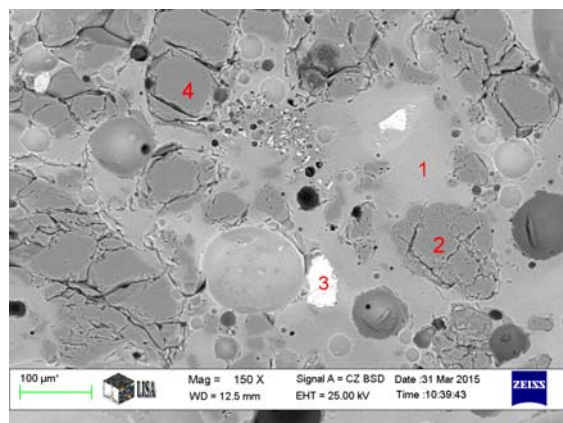
No.	Jelölés	C	S	Cu	Sn	As	Pb	Ni	Zn
1	tégelyhez tapadt salak-2014.4.1758.	0,10		0,022	<0,001	<0,02	0,022		
2	salak-2014.4.1760	0,11	0,077	0,007	<0,001		0,003	0,001	0,006
3	salak-2014.4.1760	0,26							
4	salak-2014.4.1760	0,25							
5	salak-2014.4.1755	0,20	0,023	0,009	<0,001		0,002	0,001	0,007
6	salak-2014.4.1741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

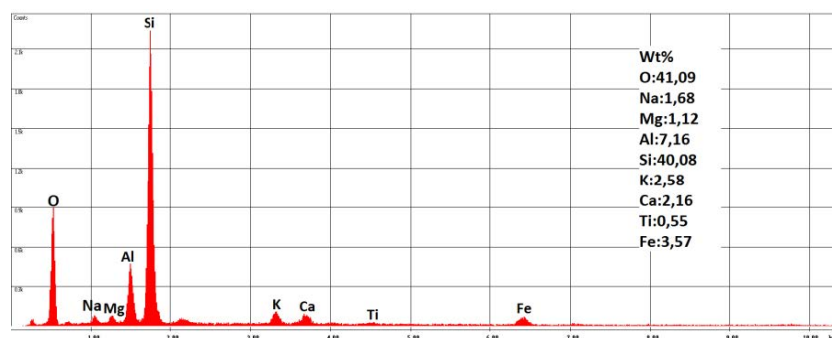
A tégely (2014.4.1758) tapadványának (**3. ábra**) kémiai összetételében a kvarc (SiO₂) dominál, emellett anyaga jellemzően alumínium-szilikát, amely az égetett agyagtégelyek, kemencefalazatok, tűzhelybélések jellemző vegyülete. A tégely mérete, az üvegszerűen csillogó, helyenként színes szemcsékkel tarkított tapadvány összetétele és morfológiája leginkább az üvegolvasztást valószínűsíti. Ezt a tapadvány nátriumtartalma is megerősíti, mivel a homokot általában szódával (Na₂CO₃) keverve olvastották üveggé. Ezt az elméletet támasztja alá a minta elektronmikroszkópos vizsgálata is. A vizsgálat folyamán fém, vagy feltételezhetően egykor fém 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 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.

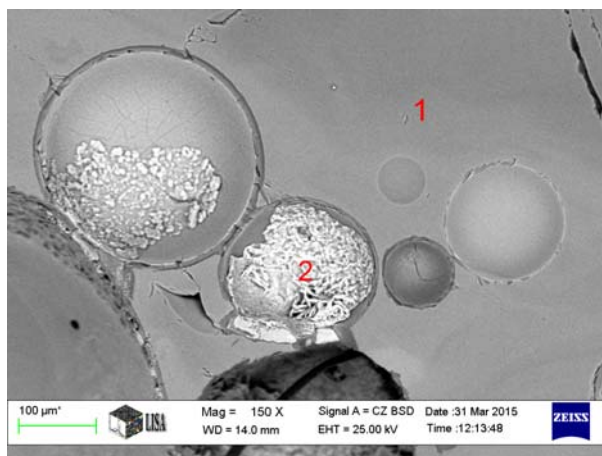


6. ábra: A 2. salak a mintavétel helyével
Fig. 6.: Slag 2 with the place of sampling

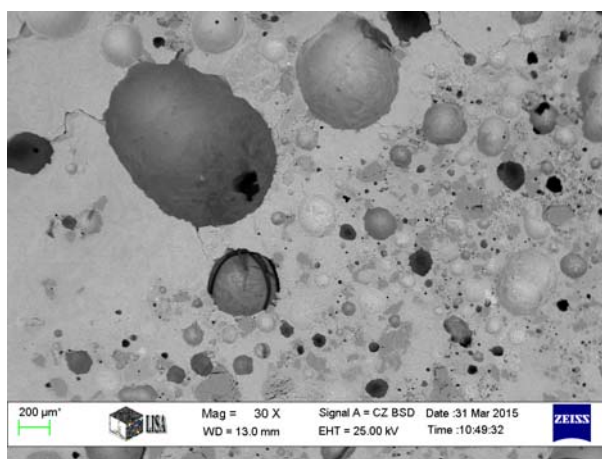


8. ábra: A 3. salak a mintavétel helyével
Fig. 8.: Slag 3 with the place of sampling

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.



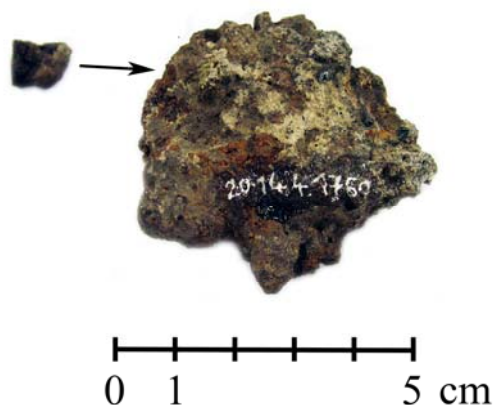
7. ábra: Gázbuborékba záródott vas-oxidos részek a 2. salakban
Fig. 7.: Iron-oxide parts of slag 2 closed in a gas bubble



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 Fe_2O_3 -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.



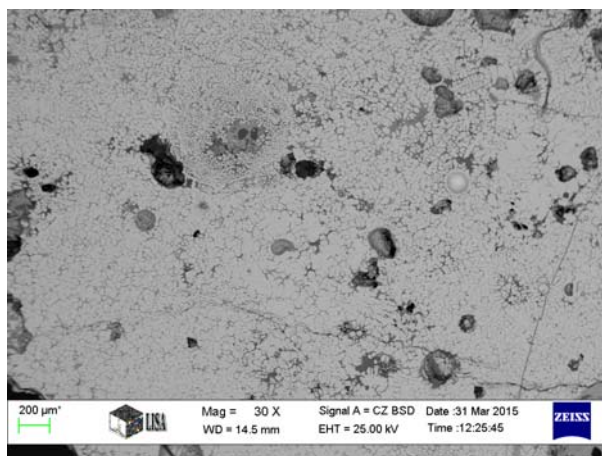
10. ábra: A 4. salak a mintavétel helyével
Fig. 10.: Slag 4. with the place of sampling



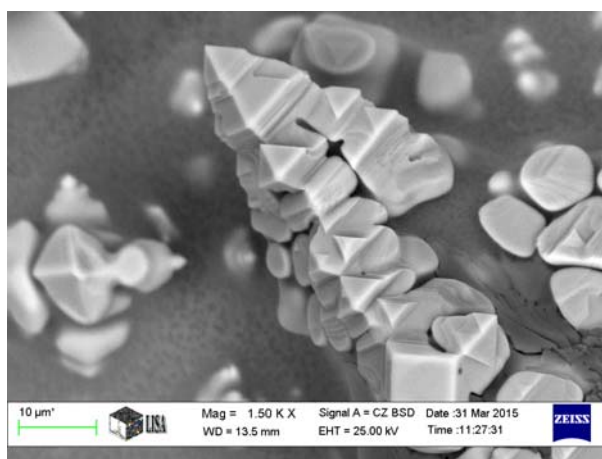
12. ábra: Az 5. salak a mintavétel helyével
Fig. 12.: Slag 5. with the place of sampling

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-órkori, illetve kora középkori kovácssalakoknak (Török et al. 2013, 25-26). A két vegyértékű vasat



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

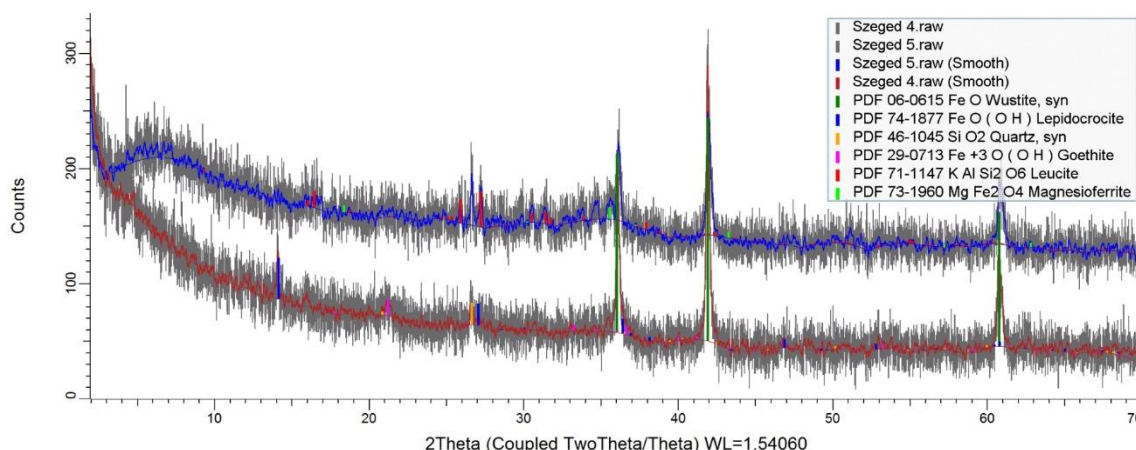


13. ábra: Oktaéderez magnetit (Fe₃O₄) kristály az 5. salak nagyítású SEM-képén

Fig. 13.: Octahedral crystal of magnetite in a SEM-image of slag 5. at a higher magnification

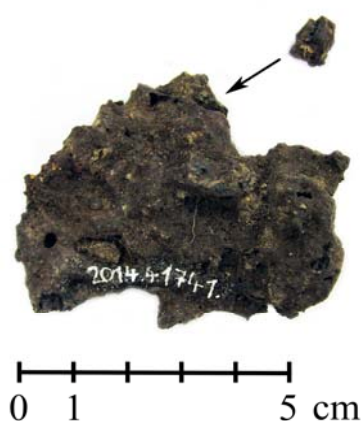
tartalmazó wüstit (FeO) gyakran igen kisméretű kristályokból áll, a vas-oxid egy része viszont feltételezhetően röntgenamorf a mintában. A lepidokrokit és a goethit bizonyosan utólagos oxidáció során keletkezett, a wüstit pedig jellemzően akkor keletkezik, amikor a felhevült vas hirtelen szabad levegővel 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.



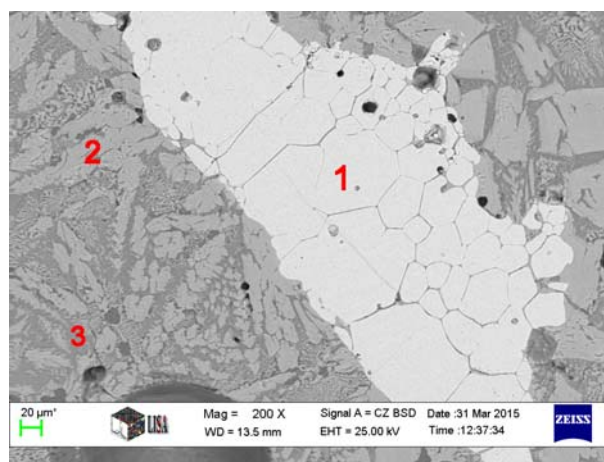
14. ábra: A 4. és 5. salak XRD-vizsgálatának eredményei

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.

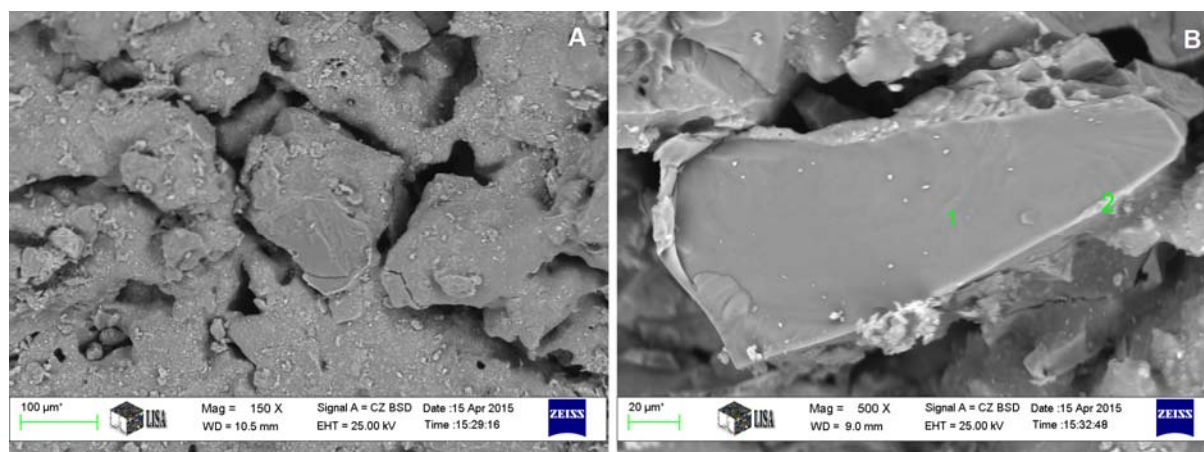
A 7. és 8. mintát a 45. objektumból előkerült, igen változatos szerkezeti jellegekkel rendelkező egyazon salakdarabból (2014.4.795.) vettük (**17. ábra**), éppen annak heterogenitása miatt. Ez a darab morfológiailag némileg eltér a többi salaktól;

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



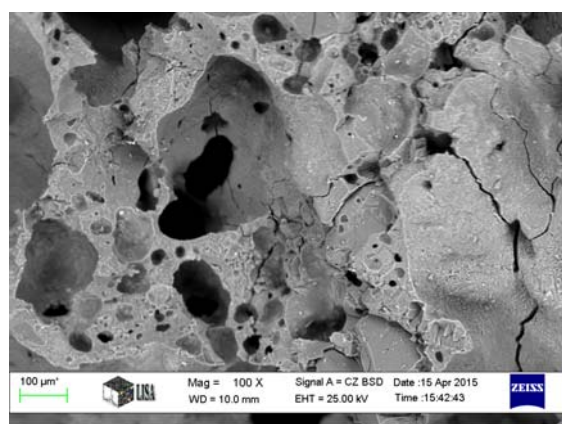
17. ábra: A 7. és 8. minta salakja a mintavételek helyeivel

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 üveggyártási 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 magnézioferrit). 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 elkülönítendő 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, ércpörköltök 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 kiégett 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. Tüzeseteknél (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 üvegolvasztáshoz 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 valamiért megszüntették vagy megsemmisült. Ezután alakíthatták át az objektumot, és hulladékgödörként hasznosíthatták. Erre utal, a 73/C objektumrész tapasztott aljrésze, mely esetleg a korábbi ipari tevékenység színteréhez tartozhatott. A dokumentáció alapján a 73/C objektumrészt 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-Nagyfarkasdomb 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 Ecser 7. számú lelőhelyén tártak fel. Az ásatok 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 - Óföldséki-Ürmös, M43 9-10. lelőhely; Kiskundorozsma, Daruhalom-dűlő III.; Kecskemét, Mercedes RL, 5. lelőhely (Sóskuti 2014); Ecser, 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 óföldséki, 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 ismervé 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 kiöntőcsővel 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 téglékenél figyelhető meg, melyek nem voltak használatban, és kerámia felületük jól látható (Sely 2013, 89-90). Gyártásuknál a korábban használt, összetört példányok darabjait az új téglé anyagához adott soványító anyagként hasznosíthatták.

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

A további kutatások során érdemes lenne további salakleleteket anyagvizsgálat alá vetni, illetve az eddig előkerült tégléket összehasonlítani. Jelenleg a téglék 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 hőbírási, sárga színű, vékony falú tégléket kifejezetten ólomöntésre használhatták (Sely 2013, 89-90). A szarmata Barbaricum területén előkerült példányok vizsgálatával az ólom- és bronzöntés folyamataira, a leletek összehasonításával pedig technológiai háttérre vonatkozóan juthatnánk további információkhoz.

A Nagymágocs-Paptanyán feltárt téglé az anyagvizsgálatok eredményei alapján eltér a színesfémöntéshez használtaktól. A téglé külső oldalát beborító, üvegszerű anyag a kémiai és mikroszkópos vizsgálati eredmények alapján üvegolvasztáshoz kapcsolható salak, amely egyúttal a téglé 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 téglét, 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 említene (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 olvasztótéglék 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) téglét üveggyöngyök 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 üvegfőző 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 üveggyöngyök kapcsán több Csongrád megyei lelőhely szarmata üveggyöngyleteinek 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 üveggyöngyöket gyártó műhelyhez (Benea 1995, 193-200) hasonlóan az előkerült leletek alapján a brigetioi műhely fő terméke is az üveggyöngy 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 sötét növény hamujának keveréke (Fórizs 2008, 115-116; Fórizs et al. 2001, 73).

Sajnos a salakleletek alapján az alapüveg típusa nem határozható meg. A nagymágocsi téglé 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 téglé 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 üveggészítés 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 Berettyóújfalui, 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): Üveggészítés 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 römischen 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 rozsrétszölői kovásműhely. <http://josamuseum.hu/regeszet/rolunk/tortenetek-es-ismeretterjesztok/mestersegek-es-mesteremberek-nyomaban/a-kovacs-mesterseg/> 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 féművesség a tiszaföldvár-téglagyári temető 84. sírjában található ékszerek tükrében. In: BIRÓ 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 féművesség 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. doi:10.4028/www.scientific.net/MSF.649.455.

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.