

G E S T A

A Miskolci Egyetem Történettudományi Intézetének folyóirata
2014. XIII. szám

Tanulmányok az Archeometria, kognitív- és szociálarcheológia címu konferenciáról
Szerkesztők: P. Fischl Klára, Lengyel György

T A R T A L O M J E G Y Z É K [letöltés pdf](#)

Pósa Patrícia, Emodi Andrea, Schellenberger Judit, Hajdú Melinda, Mravcsik Zoltán, Gyulai Ferenc: ELOZETES JELENTÉS MISKOLC-HEJO MELLETTI SZKÍTA KORI KÚT NÖVÉNYI MARADVÁ-NYAINAK FELDOLGOZÁSÁRÓL, 3-18. [letöltés pdf](#)

Kiss Viktória, P. Fischl Klára, Kasztovszky Zsolt, Káli György, Kis Zoltán, Maróti Boglárka, Horváth Eszter, Szabó Géza: BRONZKORI FÉMTÁRGYAK RONCSOLÁSMENTES NEUTRON ANALITIKAI VIZSGÁLATÁNAK EREDMÉNYEI, 19-32. [letöltés pdf](#)

Vágvölgyi Bence: TÉRINFORMATIKAI FEJLESZTÉSEK A DOBÓ ISTVÁN VÁRMÚZEUMBAN 2013-2014-BEN, 33-38. [letöltés pdf](#)

Obbágy Gabriella, Józsa Sándor, Szakmány György, Bendo Zsolt, Bezeczyk Tamás: ISZTRIAI AMFORÁK NYERSANYAGAINAK NEHÉZÁSVÁNY-VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI, 39-58. [letöltés pdf](#)

Szabó Géza, Kovács Imre, Szokefalvi-Nagy Zoltán: SZULEJMÁN SZULTÁN SZIGETVÁRI TÜRBÉJE KÖRÜL TALÁLT IZNIKI FAJANSZTÖREDÉKEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA ÉS AZ AHHOZ KAPCSOLÓDÓ TEREPI KUTATÁSOK EREDMÉNYEI, 59-78. [letöltés pdf](#)

Thiele Ádám, Jirí Hošek, Haramza Márk: KÖZÉPKORI DAMASZKOLT PENGÉKBEN FELHASZNÁLT VASÖTVÖZETEK – KILENC KÖZÉP-EURÓPAI DAMASZKOLT KARD- ÉS KÉSPENGE ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA, 79-89. [letöltés pdf](#)

BRONZKORI FÉMTÁRGYAK RONCSOLÁSMENTES NEUTRON ANALITIKAI VIZSGÁLATÁNAK
EREDMÉNYEI

Kiss Viktória^a, P. Fischl Klára^b, Kasztovszky Zsolt^c, Káli György^d, Kis Zoltán^c,
Maróti Boglárka^c, Horváth Eszter^d, Szabó Géza^e

^a MTA BTK Régészeti Intézet

^b Miskolci Egyetem, Történettudományi Intézet

^c MTA Energiatudományi Kutatóközpont

^d MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

^e Wosinsky Mór Múzeum, Szekszárd

Kivonat Tanulmányunkban a középső és késő bronzkorba keltezhető (Kr. e. 2000–1200) bronz tárgyak, egy kincsleletből származó peremes balta, egy hamvasztásos sírból előkerült különleges formájú csákány, és egy áldozati leletként azonosítható, óriási méretű (12 kg tömegű) bronzspirál (kar- vagy lábtekercs imitáció) roncsolásmentes vizsgálatairól számolunk be. A Budapesti Neutron Centrumban különböző neutronos mérés technikákkal végzett archeometallurgiai és metallográfiai elemzések a tárgyak nyersanyagának és készítés-technikai részleteinek megismerését célozták.

Abstract In this study, we present non-destructive investigations of 3 bronze objects that can be dated to the Middle and Late Bronze Age (2000–1200 BC) in Hungary. The flanged axe was discovered in a hoard in Zalasabbar (western Hungary), the special axe type was excavated from a cremation grave in Bonyhád (western Hungary), and the oversized (12 kg) arm/ankle ring with spiral ends, identified as a single find depot, was found in Abaújveveser (eastern Hungary). Various neutron-based methods were applied at the Budapest Neutron Centre, in order to explore the compositions and the manufacturing techniques of the objects.

Kulcsszavak bronzkor, archeometallurgia, roncsolásmentes vizsgálat, készítés-technika

Keywords Bronze Age, archaeometallurgy, non-destructive analysis, manufacturing techniques

Bevezetés

A kutatásban részt vevő intézmények együttműködésében a Budapesti Kutatóreaktornál neutronradiográfia (NR) és prompt-gamma aktívációs analízis (PGAA), valamint repülési idő-neutron diffrakció (TOF-ND) elemzéseket végeztünk olyan réz- és bronztárgyakon, melyek többségénél a különleges forma és funkció miatti örökségvédelmi szempontok roncsolásmentes vizsgálatokat tettek szükségessé. Az együttműködésre az EU FP7-es NMI3 projekt keretén belül került sor, a *Studies on local metal production of the Carpathian Basin from the late Copper Age until the Middle Bronze Age (3500–1500 BC)* c. pályázat segítségével. Tanulmányunkban három bronztárgy vizsgálatának eredményeit mutatjuk be. Egy bonyhádi hamvasztásos sírből előkerült különleges formájú csákány és egy zalasabari kincsleletből származó peremes balta a középső bronzkorra (Kr. e. 2000–1600/1500) keltezhető. Az abaújveveseri óriási méretű bronzspirál (kar-

vagy lábtekercs imitáció) a középső bronzkor végétől a késő bronzkor első feléig terjedő időszak (Kr. e. 1600/1500–1200) emléke.

Csákány Bonyhádról

A dunántúli mészbetétes kerámia kultúrája Bonyhád-Biogáz üzemnél újabban feltárt 184 síros temetőjében, a BBQ43. sz. szórthamvasztásos sírből került elő a fokán és hátán gazdagon díszített csákány (1. ábra). A 2008-ban feltárt sír 38 mellékletet tartalmazott: az előkerült edények a temető legfiatalabb fázisába, a mészbetétes kerámia kultúrája kései időszakába (Bonyhád 5. fázis) keltezhetők. A különleges formájú csákány (azonosítója: BB043J37) minden bizonnyal agancsból készült balta fémből öntött utánezata, nyelezési technikája is ehhez igazodik: a tárgyon látható, első pillanatra nyéllyuknak látszó áttörés valójában keresztirányú. A csákány íve, a hátán levő két, a kötözést segítő kis bak egyértelműen mutatja, hogy a behasított fanyélbe erősen bekötözött

fémesszközt még egy oldalirányú facsappal is rögzítették (Szabó 2009; 2012). A különleges formájú csákány készítés-technikai vizsgálatával

arra a kérdésre vártunk választ, hogy azt használta-e tárgynak vagy presztízs tárgynak szánták-e készítésekor.



1. ábra. Bronz csákány Bonyhád-Biogáz-üzem BBQ43. sírjából.

Peremes balta Zalasabarról

A zalasabari bronzkincs 1998–1999-ben fatelepítés során került elő (2. ábra). A több mint 1,5 kg tömegű kincslelet összesen 83 ép és töredékes tárgyat tartalmazott. Közöttük 76 ruhára varrható csüngődísz (11 korongcsüngő, 32 ép, illetve töredékes fecskefarkcsüngő, 2 fésűcsüngő, 12 fordított szív alakú lemezcsüngő, 2 félhold alakú csüngő, 2 szemüvegspirál-csüngő, 14 lemezből és drótból csavart cső-gyöngy, egy lemezből csavart kéttagú gyöngy), három lemezesfejű ruhakapcsoló tű, egy kartekercs, egy nyakperec bepödrött végének töredéke, egy peremes balta (lelt. sz. 2010.2.1.82) és egy öntőcsap található (Honti & Kiss 2013).

Hasonló formájú (pl. ún. szász típusú; Kienlin 2010, Fig. 7.2) peremes balták gyakran kerülnek elő a Közép-Európa nyugatabbi részéből ismert rézbányák környezetében megtalált, azonos tárgyak sorozatát tartalmazó kincsleletekből (Hänsel & Hänsel 1997, 108). Emiatt a kutatók egy része arra következtet, hogy ezek formaöntött félkész

termékként / standard tömegű nyersanyag-öntvényként („előpénzként”) értelmezhetők (Lerner-de Wilde 1995: 301-310; Müller 2002, Abb. 6; Krause 2003). A zalasabari darab 238 g-os tömege beleillik a hasonló balták általában 170–230 g-os középtérékébe, emiatt a Nyugat-Magyarországon előkerült hasonló tárgyak esetében is felmerült, hogy ebben a formában érkeztetett a területre a Közép-Európa nyugatabbi részén kitermelt import réz nyersanyag (Kiss 2009; 2012). Az „előpénz” elmélet ellenzői szerint a standard tömeg pusztán a balták azonos öntőformában való sorozatgyártásának következménye (Butler 2002: 230–235). Emellett számos peremes balta metallográfiai elemzése során az él öntés utáni megmunkálására utaló, elnyújtott szövet-szerkezetet lehetett kimutatni (Kienlin 2006; 2010, Fig. 7.19), ami eszközként való használatukat bizonyítja. A balták funkcióját érintő, évtizedek óta tartó tudománytörténeti vita miatt tárgyunk esetében is fontos a készítőtechnika megismerése.



2. ábra. Peremes balta a zalaszabari kincsből.

Bronzspirál Abaújdevecserről

Abaújdevecser-Ortásföldek lelőhelyen, a Békás tó mellett szórvány leletként, szántás közben látott napvilágot egy óriási méretű, 12 kg-os, 43 cm hosszúságú bronzspirál (kar- vagy lábtekeres imitáció) (Hellebrandt 2011). A mindkét végén spirálisban végződő aszimmetrikus kialakítású tárgy (3. ábra; lelt. sz. 2002.20.1.) az ekére akadt és csak a parcella szélén tűnt fel a találónak (Varga József), így pontosabb helye nem ismert. A fém átmetszete középen nyolcszög, a spirálisoknál ovális; mindkét tekeres 2,5 menetes. A tárgy érdekessége, hogy a rövidebb oldalon, a tekeres végén ferde síkot alakítottak ki. A tárgyon több sérülés, feltehetően ekenyom és az egyik spirálkorong élén (véltetően a megtalálást követően keletkezett) friss reszelés- illetve vágásnyom látható. Teljesen megegyező alakú (aszimmetrikus, közepén nyolcszög, tekeréseinél kör átmetszetű, kisebb tekerésénél egyenesre eldolgozott), normál méretű (Átm.: 7,3 cm) tárgy került elő a füzesabonyi kultúra tiszafüredi temetőjének B. 79. sírjából viseleti kontextusban, lábtekeresként (Kovács 1977, Taf. 27). Hasonló tárgyat találtak a tiszafüredi temető D305-ös sírjában egy nő – a nemre a fektetésből következtettünk: baloldali fektetés és É-D-i tájolás általában a női sírokra jellemző – jobb bokáján is (Kovács 1992, Abb. 62). A kialakítás itt is azonos, a rajz alapján azonban hiányzik az egyenes záródás a kisebb tekerésnél. Kovács Tibor később a szövegben a D304.

sírból, valamint a D279. sírból említ ilyen típusú bokaperecet (Kovács 1992: 97). Koós Judit a tiszaladányi, koszideri korú – hasonló típusú, kerek átmetszetű drótból készült karperecet tartalmazó – kincs részletes elemzése kapcsán három – a fentiekől részben eltérő sírszámú tiszafüredi sírt említ, melyben hasonló díszet találtak (B79, D283, D306: Koós 1989: 37).

A tárgy típusnak számos változatát lehet elkülöníteni az egyszerű, vékony drótból tekercselt szimmetrikus, azonos méretű spirálokkal rendelkező variációtól az öntött, kör, vagy többszögű átmetszetű – esetenként ezeket kombináló – aszimmetrikus karú darabokig. Gyakori, hogy az itt tárgyalt darabbal ellentétes módon a középrész átmetszete kör alakú, és a spirálisok készültek négyszög átmetszetű anyagból. A középső bronzkori Apa-Hajdúsámson és a korszak végére jellemző koszideri kincsleletek egyik legjellemzőbb tárgy típusa (David 2002: 227–228). W. David (2002) összevontan Hajdúsámson-Apa-Ighiel-Zajta depócsoportként tárgyalja a magyar kutatás szerint hagyományosan két kronológiai horizontba sorolható „kincsleleteket”. A füzesabonyi kultúra leletanyaga mellett megtaláljuk ezeket a Dunántúlon is, többféle méretben, sírból gyűrűként és kartekercsként (Zmajevac/Vörösmart), valamint a tolnanémedi horizont és a koszideri korszak kincseiben (Körös, Balatonkiliti, Stomfa/Stupava; Mozsolics 1967, Taf. 30. 4, 6, Taf. 37. 3, 4, Taf. 41, 1). A Regöly-Veravárnál talált, a késő bronzkori kurdi horizonthoz sorolha-

tó kincslelet egyik töredékes tárgyának nyolcszögletű keresztmetszete és átmérője alapján felmerül, hogy talán az is az abaújdevecserihez hasonló nagyságú kartekercshez tartozhatott (Szabó 1993,

11.t.5,7; Kőszegi 1993). Azon a darabon jól látható a darabolás nyoma, ami nyersanyagként való újrafelhasználására utal (Szabó 2013).



3. ábra. Bronzspirál (kar-/láb-tekerces) Abaújdevecser-Ortásföldek (Békás tó) lelőhelyről.

A hosszú ideig használt kar- és lábtekercesek előkerülése gazdag síregyüttesekben és kincsleletekben, továbbá bekarcolt ábrázolásai madár alakú edényeken, csörgőkön és lábas edényeken (P. Fischl 2014) mindenképp alátámasztják a tárgytipus egykori közösségekben betöltött kiemelkedő szerepét. Az óriási méretű abaújdevecseri darabot nyilvánvalóan nem viselőre szánták: a túlméretezett kar- vagy lábtekerces imitáció valószínűleg áldozati tárgynak készült, ahogyan erre a rendkívüli méretű tárgyak esetében a régészeti kutatás következtet („Überdimensionierung”: Krenn-Leeb 2006: 14; 2010).

A tárgytipus gyártásának kezdetét Hellebrandt Magdolna a korszideri korra teszi a párhuzamok alapján, az abaújdevecseri kartekercset azonban a középső bronzkori lelőhelyek abaúji hiánya miatt inkább a késő bronzkor kezdetére, a pilinyi kultúra időszakára datálja (Hellebrandt 2011: 137). A tárgy készítési módját nyolcszögletű öntött rúd húzásával és feltekerésével képzelel el, amely munkafolyamat során a rúd átmetszete változik és fokozatosan elvékonyodik. Vizsgálataink itt is főként a készítőtechnika megismerésére irányultak.

Vizsgálati módszerek

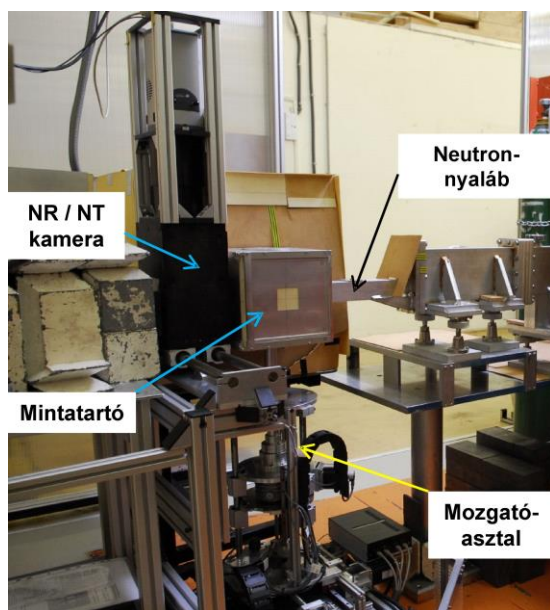
A Budapesti Kutatóreaktornál a Budapesti Neutron Centrum (BNC) archeometriai kutatásokban résztvevő csoportjai (MTA Energiatudományi Kutatóközpont Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont SzFI Neutronspektroszkópiái Osztály) különböző roncsolásmentes méréseket végeztek a bemutatott három bronzkori tárgyon.

Neutronradiográfia

A kutatóreaktorokból kivezetett neutronnyalábok jól használhatók tárgyak radiografikus (NR, 2D), illetve tomografikus (NT, 3D) leképezésére. A minta részeinek eltérő neutrongyengítése miatt a szürkeárnyalatos vetületi képeken a tárgy belsejének eltérő anyagösszetétele megjeleníthető – annak károsítása nélkül.

A NIPS-NORMA (Neutron Induced Prompt Gamma-ray Spectroscopy–Neutron Optics and Radiography for Material Analysis) mérőállomás a Budapesti Kutatóreaktor neutronvezető csarnokában helyezkedik el, az 1. sz. neutronvezető

végén. A mérőhely termikus ekvivalens neutron fluxusa $2,7 \times 10^7$ n/cm²/sec. A NORMA berendezés használatakor a mintán áthaladó nyalábbal neutronradiográfiai és -tomográfiai leképezést (ún. transzmissziós projekciókat) valósíthatunk meg. A NORMA berendezés a vele egybeépített NIPS mérőhellyel együtt, ill. attól függetlenül is működtethető. Az együttes működés során térbeli elemösszetételre prompt-gamma aktivációs leképezés (PGAI) és a belső szerkezet képi megjelenítésére (NR, NT) vonatkozó mérések végezhetők (4. ábra). Az itt bemutatott munka során PGAA és NR vizsgálatokat végeztünk (vö. Kasztovszky & Belgya 2006; Kasztovszky 2007). Az egyes expozíciók után a tárgyak felaktiválódásból származó radioaktivitása nem mérhető. A berendezés részletes ismertetése: a nyaláb 5×5 cm² réssel ellátott repülési csövön éri el a $20 \times 20 \times 20$ cm³-es mintakamrát. Ennek egy vagy több oldalpanelét elmozdítva nagyobb (5 kg-ig) tárgyak (pl. kardok, vázák, kövek) is vizsgálhatók. A mintákat egy mintatartó keretben felülről kézzel, vagy alulról egy XYZ- ω távvezérelt asztal segítségével állítjuk be mérési pozícióba. A mozgatóasztal 200 mm-es tartományon 15 μ m-es pontossággal végezhető.



4. ábra. A budapesti NIPS-NORMA berendezés.

A NORMA berendezés fő része a leképező rendszer. Ez egy fényzáró alumínium házban elhelyezett 100 μ m vastag ⁶Li/⁶ZnS szcintillátorból, Al réteggel ellátott kvarctükrökből és egy hűtött, hátsó megvilágítású, 1024×1024 pixeles,

16-bites szürkeskála-mélységű Andor iKon-M CCD kamerából áll. Az optika $48,6 \times 48,6$ mm²-es területet (amelyben a nyaláb maga 40×40 mm²) képez le a $13,3 \times 13,3$ mm²-es chipfelületre. A leképező rendszer térbeli felbontása a tárgy szcintillátor ernyőtől mért 1,5-100,5 mm-es távolságának a függvényében 230-660 μ m között lineárisan változik.

A tárgyról készült egyes projekciós képek jellemző besugárzási ideje a neutronok energiájának függvénye: hidegneutronok esetén 1,8 sec. A felvett képek a neutronnyaláb inhomogenitására (*flat-field*) és a kamera sötétáramának (*dark current*) torzító hatására korrigáltak.

Prompt-gamma aktivációs analízis

A prompt-gamma aktivációs analízis (PGAA) elemösszetétel meghatározására alkalmas, roncsolásmentes nukleáris analitikai módszer (Révay & Belgya 2004). A minta besugárzása hidegneutron-nyalábban történik, és a sugárzásos neutronbefogás során keletkezett karakterisztikus gamma fotonokat detektáljuk. A módszerrel panoráma analízis végezhető, a tárgy összetételét illetően bármilyen előzetes információ nélkül, elvben (a hélium kivételével) minden kémiai elem mennyiségileg is (Révay 2009) meghatározható. A gamma csúcsok energiája és intenzitása független az anyag kémiai állapotától, ugyanakkor jellemző az elemösszetételre. A neutronok és a gamma fotonok nagy áthatoló képességűek, ezért az analízis az egész besugárzott térfogat átlagos összetételéről szolgáltat információt.

A méréseket a NIPS (Szentmiklósi et al. 2013) mérőhelyen végeztük, $2,7 \times 10^7$ n/cm²/sec termikus ekvivalens neutronfluxus mellett. A csákány és a balta esetén 20 mm² keresztmetszetű neutronnyalábot használtunk az adatgyűjtéshez szükséges megfelelő másodpercenkénti beütésszám eléréséhez. A mérési időket 7000-11 500 sec között úgy választottuk, hogy az azonosított elemek csúcsterületének pontossága a statisztikailag megkövetelt szintet érje el.

A sugárzásos neutronbefogásból származó gamma sugárzás detektálását Compton-elnyomós üzem módban használt és ólomvédelemmel felszerelt nagy tisztaságú germánium (HPGe) detektorral végeztük. A jelfeldolgozás sokcsatornás analízátorral történt. A mérőhely részletesebb leírása egy korábbi publikációban megtalálható (Szentmiklósi et al. 2010). A spektrumok kiértékelését a Hypermet-PC gamma

spektroszkópai szoftverrel végeztük. Az elem-azonosítás a prompt-gamma analízis könyvtárt (Révay et al. 2004) tartalmazó ProSpeRo programmal történt. A kiértékelésnél figyelembe vettük a minta nélkül, nyitott nyalábnál mérhető spektrális hátteret.

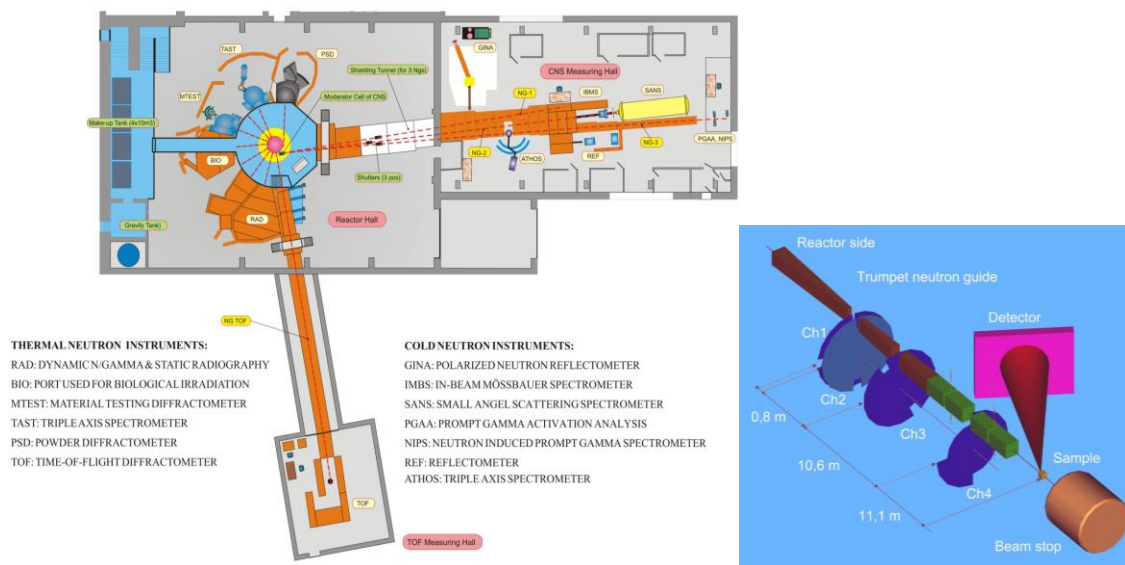
A tárgyak besugárzása során keletkezett radioaktivitás néhány órán belül a mérhető szint alá csökkent.

A vizsgált tárgyak PGAA-val mért összetételét – a 6. és 8. ábrán körökkel jelölt helyeken – az 1. táblázatban adtuk meg. Az azonosított elemek

koncentrációit, azok bizonytalanságát, valamint néhány elemre vonatkozó kimutatási határokat tömeg%-ban adtuk meg.

A repülési-idő neutron-diffrakció

A BNC time-of-flight neutron-diffraktómétere (TOF-ND) a kutatóreaktor 1-es radiális csatornához telepített neutronvezető és nyalábszaggató (chopper) rendszerből áll. A nyaláb egy alagúton keresztül jut el a külön ezen berendezés részére épült mérőcsarnokba (5. ábra).



5. ábra. A BNC repülési idő neutron-diffraktómétere.

A neutron impulzust egy nagysebességű (max. 12000 rpm), szemben vagy párhuzamosan forgatható dupla chopper állítja elő. A legrövidebb előállítható impulzus 10 μ s. A kívánt hullámhossz tartomány két további chopperrel állítható be. A nyaláb teljes hasznos hullámhossztartománya 0,7–4,5 \AA , de ez egyszerre csak kis felbontásnál fedhető le. Nagyfelbontású mérésnél a mérési céltől függően kell a szűkebb tartományt kiválasztani.

A neutronok teljes repülési útja 25m, amelyből a minta-detektor távolság 2,2m. Ezekkel a paraméterekkel a diffrakciós spektrum kb. $1,5 \times 10^{-3} \text{\AA}$ felbontással vehető fel. Ez a felbontás a nyaláb teljes $2,5 \times 10 \text{cm}$ -es keresztmetszetén elérhető. A felbontás és a sáv szélesség növelése az intenzitás rovására történik, ezért fontos az optimális beállítás megválasztása.

A berendezés alapvetően a kristályos anyagok szerkezetében jelen lévő finom változások vizsgálá-

latára, illetve roncsolásmentes szerkezet-meghatározásra, fázisanalízisre alkalmas. Az elvégzett mérések célja a tárgyak fázisanalízise, valamint szövetszerkezetük, (textúrájuk) vizsgálata volt.

Fázisanalízis

Bronz tárgyak esetében a fázisanalízis elsősorban a réz-ön szilárd oldat összetételének, valamint a jelenlévő más bronz fázisok (delta esetleg béta), rézben nem oldódó fémek (ólom) és réz, ill. ön vegyületek (főként kuprit) mennyiségének a meghatározását jelenti. Az adott tárgyakban a szilárd oldaton kívül más összetevő nem volt kimutatható, ezért csak az ötvözöttség mértékének meghatározására szorítkozunk. Ennek alapja, hogy rendezetlen szilárd oldatban az oldó fém rácsállandója a beépülő idegen atomok hatására megváltozik. Ez

a változás a legtöbb esetben kis koncentrációknál lineáris (Vegard-szabály). A diffrakciós spektrumból a teljes besugárzott térfogatra (mikroszkopikus és makroszkopikus értelemben) átlagolva az ötvözés mértéke és annak eloszlása meghatározható (vö. Mödlinger et al. 2013; Kiss et al. 2015). Az így kapott értékek a beépülő elem ismeretében értelmezhetők, ezért ún. ön-ekvivalens koncentrációt adunk meg, ami akkor jelenti a valós értéket, ha a rácsállandóra más beépülő elemek nincsenek lényeges hatással.

Szövegszerkezet

Elsősorban képlékeny hidegalakítás hatására a fémek alkotó kristallitok eredeti véletlenszerű irányeloszlása megváltozik, rendezettebbé válik, ún. textúra alakul ki. A kristallitok irányítottságának eloszlását teljes mértékben az orientáció eloszlásfüggvénnyel (ODF) lehet jellemezni, amely elegendően széles és elegendően sok irányból felvett diffrakciós spektrumokból meghatározható. Komplikáltsága miatt a gyakorlatban az egyes kristálytani irányokhoz tartozó diffrakciós csúcsok intenzitásának kétdimenziós irányeloszlását szokás megadni ún. pólusábrán. Ez a mérésből közvetlenül meghatározható. A BNC TOF-ND berendezése jelenleg nem rendelkezik automatikus mintamozgató mechanizmussal, szögtartománya pedig szűk. Ezért a textúrát a minta két jellemző, egymásra merőleges tengelye körüli forgatással vettük fel, a lehető legtöbb diffrakciós csúcsot lefedve.

A mérési körülmények ismertetése

A méréseknél olyan beállítást választottunk, hogy a spektrumok az összetétel és a textúra meghatározására is alkalmasak legyenek. A hullámhossztartomány 1,2-2,9 Å, amellyel 8 elegendően intenzív diffrakciós csúcsot lehet lefedni. A textúra

jellemzésére a bizonytalan, olykor félrevezető rekonstruált pólusábrák helyett közvetlenül a korrigált és elméleti értékekre normált csúcshintenzitásokat adjuk meg grafikonon, a rácsállandó függvényében. Az ábrákon az egyes pontokat összekötő vonalak a szem vezetését szolgálják. A hibát az áttekinthetőség érdekében nem jelöljük, de általában a kis rácsávolságnál jelentős. Az intenzitásokat a mérési (nem a teljes) tartományra integrált intenzitásra is normáltuk, ugyanis a tárgyak szabálytalan alakja miatt az abszorpcióval súlyozott effektív térfogat a különböző mérési szögekre nem határozható meg. Ezért az összehasonlításnál egy közös szorzótényező megengedett, információtartalma az intenzitások egymáshoz való viszonyának van.

Eredmények

A roncsolásmentes PGAA elemzés a zalaszabari peremes baltában és a bonyhádi csákányban mérhető kémiai elemek tömegszázalékos összetételét mutatja a tárgyak vizsgált részén (ld. 6. és 8. ábra).

Bonyhádi csákány

Elem- és fázisösszetétel

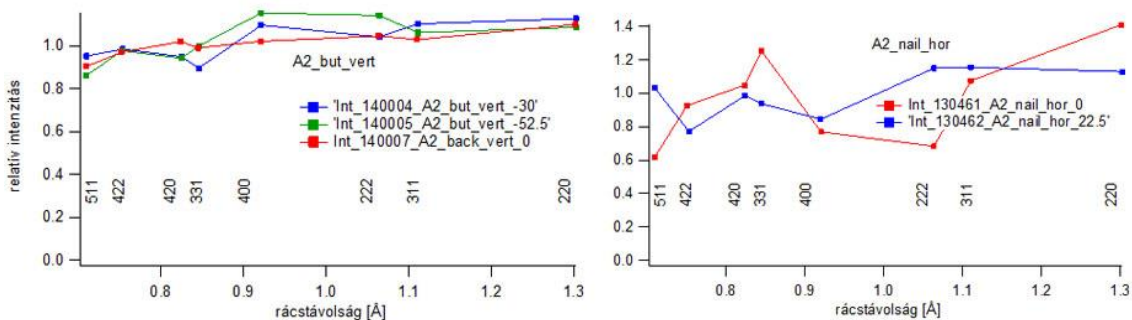
A PGAA mérés eredménye szerinti összetételt a 6. ábrán jelölt kör területén, a minta teljes vastagságában az 1. táblázatban tüntettük fel. A feltüntetett sárga kör az elemanalízis céljából besugárzott területet mutatja, amelynek közepe 18 mm-re van a csákány élétől, és átmérője 5 mm. A besugárzott térfogat összetétele átlagosan 88,0% réz, 12,0±0,6% ón, 0,025 tömeg% H-nel (ld. 1. táblázat). A TOF-ND mérés alapján a csákány (jele „A2”) óntartalmára: 11,07±0,5 tömeg% adódott.

1. táblázat. A zalaszabari peremes baltában és a bonyhádi csákányban mérhető kémiai elemek tömegszázalékos összetétele. A vizsgált térfogatok tárgyakon belüli pozíciója az egyes alpontokban bemutatott ábrákon látható (k.h.a.: kimutatási határ alatt).

spektrum	Peremes balta (Zalaszabar)			Csákány (Bonyhád)	
		639		640	
Elem	kimutatási határ tömeg%	összetétel tömeg%	±	összetétel tömeg%	±
H	0,003	0,056	0,004	0,025	0,003
Cu	0,05	90,2	0,7	88,0	0,6
Ag	0,05	0,18	0,010		
Sn	1,0	9,6	0,7	12,0	0,6
Zn	0,5	k.h.a.		k.h.a.	
As	0,2	k.h.a.		k.h.a.	

Készítéstechnika

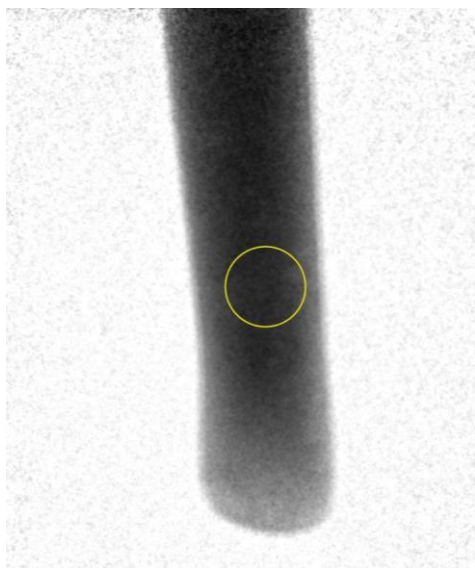
A bronz csákány (azonosítója: BBQ43J37) neutronradiográfiás mérése során pozicionálási nehézségek miatt csak egy nézetből készült projekció a



7. ábra. a bonyhádi csákány TOF-ND vizsgálata során mért textúra, a: tömbi részén, b: a csákány élrészén.

A csákány TOF-ND vizsgálata során három kiemelt területen végeztünk textúra mérést:

- A tömbi részén („back”) a bakokkal átellenes oldalon, függőlegesen a nyálábba helyezve („vert”).
- A csákány hegyén (élén) („nail”).
- A bakokon, két különböző beállításban („but”).



6. ábra. Bronz csákány, Bonyhád-Biogáz üzem, BBQ43. sír.

A tömbi rész teljesen izotróp orientáció eloszlást mutat, ami egyértelműen öntvényre utal (7. ábra).

tárgyról (6. ábra). A képen a szürkeárnyalat változása megfelel egy homogén szerkezetű anyag különböző vastagságú részeinek. Makroszkopikus öntési hiba, ill. egyéb szerkezeti eltérés nem látható.

A hegyről készült mérés a kis térfogat miatt zajos, így is kimutatható azonban a textúra, bár mértéke bizonytalan. A legnehézkesebbnek a bakok vizsgálata bizonyult. A felületükre merőleges irányból a peremes felszíni réteghez képest sokkal nagyobb térfogatú szárrész is részt vesz a szórásban, így ebből az irányból teljes izotrópiát mutat. Ezért a felülettel közel párhuzamos irányból is végeztünk mérést a bakok szárát teljesen kitakarva. A mért intenzitások textúra jelenlétére utalnak, ám a szögfüggés gyenge. Összefoglalóan tehát azt lehet megállapítani, hogy a peremes részt vélhetőleg nem öntéssel, hanem utólagos megmunkálással alakították ki.

Zalaszabari balta

Elem- és fázisösszetétel

A PGAA mérés eredménye szerint a balta anyaga 90,2% réz, 9,6% ón, 0,18% ezüst, 0,056 tömeg% H összetételű. A TOF-ND mérés alapján a balta (jele „A1”) óntartalma $7,5 \pm 0,5$ tömeg%. Az óntartalomra a PGAA és TOF-ND a mérések bizonytalanságát meghaladóan eltérő értéket adott ($9,6 \pm 0,7\%$, ill. $7,5 \pm 0,5\%$). Összehasonlításként egy harmadik módszerrel kapott adatsor is rendelkezésre áll (2. táblázat): a roncsolásos mintavételrel járó EDXRF (enegiadiszperzív röntgenfluoreszcens; vö. Lutz & Pernicka 1996) elemzés 8% ónt mutatott ki. A balta réz- ill. ezüst-tartalmára vonatkozóan a PGAA és EDXRF eredmények jól egyeznek, míg az EDXRF-fel

mért fontos nyomelemek (Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Sb, Te, Au, Pb és Bi) a PGAA kimutatási határai alatt voltak.

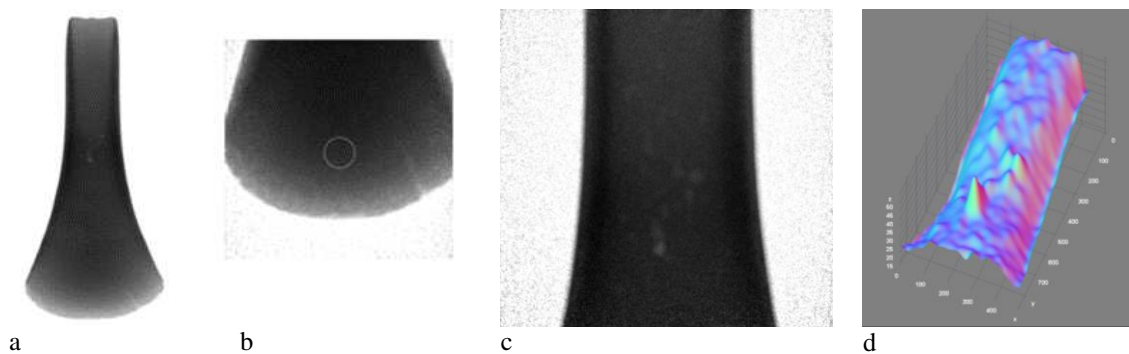
Készítéstechnika

A bronz peremes balta neutronradiográfias leképezése során a tárgyról nyolc különböző nézetből készült projekció. Az egyes projekciókat egymással átfedésben vettük fel úgy, hogy összességében lefedjék a teljes tárgyat. A FIJI programcsomag MosaicJ összetevője segítségével az egyes projekciók geometriailag helyesen, csempereszerűen egymás mellé rendezhetők, így a teljes tárgyról készíthető transzmissziós kép (8a. ábra). A képen a szürkeárnyalat változása általában megfelel egy homogén szerkezetű anyag különböző vastagságú részeinek. Makroszkopikus szerkezeti eltérés két helyen látható. Az egyik eltérés a balta élénél jelentkező repedés, ami kinagyítva az 8b. ábrán is látható. A feltüntetett kör a PGAA elemanalízis céljából besugárzott területet jelzi, amelynek

közepe 12 mm-re van a balta élétől, átmérője 5 mm. A másik a tárgy középső részén található számos világosabb folt (8c-d. ábra), amelyek korábbi mintavételezés vagy öntési hiba, ill. korrózió miatt keletkező anyaghiánynak feleltethetők meg. A baltát – mint azt a végéről letört öntőcsap helyének törésfelülete is mutatja – élére állított helyzetében öntötték. A radiográfias képen látható világos foltok tehát a korábbi (EDXRF méréssel összefüggő) mintavételezés helye mellett valószínűleg csak felületi hibákat (korrózió?) jeleznek, és kevésbé valószínű, hogy mégis egy esetleges fekvő öntés során képződött belső buborékok. A radiográfias felvétel szürke értékeinek különbözőségét a 8d. ábra 3D-ben szemlélteti. A látható „csúcsok” a világosabb foltok helyzetét jelzik, magasabb csúcs kisebb neutrongyengítésre utal. Álló helyzetben való öntésre utalnak más balták esetében a nyélrész végén látható buborékok is (Kienlin 2010, Fig. 7.13), ilyeneket azonban a – minden bizonnyal jól sikerült öntés során készült – zalaszabari baltánál nem lehetett kimutatni.

2. táblázat. A balta elemösszetétele az EDXRF elemzés szerint.

Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Ag	Sn	Sb	Te	Au	Pb	Bi
0,02	0,01	0,074	91	0,2	0,129	0,005	0,175	8	0,127	0,005	0,023	0,028	0,01



8. ábra. a) A zalaszabari bronz peremes balta neutronradiográfias felvétele; b) PGAA mérési pont; c) a balta korábbi roncsolásos mintavételi helye, és a környezetében található világos foltok, d. a c. ábra szürkeértékeinek 3D bemutatása.

A balta TOF-ND vizsgálata során két területen végeztünk textúra mérést (9. ábra):

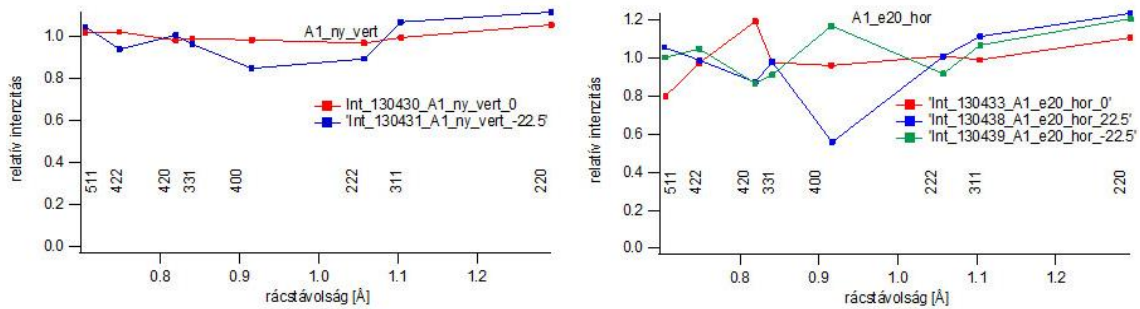
– A tömbi vagy nyél („ny”) részen, a tárgyat függőlegesen a nyalábba helyezve a függőleges („vert”), tehát a hossz tengelye körül forgatva, úgy, hogy a szórási vektor a lapos peremes felü-

letre merőleges legyen. A mérés során a fej egy kis része is bekerült a nyalábba.

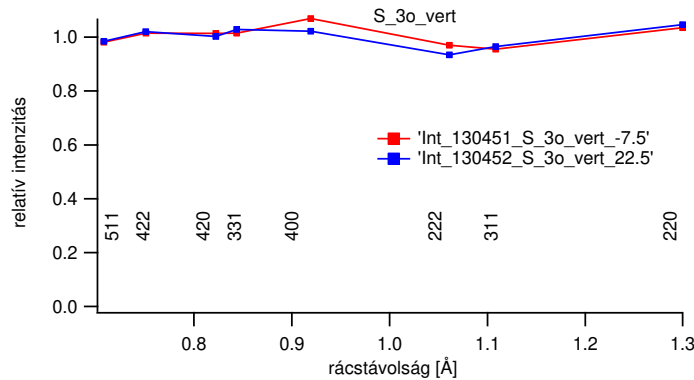
– A tárgy élén 20 mm-es sávban („e20”), a tárgyat vízszintesen (az élet függőlegesen), a lapos oldallal a nyaláb és a detektor felé fordítva, mint a nyél résznél. Erről a területről két mérésorozat készült.

A nyélen a felületre merőleges irányban az eloszlás teljesen egyenletes, izotróp, ami arra utal, hogy a tárgy öntvény. A merőleges iránytól 22,5 fokra mért spektrum azonban gyengén, de határozottan anizotróp. Ennek hátterében állhat, hogy elforgatva a nyél oldala is jobban bekerült a nyálába. Elképzelhető, hogy ez a terület jelenik meg a spektrumban, ebben az esetben a nyél oldala

szükségszerűen erősen orientált. A textúra jellege (csökkenés az 100 és 111 irányokban) vélhetőleg az oldalról való kovácsolás okozta orientáció következtében alakult ki. A balta éle határozottan anizotróp. Az 100 csúcs intenzitása az él irányába fordulva erősen csökken, de összetett textúrára utal. Mindez egyértelművé teszi, hogy a tárgy élét legalább felkeményítés céljából megmunkálták.



9. ábra. A zalasabari balta TOF-ND vizsgálata során mért textúra a: tömbi részen, b: a balta élénél.



10. ábra Az abaújvecseri spiráldísz TOF-ND vizsgálata során mért textúra a hajlított rúd kör keresztmetszetű végén.

Abaújvecseri bronzspirál

A tárgyról nem készült neutronradiográfiás és PGAA mérés, mivel nagy mérete miatt nem lehetett a mintatartóba (4. ábra) behelyezni.

Fázisösszetétel

A TOF-ND mérés alapján a tekercs (jele „S”) bronzból készült, a rézötvözet öntartalma: 10,38±0,5 tömeg%.

Készítéstechnika

A tekercs TOF-ND vizsgálata során négy területen végeztünk textúra mérést (10. ábra):

- Az egyik spirális rész közbülső menetén („1a”) szemből
- Ugyanezen spirális rész közbülső menetén hátulról („1b”)
- A hajlított rúd nyolcszögű részén („2o”)
- A hajlított rúd kör keresztmetszetű részén („3o”)

A felvett spektrumok, egy kivételtől eltekintve, mind izotróp eloszlást mutatnak, ami a tárgy öntött jellegére utal. Ennek ismeretében az egyes mérési orientációknak nincs jelentősége. Kivétel az első mérés jelent, ahol 40 fokos forgatásnál látszik enyhe anizotrópia, ám a mérés rövidsége és az intenzitás adatok hibája miatt a textúra jelenléte nem egyértelmű. Kialakulhatott az öntés során vagy a felület eldolgozása következtében is. A

tárgy egésze egyértelműen textúra mentes, tehát öntvényként azonosítható.

Következtetések

Elem- és fázisösszetétel

A zalaszabari balta esetében lehetőségünk nyílt különböző mérés technikák összehasonlítására is. A roncsolásos mintavételt igénylő EDXRF elemzéssel (2. táblázat) jól egyező eredményt adott a roncsolásmentes TOF-ND, míg a PGAA mérés önkonzentráció adata ezektől kissé eltért (1–2. táblázat). A bonyhádi csákánynál a PGAA és a TOF-ND mérés öntartalomra vonatkozó eredménye összhangban volt egymással.

Az EDXRF vizsgálat a zalaszabari baltánál az arzén, ezüst és antimon kissé magasabb arányát mutatta ki (részletesebben vö. Kiss et al. 2013). Az ezüsttartalom hasonlóan jól mérhető PGAA-val, az arzén és antimon viszont a PGAA kimutatósi határa alatt van.

Készítéstechnika

A vizsgált balta és csákány esetében az éleknél biztosan történt megmunkálás az öntést követően. Számos peremes balta metallográfiai elemzése ezt bizonyítja is: a nyélnél csak az öntött szerkezet látható, míg az éleknél a megmunkálásra utaló, elnyújtott szövetszerkezetet lehetett kimutatni (Kienlin 2010, Fig. 7.19). A TOF-ND vizsgálat lehetővé tette, hogy ugyanezt az eredményt a tárgyak megsértése nélkül megkaphassuk. A zalaszabari balta neutronradiográfiai képe a korábbi roncsolásos anyagvizsgálat mintavételi helyén kívül más világos foltokat is mutatott. A készített projekcióból azonban önmagában nem lehet eldönteni, hogy a foltok öntési hiba vagy korrózió eredményei. A buborékok baltán belüli térbeli pozícióját egy valódi 3D tomográfiai vizsgálat tárná fel, ami eldönthetné a felületi vagy tömbi elhelyezkedés kérdését.

A bonyhádi csákány esetében a vizsgálatok révén megállapítható, hogy öntéssel készítették, élét pedig az öntést követően megmunkálták (kalapálással tömörítették, élezték), ami egyértelműen arra utal, hogy használatra szánták. A nyélbe rögzítést is segítő két kis bak eredetileg öntőcsapként szolgált, aminek törésfelületét kalapálással utólag elegyengették. Erre vezethető vissza azok felületének peremes kiképzése. Az így kialakított felszínt poncvésővel díszítették.

Az abaújdevecseri spiráldísz (kar- vagy lábtekercs) esetében a vizsgálatok megerősítik, hogy készítése során a viaszvesztéses öntési technikát alkalmazták. A tárgy készítésekor először egy hosszú, megfelelő vastagságú viaszrudat készítettek, amelynek középső szakaszát nyolcszögletesre alakították. A végek felé elvékonyodó részét a hasonló formájú, kalapálással alakított kisebb méretű ékszereket utánozva spirálisan visszatekerítették. Az így kialakított, enyhén kúpos korongok előlapját elsimították, gondosan ügyelve arra, hogy az öntés során a bronz a forma minden részébe akadálytalanul folyhasson majd. Ez jól követhető az elő- és hátoldalon eltérő rajzolatú tekerceselés-nyomokból, a viasz lenyomata által közvetített repedésszerű, azonban csak a felszínen megfigyelhető finom részletekből. A tárgy egészének végső formára alakítása, megcsavarása után a korongok középpontjához újabb viaszdarabokat illesztve kialakították az öntőcsapak helyét. Ez különösen jól látható az egyik korong közepén, ahol az utólag eltávolított engusz nagysága is mérhető a kalapálással csak részben eltüntetett, egyébként jellegzetesen porózus törésfelületen. A beágyazás előtt még kisebb igazításokat végeztek a tárgyon, így például egyik végét levágták, egy ferde síkot alakítottak ki rajta. Az öntéskor a formát vízszintesen, a kúpos korongokkal felfelé helyezték el (3. ábra).

Összegzés

Az elemösszetételt tekintve a korabeli, nem homogén összetételűek tárgyak vizsgálatok a többféle (roncsolásmentes PGAA és TOF-ND, valamint roncsolásos mintavétellel járó EDXRF) mérési módszerrel végzett vizsgálatok összehasonlítása fontos, mivel a roncsolásos mintavétel főleg a tárgy felszínén kiváló ónban gazdag rétegekből nyújt adatot (Szabó 2010: 117, 3. ábra), míg a TOF-ND és a PGAA vizsgálat eredményei a teljes tömbi (átlagos) összetételre utalnak.

A TOF-ND vizsgálat által kimutatott utólagos megmunkálás fontos adalék a különleges formája miatt presztízstárgyként is értelmezhető bonyhádi csákány, valamint a zalaszabari peremes balta használati tárgyként vagy nyersanyagrukként való meghatározása tekintetében. A bonyhádi csákány és a zalaszabari balta edzett éle arra utal, hogy a tárgyat használati eszköznek szánták készítésekor. A neutronradiográfiai felvételek kevés anyaghibára utaló buborékot mutattak ki, bár önmagukban e felvételekről nem lehet eldönteni, hogy a foltok

öntési hiba vagy korrózió eredményeként értelmezhető-e. A buborékok baltán belüli térbeli pozícióját egy valódi 3D tomográfiás vizsgálat tárná fel, ami eldönthetné a felületi vagy tömbi elhelyezkedés kérdését. Fontos, hogy – bár hasonló eredményeket roncsolásos metallográfiai vizsgálatok már kimutattak – roncsolásmentes módszerrel végzett vizsgálatokkal sikerült megerősíteni a használati tárgy funkciót. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy továbbra sem zárható ki annak lehetősége, hogy a bányavidékekről érkező ötvözött bronz nyersanyag jól szállítható formájaként is szolgáltak a hasonló balták, s életükben többféle funkciót is betölthettek (vö. Vandkilde 2005, a nyakperecek többféle funkcióját illetően).

Az abaújdevecseri tekerecs a TOF-ND vizsgálat szerint öntött, ezt követően nem történt utólagos megmunkálás a tárgyon. A készítés-technikai megfigyelések és a roncsolásmentes vizsgálat egyaránt azt bizonyítják, hogy a késő bronzkor elejére keltezhető kartekerecs viaszveszejtéses öntéssel készült.

Köszönetnyilvánítás

Az EDXRF vizsgálatot a Tübingeni Egyetem 2006-ban Ernst Pernicka és Tobias L. Kienlin vezetésével elkezdett projektje (*Untersuchungen zur Vermittlung der Zinnbronze nach Mitteleuropa über das Karpatenbecken*) tette lehetővé.

Felhasznált irodalom

- Butler, J. J., 2002. Ingots and insights: reflections on rings and ribs. In: Bartelheim, M.–Pernicka, E.–Krause, R. (Hrsg.): *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Rahden/Westfalen*, 229–243.
- David, W., 2002. Studien zu Ornamentik und Datierung der bronzzeitlichen Depotfundgruppe Hajdúsámson-Apa-Ighiel-Zajta. *Bibliotheca Musei Apulenis XVIII*. Alba Iulia.
- P. Fischl K.: Két? lábon járó bronzkoriak? *Bronzkór blog* 2014.02.10. <http://bronzkor.hu/ket-labon-jaro-bronzkoriak/>
- Hänsel, A., Hänsel, B. 1997. *Gaben an die Götter. Schätze der Bronzezeit Europas*. Berlin.
- Hellebrandt, M., 2011. *Bronztekercs Abaújdevecseréről – Bronze spiral of*

- Abaújdevecser. Herman Ottó Múzeum Évkönyve 50, 131–152.
- Honti, Sz., Kiss, V. 2013. Bronze Hoard from Zalasabar. New Data on the Study of the Tolnanémedi Horizon – Part 2. In: Anders, A., Kulcsár, G., with Kalla, G., Kiss, V., Szabó, G. (eds): *Moments in Time: Papers Presented to Pál Raczky on His 60th Birthday*. Prehistoric Studies I. Budapest, 521–538.
- Káli, Gy., Sánta, Zs., Bleif, H.J., Mezei, F., Rosta, L., Szalók, M. 2007. Commissioning of the high resolution TOF diffractometer at the Budapest Research Reactor. *Zeitschrift für Kristallographie; Part 1 Suppl* 26, 165-170.
- Kasztovszky, Zs. 2007. Application of Prompt Gamma Activation Analysis to Investigate Archaeological Ceramics. *Archeometriai Műhely* 4, 49–54.
- Kasztovszky, Zs., Belgya, T. 2006. Non-destructive investigations of cultural heritage objects with guided neutrons: the ANCIENT CHARM collaboration. *Archeometriai Műhely* 3, 12-17.
- Kienlin, T. L. 2006. Frühbronzezeitliche Randleistenbeile von Böhringen-Rickelshausen und Hindelwangen: Ergebnisse einer metallographischen Untersuchung. *Prähistorische Zeitschrift* 81, 97–120.
- Kienlin, T. L. 2010. Traditions and transformations: approaches to Eneolithic (Copper age) and Bronze age metalworking and society in eastern Central Europe and the Carpathian basin. *BAR International Series* 2184. Oxford.
- Kiss, V. 2009. The Life Cycle of Middle Bronze Age Bronze Artefacts from the Western Part of the Carpathian Basin. In: Kienlin, T. L. & Roberts, B. (Eds.): *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 169. Bonn, 328–335.
- Kiss, V. 2012. Middle Bronze Age Encrusted Pottery in western Hungary. *Varia Archaeologica Hungarica* 27. Budapest.
- Kiss V., Barkóczy P., Vizer Zs. 2013. A zalasabari bronzkincs archeometallurgiai vizsgálatának előzetes eredményei. *Gesta XII*, 72–82.
- Kiss, V., Fischl, K.P., Horváth, E., Káli, Gy., Kasztovszky, Zs., Kis, Z., Maróti, B., Szabó, G. 2015. Non-destructive analyses of bronze artefacts from Bronze Age Hungary using neutron-based methods. *Journal of Analytical*

- Atomic Spectrometry DOI: 10.1039/c4ja00377b
- Koós, J. 1989. Der II. Bronzefund von Tiszaladány. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 1989, 31–43.
- Köszegi F. 1993. A Regöly-Veravár késő bronzkori leletgyűttes tipológiai és időrendi kérdései. *Wosinsky Mór Múzeum évkönyve* 18, 225–235.
- Kovács T. 1977. A bronzkor Magyarországon. *Hereditas*. Budapest.
- Kovács, T. 1992. Die Bestattungsriten der Füzesabony-Kultur und das Gräberfeld von Tiszafüred-Majoroshalom. *Meier-Arendt, W. (Hrsg.): Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tellsiedlungen an Donau und Theiss*. Frankfurt a.M., 96–98.
- Krause, R. 2003. Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. *Vorgeschichtliche Forschungen* 24. Rahden/Westfalen.
- Krenn-Leeb, A. 2006. Gaben an die Götter? Depotfunde der Frühbronzezeit in Österreich. *Archäologie Österreichs* 17, 4–17.
- Krenn-Leeb, A. 2010. Ressource versus Ritual – Deponierungsstrategien der Frühbronzezeit in Österreich. In: *Meller, H.–Bertemes, F. (Hrsg.), Der Griff nach den Sternen. Internationales Symposium in Halle (Saale)* 16.–21. Februar 2005. *Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 5, Halle/Saale*, 281–315.
- Lenerz-de Wilde, M. 1995. Prämonetäre Zahlungsmittel in der Kupfer- und Bronzezeit Mitteleuropas. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 20, 229–327.
- Lutz, J., Pernicka, E. 1996. Energy dispersive X-ray analysis of ancient copper alloys: empirical values for precision and accuracy. *Archaeometry* 38, 313–323.
- Mozsolics, A. 1967. Bronzefunde des Karpatenbeckens. *Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás*. Budapest.
- Mödlinger, M., Piccardo, P., Kasztovszky, Zs., Kovács, Gy., Szőkefalvi-Nagy, Z., Káli, Gy., Szilágyi, V. 2013. Archaeometallurgical characterization of the earliest European metal helmets. *Materials Characterization* 79, 22–36.
- Müller, J. 2002. Modelle zur Einführung der Zinnbronze-technologie und zur sozialen Differenzierung der mitteleuropäischen Frühbronzezeit. In: *Müller, J. (Hrsg.): Vom Endneolithikum zur Frühbronzezeit: Muster sozialen Wandels? Universitätsforschung zur prähistorischen Archäologie* 90. Bonn, 267–289.
- Révay, Zs. 2009. Determining Elemental Composition Using Prompt Gamma Activation Analysis. *Analytical Chemistry* 81, 6851.
- Révay, Zs., Belgya, T. 2004. Principles of the PGAA method. In: *Molnár, G. L. (Eds.): Handbook of Prompt Gamma Activation Analysis with Neutron Beams*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/New York, 1–30.
- Révay, Zs., Firestone, R.B., Belgya, T., Molnár, G. L. 2004. Catalog and Atlas of Prompt Gamma Rays. In: *Molnár, G.L. (Eds.): Handbook of Prompt Gamma Activation Analysis with Neutron Beams*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/New York, 173–364.
- Szabó G. 1993. Fémmegmunkálási nyomok a Regöly-Veravár késő bronzkori leletgyűttes tárgyain. *Wosinsky Mór Múzeum évkönyve* 18, 169–224.
- Szabó G. 2009. Csalog József bonyhádi mészbetétes temetője az újabb kutatási eredmények és két egyedülálló lelet tükrében – The cemetery of the Encrusted Pottery culture at Bonyhád in the light of new research and two unique finds. In: *L. Bende, G. Lőrinczy (szerk.): Medinától Etéig. Tisztelgő írások Csalog József születésének 100. évfordulóján*. Szentes, 283–291.
- Szabó G. 2010. Az archaeometallurgiai kutatások gyakorlati és etikai kérdései – Practical and ethical issues of archaeometallurgical research. *Archeometriai Műhely* 7/2, 111–122.
- Szabó G. 2012. Előmunkálatok Bonyhád, Pannónia Zrt. biogáz üzem megelőző régészeti feltárás anyaga feldolgozásához I. (sírmellékletek, embertan). DVD. Szekszárd.
- Szabó G. 2013. What Archaeometallurgy Tells Us about the Changes of Bronze Craftwork in the Carpathian Basin at the Transition of the Bronze Age into Iron Age. In: *Rezi, B.–Németh, E. R.–Berecki, S. (eds.): Bronze Age Crafts and Craftsmen in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureş 5–7 October 2012*. *Bibliotheca Mvsei Marisiensis, Seria Archaeologica VI. Târgu Mureş*, 291–312.
- 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.
- Szentmiklósi, L., Kis, Z., Belgya, T., Berlizov, A. N. 2013. On the design and installation of a Compton-suppressed HPGe spectrometer at the Budapest neutron-induced prompt gamma spectroscopy (NIPS) facility. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 298, 1605–1611.
- Vandkilde, H. 2005. A Biographical Perspective on Ösenringe from the Early Bronze Age. In: Kienlin, T. L. (Hrsg.): *Die Dinge als Zeichen: Kulturelles Wissen und materieller Kultur. Internationale Fachtagung an der Johan Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main 3.-5. April 2003. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 125. Bonn, 263–281.

TÉRINFORMATIKAI FEJLESZTÉSEK A DOBÓ ISTVÁN VÁRMÚZEUMBAN 2013-2014-BEN

Vágvölgyi Bence

Magyar Tudományos Akadémia, Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Régészeti Intézet

Kivonat *A folyamatosan megjelenő újabb és újabb természettudományos módszerek, és az azok eredményeként születő rengeteg új információ hatalmas előrelépést jelent a modern kor régészete számára. Számos azelőtt elképzelhetetlen pontosságú és komplexitású interpretációs lehetőség vált adottá, ami gyakran alapvetően változtatja meg azt, ahogy a régészeti örökségünkre tekintünk. Mindezek mellett pedig a modern eszközök alkalmazása a régi munkamódszerek hatékonyságát is komolyan meg tudja növelni, ami nagyban hozzá tud járulni az örökségvédelmi feladatok effektív végrehajtásához. Az egyik, a régészeti munkát komolyan érintő ilyen terület a térinformatikai módszerek mindennapos alkalmazása. Ezek a módszerek az elmúlt években több hazai múzeumnál is igen jó eredménnyel kerültek alkalmazásra, a 2013-as évtől kezdve pedig a Dobó István Vármúzeum Régészeti Osztályánál is számos ez irányú fejlesztésbe kezdtünk. Persze egy ilyen jellegű munka számos kihívást rejt magában: ahhoz, hogy a térinformatikai módszerek alkalmazása ténylegesen hatékony legyen elengedhetetlen egy egységes, szisztematikusan alkalmazott rendszer és módszertan kialakítása annak érdekében, hogy a mindennapos munkafolyamatok a lehető leginkább zökkenőmentesen haladhassanak, végeredményük pedig teljes mértékben elemezhető, és átláthatóan archiválható legyen. Dolgozatomban éppen ezért a tényleges fejlesztési folyamat mellett azt is bemutatom, hogy az efféle problémákra milyen megoldásokat alkalmaztunk. Emellett saját és külső példákon keresztül arra is rávilágítok, hogy az alkalmazott megoldások hogyan tették hatékonyabbá a mindennapos munkánkat, és bővítették ki az egyes lelőhelyek, vagy akár nagyobb területek régészeti szempontú interpretációs lehetőségeit.*

Abstract *The use of new, modern analytical methods, and the ever growing amount of information presented by them is a great opportunity for archaeologists. The new methods mean countless new ways to interpret our historical data, which helps to understand our past better. Furthermore the modern methods also increase the effectiveness of our everyday workflow, enabling faster response times in heritage management efforts. One of these new methods which influence archaeological practice greatly is the daily use of Geographic Information Systems. Since the mid 1990s these spatial techniques have proven themselves to be great assets for museums around the country inspiring us at the Archaeology Department of the István Dobó Castle Museum in Eger to start using them as well. This however requires the development of a standardized database and methodology in order to have results that are comparable and construed, not to mention searchable and archiveable, and last but not least effective. In this article I aim to demonstrate our development process by which we achieved such a system, which in turn not only increased the amount of information available to us from each site, but made our everyday work more effective, thereby helping us better protect our county's archaeological heritage.*

Kulcsszavak, *térinformatika, CAD, Dobó István Vármúzeum*

Key words *GIS, CAD, István Dobó Castle Museum*

A múzeumi munkában mára mindennapossá vált a térinformatikai módszerek alkalmazása nem csak a dokumentációs folyamatokban, de a napi munkamenetben is (tervezés, kommunikáció, stb.), ami komoly kihívások elé állítja a térinformatikusokat. Olyan protokollokat, valamint rendszereket kell ugyanis megalkotniuk, amik biztosítják a rendszerezett és hozzáférhető adattárolást, valamint az egységes módszereken keresztül hatéko-

nyabbá és gyorsabbá tudják tenni a régészek munkáját. Tekintve azonban a régészeti munka, illetve az ehhez kapcsolódó egyéb feladatok komplexitását egy ilyen rendszernek számos különböző, mind tudományos, mind pedig örökségvédelmi követelménynek is meg kellett felelnie. Ez természetesen nagyban befolyásolta a felépítését, valamint a fejlesztés során figyelembe vett tényezőket is. Örökségvédelmi szempontból na-

gyon fontos, hogy minél gyorsabban reagálni tudjunk a felmerülő kérdésekre többek között a beruházóval való mindennapos kapcsolattartás és adatcsere során. Emellett pedig az előkerült jelenségeket a lehető leggyorsabban rögzíteni, dokumentálni és jelenteni kell a védelmük érdekében. Ezért egy olyan rendszert kellett kialakítanunk, ami gyorsan elkészíthető, módosítható, lekérdezhető. Emellett kommunikációs szempontból elengedhetetlen, hogy a rendszer jól prezentálható legyen, valamint a lehető legtöbb külső rendszerrel, illetve programmal kompatibilis legyen.

Mindemellett azonban megyei múzeumként tudományos követelményeknek is meg kellett felelnünk. Ebből a szempontból a legnagyobb fontossággal az bírt, hogy a rendszer a lehető legtöbbféle adatot be tudja fogadni. Ez ugyanis az adatok kombinálásán keresztül bonyolultabb lekérdezések, elemzések végrehajtására is lehetőséget ad. Mindehhez azonban elengedhetetlen, hogy ez a nagy mennyiségű adat egyben rendszerezett és jól kereshető legyen, hiszen csakis így válik az elkészült adatbázis többé egyszerű adathalmazná.

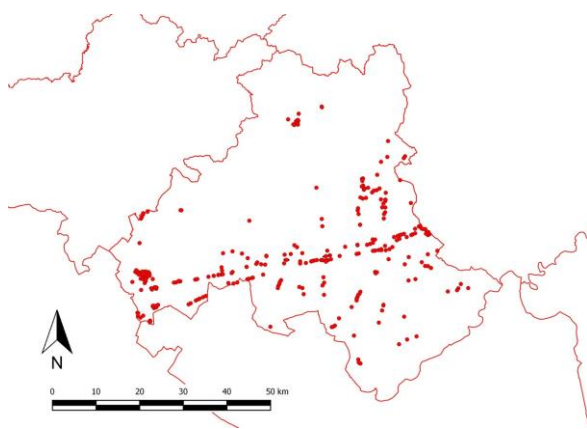
Mindezen követelmények tudatában vágtunk bele az adatbázis-rendszer fejlesztésébe, aminek első lépése az alkalmazandó formátumok és programok kiválasztása volt, hiszen ez alapvetően befolyásolja a kialakítandó rendszer struktúráját. Ezen formátumok egyike elkerülhetetlenül az AutoCAD DWG lett, ami bár alapvetően nem térinformatikai formátum, de főleg a kivitelezőkkel való külső kommunikáció miatt mégis megkerülhetetlen. A beruházások során a legtöbb terv- és helyszínrajz ilyen formában készül, az ezekhez kapcsolódó régészeti munkák előkészítése során ezért megkerülhetetlen a DWG fájlok használata. Így tehát értelemszerűen nekünk is fel kellett rá készülnünk, hogy ilyen formában tudjunk dolgozni és adatot szolgáltatni. További fontos előnye a CAD-formátum alkalmazásának, hogy ezek a programok digitalizáció, illetve vektoros rajzolás tekintetében sok szempontból jóval hatékonyabbak és pontosabbak a piacon elérhető térinformatikai alkalmazásoknál (lásd Eke et al. 2007), a két környezet közötti átjárhatóság pedig mára viszonylag jónak mondható. Szerencsére ezeket a munkákat anélkül is el tudtuk végezni, hogy drága programokra (pl. AutoCAD) kellett volna pénzfelkötetni, mivel ma már elérhető ingyenes alternatíva is. A feladat megoldására mi ezért a Dassault Systems által fejlesztett, ingyenesen, a fejlesztő honlapján hozzáférhető Draftsight nevű programot választottuk (lásd 3DS.COM 2015), ami nem

csak, hogy a vektoros rajzok megnyitására, de azok módosítására, illetve újak készítésére is lehetőséget adott. Bár természetesen ennek a programnak is megvannak a limitációi, mint például hogy 3 dimenziós rajzok készítésére és kezelésére nem használható. A terepen készített rajzok digitalizációja, térképek készítése, illetve a különböző tervrajzok szerkesztésekor felmerülő, alapvetően 2 dimenziós feladatok végrehajtása során azonban az általunk támasztott igényeknek teljes mértékben megfelelt.

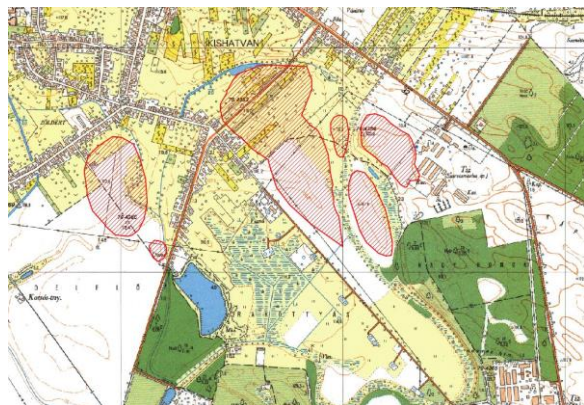
Ahhoz azonban, hogy ténylegesen térinformatikai rendszerről beszélhessünk annak megfelelő, egységes vetületi rendszert használó, és a grafikus elemek mellett leíró adatokat is egyben kezelni tudó formátumra volt szükség. Erre mi a vektoros, geometriai (pont, vonal, poligon) elemeket és ezekhez kapcsolt leíró adatokat egyben kezelni tudó SHAPE formátumot (lásd SHAPE DOK. 2015) találtuk a legalkalmasabbnak. Választásunkban nem kis szerepet játszott a formátum igen széles körű elterjedtsége. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy használata számos másik rendszerrel biztosít kompatibilitást. Ilyenek lehetnek más múzeumok adatai (példaként lásd Eke et al. 2007), illetve akár országos térinformatikai rendszerek, melyek szintén ezt a formátumot használják. Emellett fontos szempont volt, hogy bár alapvetően az ESRI ArcGIS programcsomagban való felhasználásra tervezték, de több ingyenesen elérhető térinformatikai szoftver is kezelni tudja, ami nagyban csökkentette a fejlesztés költségeit. Ilyen program például a nyílt forráskódú QGIS (lásd QGIS.ORG 2015), amit mi is használtunk a fejlesztés során, és ami a SHAPE fájlok mellett többek között a DXF formátumon keresztül CAD-es rajzokat is meg tud nyitni, ezzel biztosítva a két már említett formátum közötti átjárhatóságot. Továbbá teljes értékű térinformatikai program, így alkalmas a számunkra szükséges térinformatikai adatbázis elkészítésére és fenntartására, valamint számos különféle térinformatikai elemzés végrehajtására.

A megfelelő formátum és programok kiválasztása után elkezdhattük az adatbázis tényleges megtervezését, illetve elkészítését. Ennek során komoly problémát jelentett a kezelendő adatok igen változatos jellege, illetve léptéke. Ebben részben szerepet játszott az információk forrása, ami legtöbbször (főleg a régebbi kutatások esetében) a múzeum adattárát jelentette. Az ezen belül akár 50-60 évre visszanyúló feljegyzések ugyanis egyaránt tartalmaztak egyes lelőhelyekre vonat-

kozó adatokat, ahogy akár nagyobb, több lelőhelyet is lefedő területekre vonatkozókat is. Ezek együttes kezelése átláthatóság, illetve az adatok egységes leírása szempontjából komoly problémát jelentett volna, éppen ezért elengedhetlenné vált, hogy a készülő térinformatikai adatbázist több kisebb, tematikus rétegre szedjük szét. Ezek a rétegek együttesen a megyéről rendelkezésre álló információk teljes egészét lefedik, külön-külön pedig annak egyes aspektusait teszik vizsgálhatóvá. Léptéküket nézve alapvetően két csoportra oszthatóak: megyei-, illetve lokális szintű rétegekre.



1. ábra. A Dobó István Vármúzeum térinformatikai lelőhely-adatbázisának jelenlegi állapota.



2. ábra. Lelőhelyek az adatbázisból Hatvan közeléből EOTR térképre vetítve.

A megyei szintű rétegek értelemszerűen a nagyobb léptékűek a kettő közül. Ebben a csoportban összesen két fedvény található, melyek egész Heves megyéből tartalmaznak adatokat:

– Régészeti lelőhelyek térinformatikai adatbázisa: a régészeti adattárból kiindulva a Heves megyé-

ben ismert régészeti lelőhelyeket tartalmazó réteg (1. ábra). Az egyes lelőhelyeket egy-egy poligon jelöli (2. ábra), az ezekhez kapcsolódó leíró adatok pedig az egyes lelőhelyekről rendelkezésre álló információkat tartalmazzák rendezett módon. Különös fontosságúak ezek közül az azonosító adatok (KÖH-azonosító, vonatkozó adattári dokumentumok, stb.), amik összekötést jelentenek más adatbázisokkal, és nagyban megkönnyítik egy lelőhely kutatását, mivel akár egy releváns információmorzsából kiindulva is lehetővé teszik az egyéb hivatkozások visszafejtését.

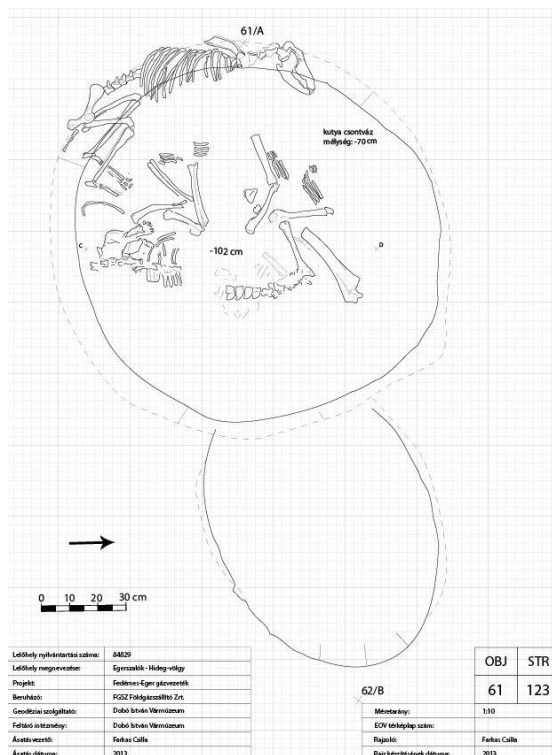
– Régészeti kutatások térinformatikai adatbázisa: poligonos formában a megyében végzett terepi régészeti kutatásokat (terepbejárásokat, szakfelületeket, feltárásokat, stb.) tartalmazó réteg. Minden egyes régészeti munka külön poligonon van jelölve (még akkor is, ha negatív volt), ami lefedi a kutatott területet. Éppen ezért a gyakrabban kutatott területek esetében könnyen elképzelhető, hogy az egyes poligonok között átfedések vannak. Természetesen minden egységhez tartoznak leíró adatok is, amik ez esetben az adott munka adatait tartalmazzák (időpont, résztvevők, munka jellege, stb.).

A fentebb leírt két adatbázis együttesen az egész megye régészeti érdekeltiségeit lefedi. Haszná a topográfiai és tájrégészeti kutatások mellett az örökségvédelemben is megmutatkozik, hiszen segítségével például egy leendő beruházási terület környezetének örökségvédelmi érintettsége gyorsan és pontosan ellenőrizhető. Emellett pedig megkönnyíti a terepi munkák tervezését is, hiszen a korábban kutatott területeket tartalmazó adatbázist használva az is ellenőrizhető, hogy melyek azok a területek, ahol korábban már dolgoztunk, illetve hogy hol szükséges még további kutatás. Amire azonban ez a rendszer nem alkalmas, az az egyes lelőhelyeken belüli adatok kezelése, hiszen ahhoz túl nagy léptékű. Éppen ezért erre a feladatra egy külön réteget különítettünk el, ami kimondottan az egyes lelőhelyek információit tartalmazza.

Ez a rendszer (hasonlóan a fentebb leírtakhoz) szintén poligonokból áll. Azonban ezek itt már az adott lelőhelyen belül feltárt egyes régészeti objektumokat (gödröket, árkokat, stb.) jelölik, a hozzájuk csatolt leíró adatok pedig az egyes objektumokról rendelkezésre álló információkat tartalmazzák (azonosítók, leletkísérő-számok, korszakolás, stb.). Fontos eltérés a fentebb leírtakhoz képest azonban, hogy míg a megyei szintű rendszereknél mindkét térinformatikai adatbázist

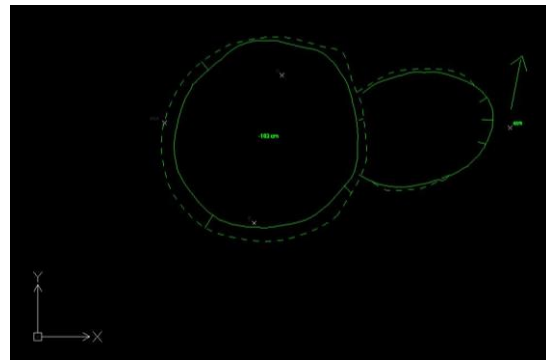
1-1 SHAPE file tartalmazta, addig a lelőhelyek esetében ezek adatai mind külön-külön SHAPE-ben vannak eltárolva. Ennek legfőbb oka az átláthatóság és az erőforrásokkal való spórolás. Természetesen mindez megköveteli azt, hogy az elkészült adatbázisokat egy átlátható struktúrában tároljuk el.

Az így elkészült rendszer nagyban elősegíti a lelőhely tudományos feldolgozását, mivel amellyel, hogy az előkerült jelenségek térképes formában áttekinthetőek a hozzájuk csatolt leíró adatok térbeli lekérdezések, illetve elemzések végrehajtását is lehetővé teszik. Különösen fontos ez több korszakot felölelő, bonyolult szerkezetű lelőhelyek esetében. Ez már önmagában is komoly előrelépést jelent a régészeti dokumentáció kezelésében, azonban amit leginkább ki szeretnék emelni, az mégis inkább ezeknek az adatbázisoknak az elkészítési módja. Ötvözve ugyanis a CAD-, a grafikus-, illetve a térinformatikai alkalmazásokat, ezt a folyamatot sikerült hatékonyra tenni és felgyorsítani.

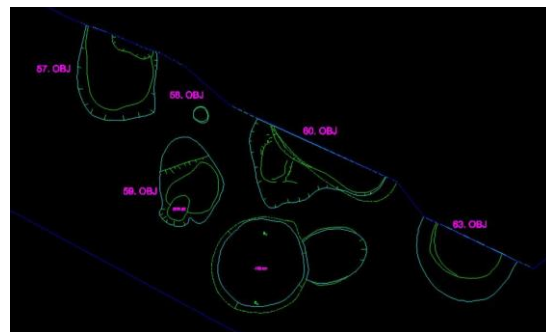


3. ábra. Adobe Illustratorban elkészített objektumrajz. Ennek vektoros állománya adja a CAD-es térképgyártásunk alapját. Az ábrázolt objektum 2013-ban, Egerszalók, Hideg-völgy lelőhelyen került feltárássra Farkas Csilla régész vezetésével.

A módszer alapvetően a terepen készült, papíralapú objektumrajzok digitalizációjából és formázásából ered. Ennek leggyakoribb eszközét grafikai szoftvercsomagok jelentik, amik közül mi az Adobe Illustrator-t (ADOBE.COM 2015) használtuk. A munka során a szkennelt rajzok vektoros formában ábrázolásra, majd pedig igény szerinti formázásra kerülnek (3. ábra). Fontos azonban, hogy az ábrázolt vektoros elemek nem csak grafikai, hanem térinformatikai felhasználásra is alkalmasak, ugyanis egyebek mellett DWG formátumban is elmenthetőek (4. ábra). Ezáltal a megfelelő illesztési pontokhoz igazítva Draftsight segítségével koordinátahelyes, térképen történő megjelenítésük is lehetséges. Ez nagyban felgyorsítja az egyes lelőhelyekről készült CAD-es térképek (5. ábra), azon keresztül pedig a térinformatikai rendszer (6. ábra) előállítását.



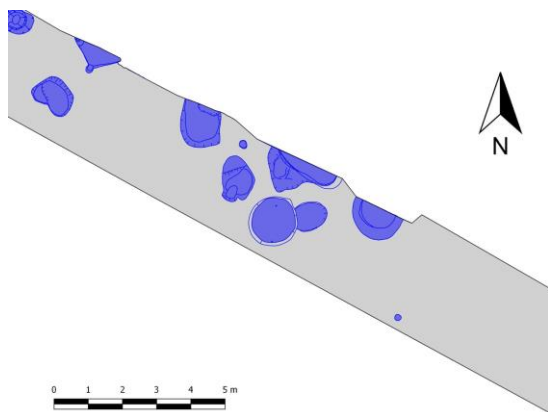
4. ábra Objektumrajz CAD-es formátumban, Draftsight-ban megnyitva.



5. ábra: Koordinátahelyesen illesztett objektum CAD-es térképen.

Fontos megjegyezni, hogy a fentebb leírt munkafolyamat részben meg is fordítható: a grafikai programok ugyanis a CAD-programban készített rajzokat is meg tudják nyitni, ahonnan már csak formázás kérdése az igény szerinti képi áll-

lományok elkészítése. Ennek eredményeképp a grafikus- és a térinformatikai munka párhuzamosan, egymást kiegészítve végezhető, értelemszerűen nagyban megnövelve mindkettő hatékonyságát. Mindez pedig nem csak a régészeti dokumentáció időre történő elkészítése, hanem a gyakran igen rövid határidők, illetve a folyamatos adategyeztetést és térképi adatszolgáltatást igénylő projektek esetében is igen fontos tényező.



6. ábra: Az elkészült térinformatikai formátumú térkép, ami már alkalmas térbeli elemzések végrehajtására.

Ilyen projekt volt például a 21-es út szélesítése is, aminek keretében 2014-ben Apc határában két helyen is végeztünk próba-, majd pedig megelőző feltárásokat. Ennek során (köszönhetően a fentebb leírt módszerünknek, valamint egy kvadrokopter drón rendszeres bevetésének) folyamatosan naprakészen tudtuk biztosítani azokat a térképes információkat, amik az Előzetes Régészeti Dokumentáció elkészítéséhez, illetve a további kutatások tervezéséhez, valamint a kivitelezővel való kommunikációhoz elengedhetetlenek voltak.

Örökségvédelmi szempontból ez mindenképp fontos előrelépés, hiszen a gyors reakcióidő, illetve a kivitelezőkkel történő hatékony kommunikáció gyakran kulcsfontosságú egy-egy régészeti lelőhely lehető legjobb védelme során. Emellett pedig a komplex, térinformatikai rendszerben történő feldolgozás az egyes lelőhelyek tudományos kiértékeléséhez is nagyban hozzájárul. A rendszerben ugyanis mind a térbeli, mind pedig a leíró adatok egy helyen, összekapcsolva megtalálhatóak. Mindez egy részről nagyban megkönnyíti a lelőhely áttekintését. Emellett pedig a leíró adatoknak köszönhetően célzott lekérdezések, elemzések is készíthetőek: ilyen lehet akár az egy bizonyos korszakhoz tartozó objektumok elkülöní-

tése, vagy az egyes jelenségek átszínezése bizonyos leletcsoportok előkerülése függvényében.

A lelőhely belső eloszlása, illetve az ebből levezetett vizualizáció mellett a rendszer lehetőségeket biztosít bonyolultabb, nagyobb léptékű vizsgálatokra is. Köszönhetően az egységes vetületi rendszernek akár több térinformatikai adatbázis, illetve ugyanazon vetületi rendszert alkalmazó térképes adat is megjeleníthető egyszerre, egy környezetben. A korábbi ásatások, vagy egy bizonyos tulajdonság alapján kapcsolódó más lelőhelyek adatai mellett ezek akár természettudományos kutatásokból levezetett térbeli információk is lehetnek (lásd Holl-Pusztai 2011). Így például geofizikai mérések eredményei, légi felvételeken felismert jelenségek, 3 dimenziós felszínmodellekből levezetett mérések, vagy akár egy terület talajtani jellemzői is hozzájárulhatnak a vizsgált lelőhely alaposabb megismeréséhez, és világíthatnak rá eddig nem ismert összefüggésekre (Pusztai 2003). Segítségükkel láthatóvá válik nem csak az, hogy hol éltek az egykori emberek, hanem az a kapcsolatrendszer is, amiben a környezetükkel, illetve a körülöttük élő emberekkel álltak.

A fentebbiek alapján jól látható, hogy a térinformatikai módszerek mindennapos alkalmazása nem csak örökségvédelmi, hanem tudományos szempontból is rendkívül kifizetődő a régészet számára. Már ma is számos olyan térbeli adat áll a kutatók rendelkezésére, amik rendkívüli módon kiszélesítik az interpretációs lehetőségeket. Ezek köre, illetve pontossága pedig folyamatosan bővül: jó példát jelent erre a digitális fotókból levezetett 3D modellezés (lásd Balogh et al. 2014, valamint Fernández-Hernandez et al. 2015) megjelenése az elmúlt pár évben, amit 2014-től kezdve kísérleti szinten mi is használni kezdtünk.

Emellett a lelőhelyeket nyilvántartó adatbázisunk nem csak, hogy elő fogja segíteni a megyénkben található örökségvédelmi elemek védelmét, de a nyitott formátumának köszönhetően sokkal hatékonyabb kommunikációt, illetve integrációt tesz lehetővé nem csak magyarországi, de akár nemzetközi szintű adatbázisokkal is (Schut 2009). Természetesen ez a rendszer jelenlegi állapotában közel sem mondható befejezettnek. Bár az alapvető struktúrája viszonylag késznek mondható, adatokkal való feltöltése 2014-ben még éppen csak elkezdődött, és folytatást igényel. Ennek jó forrása lehet a múzeum régészeti adattárának szintén 2014-ben megkezdett digitalizációja, ami ezeknek a dokumentumoknak a digitálisan kereshetővé tétele által nagy mennyiségű, eddig nehe-

zen elérhető információt tesz hozzáférhetővé. Ezeknek a folyamatos felülvizsgálat, illetve terepi topográfiai kutatások útján történő pontosítás mellett történő átnézése és kiértékelése fontos adatforrás lehet az egyelőre viszonylag feltöltetlen adatbázis számára, ez által pedig a térinformatikai módszerekkel karöltve a jövőben hozzájárulhat a megye régészeti örökségének jobb megértéséhez, illetve védelméhez.

Köszönetnyilvánítás

A térinformatikai módszerek alkalmazásának kidolgozásában nyújtott támogatásért, valamint rengeteg segítségért ez úton is szeretnék köszönetet mondani Dr. Domboróczki Lászlónak, Tanyi Sándornak, valamint a Dobó István Vármúzeum Régészeti Osztálya összes dolgozójának. Köszönet illeti Farkas Csillát az Egerszalók, Hidegvölgyi ásatásán készült rajzok prezentációs célra történő felhasználásának engedélyezéséért. Köszönettel tartozom továbbá Ritz Henriknek is a grafikai és térinformatikai munkafolyamatok összehangolásában nyújtott segítségéért.

Felhasznált irodalom

- Eke I., Frankovics T., Kvassay J. 2007, Első tapasztalatok a nagyfelületű régészeti feltárások térinformatikai feldolgozása során Zala megyében, *Zalai Múzeum* 16 (2007), 259-269.
- Holl B., Pusztai T. 2011, Térinformatika alkalmazása a régészeti feltárásokon, in: Müller R. (szerk.), *Régészeti Kézikönyv*, Budapest, 2011.
- Pusztai T. 2003, Két középkori település szerkezeti rekonstrukciója térinformatikai eszközök segítségével, *Móra Ferenc Múzeum Évkönyve – Studia Archaeologica IX.* (2003), 407-417.
- Rezi-Kató, G. 1995, Archaeological GIS in the Hungarian National Museum, *Folia Archaeologica XLIV* (1995), 243-251.
- Schut, A. C. (ed.) 2009, *Listing Archaeological Sites, Protecting the Historical Landscape*, Brussels 2009.
- Balogh A., Kiss K., Sandó N., Schnur T., Szabó M. 2014, Fénykép-alapú 3D dokumentáció a római villakutatásban, *Várak, kastélyok, templomok 2014*, 20-23.
- Fernández-Hernández, J., González-Aguilera, D., Rodríguez-González, P., Mancera-Taboada, J. 2015, Image-based modelling from

unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry: an effective, low-cost tool for archaeological applications, *Archaeometry* 57/1 (2015), 128-145.

3DS.COM 2015, A Draftsight hivatalos honlapja: <http://www.3ds.com/products-services/draftsight-cad-software/> (megnyitva: 2015.04.01.).

SHAPE DOK. 2015, A SHAPE formátum hivatalos, a fejlesztők által kiadott dokumentációja: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf> (megnyitva: 2015.04.01.).

QGIS.ORG 2015, A QGIS Projekt hivatalos honlapja, ahonnan a program ingyenesen letölthető: <http://www2.qgis.org/en/site/#> (megnyitva: 2015.04.01.).

ADOBE.COM 2015, Részletes leírás az Adobe Illustrator programról: <http://www.adobe.com/hu/products/illustrator.html>

ISZTRIAI AMFORÁK NYERSANYAGAINAK NEHÉZÁSVÁNY-VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

Obbágy Gabriella^a, Józsa Sándor^a, Szakmány György^a, Bendő Zsolt^a, Bezeczy Tamás^b

^aELTE TTK, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Közéttan-Geokémiai Tanszék, H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c

^bInstitute for the Study of Ancient Culture of the Austrian Academy of Sciences, A-1010 Wien, Bäckerstrasse 13.

Kivonat Az amforák a Római Birodalomban mindenhol tömegesen használt, egyes élelmiszerek (pl. olívaolaj, bor) nagybani kereskedelmének legfőbb szállítóedényei voltak. Vizsgálatukkal tehát betekintést nyerhetünk az egykori gyártási technológia fejlettségébe, a szállítási és kereskedelmi útvonalhálózat működésrendjébe, ezáltal az akkori társadalmi és gazdasági viszonyokat is jobban megismerhetjük. Az i. e. 45-40 és i. sz. 78 között készült Dr. 6B típusú amforákat már számos, régészeti és geológiai vizsgálatnak vetették alá. A legújabb petrográfiai vizsgálatok szerint az Isztriai-félsziget déli részéről, Fažanából származó amforák gyártásához a vörös talaj (a terra rossa felső, talajosodott része) és tengeri üledék mellett a félsziget északi felén elterjedt agyagos-homokos-meszes üledékes kőzetösszetétel – az ún. flis – kőzeteit használták fel. A nyersanyagok pontos keverési aránya azonban még nem tisztázott. Az itt bemutatott mikromineralógiai vizsgálatokat újfajta, fordított megközelítéssel végeztük, ami a lehetséges nyersanyagok nehézásványainak pontos feltérképezésével indult. A terra rossára és a flisre jellemző karakterisztikus nehézásványok megjelenéséből és a két fő nyersanyagban egyaránt előforduló ásványok eltérő bélégeinek megfigyeléséből következtethetünk arra, hogy az amforák egyes ásványai melyik típusú nyersanyagból származnak. Így pontosabb képet kaphatunk a fažanai amforagyártó műhely, vagy bármely más, adott területen és időben ezeket a nyersanyagokat felhasználó műhely működésrendjéről, melyen keresztül jobban megismerhetjük az adott kor társadalmi viszonyait.

Abstract Amphora is a special type of vessel that was used in the wholesale trade for the transportation of food (e.g. olive oil, wine) in the Roman Empire. The study of amphorae provides an insight into the trade routes and ancient manufacturing technology. Dr. 6B type amphorae between 45-40 B.C. and 78 A.D. were analysed by both archaeological and geological methods. New style petrographic studies suggested that the paste was a mixture of a red soil (the uppermost, soily part of the terra rossa) and flysch, but their exact place of exploitation and proportion of use for the final paste is still unknown. In this work heavy mineral analysis was applied with a new, reversed approach, starting with precise mapping of the heavy minerals of possible raw materials. According to a recent heavy mineral study, significant differences could be established between terra rossa and flysch. Thus by the heavy mineral analysis of Laecanian amphorae we have better chance to determine more precisely, what kind of raw materials were used and in what proportion were they mixed for the paste of the amphorae in the Fažana workshop. Moreover, our results should help in the raw material research of other amphora-producing workshops in Istria. Application of the presented new style heavy mineral study can help to obtain more precise knowledge about the preparation of paste for different fired pottery products in wider range of space and time.

Kulcsszavak amfora, Fažana, Isztria, kerámia, mikromineralógia, nyersanyag

Key words amphora, ceramics, Fažana, Istria, micromineralogy, raw material

Bevezetés, a kutatás célja

A régészet és a geológia egyes ágai viszonylag régóta szorosan összekapcsolódnak, módszereik jól kiegészítik egymást, hiszen a régészeti leletek nyersanyaga általában földtani eredetű. Ez nincs másként a kerámiák, az egyik leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben előkerült régészeti leletek esetében sem.

Munkánk során az Isztriai-félszigetről, Fažanából, a Laecanius család műhelyéből származó Dressel 6B típusú római kori amforák (1. ábra) lehetséges nyersanyagául szolgáló terra rossa és flis (Szakmány et al. 2013) mikromineralógiai vizsgálatát végeztük el.

Az amforák a Római Birodalomban mindenhol tömegesen használt egyes élelmiszerek (pl. olívaolaj, bor) nagybani kereskedelmének legfőbb szállítóedényei voltak. Vizsgálatukkal tehát nemcsak

az egykori gyártási technológia fejlettségébe nyertünk betekintést, hanem a szállítási és kereskedelmi útvonalhálózat működésrendjébe is, ami által az akkori társadalmi és gazdasági viszonyokat is jobban megismerhetjük. A közel 1 m magasságú, alig 1 cm falvastagságú, több szintben szorosan egymáshoz illesztett, termékkel teli amforáknak akár 1000 km-es, sokszor hányatott, vízi és szárazföldi szállítást is ki kellett bírniuk törés nélkül. A fažanai műhely fénykorában évi 10-12000 db amforát gyártottak, tehát nagy tömegben kellett tökéletes, de csak egyszer használatos, vagyis nagyon olcsó terméket készíteni. (Mange & Bezecky 2006)

Az amforák gyártásához tehát jó alapanyag kellett. A fažanai amforákhoz használt nyersanyag pontos összetétele és származási helye azonban máig nem tisztázott. Ennek meghatározásának egyik lehetséges módszere a mikromineralógia, elsősorban a nehézasványok vizsgálata.

Kutatásunk célja a gyártó műhely tágabb környezetéből származó lehetséges nyersanyagok (terra rossa és flis) nehézasványainak meghatározása és összehasonlítása irodalmi adatokkal volt.

Irodalmi áttekintés

Régészeti áttekintés

A mediterrán éghajlaton a virágzó mezőgazdaság hatalmas mennyiségű bort és olívaolajat termelt. Az ősi szöveges források szerint az isztriai olívaolaj a legjobbak között volt a piacon, a bor pedig a római császár asztalára is eljutott. Az olajbogyót a római földbirtokosok természetették, szüretelték és dolgozták fel. Saját sajtológépeik, tároló pincék és kerámiaműhelyük (figlina) volt. Az isztriai birtokokon (villákban) termelt olaj kielégítette az északi római provinciák (Raetia, Noricum, Pannonia) és a mai Észak-Olaszország területe jelentős részének igényeit több mint egy évszázadon keresztül. Ezekről a területekről nagy mennyiségű amfora került elő az ásások során. Az i. e. első századtól az i. sz. második század elejéig az isztriai olívaolaj-termelés nagyon jól dokumentált, Hadrianus császár (i. sz. 117-138) uralkodásának vége felé azonban az isztriai olívaolaj hirtelen eltűnt a piacról, és szerepe helyi jelentőségűvé csökkent (Mange & Bezecky 2006, 2007 és hivatkozásai).

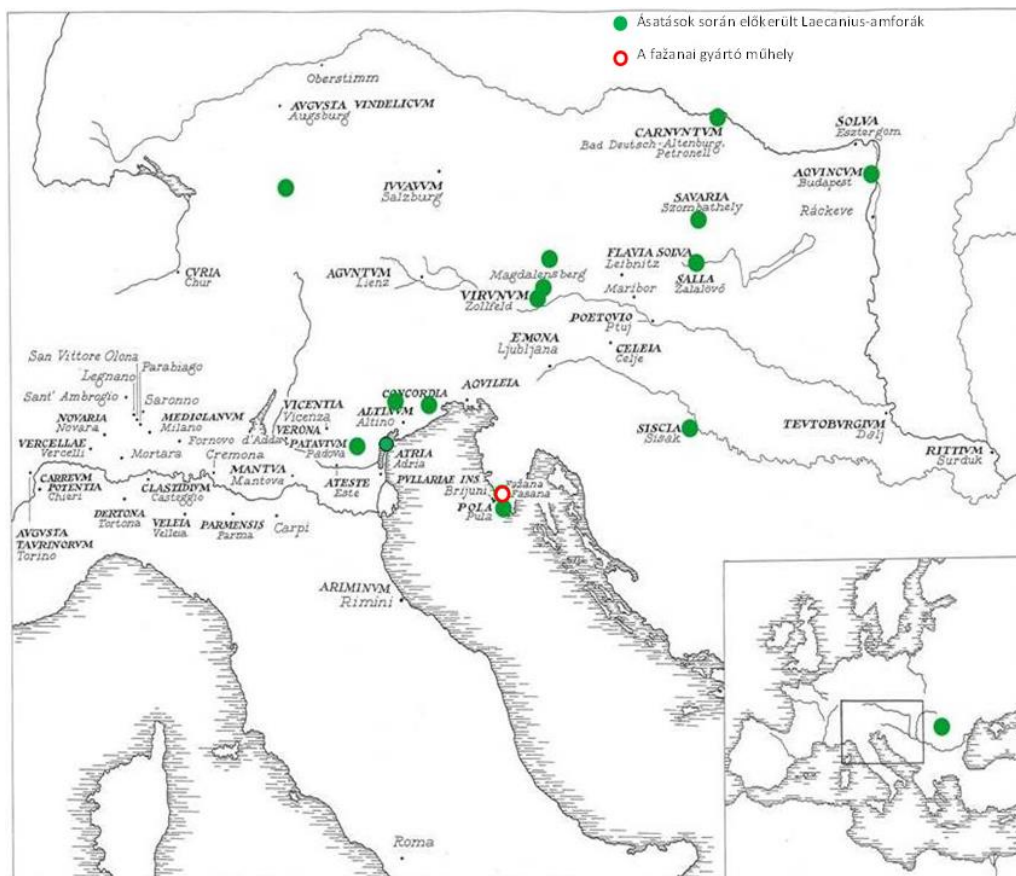
Pula és Tergeste között számos olajtermelő be rendezéssel ellátott villa nyomaira bukkantak. Tulajdonosaik többsége szenátor vagy a római elit

tagja volt. Az egyik legjobban ismert földbirtokos családnak, a Laecanius családnak is itt volt villája, Fažanában, Pulától 9 km-re északra. Az i. e. első és az i. sz. második század között itt termelt olajat saját készítésű amforákban, hajókon exportálták Észak-Itáliába és az Alpok-menti provinciákba. Horvátország, Ausztria, Svájc, Szlovénia és Magyarország területéről eddig több mint 50 helyről kerültek elő Laecanius-amforák (2. ábra).



1. ábra. Dressel 6B típusú amfora (Mange & Bezecky 2006).

Hagyományosan a Laecanius-amforákat mind Dressel 6B típusúnak tekintik, de az egyes példányok között adódhatnak kisebb-nagyobb eltérések. (Sajnos csak néhány egész amforát találtak eddig, túlnyomó többségük töredék.) Minden amfora szegélyén két pecsét látható, középen a családé, a fül fölött pedig a földbirtokos (vilicus) pecsétje. A Laecanius pecsét mellett több mint 40 különböző vilici pecsét szerepel, melyekből megismerhetjük a műhely relatív kronológiai történetét. A fažanai figlina három szakaszát különböztetik meg a pecsétek és az írott történelmi adatok alapján: (1) az i. e. első sz. végétől i. sz. 78-ig tartozott a Laecanius családhoz, (2) Vespasianus császár (i. sz. 69-79) uralkodása alatt a Laecanius család örökös nélkül maradt, így a tulajdonjog a császárra szállt át. A feljegyzések szerint a műhely Hadrianus uralkodása alatt is használatban állt. (3) Úgy feltételezik, hogy az i. sz. második század harmadik felétől M. Aurelius Iustus bérelte a műhelyt (Mange és Bezecky 2006, 2007 és hivatkozásai).



2. ábra. A Laecanius-amforák területi elterjedése (Bezeczky 1998 után módosítva).

Földtani háttér

Az Isztriai-félsziget (3. ábra) Horvátország északnyugati részén helyezkedik el. Területe mintegy 2820 km²-t tesz ki, míg a maximális tengerszint feletti magasságát (1400 m) a Cícarija-hegységben, a félsziget északkeleti részén éri el. Délnyugaton tipikus karsztos plató található, 5-10 m mély dolinnakkal és karrokkal. Ezt közvetlenül terra rossa talaj fedi. A vízhálózat a félsziget középső részén rendkívül fejlett, három fő folyója (Dragonja, Mirna és Raša) is erről a flis területéről ered.

Az Isztriai-félsziget geológiai szempontból három régióra osztható (4. ábra): a jura-kréta-eocén karbonát platformra Isztria déli és nyugati részén; a kréta-eocén karbonátos-törmelékes zónára, jellemzően áttolódásos szerkezetekkel Kelet- és Északkelet-Isztriában (Plomintól és Učkatól Cícarijaig); és a – horvát szerzők szerint hagyományosan eocénnek tartott, Mikes et al. (2008) szerint azonban miocén (a továbbiakban: eocén-miocén) –

flis medencére Isztria középső részén (Durn et al. 1999). A felső-pleisztocén lösz csak a déli és északkeleti régióban jelenik meg.

A karsztos folyamatok és az éghajlat hatására a félszigeten különböző típusú üledékek, valamint kvarter paleotalajok jöttek létre.

A geológiai sajátosságoknak megfelelően Isztria különböző területei speciális neveket is viselnek, ezek „Vörös”, „Szürke” és - néhány helyen - „Fehér” Isztria.

Az Isztriai-félsziget az Adriai-karbonátplatform északnyugati része, földtani értelemben két részre osztható: a félsziget nagy részét (déli és nyugaton) a vörös talajjal, vagy terra rossa-val fedett mezozoós-paleogén karbonátos összlet („Vörös Isztria”) borítja, míg északkeleten a márgás vagy homokos talajjal fedett miocén flis („Szürke Isztria”) jellemző. Isztria keleti-északkeleti részén, a kréta-eocén karsztosodó mészkőkibúváásokat esetenként „Fehér Isztria” néven emlegetik (Velić et al. 2003).



3. ábra. Isztria domborzata és említett területei, városai (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Dinarisches_Gebirge_Topo.png).

A terra rossa és a flis nehézásványos összetétele

A terra rossa egy vöröses (Munsell skála szerint 5YR és 10R közé eső) színű agyagos, kőzetlisztes-agyagos talaj, ami leginkább a mediterrán régióban terjedt el, mészkőre vagy dolomitra diszkordánsan települ. Egyes kutatók szerint a karbonátos kőzetek oldási maradékából származik, mások szerint azonban nem képződhetett kizárólag a karbonátos kőzetekből, hanem hozzájárulhatott a magasabban fekvő területekről származó törmelékes üledékes kőzetek lepusztuló anyaga is (Durn et al. 1999).

A flis képződése ennél kevésbé vitatott, egyértelműen hegységképződési folyamatokhoz és a hegység kiemelkedéséhez kapcsolódó megnövekedett reliefkülönbség miatti lepusztuláshoz kapcsolódik. A Pazin-medencében felhalmozódott üledékösszlet elsősorban a meszes-terrigén turbiditeket képviseli.

Korábban Durn et al. (2007) vizsgálták a terra rossa és a flis nehézásványait, közülük is a 45-63 µm közötti frakciót. Négy főbb csoportba sorolták a nehézásvány-szemcséket, úgy mint: áttetsző nehézásványok, opak szemcsék, limonitos elegyrészek és pirittel kitöltött foraminiferák.

Az áttetsző ásványok Durn et al. (2007) megállapítása alapján a terra rosszában sokkal nagyobb arányban vannak jelen (15-86%), mint a flisben (9-

37%). Ezek közül is a leggyakoribbak az epidot csoport (epidot-klinozoizit-zoizit) ásványai (A függelék), melyek általában azonos méretűek és szabálytalan alakúak. A cirkon a terra rossa mintákban jellemzően éles, szögletes, bipiramisos megjelenésű és nagy számban, akár 26%-ban is előfordulhat. A flis minták cirkonjaira ezzel szemben inkább a lekerekített formák, és viszonylag szerényebb mennyiség jellemző (13. ábra). A rutil szórványosan jelentkezett mind a terra rossa, mind a flis mintákban. Gránátot majdnem minden vizsgált minta tartalmazott, ezek mind színtelenek, általában szabálytalan alakúak és korrózió nyomai is gyakran megfigyelhetők rajtuk. A gránátok a flisben gyakoribbak, mint a terra rosszában. A turmalin szemcsék prizmásak, időnként függőleges barázdákkal vagy véletlenszerű zárványokkal, elvégződésük általában szabálytalan. A törött példányok nem jellemzőek. Főként barnák, de a terra rossa mintákban – ahol egyébként is gyakoribbak – néhány kék fajtát is megfigyeltek.

1. táblázat. Északnyugat-isztriai flisek nehézásványos összetétele (Mikes 2003).

Minta	KOR-1	SCA-1	IZO-1	MOM-1
króm spinell	13.2	17.0	16.3	27.1
spinell	0.0	0.6	0.3	1.1
cirkon	5.5	19.1	7.1	12.9
turmalin	10.7	6.1	4.3	4.7
rutil	7.4	9.7	8.0	8.7
leukoxén	4.0	3.9	2.8	3.9
apatit	6.1	2.4	2.5	0.8
gránátok	47.5	29.4	50.3	37.1
kloritoid	1.2	1.5	1.8	0.8
staurolit	1.2	0.9	1.2	0.0
epidot	0.0	0.3	0.3	0.0
zoizit	0.0	0.6	0.3	0.0
klinozoizit	0.9	0.0	0.0	0.0
glaukofán	0.0	0.3	0.3	0.3
hornblende	0.0	0.3	0.3	0.0
tremolit	0.0	0.0	0.6	0.0
andaluzit	0.0	0.6	0.0	0.0
sillimanit	0.3	0.9	0.9	0.0
kianit	0.0	0.0	0.0	0.0
ortopiroxén	0.0	3.0	0.9	0.0
klinopiroxén	0.3	0.6	0.6	1.1
monzonit	0.3	0.3	0.0	0.3
titanit	1.2	2.4	1.2	1.3
allanit	0.0	0.0	0.0	0.0
Összes szemcse	326	330	328	380

Opak szemcséket és limonitos elegyrészeket minden mintában találtak, limonitos elegyrészeket

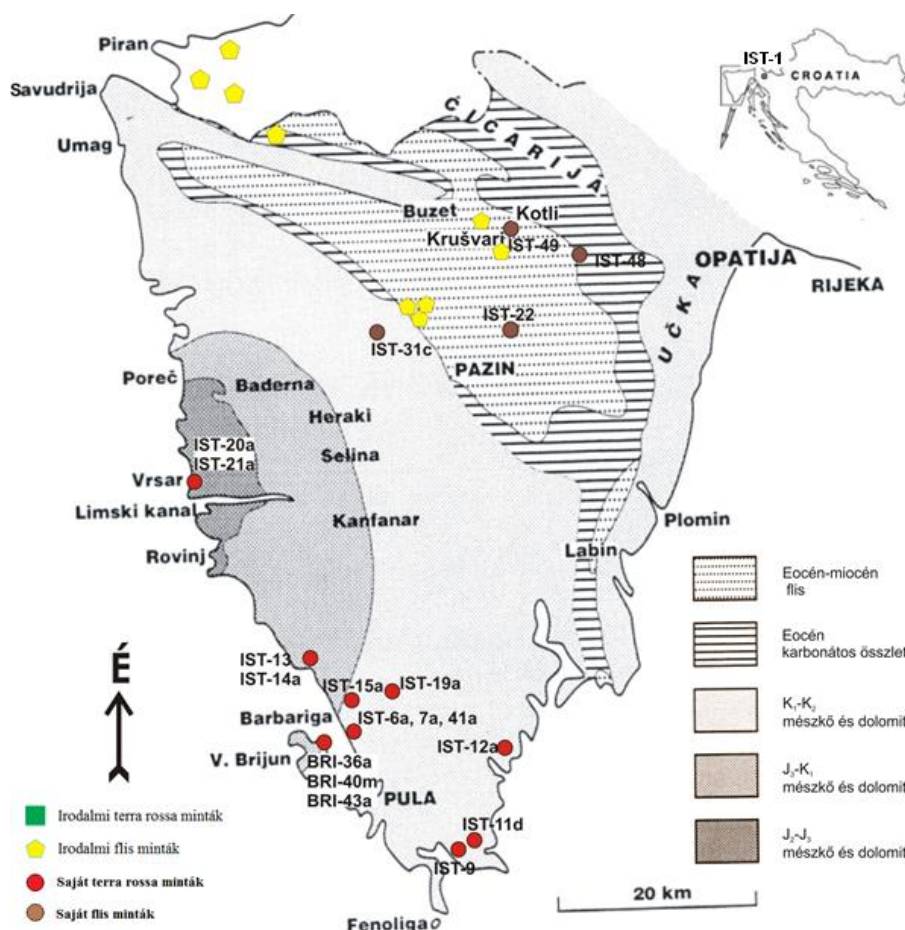
legnagyobb mennyiségben a flisben (10-36%). A pirités foraminiferák a terra rossában nem, csak a flisben fordulnak elő, a bennük található pirit autigén eredetű (B függelék). Sajnos a nehézsaványok megjelenésének arányát a teljes kőzetben vagy a szemcsefrakcióban nem közölték.

Mikes (2003) diplomamunkájában foglalkozott többek között az ÉNy-Isztria területén található flis nehézsavány-társulásával is (1. táblázat).

Az általa vizsgált 63-125 µm közötti mérettartományban, megállapítása szerint a területen a gránát az uralkodó nehézsavány (30-51%), de a króm spinell aránya (17-23%) szintén nagyon jelentős. A rutil és a turmalin részaránya körülbelül 10-10%. A cirkon mennyisége mintánként nagyon eltérő lehet (5-20%), az apatit viszont szinte mindig csak kis mennyiségben van jelen (2%). Járulékos nehézsaványként kloritoid (~1%), nyomokban staurolit, andaluzit, sillimanit, epidot, zoizit,

klinozoizit, glaukofán, tremolit, zöld spinell (pleonasz), ilmenit, magnetit, klinopiroxén, hornblende, monacit és titanit fordul elő. A klorit, a szerpentin és az ortopiroxén viszonylag ritka. Érdekes lehet, hogy a glaukofán és a tremolit a környék flismedencéinek nehézsavány-eloszlását vizsgálva csak az Isztriai-medencében jelenik meg.

Mikes (2003) az isztriai mintáiban található gránát és turmalin optikai tulajdonságait is részletesen vizsgálta (2. táblázat). Ezek alapján a gránátok túlnyomó többsége szintelen (sztereo-mikroszkópban halványrózsaszín), a maradék 2-12% pedig rózsaszínű. Jellemzően nem korrodáltak, de egyes minták esetén kis mértékben korrodált, vagy kerekített gránát szemcsék is szokványosak. A turmalin szemcsék törtek vagy prizmás termékek, a koptatottság és a korrózió nem jellemző rájuk. A kéktől eltekintve szinte minden színváltozata megtalálható



4. ábra. Isztria egyszerűsített földtani térképe a mintavételi helyekkel. Irodalmi minták: Durn et al. (2007) és Mikes (2003) (térkép: Velić et al. 1995 alapján).

2. táblázat. Az Isztriai-medence gránátjainak és turmalinjainak optikai vizsgálati eredményei (Mikes 2003).

minta	medence	GRÁNÁT						szemcsék száma		TURMALIN														szemcsék száma				
		színtelen	rózsaszínű	kagylós törés, nincs korrózió	csomós, mirigyes felület; kismérvű korrózió	fűrészfogszerű felület; erős korrózió	kerékített			színtelen-zöld	színtelen-barna	színtelen-fekete	rózsásbarna-fekete	sárgásbarna-fekete	halványbarna-sötétbarna	bázis szerinti elválás; zöld	halványzöld-sötétzöld	zöld-barna	zöld-fekete	kék	barna-kék	színtelen-kék	törött		prizmás termetű	nagy prizma + piramis	koptatott	korrodált felületű
MOM-1	Is	96	4	++	.	.		141		22	11	0	22	11	11	6	0	6	11	0	0	0	++	+				18
SCA-1	Is	98	2	+	+	.		97		5	20	0	15	15	25	20	0	0	0	0	0	+	+			.	20	
KOR-1	Is	88	12	+	.	.	+	155		11	11	0	23	9	17	14	9	0	6	0	0	+	+			.	35	
IZO-1	Is	98	2	++	.	.	.	166		0	43	0	14	7	0	36	0	0	0	0	0	++	+			.	14	

++ uralkodó, + szokványos, . alárendelt, □ nem észlelt

Az amforakutatások eddigi eredményei

A Laecanius műhelyből származó, i. e. 10-5 és i. sz. 78 között készült amforákat már számos, régészeti és geológiai vizsgálatnak vetették alá. Általában a szöveti analízis az első a kerámiák petrográfiai leírása során, hiszen fontos információkat hordoz a kerámia nyersanyagára és gyártási technológiájára vonatkozóan. Ide tartoznak a szín, fizikai tulajdonságok, szövet és a zárványok. Ezen tulajdonságok alapján a jelzett időszakban kilenc szövettípusba sorolhatók az amforák, de a töredékek nagy részére főleg két szövettípus jellemző. Ez azt jelenti, hogy az edények nyersanyaga és a gyártási technológia tulajdonképpen változatlan maradt a műhely működése során.

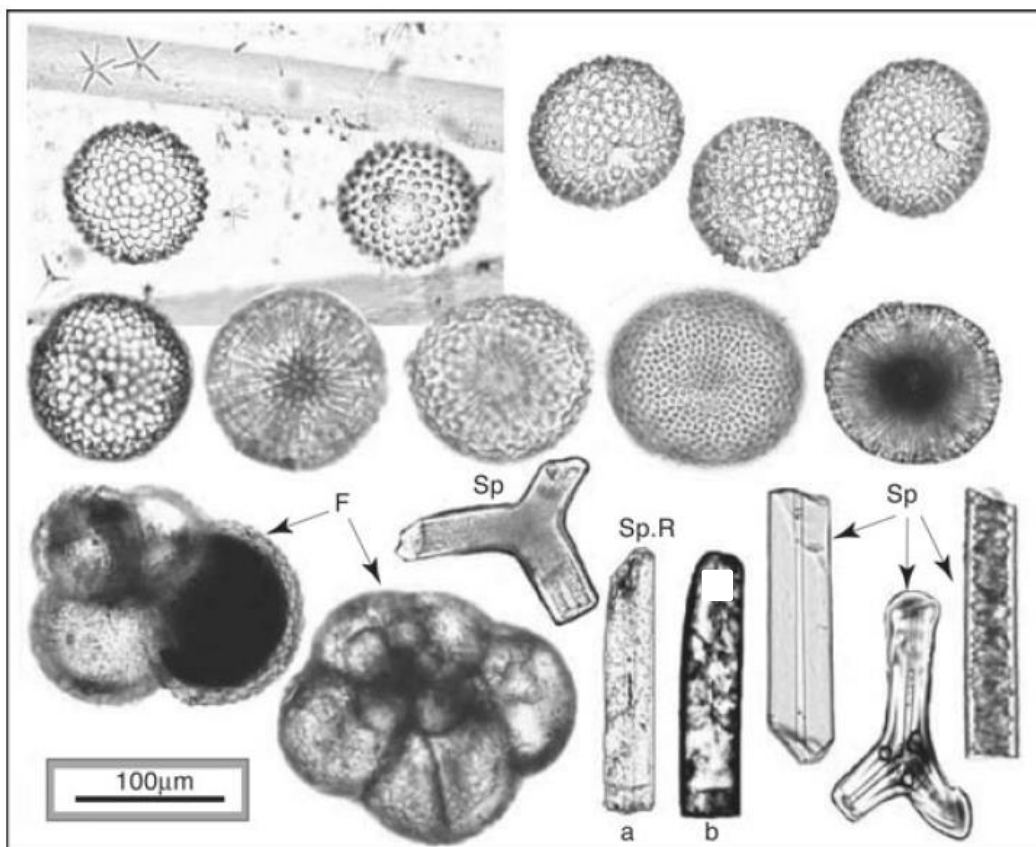
Mivel a kerámia tulajdonképpen természetes eredetű anyagokból álló antropogén, magas hőmérsékleten keletkezett metaüledékes kőzetnek tekinthető, így a geológiai laboratóriumi módszerek éppolyan jól használhatóak esetükben, mint egy közönséges kőzet esetén. Peacock (1967, 1970) végzett először kerámiákon nehézásvány-vizsgálatot. Ő ismerte fel a módszerben rejlő lehetőségeket a nyersanyag származását, illetve a kerámiák osztályozását és csoportosítását illetően. A soványítóanyag azonosítása szükséges a különböző műhelyek gyártási technológiájának rekonstruálásához, a nehézásvány-vizsgálat pedig ehhez is hatásos módszernek bizonyult (Dickinson 2007). Számos kutató alkalmazta már a nehézásvány-analízist kerámiák, főleg amforák tanulmányozására (Williams 1977; Peacock & Williams 1986).

A röntgen pordiffrakciós (XRD) és petrográfiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a Dressel 6B típusú amforák legfőbb törmelékes elegyrésze a kvarc; plagioklász, illitet és csillámokat csak kisebb mennyiségben tartalmaznak (Józsa és Szakmány, 1987; Józsa és mtsi., 1994). Az amforák kiégetési hőmérsékletére is következtetni lehet az XRD vizsgálatok alapján, ezek 750 és 900 °C közötti hőmérsékletnek adódtak (Weiszbürg és Papp, 1987). Ezt az intervallumot további három hőmérsékleti tartományra bonthatjuk az edények nyersanyagába feltehetően soványítóanyagként került karbonát, valamint az égetéskor keletkezett piroxén és gehlenit megjelenési arányai alapján. (1) „alacsony” kiégetési hőmérséklet esetén a karbonát a meghatározó, a piroxén és a gehlenit hiányzik; (2) „közepes” kiégetési hőmérséklet esetén a karbonát már átalakult, de még felismerhető, ugyanakkor piroxén és gehlenit is megjelenik; (3) „magas” kiégetési hőmérséklet esetén karbonát már nem maradt meg, a kalcium-szilikátok (piroxén és gehlenit) azonban jól felismerhetők. A vizsgált minták általában az „alacsony” hőmérsékleti tartományba estek (Mange és Bezecky 2006).

Mange és Bezecky (2006, 2007) összehasonlító értékelésében az isztriai terra rossa nehézásványai és a Laecanius töredékek jelentős hasonlóságot mutatnak, ami szerintük azt jelenti, hogy a műhely valószínűleg ezt a nagy mennyiségben és területen rendelkezésre álló anyagot használta az amforák alapanyagaként, amit valamilyen karbonátos és/vagy törmelékes soványítóanyaggal keverték. Az amfora és a terra rossa nehézásványai között

mutatkozó különbségeket a terra rossa térbeli és időbeli heterogenitásának tulajdonították. A terra rossa nagy mennyisége és területi elterjedése magyarázza a műhely sikerességét és hosszú ideig tartó fennállását. Ezt segíthette elő a soványítóanyag helyi, adriai eredete is. Űde, recens szivacsstűket is találtak az amforatöredékekben (5. ábra), amik nagy hasonlóságot mutatnak az Adriai-tenger mai szivacsfaunájával. A tipikusan alpi ere-

detű nehézásványok megjelenését a Pó folyó hordalékszállításával magyarázzák. A világosabb színű, kőzetlisztesebb/homokosabb amforák nyersanyagai ettől eltérő eredetűek. Következtetésük szerint a mikrofauna alapján adriai eredetű alapanyagot valószínűleg helyi lösszel keverték. Erre utal a finomszemcsés szórt karbonát is a mátrixban, mert a lösz rosszul kristályosodott karbonátot tartalmaz.



5. ábra. Plankton foraminiférák (F) és szivacsstűk (Sp) a Laecanius amforákból (Mange & Bezeczyk 2007).

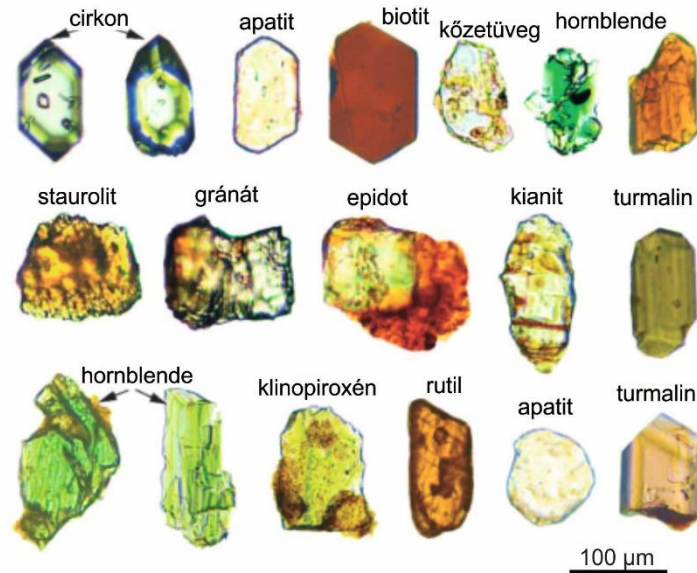
A cserépdarabokból készült nehézásvány-vizsgálatok kimutatták (3. táblázat, 6. ábra), hogy az amforák változatos és jó megtartású nehézásványokat tartalmaznak, az epidot csoport tagjaiban és gránátban a leggazdagabbak. Cirkon, turmalin és barnaamfibol meglehetősen nagy számban fordul elő. Az apatit, rutil és a kianit eléggé gyakori. Más ásványok kis számban, de sok mintában fordulnak elő, úgy mint: zöld és barna spinell, számos amfibol-fajta, piroxén, staurolit, ritkán anatóz,

brookit, allanit, korund, kék alkáli amfibol, szerpentin és sillimanit. A csillám csoportból a biotit a leggyakoribb, alkalmanként kis számban klorit is előfordul, a fehér csillámok azonban ritkák.

Az eredeti szemcsealakok ugyan módosulhattak a kerámiagyártás során, de mivel az idiomorf és prizmás alakok meglehetősen gyakoriak és tipikus visszaoldódási nyom jelentkezik néhány piroxénon, stauroliton és kianiton, – ami a diagenezis során az eredeti üledékes kőzetben jöhetett létre – a csiszolódás mértéke nem lehetett nagyon nagy.

3. táblázat. A Laecanius amforák nehézásványos összetétele (Mange & Bezeckzy 2007).

	cirkon	turmalin	apatit	rutil	staurolit	kianit	epidot-csoport	titanit	hornblende	piroxén	krómspinell	gránát	egyéb	Megjegyzések, egyéb fajok
Amphora cserépdarabok														
A 62	11	14	9	4	0	1	29	1	7	0	1	23	0	Antofillit nyomokban
A 75	11	14	8	5	0	0	29	3	8	0	0	22	0	
A 336	18	7	5	10	0	0	27	0	9	0	0	24	0	
A 388	4	13	15	3	0	1	31	2	20	0	0	12	0	
A 414	6	9	7	5	1	1	30	1	25	0	1	12	2	Antofillit, tremolit
A 433	8	12	4	8	0	1	30	1	15	1	1	19	2	Tremolit
A 656	4	12	4	2	0	0	38	3	11	1	0	25	0	
B 151	8	18	6	1	0	0	26	4	1	3	0	28	3	Sillimanit, ortopiroxén
B 453	7	9	20	2	0	2	29	1	10	0	0	21	0	
B 339	1	3	7	6	0	1	38	2	15	0	0	28	0	Kőzetüveg töredékek
C 169	21	17	5	8	0	1	17	2	8	0	1	20	2	Allanit, tremolit, kianit nyomokban
D 461	4	4	7	3	1	0	33	5	4	1	1	36	2	Allanit
D 595	4	5	12	1	1	1	23	3	4	0	1	43	1	Allanit
E 71	10	12	4	8	2	0	23	0	12	0	0	29	0	
E 362	16	1	13	7	0	1	15	4	12	1	2	28	0	Ortopiroxén nyomokban
F 161	17	10	10	2	0	0	27	0	8	0	0	25	0	
F 254	16	11	6	2	0	0	32	3	13	1	0	16	1	Halványkék amfibol
G 459	11	3	13	2	0	0	38	1	12	5	1	12	3	Korund, zöld spinell
H 467	3	2	10	1	0	1	43	2	19	0	0	16	4	Glaukofán, szerpentin, tremolit
H 125	2	5	9	0	0	0	36	3	11	0	1	32	1	Sillimanit
I 370	6	6	9	4	0	0	46	1	15	0	0	12	1	Tremolit, sillimanit nyomokban
I 472	9	5	5	2	0	1	48	3	9	1	0	17	0	Ortopiroxén nyomokban
I 611	2	7	2	3	0	1	47	3	18	0	0	12	4	Tremolit



6. ábra. Nehézásványok amfora cserepekből (Mange & Bezeckzy 2007).

Vizsgálati módszerek

Minta-előkészítés

A kimért 200 g-os mintákat terra rossák esetében vízben, konszolidáltabb kőzetek – mint pl. a flis kőzetek nagy része – esetén híg savban (4%-os ecetsavban, illetve 5%-os sósavban) oldva, iszapolással és nedves szitálással általában 4 (<63 μm , 63-125 μm , 125-250 μm , 250 μm <), durvaszemcsés esetben 5 frakcióra (250-1000 μm) különítettük el.

Két mérettartományból (63-125 μm és 125-250 μm közötti frakció) bromoformmal (sűrűsége: 2,89

g/cm³) leválasztottuk a nehézásványokat, és preparátumot készítettünk belőlük.

A preparátumkészítés során egy tárgylemezt a kívánt méretben műgyantával (Araldit D és térhálosító 5:1 arányú keveréke) bekentünk, óvatosan beleszórtuk a nehézásványokat a gyantába, ügyelve arra, hogy a lehető legkevesebb szemcse kerüljön egymás fölé. Körülbelül 15 perc szilárdulási idő után még egy vékony réteg műgyanta került a szemcsékre, majd egy kemény, sík műanyaglap, melyet egy súly segítségével lenyomtunk, hogy a szemcsék lehetőleg egy szintben legyenek (7. ábra). Miután megszáradt, csiszolás és polírozás után tulajdonképpen egy fedetlen vékonycsiszolat lett belőle.



7. ábra. Lesúlyozott preparátumok (saját fénykép).

Az így készült preparátumok előnye, hogy az üveggel fedett rész felől a szemcsék épek, így a színük és alakjuk kiválóan vizsgálható sztereomikroszkópban, ugyanakkor másik oldalról 30 μm -es vastagságúra csiszoltak, ezért polarizációs mikroszkóp is segítheti a szemcsék meghatározását.

20 minta iszapolása történt meg (14 terra rossa, 4 flis és 2 összehasonlító talajminta), melyek mindegyikének 2 nehézásvány-vizsgálatra felhasznált frakciójából (63-125 μm és 125-250 μm) sztereomikroszkópos vizsgálat után 26 nehézásvány-preparátum készült.

(A vizsgált minták munkafolyamatokénti tömegét és vizsgálati módszereit lásd a C függelékben.)

A nehézásványok optikai vizsgálata

Sztereo- és polarizációs mikroszkópi vizsgálatok alapján a mintákat kategorizáltuk, és később a fő típusokat részletes elektronmikroszkópos vizsgálatoknak vetettük alá. Ehhez az ELTE TTK, Kőzettani és Geokémiai Tanszék AMRAY 1830 típusú, EDAX PV 9800 EDS detektorral ellátott pásztázó

elektronmikroszkópját használtuk 1 nA mintáram, 20 kV gyorsítófeszültség és 100 másodperc mérési idő mellett. Az adatok kiértékeléséhez nemzetközi standardokat használtunk. Körülbelül 300-400 ásványszemcsét határoztunk meg ily módon, majd a mért szemcséket újra megnéztük polarizációs mikroszkóp alatt, ezzel is javítva a többi, hasonló megjelenésű ásvány azonosíthatóságát. A mennyiségi meghatározások során mintánként 100-200 szemcsét számláltunk meg polarizációs mikroszkóp alatt.

Eredmények

Munkánk során 26 nehézásvány-preparátumot (18 terra rossa, 6 flis és két összehasonlító talajminta) vizsgáltunk meg az amforák lehetséges nyersanyagában előforduló nehézásványok pontosabb megismerése érdekében. Ebből ötöt vizsgáltunk meg részletesebben is a mennyiségi adatok kinyerése érdekében.

A továbbiakban az öt, mennyiségi szempontból is vizsgált preparátumon mutatjuk be a nehézásványok minőségi jellemzőit is.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a durvább szemcseméretű frakció (125-250 μm) – a minta típusától függetlenül - főleg autigén opakásvány-szemcsékből áll (~90%), az áttetsző ásványokat a terra rossában főleg gránát, cirkon, az epidot csoport tagjai és kékes-zöld amfibolok jelentik, emellett staurolit és turmalin is előfordul. A flis mintákban elsősorban opakásvánnyal (főként framboidális pirittel, de sok helyen már csak ennek átalakulási termékével) kitöltött foraminiferák és nyúlt, vasas szemcsék találhatók nagy számban (8. ábra).

A finomabb frakció (63-125 μm) azonban ennél sokkal változatosabb, így ebből a mérettartományból készítettünk összehasonlítást.

A terra rossa nehézásványai

Az IST-7a N 63-125 egy Fažanától keletre, 600 m-re található út menti mezőről, a szántásból származik, jellegét tekintve terra rossa talaj. A nehézásvány-fázisok közül még mindig az opak elegyrészek a leggyakoribbak (~34%), de az áttetsző ásványok már meghaladják a részarányukat a mintában. A SEM-EDX vizsgálatok alapján az opak ásványok 34%-a valószínűleg magnetit, 25%-a pedig ilmenit. A leggyakoribb áttetsző ásványok az epidot csoportba tartoznak, a szemcsék kb. 30%-a ide sorolható (14. ábra). Jellemzően színtelenek, vagy gyengén sárgásan színezettek, alakjuk legtöbbször szabálytalan, esetleg lekerekített prizmás. A gránát csoport ásványai 10%-át alkotják a mintának. Ezek ásványos összetétele nagyon változatos, nem csak színtelen változatai, de a sárgásbarna andradit is megjelenik. A limonitos elegyrészek aránya – a többi mintához képest – meglehetősen kevés, mindössze 5%. Kis mennyiségben Ti-tartalmú ásványokat (rutilt, titanitot és anatózt), a tremolit-ferroaktinolit sor tagjait, hornblendét, staurolitot, cirkont tartalmaz (9. és 10. ábra). Nyomokban glaukofán (17. ábra), turmalin, apatit és kianit is előfordul. Az ásványok megjelenése szinte kivétel nélkül sajátalakú.

Az IST-14a N 63-125 jelű preparátum Barbarigától 1 km-re délkeletre, a tengerpartról származik. Jellegét tekintve terra rossa, szálból, a lemezes mészkő közvetlen fedőjéből. Az opak szemcsék aránya nagyon hasonló az előző mintához, 32%. A limonitos elegyrészek viszont nagyobb részarányt képeznek, 18%-ot. Az epidot csoport aránya jóval kisebb, mindössze 17%. A gránát részaránya jóformán megegyezik (12%).

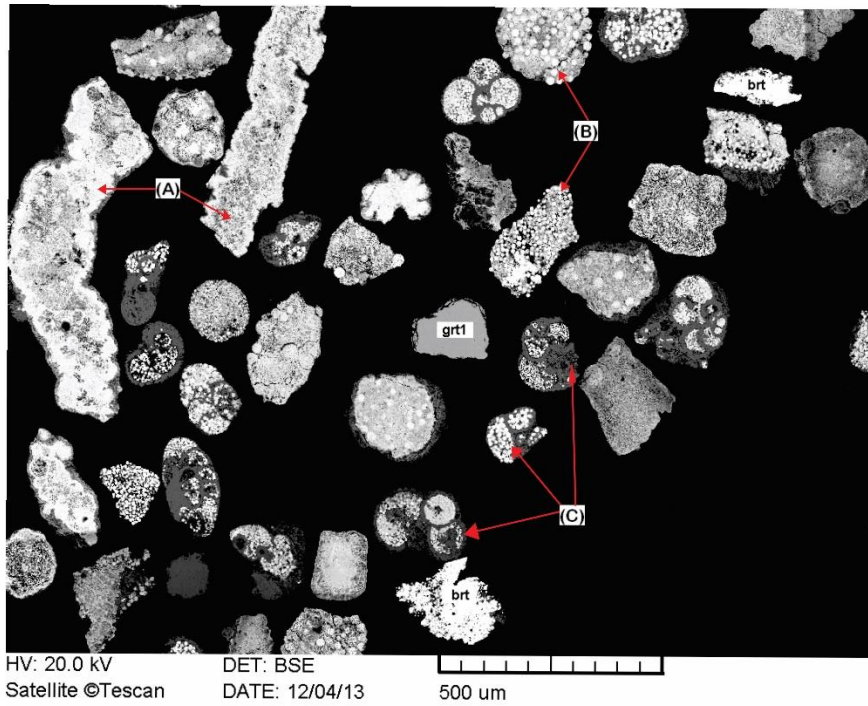
Kis mennyiségben hornblendét, a tremolit-ferroaktinolit sor tagjait, Ti-ásványokat és turmalint tartalmaz. Nyomokban kianit, staurolit, cirkon, glaukofán és krómspinell is előfordul. Az előző mintához nagyon hasonlóan gazdag elemi összetételű, sokféle, leggyakrabban idiomorf ásvány alkotja.

A flis nehézásványai

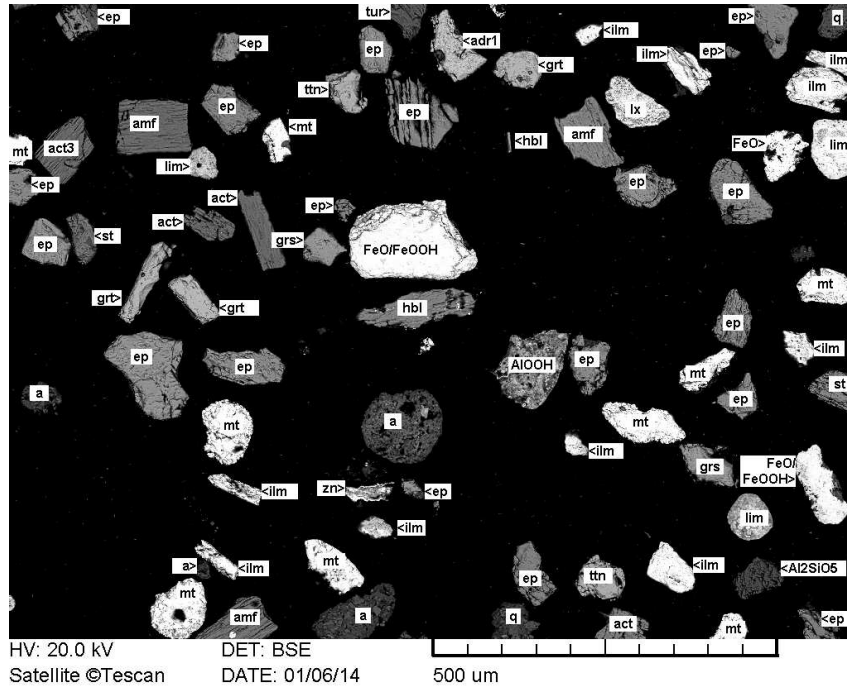
Az IST-48 N 63-125 a Mirna partjáról, közvetlenül a part mentén, az ártér üledékéből származó finom homok. Ebben a mintában a legtöbb szemcse már utólagos limonitosodáson ment át (34%). Az opak elegyrészek még mindig elég nagy számban vannak jelen. Nagyon jellemző, hogy pirit tölti ki a foraminiferákat, így azok a nehéz frakcióba kerültek. Ezek a pirites, vagy utólagosan elmállott pirites foraminiferák a minta 22%-át teszik ki. A gránát az előzőekhez hasonlóan, 10%. Nyomokban Ti-tartalmú ásványok, apatit, a tremolit-ferroaktinolit sor tagjai, krómspinell, cirkon, turmalin és staurolit fordul elő (11. ábra). Az ásványok alakja jellemzően inkább hipidiomorf, az élek sokkal koptatottabbak, mint a terra rossa-beli nehézásványok esetében.

Az IST-49/5 N 63-125 jelű minta a Kotli-Krušvari közötti út mentén, a Kotlitól kb. 1 km-re lévő flis szelvény meszes homokkőéből, a vékony padok agyagos-meszes rétegei közül származik. A limonitos elegyrészek itt is nagy mennyiségben, 36%-ban vannak jelen. A titán-tartalmú ásványok (rutil, titanit, anatóz) aránya számottevő az előzőekhez képest (20%). Az opak ásványok aránya itt a legkevesebb, csupán 13%. A minta jelentős mennyiségű (10%) krómspinellt tartalmaz (14. ábra). A gránát csoport 7%-nak adódott. Nyomokban turmalin, cirkon, epidot, apatit és staurolit fordul elő (12. ábra). Az IST-48 mintához hasonlóan itt is elmondható, hogy az ásványok sokkal több utólagos hatásnak voltak kitéve, koptatottabbak, töredettebbek, mint a terra rossa nehézásványai (15. és 16. ábra).

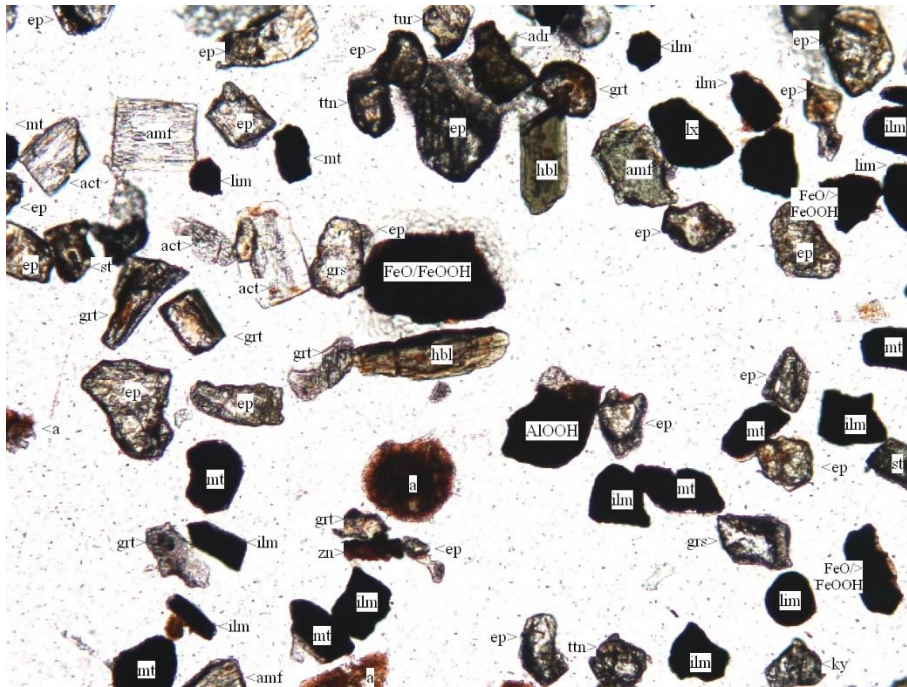
Összességében elmondható, hogy a terra rossa és a flis nehézásványai nagyjából megegyeznek, azonban egymáshoz viszonyított arányuk (4. táblázat), valamint ugyanazon ásványok flisben és terra rossában való megjelenése, illetve a két nyersanyag relatív nehézásványtartalma (C függelék) jelentős mértékben eltér egymástól.



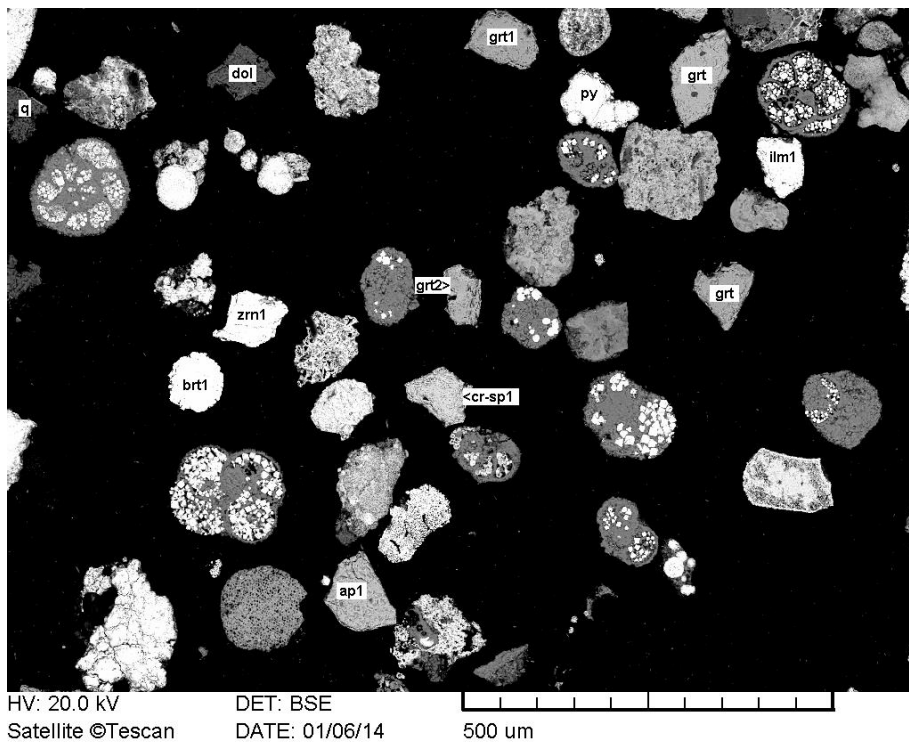
8. ábra. Nyúlt vasas szemcsék (A), framboidális pirít (B) és foraminiférák (C) az IST-31c N 125-250 mintában grt: gránát, brt: barit.



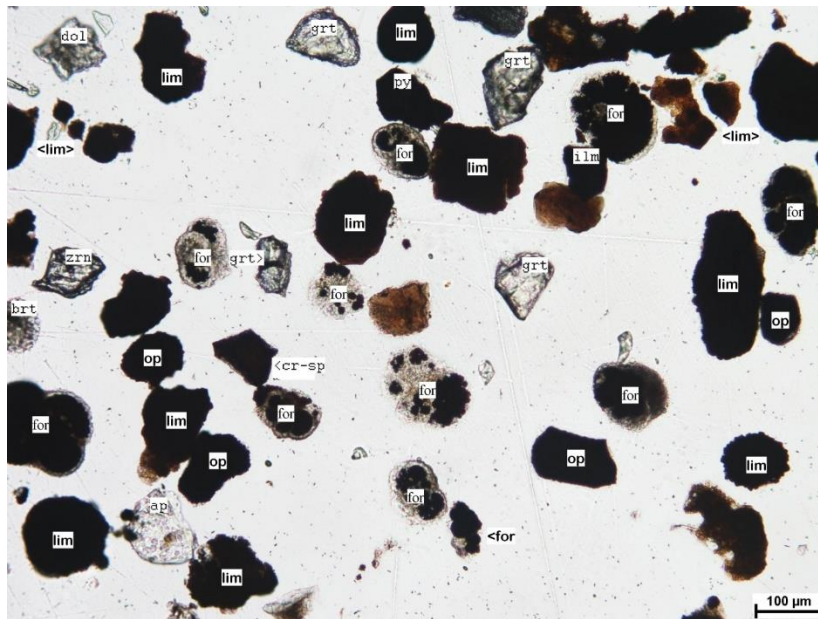
9. ábra. Az IST-7a N 63-125 jelű terra rossa minta visszaszórt elektron képe (A használt ásványnév-rövidítéseket lásd a D függelékben).



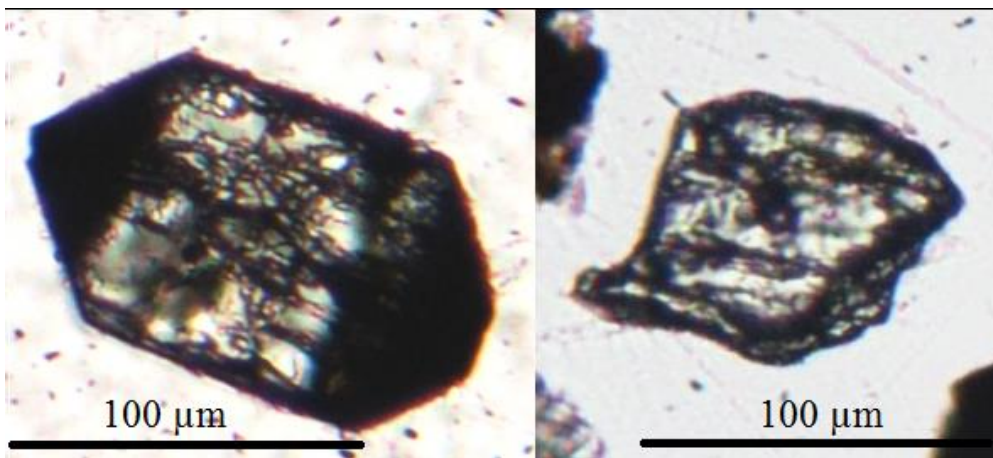
10. ábra. Az IST-7a N 63-125 jelű terra rossa minta polarizációs mikroszkópi képe (A használt ásványnév-rövidítéseket lásd a D függelékben).



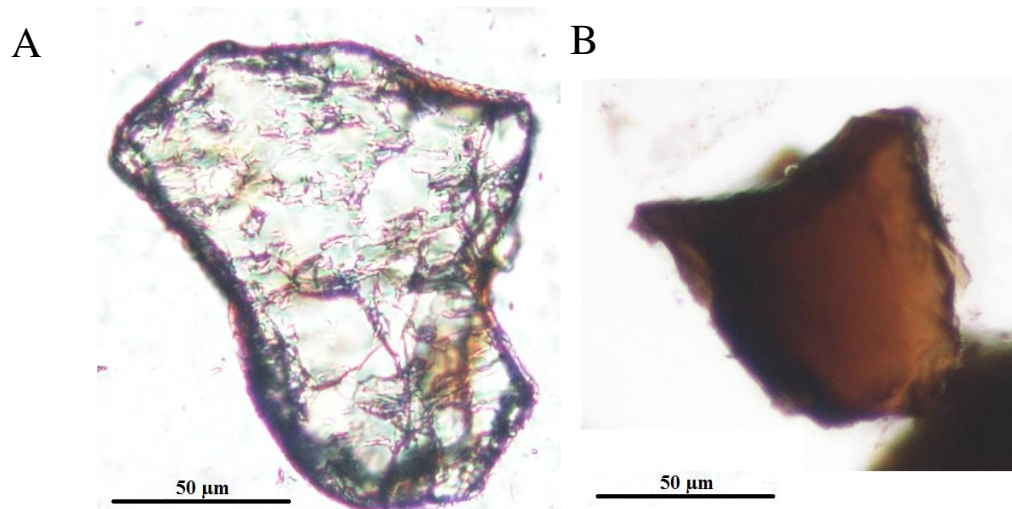
11. ábra. Az IST-48 N 63-125 jelű flis minta visszaszórt elektron képe (A használt ásványnév-rövidítéseket lásd a D függelékben).



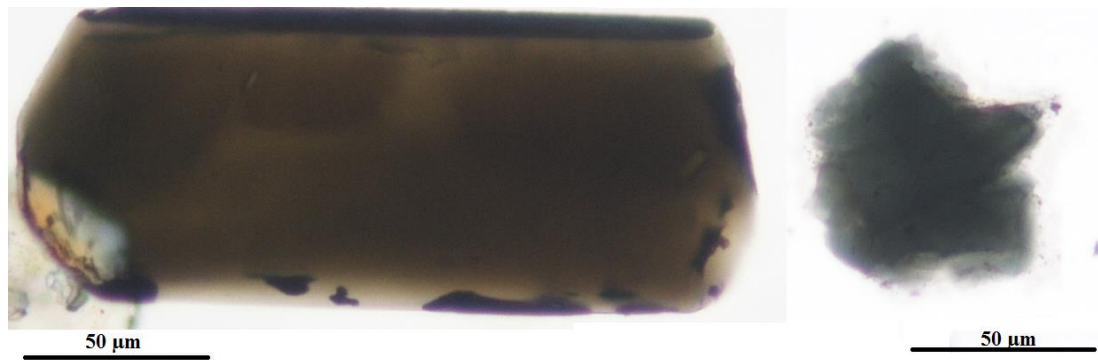
12. ábra. Az IST-49/5 N 63-125 jelű flis minta polarizációs mikroszkópi képe (A használt ásványnév-rövidítéseket lásd a D függelékben).



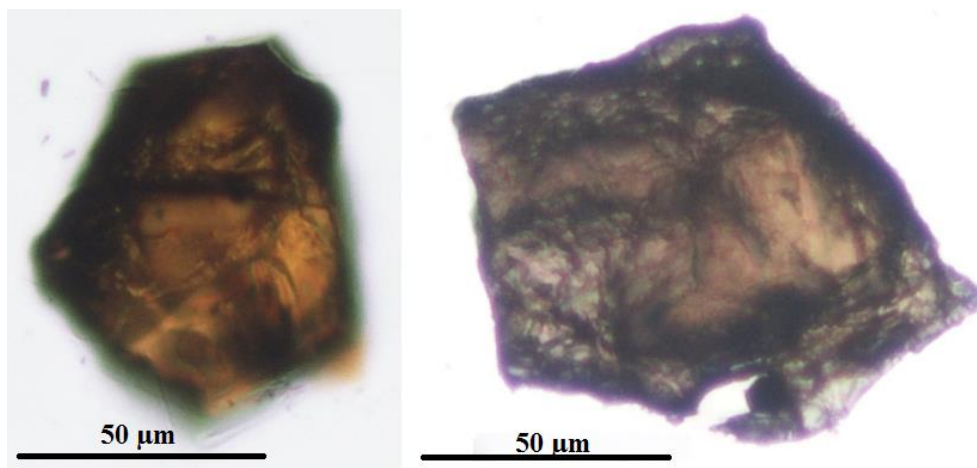
13. ábra. A terra rossa idiomorf (balra) és a flis hipidiomorf (jobbra) cirkonja.



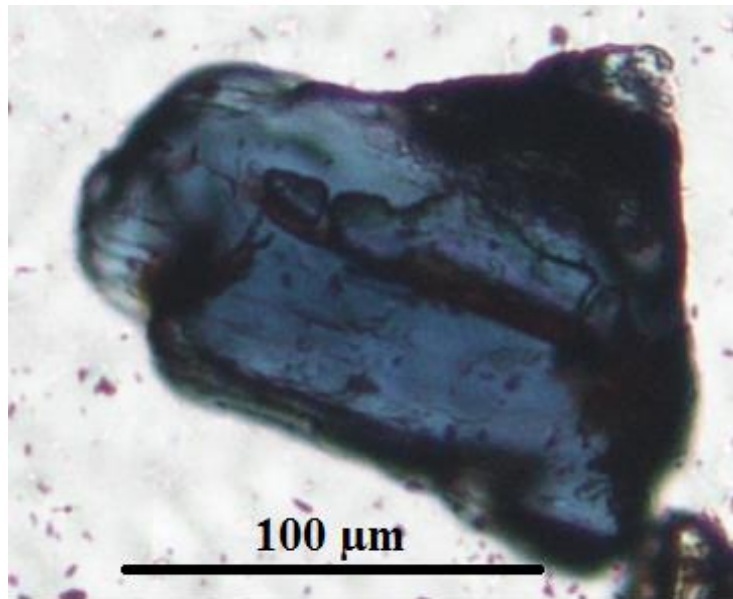
14. ábra. Jellegzetes ásványok A) a terra rossában (epidot) és B) a flisben (króm-spinell).



15. ábra. A terra rossa (balra) és a flis (jobbra) turmalin polarizációs mikroszkópi képe.



16. ábra. A terra rossa (balra) és a flis (jobbra) rutil polarizációs mikroszkópi képe.



17. ábra. Terra rossából származó glaukofán.

4. táblázat. Két terra rossa (IST-7a és 14a) és két flis minta (IST-48 és 49/5) nehézásványos összetétele.

	IST-7a N 63-125		IST-14a N 63-125		IST-48 N 63-125		IST-49/5 N 63-125	
opak	71	34%	64	32%	33	24%	12	13%
filloszilikátok	2	1%	3	2%			5	6%
limonitos elegyrészek	11	5%	36	18%	46	34%	32	36%
pirites foraminiferák					30	22%		
epidot csoport	63	30%	34	17%			1	1%
cirkon	3	1%	1	1%	1	1%	2	2%
TiO ₂	9	4%	5	3%	3	2%	18	20%
gránát csoport	21	10%	23	12%	13	10%	6	7%
turmalin	2	1%	4	2%	1	1%	3	3%
hornblende	5	2%	9	5%				
tremolit-ferroaktinolit	6	3%	8	4%	2	1%		
glaukofán	2	1%	1	1%				
egyéb amfibol	4	2%						
titanit	6	3%	4	2%	1	1%		
krómspinell			1	1%	2	1%	9	10%
apatit	1				3	2%	1	1%
kianit	1		2	1%				
staurolit	4	2%	2	1%	1	1%	1	1%
Összes szemcse	211		197		136		90	

Az eredmények értékelése

A terra rossa és a flis nehézsásványainak összevetése

A vizsgált terra rossa és flis minták nehézsásványos összetétele alapján elmondható, hogy a két nyersanyagtípusban megjelenő ásványok nagyon hasonlóak, viszont arányuk eltérő.

Az egyes ásványok mennyiségi és minőségi eltérései mellett a 63-125 µm-es frakcióban az is megfigyelhető, hogy az összes nehézsásvány tömegének aránya a teljes közettömeghez képest a terra rossában általában egy nagyságrenddel nagyobb, vagyis körül-belül tízszer akkora, mint a flisben.

Az opak ásványok a terra rossában közel izometrikusak és nagyobb részarányt képviselnek, mint a flisben, ahol ezzel szemben gyakran hosszúkásak, járatkitöltésekre emlékeztetőek. A limonitos elegyrészek a flisből kerültek elő sokkal gyakrabban. A pirites foraminiferák megjelenése kizárólag a flishez köthető, de nincs minden mintában. A terra rossában foraminiferák egyáltalán nem jelentek meg, az epidot csoport tagjai viszont annál inkább (17-30%), ezek idiomorf-hipidiomorf közepeken vagy jól koptatott szemcsék. Az epidot csoport a flisben csak nyomokban jelentkezik. Cirkon mindkét típusú mintában csak kis mennyiségben van jelen, viszont alakja és megjelenése nagyon karakterisztikus az adott nyersanyagra. A terra rossában prizmás, bipiramisos, míg a flisben töredettebb, hipidiomorf. A titán-tartalmú ásványok előfordulásának gyakoriságából nem lehet messze menő következtetéseket levonni, viszont a terra rossákban főleg minden oldalról kristálylapokkal határolt, jól felismerhető vörösbarna rutil képében jelennek meg (16. ábra). A gránát csoport körülbelül azonos mennyiségű a mintákban, de a flisben andraditot nem találtunk. A turmalin és a staurolit alaki sajátosságai a cirkonhoz nagyon hasonló módon különböznek a terra rossában és a flisben: a terra rossában a turmalin barna vagy kék, hosszú lécszerű alakú vagy ditrigonális, míg a flisben kizárólag töredékes (15. ábra). Az amfibolok a terra rossa mintákra jellemzők, a flisben csak nyomokban fordulnak elő a tremolit-ferroaktinolit sor tagjai. Króm-spinell minden esetben található a flis mintákban, a terra rossában azonban csak nyomokban (14. ábra). Az apatit a terra rossában sajátalakú, de csak nyomokban található. A flisben valamivel nagyobb mennyiségben fordul elő, és polarizációs mikroszkóp alatt gyakran narancssárga a nagy vas-tartalma miatt.

Amforákkal való előzetes összevetés, a módszer alkalmazása

Mange és Bezeckzy (2006, 2007) már végzett mikromineralógiai kutatásokat az amforák nyersanyagának származását illetően, feltételezték, hogy az egyik összetevő a terra rossa, melyet némi parti homokkal keverhettek, a flist azonban még nem említik, mint lehetséges nyersanyagot (Szakmány et al. 2013). Munkánk eddigi eredményei alapján már tudjuk, hogyan néz ki pontosan az isztriai terra rossa és a flis – mint a két legvalószínűbb nyersanyag – nehézsásványos összetétele, így következtetni tudunk arra, hogy az amforák nehézsásványai melyik anyagból származhatnak. Az amforák nehézsásványként legnagyobb mennyiségben az epidot csoport tagjait tartalmazzák, ezek nagy valószínűség szerint szinte kivétel nélkül a terra rossából kerülhettek az edényekbe. A gránát, turmalin, cirkon, rutil és staurolit viszont már mindkét nyersanyagból származhat. Az előzőekben részletezett különbségeik azonban bizonyíthatják eredetüket. A Mange és Bezeckzy (2006, 2007) által bemutatott króm-spinellek viszont egyértelműen a flisre utalnak.

Mindezen eredmények alapján elmondhatjuk, hogy a fordított megközelítéssel végzett nehézsásvány-vizsgálati módszer (tehát ha először a nyersanyagokat vizsgáljuk, és nem a belőlük készült terméket, ahogyan korábban) alkalmas lehet az amforák, vagy akár más Isztrián készült cserépedény-féleségek nyersanyag-összetételének pontos meghatározására, hiszen meg tudjuk különböztetni az egyes nyersanyagok nehézsásványait egymástól. Így pontosabb képet kaphatunk a fažanai amforagyártó műhely, vagy bármely más, adott területen és időben ezeket a nyersanyagokat felhasználó műhely működéséről, melyen keresztül jobban megismerhetjük az adott kor társadalmi viszonyait.

Arra azonban vigyáznunk kell, hogy a mennyiségi és minőségi (pl. alak, koptatottság, zárványok, szín) vizsgálatok mellett az egyes nyersanyagok nehézsásvány-összközet arányára és a vizsgált mérettartományra is fordítsunk elég figyelmet. Ha ugyanis a nyersanyagba kis részarányval, de a fő nyersanyagnál jóval nagyobb nehézsásvány tartalommal került be egy összetevő, akkor a keverék, így a kiégetett edény nehézsásvány spektrumát szinte teljesen a maga képeire alakíthatja. Ez a kiindulási alapanyagok keveredési arányát illetően téves következtetéshez vezethet.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani az Osztrák Tudományos Akadémiának (P 23684) a kutatás anyagi támogatásáért, illetve köszönjük a tanácsokat a lektoroknak, Dr. Péterdi Bálintnak és Thamóné Dr. Bozsó Editnek.

Felhasznált irodalom

- Bezeczy, T. 1998. The Laecanius amphora stamps and the villas of Brijuni, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien.
- Dickinson, W.R. 2007. Discriminating among volcanic temper sands in prehistoric potsherds of Pacific Oceania using heavy minerals. In: Mange, M., Wright, D. (szerk.): *Heavy Minerals in Use, Developments in Sedimentology* Vol. 58, 1007-1033.
- Durn, G., Ottner, F., Slovenec, D. 1999. Mineralogical and geochemical indicators of the polygenetic nature of terra rossa in Istria, Croatia. *Geoderma* 91, 125-150.
- Durn, G., Aljinović, D., Crnjaković, M. & Lugović, B. 2007. Heavy and light mineral fractions indicate polygenesis of extensive terra rossa soils in Istria, Croatia. – In: Mange, M., Wright, D. (szerk.): *Heavy Minerals in Use – Development in Sedimentology*, 58: 701-737, Amsterdam.
- Józsa, S., Szakmány, Gy. 1987. Petrology. In: Bezeczy, T. (szerk.) *Roman Amphorae from the Amber Route in Western Pannonia. British Archaeological Reports International Series 386*, Oxford, 103–124.
- Józsa, S., Sauer, R., Szakmány, Gy., Weiszbürg, T. 1994. Mineralogisch petrografische Untersuchungen. In: Bezeczy, T. (szerk.) *Amphorenfunde vom Magdalensberg und aus Pannonien, Ein Vergleich (143–166). Archäologische Forschungen zu den Grabungen auf dem Magdalensberg 12*, Klagenfurt.
- Mange, M., Maurer, H. F. W. 1992. *Heavy Minerals in Colour*. London, 148.
- Mange, M., Bezeczy, T. 2006. Petrography and provenance of Laecanius amphorae from Istria, northern Adriatic region, Croatia. *Geoarchaeology: An International Journal* 21, 427–458.
- Mange, M., Bezecky, T. 2007. The provenance of paste and temper in Roman amphorae from the Istrian Peninsula, Croatia. In: Mange, M., Wright, D.T. (szerk.), *Heavy Minerals in Use. Developments in Sedimentology*, Vol. 58, 1007–1033.
- Mikes T. 2003. A külső-dinári eocén flis lehordási területének mikromineralógiai vizsgálata, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Közettan-Geokémiai Tanszék, Budapest, 78.
- Mikes, T., Báldi-Beke, M., Kázmér, M., Dunkl, I., von Eynatten, H. 2008. Calcareous nannofossil age constraints on Miocene flysch sedimentation in the Outer Dinarides (Slovenia, Croatia, Bosnia-Herzegovina and Montenegro). In: Siegesmund, S., Fügenschuh, B., Froitzheim, N. (szerk.): *Tectonic Aspects of the Alpine-Carpathian-Dinaride System. – Geological Society Special Publication 298*, London, 335–363.
- Munsell Soil Color Charts, 1994. Macbeth Division of Kollmorgen Instruments, New Windsor.
- Szakmány Gy., Józsa S., Bezeczy T. 2013. Provenance and technology of Fažana Amphora Workshop: a case study of Laecanii and Imperial amphorae. Abstract of EMAC 2013, 12th European Meeting on Ancient Ceramics, Padova, Italy, 19-21 September 2013, 64..
- Peacock, D. P. S. 1967. The heavy mineral analysis of pottery; a preliminary report. *Archaeometry* 10, 97–100.
- Peacock, D. P. S. 1970. The scientific analysis of ancient ceramics: a review. *World Archaeology* 1, 375–389.
- Peacock, D. P. S., Williams, D. F. 1986. *Amphorae and the Roman Economy, an Introductory Guide*. London, 239.
- Velić, I., Tišljarić, J., Vlahović, I., Matičec, D., Bergant, S. 2003. Evolution of the Istrian Part of the Adriatic Carbonate Platform from the Middle Jurassic to the Santonian and Formation of the Flysch Basin During the Eocene: Main Events and Regional Comparison. In: *Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology, Opatija – Vlahović, I., Tišljarić, J. (szerk.) September 17-19, 2003, Field Trip Guidebook*, 3-17.
- Weiszbürg, T., Papp, G. 1987. X-ray powder diffraction analyses. In: Bezeczy, T. (szerk.): *Roman Amphorae from the Amber Route in Western Pannonia. British Archaeological Reports International Series 386*, Oxford, 128–133.

Williams, D. F. 1977. The Romano-British black-burnished industry: an essay on characterization by heavy mineral analysis. In: Peacock, D. P. S. (szerk.) *Pottery and Early Commerce: Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics*, 163–220.

Whitney, D. L., Evans, B.W. 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, Vol. 95, 185–187.

Wikipedia, 2007 április 19. Dinarisches Gebirge Topo (on-line). URL: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Dinarisches_Gebirge_Topo.png (2014 01. 09.)

Függelék

A függelék: Terra rossa minták nehézásványos összetétele százalékban (Durn et al. 2007).

Mintaszám	1	2	9	15	22	25	131	134	136	53	55	47	52	234	237	42	97	101
opak	6,6	11,5	17,6	6,1	10,6	16,3	22,8	26,3	24,0	19,6	8,5	14,3	23,1	16,5	14,4	18,9	27,0	4,8
epidot csoport	65,6	51,9	53,7	31,8	55,8	48,8	38,0	31,9	30,0	47,8	43,8	19,3	10,4	52,0	50,4	40,6	30,8	37,0
limonitos elegyrészek	11,5	4,6	8,1	3,9	1,8	5,4	12,0	6,9	10,0	7,2	10,8	19,3	19,7	3,1	6,4	12,6	18,4	32,7
tremolit-ferroaktinolit	3,3	9,9	8,1	13,4	8,8	9,3	1,9	5,0	6,7	8,7	8,5	2,5	0,6	8,7	10,4	5,6	6,5	3,0
turmalin	1,6	0,8	0,0	1,1	1,8	4,7	8,2	9,4	9,3	5,1	5,4	11,2	9,8	4,7	2,4	7,7	4,3	7,9
filloszilikátok	0,8	9,2	2,9	34,1	0,9	1,6	2,5	3,8	1,3	3,6	4,6	2,5	0,0	2,4	1,6	1,4	0,0	0,0
gránát csoport	4,1	6,1	2,9	1,1	8,0	3,9	3,8	4,4	2,0	0,7	7,7	7,5	2,9	4,7	8,8	4,2	4,9	3,0
cirkon	2,5	0,0	1,5	1,1	3,5	2,3	2,5	4,4	5,3	2,2	5,4	10,6	15,0	3,1	4,0	2,1	2,7	4,2
rutil	0,8	0,0	0,0	0,0	2,7	2,3	1,9	2,5	5,3	2,2	1,5	6,2	7,5	1,6	0,0	2,1	1,1	1,8
hornblende	1,6	0,0	2,9	2,2	2,7	1,6	1,9	0,6	0,7	1,4	2,3	2,5	2,9	2,4	0,8	1,4	1,1	0,6
kianit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,6	1,9	0,7	0,7	0,8	0,0	1,2	0,8	0,0	0,7	2,2	0,6
amfibol (egyéb)	0,0	3,8	1,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	2,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
glaukofán	0,8	0,0	0,0	0,6	0,9	0,8	1,3	0,6	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,5	0,0
ismeretlen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0	1,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6
kloritoid	0,0	0,0	0,7	1,1	0,9	1,6	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
krómspinell	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	1,2	1,7	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
anatáz	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,6	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
apatit	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
brookit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
ortopiroxén	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kőzettörmelék	0,0	0,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
korund	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
titanit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
klinopiroxén	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
staurolit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
pirites foraminiferák	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
andaluzit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
gipsz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
cölesztin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
barit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kőzetüveg-töredék	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
vezuvián	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
összesen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

B függelék: Flis minták nehézásványos összetétele százalékban (Durn et al. 2007).

Mintaszám	87	88	89	91	92	93	94
glaukofán	0	0	0	0	1	0	0
klinopiroxén	0	0	0	1	0	0	0
ortopiroxén	0	0	1	0	0	0	0
kianit	0	1	0	0	0	0	0
korund	0	1	0	0	0	0	0
titanit	0	1	0	0	0	0	0
kloritoid	0	1	0	0	0	0	0
anatáz	0	0	0	0	1	0	0
brookit	0	0	2	0	0	0	0
limonitos elegyrészek	36	11	36	25	20	16	10
opak	1	28	6	12	17	51	62
epidot csoport	30	30	20	23	25	4	9
gránát csoport	9	11	16	13	14	1	2
pirites foraminiferák	0	1	1	1	0	15	14
cirkon	4	2	6	6	2	1	0
turmalin	4	4	2	6	6	0	0
filloszilikátok	6	1	2	2	1	7	2
krómspinell	2	3	3	2	3	1	0
kőzettörmelék	6	0	5	1	0	1	0
hornblende	1	4	0	3	2	2	0
tremolit-ferroaktinolit	0	2	0	1	6	0	0
rutil	2	1	0	4	1	0	0
apatit	0	0	1	1	0	2	2
amfibol (egyéb)	0	0	0	0	0	0	0
andaluzit	0	0	0	0	0	0	0
összesen	100	100	100	100	100	100	100

C függelék: Az általunk vizsgált minták munkafolyamatonkénti tömege és vizsgálati módszerei.

Minta-szám	Minta típusa	Eredeti tömeg (g)	Szemcseméret			Leválasztás után						Vizsgálati módszer polarizációs és sztereomikroszkóp	Nehézásványösszetétel*1000					
			63-125 (µm)	125-250 (µm)	250< (µm)	63-125 µm			125-250 µm				Terra rossa		flis			
						nehéz	könnyű	összesen	nehéz	könnyű	összesen		63-125 µm	125-250 µm	63-125 µm	125-250 µm		
IST-1	TR	200,0056	0,5391	0,8518	10,0100	0,0043	0,5177	0,5220	0,0058	0,7885	0,7943	x		0,0215	0,0290			
IST-6a	TR	200,0020	2,9217	0,4668	2,5719				0,0246	0,4386	0,4632	x			0,1230			
IST-7a	TR	200,0305	3,0091	0,6039	0,4421	0,0544	2,5090	2,5634	0,0193	0,5827	0,602	x	63-125 µm	0,2720	0,0965			
IST-9	TR	200,0294	1,7787	0,2011	1,5491				0,0068	0,1905	0,1973	x			0,0340			
IST-11d	TR	200,0002	11,2696	1,5699	1,5079				0,1115	1,4471	1,5586	x			0,5575			
IST-12a	TR	200,0050	2,1990	0,0834	0,0766				0,0136	0,066	0,0796	x			0,0680			
IST-13	TR	200,0169	1,5970	0,3177	6,1360				0,0141	0,2906	0,3047	x			0,0705			
IST-14a	TR	200,0084	0,4365	0,1114	0,2250	0,0279	0,3981	0,4260	0,0211	0,0854	0,1065	x	63-125 µm	0,1395	0,1055			
IST-15a	TR	200,0022	1,4283	0,4077	0,3651				0,0119	0,3942	0,4061	x			0,0595			
IST-19a	TR	200,0020	0,2147	0,0663	0,0831				0,0074	0,0574	0,0648	x			0,0370			
IST-20a	TR	200,0444	0,4412	0,0539	0,4501				0,0055	0,0432	0,0487	x			0,0275			
IST-21a	TR	200,0471	1,8266	0,1567	0,3180				0,0175	0,1379	0,1554	x			0,0875			
IST-22	flis	200,0092	2,8552	0,5599	14,3866	0,0235	2,6673	2,6908	0,0297	0,5129	0,5426	x	63-125 µm			0,1175	0,1485	
IST-31c	flis	200,0099	3,3506	3,6498	2,5516				0,0838	2,569	2,6528	x	125-250 µm				0,4190	
BRI-36a	talaj	119,1464	0,4444	0,2349	0,3767				0,0113	0,2222	0,2335	x						
BRI-40m	iszap	44,2800	4,8942	3,6112	3,4907				0,0059	2,9759	2,9818	x						
IST-41a	TR	200,0022	4,1525	0,5389					0,0186	0,5161	0,5347	x			0,0930			
BRI-43a	TR	187,3384	1,4834	0,1928	0,2113	0,0282	0,6478	0,6760	0,0108	0,1799	0,1907	x		0,1505	0,0576			
IST-48	flis	200,0269	27,3697	15,1428	5,2950	0,0081	5,0911	5,0992	0,0376	2,9088	2,9464	x	mindkettő			0,0405	0,1880	
IST-49/5	flis	193,1030	18,4622	3,0285	0,0587	0,0047	6,9420	6,9467				x				0,0243		
														ÁTLAG (g)	0,1459	0,1033	0,0304	0,1259

D függelék: A használt ásványnév-rövidítések.

rövidítés	név	rövidítés	név
a	agyag	hbl	hornblende
act	aktinolit	ilm	ilmenit
adr	andradit	lim	limonit
amf	amfibol	lx	leukoxén
ap	apatit	mt	magnetit
brt	barit	op	opak
cr-sp	krómspinell	py	pirit
dol	dolomit	q	kvarc
ep	epidot-csoport	st	staurolit
for	foraminifera	ttn	titanit
grs	grosszulár	tur	turmalin
grt	gránát	zrn	cirkon

ELŐZETES JELENTÉS MISKOLC-HEJŐ MELLETTI SZKÍTA KORI KÚT NÖVÉNYI MARADVÁNYAINAK FELDOLGOZÁSÁRÓL

Pósa Patrícia^a, Emódi Andrea^a, Schellenberger Judit^a, Hajdú Melinda^b,
Mravcsik Zoltán^a, Gyulai Ferenc^a

^aSzent István Egyetem MKK KTI Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

^bHerman Ottó Múzeum, 3529 Miskolc, Görgey Artúr utca 28.

Kivonat A Hajdú Melinda vezette 2012. évi Miskolc-Hejő melletti 3. lelőhely feltárásából származó archaeobotanikai maradványokat dolgoztuk fel. A feldolgozásra átvett három minta késő szkíta kori kútból származik. A közel 30 kg mennyiségű iszapmintában 49 növényfaj 836 db magját/termését találtuk meg. A gabonafélék szénült állapotától eltekintve valamennyi diaspóra a nedves, reduktív közegnek köszönhetően szubfosszilis állapotban maradt fenn. Letelepült, növénytermesztéssel foglalkozó közösség leletanyaga ez. Árpával, kölessel, rozssal és vetési búza termesztésével foglalkoztak. Vadon termő gyümölcsöket is gyűjtögettek. Igazi meglepetés volt a bortermő szőlő magjának felbukkanása eme korai időben. A növényfajok döntő többsége azonban az egykori települési és természeti környezetből származik, környezetrekonstruksióra alkalmas mennyiségben. A település környezete nyílt vizet övező magassásos, mocsaras, lápos lehetett. A ligeterdő szegélyezte részekből is számos növényfaj maradványa került elő csakúgy, mint a települést kísérő szinantróp vegetációból. A gyomfajok nagy része mégis őszi vetésű gabonagyomokból és kapás vagy tavaszi vetésű gabonagyomokból állt. Rét és legelő meglétét ugyancsak jó néhány innen származó növényfaj maradványa feltételezi.

Abstract The archaeobotanical remains from the Melinda Hajdú conducted excavation in 2012 near by Miskolc-Hejő 3rd site were analysed. The three samples came from the late scythian well. In summed 30 kg mudsamples were found here, 836 seeds and fruits of 49 plantspecies. Due to the wet environment the plantremains conserved mostly in uncarbonized form except the cerealscorners which are in charcoal form. This material originated from settled population deal with plantbreeding. Here were grown barley, millet, rye and common wheat. Wildfruits were collected as well. It was a real surprise to find grapewine from this early age. Most of the plantspecies however comes from contemporary natural and urban environment. The environment of the site could be open water, high sedge, marshland and mire. Also many species were found from places bordered by the fringing forests as well as from the synanthropic vegetation. Main part of the weedspecies composed of cereal- or wintercrop and root- or summercrop weeds. Existens of meadow and pasture support some species came from this site.

Kulcsszavak archaeobotanika, növényi makromaradványok, szkíta kor

Key words archaeobotany, plant macroremains, scythian site

Bevezetés

2012 nyarán a „Mályi-Miskolc geotermikus távhőrendszer TA 04-05 vezeték szakaszon” régészeti megfigyelés keretében régészeti lelőhelyet határoltunk le. A feltárással érintett 900 m hosszú szakaszon 2012. augusztus 21-25. között végeztük el a felső 80-30 cm vastag termőréteg eltávolítását, a humusolást. 2012. augusztus 27-én kezdődött meg a jelenségek kézi bontása, melyet összesen 20 nap alatt végeztük el¹. Az előkerült 156 jelenség alapvetően három korszakba sorolható: a középső neolitikum (tiszadobi csoport), a késő

bronzkor (Kyjatice-kultúra) és a középső vaskor (szkíta kor) idejére. Az első megtelepedés a középső neolitikum időszakára tehető, ahonnan néhány gödröt, egy kisebb paticsomladékat és egy kutat tártunk fel. A legjelentősebb felfedezésnek a felszínen kerek foltként jelentkező, kb. 300 cm mély kút bizonyult (S152), melyben két, szinte teljesen ép edényt találtunk.

A következő megtelepedés a késő bronzkorban történt. Ezen időszakból több hulladék- és tároló gödröt, valamint egy agyagkitermelő gödröt, ill. házomladékat is feltártunk (S96). A korszak egyik legjelentősebb objektuma az ÉNy-DK irányú,

közel 5 m hosszú és 2,5 m széles nagyméretű lenyomatos paticsokkal és tapasztással, kerámiával teli omladékréteget tartalmazó agyagkitermelő (S96). Szintén a késő bronzkorra datálható és jelentősnek mondható egy nagyméretű hordozható tűzhely maradványát tartalmazó gödör (S80).

A szkíta korra számos gödör és négy kút tehető. A gödrök általában sekélyebbek, kevésbé mélyedtek az altalajba, mégis jelentős és nagymennyiségű leletanyag került ki belőlük. A korszakra jellemző hordóformájú, bütyök és bordadíszítéssel ellátott edények nagyobb darabjait több gödörben megfigyeltük. A korongolás tipikus termékei a perem fölé húzott fülű csésze, és a behúzott peremű tál, melynek töredékeit több gödörben szintén megtaláltuk. Két gödörből ívelt hátú vaskést (S76, S106), másokból több orsógombot is sikerült gyűjtenünk. Az egyik kút aljában teljesen ép, vállán két füllel ellátott urna típusú edényt bontottunk ki (S11/A). Az S6 számot viselő objektumból nagyobb edénytöredékek mellett egy deszkadarabot találtunk, mely a nedves agyagban jól konzerválódottⁱⁱ. A feltárás során egyetlen melléklet nélküli (szkíta kori?) sír került elő, egy Ny-K-i tájolású nyújtott, hátára fektetett csontvázas temetkezéstről van szó. Az elhunyt lábait enyhén felhúzták, két kezét a hasára helyezték (S75).

A bemutatásra kerülő S14-es számú kút bontását három nap alatt végeztük el, melyet a kikerült leletanyag alapján a középső vaskor (szkíta kor) idejére datáltunk. Az ásatási keretösszegeből összesen két minta AMS kormeghatározását sikerült biztosítanunk. Az egyik mintát a már említett deszkadarab töredéke, a másikat az S83-as, leletanyaga alapján késő bronzkori gödörből előkerült csontdarab szolgáltattaⁱⁱⁱ. Az abszolút adatok megerősítettek helyszíni megfigyeléseinket és a két korszak jelenlétet a területen. A deszkadarab kora 490-440 és 420-390 cal BC közé, tehát a szkíta korszak végére tehető.^{iv}

Maga az objektum szürke, kerek foltként jelentkezett. A fekete humusz alatt kút falának beomlásából származó sárga agyag jelentkezett. 120 cm mélyen szürke és sárga agyagos, kevert réteget figyeltünk meg, ahonnan több nagyméretű kerámiát gyűjtöttünk, melyeket gondosan kibontottuk majd dokumentálást követően felszedtünk. A leletanyag alatt fekete iszapos rétegben növényi maradványokat figyeltünk meg. Az altalaj szürke csillámos homok, melyben feljött a talajvíz, az objektum oldala sárga agyag mészszemcsékkel. Méretek: átmérő 148 cm, mélység: 248 cm. A kikerült leletanyag durva kerámia (apró fehér-

szemcsével soványított darabok, edényfülek), jól iszapolt, szürke korongolt töredékek, csészedarabok, kevés lenyomatos patics, állatsont, szarvtöredék^v. Egy szépen megmunkált csonttégely is napvilágot látott 153 cm mélységből, mely (szarvasmarha? lábszár) csontból faragott, fülekkel ellátott perem alatt több helyen átlukasztott, üreges aljú. Mellőle egy fazekat gyűjtöttünk aljában növényi maradványokkal. 235 cm mélyen több nagyobb méretű és korongolt töredék (füles korsó, tál) is előkerült. Ugyanebből a rétegből földmintát is gyűjtöttünk^{vi}.

Anyag és módszer

Miskolcon, a Hejő melletti 3. számú régészeti lelőhelyen Hajdú Melinda és munkatársai 2012-ben szkíta telepet tártak fel. A rendelkezésünkre bocsátott radiokarban adatok szerint a település a 490-440 és 420-390 cal BC időpontokra keltezhető. Ennek során a 14. objektumszámú szkíta kori kútból három darab iszapmintát vettek 235 cm mélyről. Jelen feldolgozó munka során a nylonzsákokban lévő 29 kg össztömegű iszapminták archaeobotanikai elemzését és kiértékelését végeztük el.

Ennek során a földmintáknak laborszámot adtunk, majd azokat vezetékes vízzel kiiszapoltuk. Az alkalmazott legkisebb szitaméret 0,5 mm volt, a gyommagvak, a gabonaszemek, és az annál nagyobb magvak kiszűrésére. A kémleletes, árnyékban történt szárítás után a mintákban lévő szerves maradványok közül a magvakat és terméseket Zeiss Discovery V8-as sztereo binokuláris mikroszkóp alatt kiválogattuk. A szerves maradványok (faszén, csont, csiga, rovar, moha) viszonylagos gyakoriságát is feltüntettük (x = szórvány, xx = kevés). Végezetül pedig a jelentősebb és tipikus makromaradványokról a fent említett mikroszkóp segítségével digitális fényképfelvételeket is készítettünk.

A kiválogatott mag- és termésmaradványokat megtartásuktól függően különböző növényi taxonokig határoztuk meg. A növényi makromaradványok identifikálása elsősorban az összehasonlító mag- és termésgyűjteményünkben található recens diasporákkal való összevetéssel történt, de meghatározásukhoz maghatározókat és archaeobotanikai tanulmányokat is felhasználtunk (Schermann 1966; Neef et al. 2012).

A meghatározott növényi maradványokról alfabetikus fajlistát készítettünk a magvak/termések számának, a maradvány típusának, állapotának és

termőhelyi ökológiai csoportosításának feltüntetéseivel. A növényi maradványokat összesítettük és kiszámítottuk a magkoncentrációt, azaz a magvak és termések feldúsulását a minták iszapolatlan tömegére vonatkoztatva. Választ kerestünk olyan kérdésekre, mint pl. mely növényfajokat használták fel gyakorta, melyek voltak az adott korban a legfontosabb kultúrnövények, milyen volt a gyomosodás aránya, melyek az egykori természeti környezetből bekerült növényfajok, és archaeobotanikailag milyen hasonlóságokat, ill. különbözőségeket tapasztalunk más szkíta kori lelőhelyekkel?

A feldolgozott mintákban a folyamatos vízborításnak köszönhetően többnyire a nem szenült állapotban előkerült növényi maradványokat találtunk. Ez eltér az általánostól, hiszen klímaviszonyaink közepette többségében az ún. száraz talajú ásatásokon talált szenült magvak és a termések kerülnek elő. Csak a folyamatosan vízborítás alatt álló objektumból, mint pl. kút iszapja, kerülnek elő a diasporák szubfosszilis állapotban. A gabonafélék szemtermései kivétel nélkül szenült állapotban maradtak fenn, ami arra utal, hogy mielőtt a kútba kerültek megégették.

Recens mag/termés közöttük nem volt, ami érthető is, mert a kút iszapbetöltéséből vett minták 235 cm mélyről származnak, ahová már nem kerülnek le a mai kor vagy közelmúlt időszakának magjai.

A recens magkészlet vertikális eloszlását a talajban az a trend jellemzi, hogy a talajfelszíntől a mélyebb rétegek felé haladva a magvak mennyisége rohamosan csökken. A magdenzitás maximuma rendszerint a talaj felső 10 cm-ében található, ennél mélyebben az életképes magok száma elenyésző (Csontos 2001). A talajfelszínre hullott diasporák süllyedése a talajban igen lassú folyamat, csupán néhány mm/év. A vertikális terjedéskapacitás a magvak méretén túl elsősorban a talaj porusainak méretétől és stabilitásától függ. A repedésekben és biogén csatornáknak gazdagabb talajokon a diasporák vertikális penetrációja gyorsabb, mint az ezekben szegényebb, tömődött talajokon, vagyis a penetráció a talaj mechanikai ellenállásával fordítottan arányos (Matus et al. 2010). A kút iszapbetöltéséből vett magmintát fedő finom frakcióméretű üledékrétegek (iszap, agyag) tömődöttsége nem kedvez a magvak nagyobb mélységbe való süllyedésének. A recens magvak 235 cm mélységbe való eljutásának esélye ezért csekély.

A növényleletek mennyiségi kiértékelésénél az emberi felhasználás szempontjait követő ún. antropogén felosztását követtük. Árendásnak (1982) a növények hasznosíthatóságára kidolgozott antropogén kategóriáit is alkalmaztuk a kiértékelés során. A módszer lényege, hogy a növényleleteket mesterséges származási kategóriákba sorolja: pl. gabona, gyümölcs, konyhakerti, hüvelyes, gyom, egykori természeti környezet stb. Ezek a mesterséges kategóriák jól tükrözik a növényvilág és az ember kapcsolatát. A feldolgozó munka során az alábbi kategóriákat vizsgáltuk meg:

– gabonafélék: az ide tartozó fajokat gabonának, gabonapótlónak, konyhakerti növényeknek természetűek, szemterméseiket, magjaikat élelmezésre használták fel,

– gyomnövények: a mai ismereteink szerint szántóföldi, parlagi, kerti és taposásos (ruderalis) fajok,

– spontán növények: a véletlenszerűen előforduló, jelenlétüket egyéb módon nem magyarázható, a telep egykori természeti környezetéből bekerült szenült növényfajok diasporái. Ezek a makromaradványok rendszerint a gabonalelet-együttesből vagy annak közvetlen közeléből származtak. A véletlenszerű előfordulásuk mellett gyakorlati jelentőségükre (pl. vadon termő gyümölcs, gyógy, fűszer, drog stb.) is tekintettel voltunk. Ezek nagy jelentőségűek, mert számos információt hordoznak az egykori természetes növénytakaróra és a klímára vonatkozóan.

A gyomnövények ökológiai felosztás szerint kétfélek lehetnek (Ellenberg 1979):

– *Secalietea* = őszi vetésű gabonagyomok osztálya,

– *Chenopodietea* = kapás és ruderalis társulások osztálya,

– *Polygeno-Chenopodietalia* = tavaszi vetésű gabona gyomok rendje.

A gabonafélék összetételének vizsgálatára különösen odafigyeltünk. Segítségükkel nemcsak fontos információkat nyerhetünk a növénytermesztés színvonalára vonatkozóan, de életmódbeli sajátosságokra is utalhatnak. Legalább ilyen fontos a gyomosodás kérdése. Jelenlétük és mértékük nemcsak az egykori növénytermesztők hozzáértését mutatja, de segítségükkel tisztázni lehet, hogy a gyomnövények őszi vagy tavaszi vetésű gabonához tartoztak-e, s akár az aratás módját is meg tudjuk általuk állapítani.

A mennyiségi kiértékelést minőségi (ökoszociológiai) kiértékelés követte. Az ásatások

során előkerült, feltárt és meghatározott növényi leletek ökológiai viszonyainak elemzésével a tanatocönológia foglalkozik. Ez a tudományág következtet az egykori termőhelyre, rekonstruálja a flórát, a növénytársulásokat, tehát leírja a lelőhely környékének növénytani viszonyait. Az egykori környezetből bekerült növényleletek összességét Willerding (1983) nyomán „thanatocoenosys”-nak nevezzük. (A görögös szóösszetétel magyarázata: tanatosz = halál, coenoszisz = társulás.)

A növényleleteink minőségi (ökoszociológiai) kiértékeléséhez a Jacomet et al. (1989) archaeobotanikai leletekre Ehrendorfer (1973) és Ellenberg (1979) nyomán adaptált, a növényfajok termőhelyi igényeit figyelembe vevő növény-szociológiai és -ökológiai rendszerét, a növényfajok termőhelyi csoportosítását használtuk. Ez az elemzés figyelembe veszi azt is, hogy a növény-társulások összetétele az idők folyamán változhat:

- 1. = vízinvény,
- 1.1. = szubmerz vízinvénytársulás,
- 1.2. = lebegő hínár,
- 1.3. = diverz vízinvények,
- 2. = feltöltődő partmenti növényzet,
- 2.1. = nádas,
- 2.2. = magassásos,
- 2.3. = vízparti pionírok,
- 3. = famentes vízparti növényzet,
- 3.1. = mocsár (rét)/láprét,
- 3.2. = nedves évelők,
- 2./3. = diverz vízparti növények/ártér,
- 4. = nedves termőhelyű erdő,
- 4.1. = törmelékerdő (nedves termőhely),
- 4.2. = ligeterdő/száraz erdő,
- 5. = világos keverékerdő (friss termőhely),
- 4-6. = erdei fajok különböző termőhelyen,
- 6. = árnyékos erdő,
- 7. = erdőirtás, erdőszél és száraz bokorerdő,
- 7.1. = erdőirtás/cserjés,
- 7.2. = erdőszéli társulás (átlagos termőhely),
- 7.3. = erdőszéli társulás (száraz termőhely),
- 8. = rét/legelő,
- 8.1. = rét/legelő (nedves termőhely),
- 8.2. = rét/legelő (átlagos termőhely),

- 8.3. = száraz rét/legelő és sziklagyep,
- 9. = szántóföld,
- 9.1. = kultúrnövény,
- 9.2. = tavaszi vetésű gabona- vagy káposzta,
- 9.3. = őszi gabonagyom,
- 10. = ruderalia,
- 10.1. = nedves termőhelyű ruderalia,
- 10.2. = átlagos termőhelyű ruderalia,
- 10.3. = száraz termőhelyű ruderalia,
- diverz = nem besorolható.

Mindezek alapján megpróbáltuk rekonstruálni a három korszakban ott élők gazdálkodását és annak környezetet.

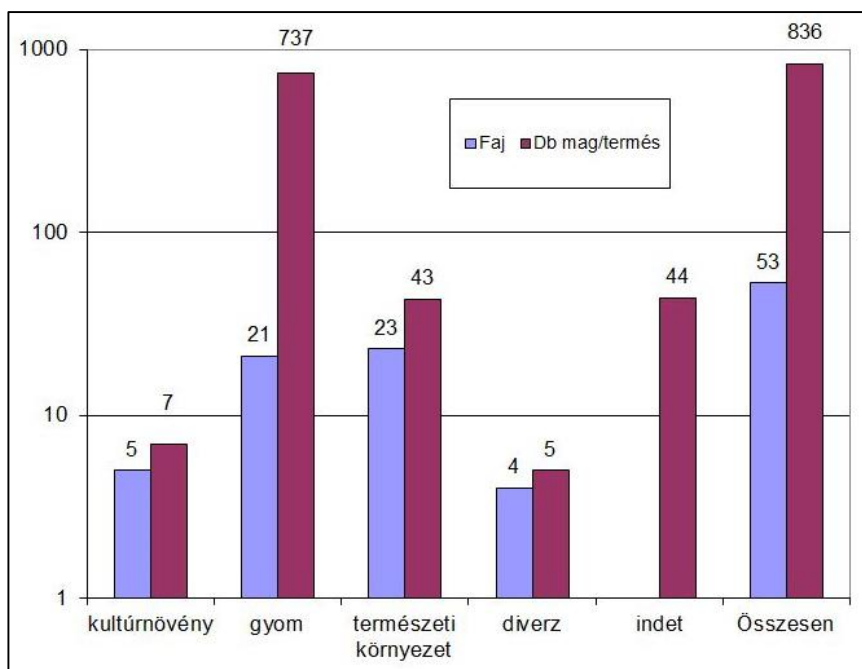
Eredmények

A három iszapmintában 49 növényfaj 836 db magját/termését találtuk meg (1. táblázat). A mintákban kultúrnövények, azok gyommagjai és az egykori természetből bekerült ún. vegetációelemek diasporái voltak (2. táblázat). Annak ellenére, hogy a növényi maradványokat igyekeztünk a lehető legpontosabban meghatározni, mégis néhány maradványt, mivel azokon a határozóbélyegek nem voltak felismerhetők, egyáltalán nem tudtunk meghatározni, ezért ezek „indét”-ként kerültek a táblázatokba. Azok a maradványok, amelyek termőhelyi igény szerint nem besorolhatóak „diverz”-ként tüntettük fel a táblázatban.

1. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kútból származó eredmények összefoglalása.

mintaszám (db)	3
minták tömege (kg)	29
nem szenült (db)	832
szenült (db)	4
maradványkoncentráció (db/minta)	66,9
növényfaj (szenült) (db)	4
növényfaj (nem szenült) (db)	45

Valamennyi mintában találtunk növényi maradványt, melyek csak tömegükben különböztek egymástól, de származási helyüket illetően nem, ezért kiértékelésüket összevontan végeztük. A maradványkoncentráció viszonylag magas: 66,9 db/iszapolatlan minta. Az ilyen magas értékek azonban jellemzőek a kutak iszapbetöltésére.



1. ábra. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. százú szkíta kori kút növénymaradványainak antropogén csoportosítása.

2. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. százú szkíta kori kút növényi maradványainak csoportosítása.

Csoport	Faj	Db mag/termés
kultúrnövény	5	7
gyom	21	737
természeti környezet	23	43
diverz	4	5
indet	-	44
összesen	53	836

Az eredmények értékelése

Mennyiségi értékelés (1. ábra)

A kultúrnövények közül csak néhány gabonafélét találunk (3. táblázat). Valamennyien szenült állapotban voltak. Előfordulásuk inkább csak jelzésértékű arra vonatkozólag, hogy ismerték, használták őket. Szórvány előfordulásukra magyarázat lehet, hogy nagyobb mennyiségben gabonátároló vermekben, hulladékgödörökben, házakban számíthatunk rájuk, kutakban ritkán. Árpa közöttük nem volt. Az itt talált fejlett, ma is általánosan termesztett hexaploid csupasz szemű

közönséges búza (*Triticum aestivum* subsp. *vulgare*) két szemtermése is jelen volt. Egyik hosszúkás, a másik kerek. Annak eldöntésére, hogy ezek két ökotípushoz/fajtához tartoznak-e, ez kevés, de nem kizárt. Találtunk még valószínűleg ételnek előkészített kölesszem (Panicum miliaceum) is. A hántolás során ugyanis kitérik a csíra. Egy apró rozsszem (*Secale cereale*) is előkerült. Ez rendkívül jelentős, mert a rozs az őskorban eddig csak kis mennyiségben és kevés lelőhelyről ismert (középső neolitikum: Polgár-M3/31. lh., késő neolitikum: Polgár-M3/6. lh.6, kora bronzkor: Dunakeszi-Székesdűlő, középső bronzkor: Ménfőcsanak-Szeles, Százhalombatta-Földvár, késő bronzkor: Gőr-Kápolnadomb). Úgy tűnik, hogy ez a kétszer domesztikált kultúrnövény szórványként az őskorban már megjelent a Kárpát-medencében, de a korszak elmúltával el is tűnt innen. Csak a római korban kezdett újra gyorsütemben terjedni, de akkor már a nagy szemű változata (Gyulai 2010). A rozs kora vaskora jelenléte tovább finomítja a fent elmondottakat.

A len (*Linum usitatissimum*) magjai ugyancsak jelentőséggel bírnak. Bár eldönteni nem tudjuk, hogy olaj vagy rostonövényként, esetleg mindkettőnek használták, mégis fontos jelzés arra

vonatkozólag, hogy az itt letelepült lakosok a gabonatermesztésen kívül más növények termesztésével is foglalkoztak. Itt jegyezzük meg, hogy hiába reméltük, mégsem találtuk meg a szkíta kori lakosság által Európába behozott, és sokoldalúan (rost, drog) használt kender maradványait.

3. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kútból származó kultúrnövény-maradványok összesítése.

Kultúrnövény	Maradvány
köles	1
rozsa	1
közönséges búza (hosszúkás szem)	1
közönséges búza (kerek szem)	1
házi len	2
borszőlő	1

Valamennyi fent említett kultúrnövényelet között a legnagyobb jelentőséggel mégis az itt talált borszőlő (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) magja bír. Ez az egyik legkorábbi hazai borszőlő magleletünk, az ország keleti részéből pedig mind ez ideig az egyetlen. A borszőlő legkorábbi felbukkanása a Dunántúlon Sopron-Krautäcker lelőhelye. Sopron-Krautäcker késő Hallstatt - korai La Tène kori rétegének egyik sírjából két darab szőlőmag került elő (Jerem et al. 1985). Facsar nagy gonddal végrehajtott vizsgálatai szerint az egyik mag kultúrbélyegekkkel rendelkezik, így ezt borszőlőnek ítéli (Facsar & Jerem 1985). Összehasonlító vizsgálatok alapján megállapította, hogy ezek a szőlőmagvak a Kárpát-medence korabeli szőlőmagjaihoz képest egyedülálló fejlettségi szintet mutatnak, ami megítélése szerint a helyi szőlőtermesztés kezdeti szakaszára utal. A Sopronhoz közeli, mindössze 7 km-re fekvő burgenlandi Zarány (Zagersdorf) Hallstatt kori (i.e. 7. sz.) halomsír egyik edényéből további 3 db szőlőmag került elő. Facsar meghatározása szerint ezek, ha nagyon kezdetlegesen is, de már a kultúrkonvergencia jegeit viselik magukon (in: Kaus 1987).

A vizsgált mintákban két darab szőlőmagot azonosítottunk, az egyik egyértelműen vad faj (*Vitis sylvestris*) a másik pedig borszőlő (*Vitis vinifera*) maradvány. Mindkét tételen morfo-metriai vizsgálatokat végeztünk el, amelyek szintén igazolták az előző állításunkat.

A feltárt borszőlő esetében a mag jellemző méreteit lemértük és ezekből Facsar Géza által

használt indexeket képeztünk, amelyek alapján megpróbáltuk valamely ma is termesztett fajtával azonosítani. A vizsgált értékek közül csak a mag szélesség/maghossz arány alapján kaptunk mai fajtára utaló adatot, a többi vizsgált érték (chalaza-pajzs hossz/maghossz arány, csőr-hossz/maghossz arány, chalaza pajzs szélessége/magszélesség) nem volt mai fajtákéval azonos (Facsar 1970).

Az előző index alapján is több fajta jöhetett szóba ('Apró fehér', 'Fehér izsáki', 'Furmint', 'Kövidinka', 'Piros tramini', 'Ezerjő', 'Fehér lisztes', 'Juhfark', 'Kékfrankos', 'Ortliebi', 'Sárgamuskotály'), melyek közül a régóta termesztésben lévő fajták magjait a morfológiai vizsgálat során Fovea Pro 4.0 programmal mértük le (Russ 2005). A figyelembe vett morfológiai mutatók alapján a régészeti mag leginkább az Ezerjő és a Sárgamuskotály fajtához hasonlít, de egyértelműen ezekkel sem azonosítható.

4. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kútból származó gyűjtögetett vadon termő gyümölcsök összefoglaló táblázata.

Gyűjtögetett vadon termő gyümölcsök	Db mag/termés
vadrózsa	2
hamvas szeder	1
vadszeder	1
málna	3
fekete bodza	355
ligeti/vadszőlő	1

A termesztett szőlőt három változatcsoportba (*convarietas*, *proles*) soroljuk Negrul alapján, melyek egyben kialakulási helyükre is utalnak:

– convar. *alemannica* vagy *proles occidentalis* elterjedési csoport. Eredetileg nyugat-európai elterjedésűek. Borszőlők. A bogyók gömbölyűek, fehérek vagy kékek, lédúsak, savasak: pl. 'Szürkebarát', 'Rajnai rizling'.

– convar. *byzantina* vagy *proles orientalis* elterjedési csoport. Eredetileg közép-ázsiai és Kaukázus környéki előfordulásúak. Elsősorban csemege-szőlőfajták: pl. 'Afuz Ali', 'Ottonel muskotály'.

– convar. *mediterranea* vagy *proles pontica* elterjedési csoport. Eredetileg pontuszi vagy Fekete-tenger melléki elterjedésűek: közelebből Kisázsia, Görögország, Bulgária, Besszarábia vidéke, de Magyarország is ide tartozik. Nagyobb

részben borszőlők, kisebb részben csemegezőlők: pl. 'Ezerjó', 'Furmint' (Negrul 1946).

A mérési eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy mivel az 'Ezerjó' és a Sárgamuskotály is a pontuszi változatsoportba tartozik, így valószínűsíthető, hogy a megtalált borszőlőmag is a Fekete-tenger vidékéről származó szőlőfajtából való.

Az ismertetett kultúrnövények mellett szólnunk kell bizonyos itt talált haszonnövényekről is.

A kút nedves környezete kiváló minőségben őrzött meg számos, a település környékéről gyűjtött vadon termő gyümölcs magját (4. táblázat): vadrózsa (*Rosa cf. canina*), hamvas szeder (*Rubus caesius*), vadszeder (*R. fruticosus*), málna (*R. idaeus*), ligeti másnéven vadszőlő (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*). Ezek egyaránt származhattak nyers fogyasztásból, mint azok termékeiből (szörp, liktárium, bor stb.). Különösen érvényes lehet ez a fekete bodzára annak három és félszáz csonthéjas magja miatt. Gyógyhatásuk miatt felmerülhet, hogy a kút iszapjában talált növények közül ismerték és használták a gyógy- és fertőtlenítő hatása miatt közismert mezei mentát (*Mentha cf. arvensis*), az ízületi betegségek javító, roboráló, vizelethajtó, vértisztító, tejlévasztást serkentő hatása miatt régóta ismert nagy csalánt (*Urtica dioica*), csakúgy mint az antidepresszáns, hangulatjavítóként, stresszoldó, nyugtató hatású közönséges orbáncfüvet (*Hypericum perforatum*) és a vese és májműködést segítő, étvágycsináló, köszvénygyógyító mezei katángot vagy más néven cikóriát (*Cichorium intybus*) (Rápóti és Romváry 1983). Valamennyi itt ismertetett faj (5. táblázat) közül a bolondító beléndek (*Hyoscyamus niger*) magja volt a legtöbb. Ez veszélyes gyom, mert termése erősen mérgező. Drognövényként is ismert (Rápóti és Romváry 1983). Hatóanyaga a hioszciamin, amely száradás alatt atropinná alakul. Fájdalomcsillapító és bódító hatása van. Leveléből készült főzetet asztmás rohamok csillapítására itták, reumás és más fájdalmak (pl. fogfájás) enyhítésénél is bevált. Lókupecek beléndekmagot etettek az állattal, hogy eladásra szánt lovuk egészségesebbnek tűnjön. A középkorban bájitalt is készítettek belőle. Nem tudjuk, hogy hatásával tisztában voltak-e az itt élők, de nem is zárható ki. Legalább ilyen veszé-

lyes, a farkas-kutyatej (*Euphorbia cyparissias*), és még ennél is veszélyesebb növény az erősen mérgező foltos bürök (*Conium maculatum*). Kiváló építőanyagra (6. táblázat) találhattak a tetőfedésre kiválóan alkalmas sásfélékben: erdei sás (*Carex silvatica*), borzas sás (*C. hirta*), nyúlánk sás (*C. elongata*), róka/sulymos sás (*C. vulpina/muricata*).

5. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kútból származó gyógy- és mérgező növények összefoglalása.

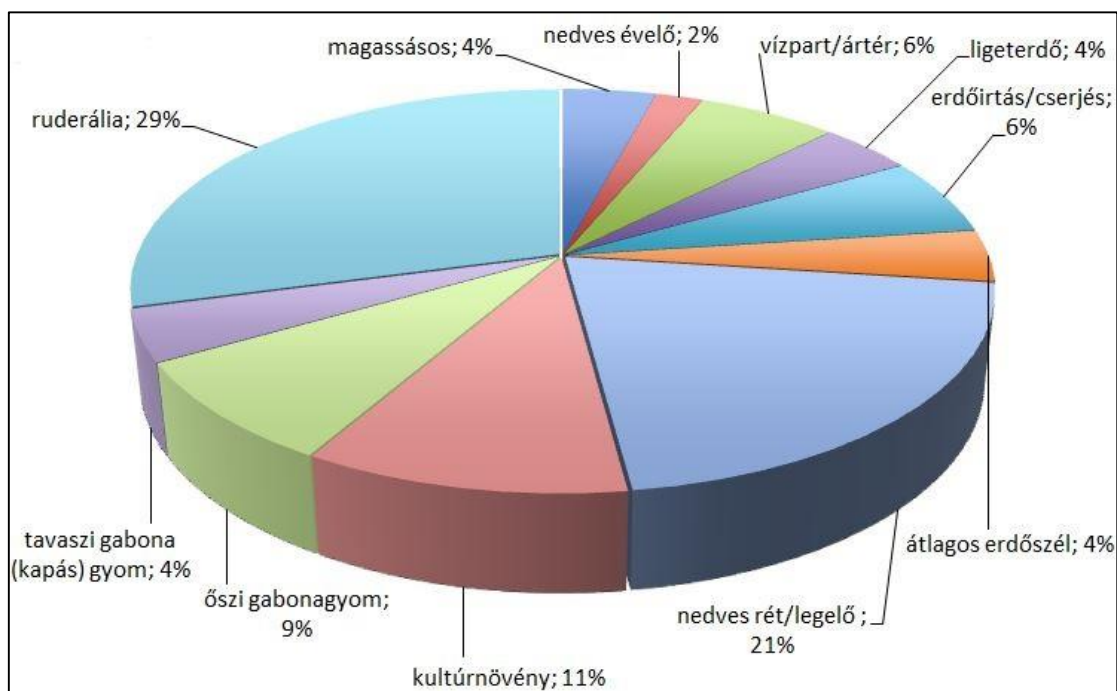
Gyógy- és mérgező növény	Db mag/termés
mezei menta	1
nagy csalán	61
közönséges orbáncfű	2
mezei katáng	1
bolondító beléndek	32
foltos bürök	1
farkas-kutyatej	1

6. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kútból származó építőanyagok összefoglalása.

Építőanyag	Db mag/termés
erdei sás	1
borzas sás	7
nyúlánk sás	3
róka/sulymos sás	1

Minőségi (ökoszociológiai) értékelés

A mintákban talált növényfajok termőhelyi igényeit (7. táblázat) figyelembe véve elvégeztük azok ökológiai csoportosítását (2. ábra). Vizsgálatainkat a kimutatott fajokra és azok diasporáira egyaránt kiterjesztettük. Ezek nagyobb részben a mintákban véletlenszerűen előforduló vegetációelemek, kisebb részben gyomok, azaz az emberi tevékenységgel összefüggésben álló ún. palaeo-etnobiocönózis tagjai. Nagy számuk miatt, segítségükkel nagy biztonsággal végezhetünk környezetrekonstrukciót. Belőlük változatos természeti és települési környezetre következtetünk.



2. ábra. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kút növényfajainak termőhelyi ökológiai csoportosítása.

7. táblázat. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kút növényfajainak termőhelyi ökológiai csoportosítását összefoglaló táblázat.

Termőhelyi ökológiai csoport	Növényfaj	Db mag/termés
magassásos	2	4
nedves évelő	1	1
vízparti/ártér	3	4
ligeterdő	2	2
erdőirtás/cserjés	3	5
átlagos erdőszél	2	3
nedves rét/legelő	5	17
átlagos rét/legelő	4	6
száraz rét/legelő	1	1
kultúrnövény	5	7
őszi gabonagyom	4	18
tavaszi gabona (kapás) gyom	2	24
nedves ruderalia	3	69
átlagos ruderalia	10	808
száraz ruderalia	1	32
összes besorolható	48	1001

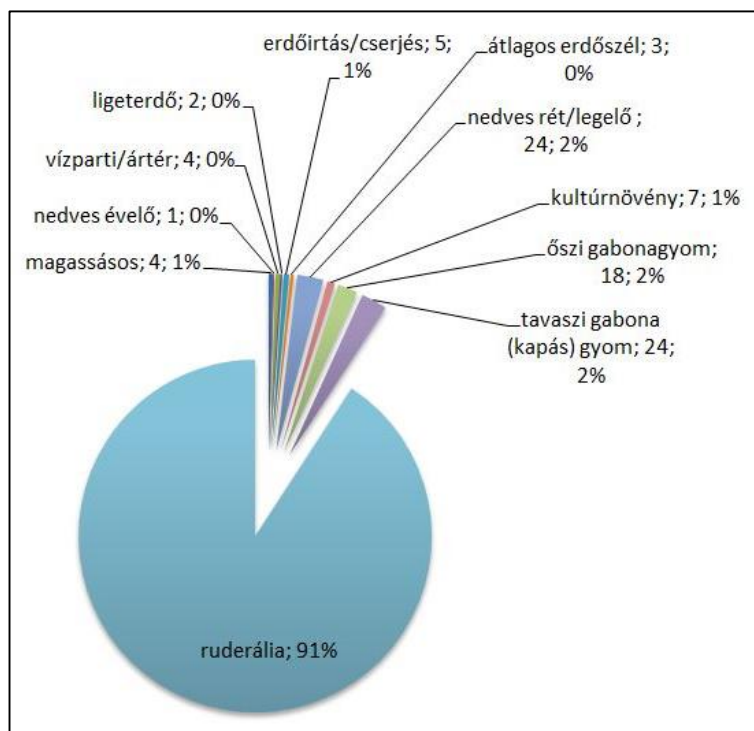
A természeti környezetből bekerült növényfajok szerint az itteniek víz mentén, elmocarasodó ligeterdőben vagy annak közelében éltek. Talán szántóföldjeik egy része is ilyen lehetett. Viszonylag sok innen származó mag diasporája került be. A nyílt víztől a part felé haladó szukcesszió itt kimutatott első tagja a magassásos volt. Ebből az övből (széllel, árvízzel stb.) kerültek be a mocsári csetkaka (*Eleocharis palustris*) és a nyúlánk sás makkjai. További vízparti, ártéri növények maradványait is megtaláltuk: halovány acat (*Cirsium oleraceum*), vízi peszérce (*Lycopus europaeus*), róka/sulymos sás, mezei menta.

Amint már említettük, az itt élők a környékbeli ligeterdőből, számos ehető, vitaminokban gazdag gyümölcsöt gyűjtöttek. A nedves ligeterdőből gyűjtötték a ligeti (vad)szőlő ehető bogyóit, és a jóízű, minden korban kedvelt hamvas szeder termésének csonthéjas magjait. A természetes körülmények között az erdőirtásban vagy cserjésben díszlő, nagy élvezeti értéket jelentő málnát és vadszedret ugyancsak gyűjtögték. Ugyancsak ebből a környezetből származik a fekete csucsor (*Solanum nigrum*) magja. Átlagos vízellátottságú erdőszélről jutott be a közönséges orbáncfű és a gyűjtögetett növényeknél már említett gyepe vagy vadrózsa.

A rét/legelő, kaszálórét fontos szerephez jutott az itt élők életében. Itt legeltették állataikat. Innen gyűjthettek takarmányt télire, és nem kizárt, hogy a gabonatisztítás helye is itt volt. Bizonyosra vehető, hogy a rét/legelő a település közelében volt. Magas az innen származó növényfajok száma. Ez a rét és legelő vízellátottság szempontjából inkább nedves és átlagos, mint száraz lehetett. A rét és legelő nedvesebb részeiből származott a borzas sás, erdei sás, mezei katáng vagy cikória, közönséges gyűjtoványfű (*Linaria vulgaris*) és a tarlóvirág (*Stachys annua*), bár ez utóbbi faj tarlón, gabonák között egyaránt megtalálható. Átlagos vízellátású részeiből a farkas kutyatej, parlagi pereszlény (*Calamintha acinos* syn. *Satureja acinos*), keserűgyökér (*Picris hieracioides*), borsos árvasalán (*Lamium ampelicaule*). A szárazabb részek mindössze egyetlen fajjal képviseltetik magukat: útszéli bogács (*Carduus acanthoides*).

Az őszi vetésű gabonagyomok száma alacsony, ami összefüggésben állhat a fent ismertett gabonafélék gyér számával, de megerősítik, hogy az itt talált gabonafélék többnyire őszi vetésűek voltak (pl. őszi búza, rozs): piros kenderkefű (*Galeopsis ladanum*), mezei csorbóka (*Sonchus arvensis*), szelíd csorbóka (*S. oleraceus*), szulákkeserűfű (*Fallopia convolvulus*). Ezek többnyire magas növésű gyomok, következésképpen a gabona szalmaszárának kétharmad magasságával, sarlóval arathattak.

A tavaszi vetésű gabona más néven kapásnövények gyomfajainak száma mindössze kettő: tyúkhúr (*Stellaria media*), pokolvar libatop (*Chenopodium hybridum*). Ezek a kapáskultúrákban (lencse, borsó, kender, len) is előfordulnak, bár ilyen maradványokat itt nem találtunk, de ezek károsításával is számolnunk kell. Megjelenhetnek még ruderális területeken, udvarokon, házak környékén, nitrogénben gazdagabb helyeken is.



3. ábra. Miskolc, Hejő melletti 3. lelőhely 14. számú szkíta kori kút magjainak/terméseinek termőhelyi ökológiai csoportosítása.

A településjelző ún. szinantrop növényfajok száma valamennyi kategória közül a legmagasabb. A növényfajok száma 14, de ha az idesorolt magok/termések számát nézzük, akkor a kút

mintáinak magjai 91 %-ban ide tartoznak (3. ábra). Ezek a szinotropizációval kapcsolható hozható növényfajok minden emberi behatásnak, állatok taposásának kitett területen közön-

ségesen előfordulnak, ott ahol a talaj tápanyagban, különösen nitrogénben gazdag, esetleg trágyázott. Természetesen ebbe nemcsak a házak és környezete, de a karámok, az utak, árkok, állattárta területek, a kúthoz vezető út és környezete egyaránt beletartozik. Vízellátottság szempontjából ezeket a ruderális növényfajokat nedves, átlagos és száraz termőhelyre oszthatjuk. Eloszlásuk azonban közel sem egyenletes. Legtöbbjük átlagos vízellátottságú termőhelyről származik. A nedves területről származó már kevesebb, legkevesebb pedig a száraz termőhelyről bekerült. Nedvesebb részéről származott a nagy csalán, réti lórom (*Rumex obtusifolius*), terebélyes laboda (*Atriplex patula*). A taposásos gyomfajok túlnyomó többsége (10 faj, 594 db mag) azonban átlagos vízellátottságú részéről került be, mutatva hogy a települési környezet elsősorban ilyen lehetett: nagy csalán, réti lórom, terebélyes laboda, nagy bojtorján (*Arctium lappa*), nyári perje (*Poa annua*), porcsin vagy madárkeserűfű (*Polygonum aviculare*), kúszó boglárka (*Ranunculus repens*), szappanfű (*Saponaria officinalis*), fehér mécsvirág (*Silene alba*), nyúlank vagy harasztos káposzta (*Brassica cf. elongata*), bürök, fekete bodza, fehér libatop (*Chenopodium album*), pokolvar libatop, tyúkhúr. Száraz területekről mindössze egy faj származik: bolondító beléndek.

Lelőhely szerepe az egyéb szkíta kori növénymaradványok között

A most bemutatott szkíta kori leelőhely növénymaradványain kívül hazánk területén eddig két szkíta település növénymaradványai ismertek. Az első 1996-ban, Rákoskeresztúr-Újmajor leelőhelyen került napvilágra. A házakból és tüzelőhelyekből származó archaeobotanikai anyag összetételét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az itt élők legfontosabb gabonaféléje a hatsoros árpa volt. Sorban ezután a köles következik. Itt jegyezzük meg, az árpa és a köles túlsúlya a gyorsmozgású, állattartó népek jellegzetessége. További gabonafajokat is termesztettek, de azok semmiképpen nem voltak jelentősek. A búzák közül legtöbb a tönke. Az alakor, csupasz árpa, rozs szemtermései együttesen is csak 1 %-ot tesznek ki. Szórványként, de a keleti eredetű népekre jellemző módon, a jellegzetesen sarkos szemtermésű törpe búza is felbukkan. Az itt talált néhány rozsszem igazi

szenciació. Mindez azt bizonyítja, hogy az itt élt szkíta kori lakosság ismerte ugyan a búzákat, és azokat valamiféle ősi keverékgabona módjára termesztették is, mégis hagyományaikhoz és életmódjukhoz illően, elsősorban az árpa és a köles termesztésével foglalkoztak. A gyomnövények maradványai mellett tönke villák és árpa kalászsorsó töredékek mutatják, hogy a gabonát tisztították, valószínűleg szelelték. Hüvelyes növényeik a kismagvú lencse és a borsó voltak.

Ebes Zsong-völgy régészeti lelőhely 2003. évi feltárása során különösen jelentős mennyiségű földminta került begyűjtésre kutakból, házakból, gödrökből. Letelepült, szántóföldi növénytermesztést folytató népesség olyan leletanyaga volt ez, ahol a gabonafélék mellett olyan konyhakerti hüvelyesek termesztésével is foglalkoztak, mint az ősi kismagvú lencse és a mezei borsó. A növényi makromaradványok háromnegyed része kultúrnövény volt: gabonaféle és hüvelyes. A szemtermések magas arányából következően a gabonatermesztés meghatározó jelentőségű lehetett a telep életében. A gabonaféléket két nemzetségre: árpa és köles uralta. Az ép árpaszemeket többsoros (hat- vagy négyesoros) formára és ötödannyi kétsoros árpára különítették el. Előfordult még a csupaszárpa is. Az árpa és búza közel 3:1 arányban volt megtalálható. A búzákat elsősorban az ősbibb típusú pelyvásak jelentik. Legtöbb az alakor, feleannyi a tönke, de még a tönköly is előfordult. Megítélésünk szerint ezeket a búzafajokat nem elkülönítve, hanem elegyesen termesztették. Ezt látjuk alátámasztani a közöttük szórványként megbúvó néhány csupaszbúza is: törpe búza, kenyérbúza, közönséges/durum búza. Néhány aprócska rozsszem bizonyos arra, nézve hogy ezt a gabonaféléket is ismerték. Az itt megtalált abrakzab csupasz szemek ellenben a legkorábbi előfordulásai a termesztett zabnak a Kárpát-medencében. A haszonnövény keleti származásának bizonyítékai.

Az alakor, tönke és tönköly ún. villák mutatják, hogy a gabonát csépelelték és tisztították, valószínűleg szelelték. Egyaránt találtunk itt őszi vetésű és tavaszi vetésű vagy kapásnövények gyomfajait. Itt is magas volt és igen változatos összetételű a települési gyomflóra. A kimutatott növényfajok egy része itt is mérgező volt. Mérgező/hallucinogén/drog növényként ismert a konkoly és a lenvadóc, más néven szédítő vagy konkolyperje. Ezek ismeretével is számolnunk kell. A gabonafélék között talált

anyarozs v. varjúköröm tömlős gomba szkleróciuma, a benne lévő toxikus anyagok miatt igen veszélyes, örleménybe kerülve komoly mérgezéseket képes okozni.

Az egykori környezetéből bekerült sokféle és változatos növényfajból végzett környezetrekonstrukció szerint a telep körül mocsaras, vízjárta részek, ligeterdő, erdők helyezkedett el, ahonnan számos vadon termő gyümölcsöt gyűjtöttek. Az egykori élettér nagy kiterjedésű inkább átlagos vízellátottságú réttel/legelővel egészült ki, ahol állataikat legeltették.

Szerencsés módon itt gabonákból készült ételmaradványok töredékeit is megtaláltuk: köleskása, kelesztés nélkül készült durvára örölt gabona darakása, kelesztés nyomait viselő, zsirkiválástól fényes gabonakása és egytálétel maradványa egyaránt.

Összességében elmondható, hogy a most feldolgozott Miskolc-Hejő melletti szkíta kori kút régészeti-növénytan leletanyaga rendkívül jelentős, mert hozzájárul a szkíta kori életmód és települési környezet megismeréséhez.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondunk köszönetet Hajdú Melinda ásatásvezető régésznek, a kiváló mintagyűjtésért és azért, hogy lehetővé tette e különleges leletanyag az archaeobotanikai feldolgozását.

Felhasznált irodalom

- Árendás V. 1982. A magyarországi archeobotanikai adatok összehasonlító értékelése. *Agrártörténeti Szemle* 1982/1–2, 1–52.
- Csontos P. 2001. A természetes magbank kutatásának módszerei. *Synbiologia Hungarica* 4. Scientia, Budapest.
- Ehrendorfer, F. 1973. *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Stuttgart.
- Ellenberg, H. 1979. *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. *Scripta Geobotanica* 9.
- Facsar G. 1970. Összehasonlító morfológiai vizsgálatok kerti szőlőfajták magjain I., *Bot. Közlem.* 57 (3), 221–231.

- Gyulai, F. 2010. *Archaeobotany in Hungary. Seed, Fruit, Food and Beverages Remains in the Carpathian Basin: an Archaeobotanical Investigation of Plant Cultivation and Ecology from the Neolithic until the Late Middle Ages*. Archaeolingua, Budapest.
- Jacomet, S., Brombacher, Ch., Dick, M. 1989. *Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich*. *Berichte der Zürcher Denkmalpflege* 7.
- Jerem, E., Facsar, G., Kordos, L., Krolopp, E. Vörös, I. 1985. A Sopron-Krautackerer feltárt vaskori telep régészeti és környezetrekonstrukciós vizsgálata II. *Archaeológiai Értesítő* 112, 3–24.
- Kaus, K. 1987. *Weinbau im Burgenland vor 2700 Jahren! Pannonische Weinblätter*. *Post der Burgenländisch- Pannonischen Weinritterschaft* 7.
- Matus, G., Papp, M., Tóth, T., Kéki, S., Török, P., Valkó, O., Vida, E., Kelemen, A., Miglécz, T., Tatár, B. 2010. Application of plastic seed mimics to model seed bank formation of weeds in pastures in relation to soil type and land use. *15th European Weed Research Society Symposium*, 12–15 July 2010, Kaposvár, Hungary.
- Neef, R., Cappers, R.T.J. & R.M. Bekker 2012. *Digital Atlas of Economic Plants in Archaeology*, Groningen Archaeological Studies 17 Barkhuis - Eelde/Groningen University Library.
- Negrul'. A. M. 1946. *Proiszhozdenie kul'turnogo vinogrado i ego klasszifikacija*. *Ampelografija*. SZSZSZR. I. Moszkva
- Rápóti J. & Romváry V. 1983. *Gyógyító növények*, Medicina, Budapest.
- Russ J. 2005. *Fovea Pro 4.0 Computer software*. Reinder Graphics.
- Schermann Sz. 1966. *Magismeret I-II*. Akadémia Kiadó, Budapest.
- Willerding, U. 1983. *Paläo-etnobotanische Befunde und schriftliche sowie ikonographische Zeugnisse in Zentraleuropa*. *Plants and Ancient Man*. Rotterdam. *Studies in palaeoetnobotany* 5, 75–88.



1. képtábla. 1. *Acinos arvensis* L. – partagi pereszlény, 2. *Arctium lappa* L. – nagy bojtorján, 3. *Atriplex patula* L. – terebélyes laboda, 4. *Brassica* cf. *elongata* Ehrh. – nyúlánk v. harasztos káposzta, 5. *Brassica* spec. – káposztaféle, 6. *Brassicaceae* – káposztaféle, 7. *Carduus acanthoides* L. – útszéli bogáncs, 8. *Carex elongata* L. – nyúlánk sás, 9. *Carex hirta* L. – borzas sás, 10. *Carex silvatica* Huds. – erdei sás, 11. *Carex vulpina* L./*muricata* L. Typ. – róka/sulymos sás, 12. *Chenopodium album* agg. – fehér libatop.



2. képtábla. 13. *Chenopodium hybridum* L. – pokolvar libatop, 14. *Cichorium intybus* L. – mezei katáng vagy cikória
15. *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. – halovány acat, 16. *Conium maculatum* L. – foltos bürök, 17. *Eleocharis palustris*
agg. – mocsári csetkása, 18. *Euphorbia cyparissias* L. – farkas kutyatej, 19. *Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve –
szulákkeserűfű, 20. *Galeopsis ladanum* L. – piros kenderkefű, 21. *Hyoscyamus niger* L. – bolondító beléndek, 22.
Hypericum perforatum L. – közönséges orbáncfű, 23. *Lamium ampexicaule* L. – bársonyos árvacsalán, 24. *Linaria*
vulgaris Mill. – közönséges gyújtóványfű.



3. képtábla. 25. *Linum usitatissimum* L. – házi len, 26. *Lycopus europaeus* L. – vízi peszérce, 27. *Panicum miliaceum* L. – köles, 28. *Picris hieracioides* L. – keserűgyökér, 29. *Poa annua* L. – nyári perje, 30. *Poa* cf. *annua* L. – nyári perje, 31. *Poa* spec. – perje, 32. *Polygonum aviculare* agg. – porcsin vagy madárkeserűfű, 33. *Ranunculus repens* L. – kúszó boglárka, 34. *Rosa* cf. *canina* L. – gyepűrózsa vagy vadrózsa, 35. *Rosa* spec. – vadrózsa, 36. *Rubus caesius* L. – hamvas szeder, 37. *Rubus fruticosus* agg. – vadszeder, 38. *Rubus idaeus* L. – málna, 39. *Rumex obtusifolius* L. – réti lórom, 40. *Sambucus nigra* L. – fekete bodza.



4. képtábla. 41. *Saponaria officinalis* L. – szappanfű, 42. *Secale cereale* L. – rozs, 43. *Silene alba* (Mill.) E.H.L. Krause – fehér mécsvirág, 44. *Solanum nigrum* L. – fekete csucsor, 45. *Sonchus arvensis* L. – mezei csorbóka, 46. *Sonchus oleraceus* L. – szelíd csorbóka, 47. *Stachys annua* L. – tarlóvirág, 48. *Stellaria media* agg. – Tyúkhúr, 49. *Triticum aestivum* L. subsp. *vulgare* (Vill.) MacKey – közönséges búza (kerek szem), 50. *Triticum aestivum* L. subsp. *vulgare* (Vill.) MacKey – közönséges búza (hosszúkás szem), 51. *Urtica dioica* L. – nagy csalán, 52. *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmel.) Hegi – ligeti/vadszőlő, 53. *Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera* (Gmel.) Hegi – bortermő szőlő.

ⁱ Megbízó a Miskolci Geotermia Zrt. volt. Munkatársak: Nagy S. József, Bujdosó Lilla (rajzolók), Gregóczy Gergő, Nagy Zoltán (régésztechnikusok), Miskolczi Melinda (régész) – Herman Ottó Múzeum, ásatási munkások – Perla Top Kft.

ⁱⁱ A deszkadarab nyersanyagát Dr. Grynaeus András (Cincér Bt., Károli Gáspár Református Egyetem BTK) fűzfőlének határozta meg.

ⁱⁱⁱ Az objektum és a település abszolút korának meghatározásán túl a gödörben található platniból Pethe Mihály (ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék) is mintát gyűjtött archaeomágneses kormeghatározás céljából.

^{iv} A késő bronzkori objektum 980-890 cal BC közé tehető. A mérést a debreceni Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézetének munkatársai végezték el.

^v A leletanyagot a Hereditas –Pro 2009 Kft. restaurálta.

^{vi} A földmintát Dr. Gyulai Ferenc és kutatócsapata vizsgálta.

SZÜLEJMÁN SZULTÁN SZIGETVÁRI TÜRBÉJE KÖRÜL TALÁLT IZNIKI FAJANSZTÖREDÉKEK
ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA ÉS AZ AHHOZ KAPCSOLÓDÓ TEREPI KUTATÁSOK
EREDMÉNYEI

Szabó Géza^a, Kovács Imre^b, Szőkefalvi-Nagy Zoltán^b

^a Wosinsky Mór Múzeum, Szekszárd

^b MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Kivonat Szigevár határában a 16. századi török uralkodó, Szülejmán szultán türbéje helyének keresése során két fajansztöredék került elő. Az egyik töredék a rajta látható díszítések alapján egyértelműen a 16. század második felére keltezhető. A PIXE mérések adatai szerint az ismeretlen eredetű csempetöredék összetétele teljesen hasonló a díszítése alapján jól meghatározható, 16. századi izniki fajansz töredék anyagához. Így az anyagvizsgálati eredmények alapján a semlyéki csempetöredéket is izniki műhely termékének kell tekintenünk. Az isztambuli párhuzamok alapján az is látható, hogy hasonló idomcsempék használata a nagy építész, Szinán tervezte jelentős épületekre jellemző. A régészeti megfigyelések és a történeti adatok összessége alapján valószínűnek tűnik, hogy a csempetöredék eredetileg Szülejmán szultán szigetvári türbéjéhez tartozott.

Abstract Two pieces of faience fragments were discovered during the search for the location of the great 16th century ruler's, Kanuni Sultan Süleyman's türbe near Szigetvár. One of the fragments is dated back to the second half of the 16th century and traced back to workshops in Iznik by the visual analysis of its decoration. The PIXE analysis of the two fragments indicates that the chemical composition of the other tile fragment of unknown origin found at Semlyék is completely similar to that of the aforementioned Iznik ceramics. This means that the fragment from Semlyék should also be regarded as a product from Iznik. Parallels from Istanbul also suggest that this type of tiles was typical for buildings of great significance, designed by the important architect, Sinan. Archaeological observations together with available historical data, support the notion that this fragment once belonged to the türbe of Kanuni Sultan Süleyman near Szigetvár.

Özet Szigetvár sátrában 16. századi Türk hükümdarı Sultan Süleyman'ın türbesinin yeri aranırken iki çini parçası bulundu. Bu parçalardan biri, üzerindeki süslemelere dayanarak hiç kuşkusuz 16. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenebilir. PIXE ölçümlerinin verilerine göre kökeni belirsiz çini parçasının bileşimi, üzerindeki süslemelere bakıldığında 16. yüzyıla ait olduğu saptanan İznik çini parçasının bileşimiyle tamamen aynıdır. Dolayısıyla Semlyék'te bulunan çini parçasını da, kullanılan malzemenin incelenmesiyle elde edilen sonuçlara dayanarak İznik atölyesi ürünü saymamız gerekmektedir. İstanbul'daki analojiler düşünülecek olursa, benzeri profil-çinilerin kullanımı büyük mimar, Sinan'ın planladığı önemli binalarda da görülür. Arkeolojik gözlemlerin ve tarihsel verilerin bütünü göz önüne alınacak olursa çini parçası muhtemelen Sultan Süleyman'ın Szigetvár türbesine ait idi.

Kulcsszavak Izniki fajansz, PIXE-vizsgálatok, Szülejmán szultán, szigetvári türbe

Keywords Iznik faience, PIXE examinations, Kanuni Sultan Süleyman, türbe of Szigetvár

Anahtar szözcükler İznik çinisi, PIXE ölçümleri, Sultan Süleyman, Szigetvár Türbesi

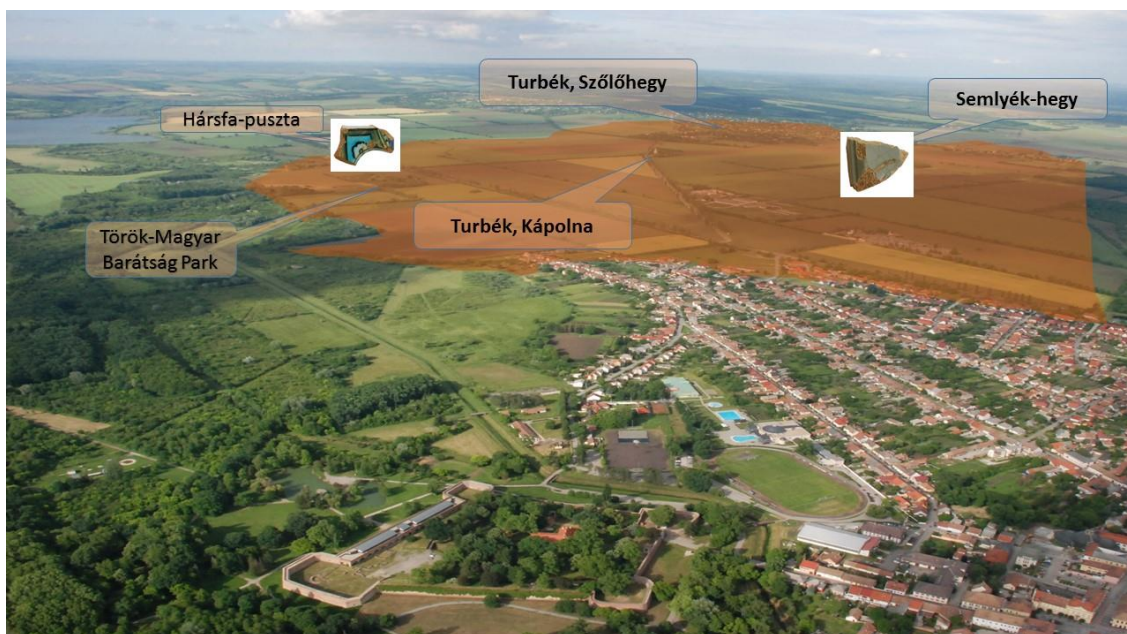
A Szigetvár alatt elhunyt legnagyobb török uralkodó, *Törvényhozó Szülejmán* szultán földi maradványainak kutatása a mesés kincsek reményében már a hódoltság korában megkezdődött, majd az elmúlt évszázadokban új és új próbálkozásokról szóltak a híradások. Evlia tudósítása szerint a várvédő Zrínyi Miklós azonos nevű dédunokájának

katonái 1664. február közepén a síremlék erődítményét felégették, a türbe belsejét pedig felásták. Nincs hír arról, hogy találtak is volna valamit, de a július 20. körül a türbét meglátogató török utazó már örömmel számol be IV. Mohammednek a palánkot és síremléket teljes helyreállító és megnagyobbító rendelkezéseiről (Karácson 1908: 36), Szigetvár visszafoglalása után az aranyra éhes

osztrák katonák különböző ürügyeket keresnek a kincskeresésre. A haditanács jóváhagyásával hivatalosan kutatnak az elásott török ágyúk után a várban, e munka során felásva a dzsámi belsejét is (Németh 1903: 317). Mint arról Conte de Vecchia, Szigetvár visszafoglalása utáni első parancsnoka 1693. április hó 11-én írt jelentéséből értesülhettünk, a teljesen márványból épült turbéki sírkápolnát Gallo Tesch élelmészeti tiszt csak azért leromboltatta, hogy ólomtetejét, tornyának ónját és a nagy aranyozott gombját (amely a szemtanúk szerint akkora volt, hogy két mérő gabona fért bele) Bécsbe küldje eladás céljából (Takáts 1927: 130). A falak elbontása után az egykori türbe pontos helye feledésbe merült, az elmúlt több mint száz esztendőben többször is hiába próbálkoztak a megkeresésével. Korábban egyetlen kézzelfogható tárgy sem került elő, amely a türbe helyét, létét bizonyította volna. Így különösen nagy jelentősége van annak a kis fajansz csempetöredéknek, amely a Szigetvár keleti határát érintő rendszeres és szisztematikus megfigyelések keretében (Szabó et al. 2013. Szabó 2014) 2013. január 11-én Szabó Géza régész vezetésével Kitanics Máté, Lebedy János, Piros Tamás részvételével végzett terepszemle során került elő.

A szultáni türbe helyének meghatározása során elsősorban a történeti adatok, a domborzati viszonyok, a felszínen megfigyelhető régészeit jelensé-

gek alapján vontuk meg a vizsgálandó terület határát. Első helyszíni szemléink során az őskori és a magyar középkorra keltezhető településnyomok mellett északon Hársfa-pusztánál, keleten a turbéki hegytetőn futó útig, délen a Semlyék-hegyen találtunk a szántásban a török korra jellemző, értékelhető régészeti leleteket. Így a terepi megfigyelések és a felszínen látott kerámiatöredékek alapján a kutatási területet északon a Hársfa-pusztá magasságában, keleten a turbéki hegytetőn, délen a becefai útnál határoltuk le olyan praktikus szempontokat is figyelembe véve, mint a vártól lőtávolon kívüli, de még nem túl távoli helyszínek és a vízgyűjtőterület. Helyszíni szemléink során egyébként ezen a területen szinte mindenütt találtunk a felszínen szórva nyos török kori régészeti leleteket, és két, még a török hódítás előtt elpusztult magyar falu, Szudalaka és Semlyék helyét is sikerült azonosítanunk (1. ábra). Mint arra Lebedy Jánosnak felhívta a figyelmünket, Zwdalaka az 1553-as összeírásban még mint nemesi birtok szerepel, amelynek lakói a szigeti várhoz szolgáltattak tizedet. Később már Szólád Mátyás birtokaként említik, amely 1558-ra elnéptelenedett (Tímár 1989: 106, 214) Semlyék-hegy pedig 1553-ban még egybírótság volt Zsibóttal, de 1555-ben már mint a szigeti várhoz tartozó területet sorolják fel. (MOL UC 50:24) Sőt, 1565-ben is már csak mint elnéptelenedett falut említik. (Tímár 1989: 106, 376)



1. ábra. A lehatárolt kutatási terület Szigetvár határában a fontosabb helyszínekkel.

A hagyományos régészeti módszerek mellett egyes leleteket roncsolásmentes kémiai összetétel vizsgálatnak is alávetettük, nevezetesen úgynevezett „levegőre kihozott proton nyalábos PIXE (Particle Induced X-ray Emission)” méréseket végeztünk a kiválasztott töredékek egyes pontjain. Ennél a régészetben is széles körben alkalmazott módszernél egy alkalmas magfizikai gyorsítóval néhány MeV energiára felgyorsított, milliméter körüli méretre fókuszált proton nyaláb egy vékony műanyag fólián keresztül kijut a gyorsító légtüres teréből a levegőre és közvetlenül bombázza az útjába helyezett tárgyat. A bombázás hatására a tárgyat alkotó atomok úgynevezett karakterisztikus röntgensugarakat bocsájtanak ki. Ezeknek a sugaraknak az energiái egyértelműen jellemzőek arra, hogy melyik kémiai elem atomjai bocsájtották ki azokat, míg a sugarak intenzitása a szóbanforgó elemek mennyiségével hozható kapcsolatba. A bombázó proton nyaláb intenzitása rendszerint olyan kicsiny, hogy a vizsgált céltárgy semmilyen észlelhető elváltozást nem szenved. A méréseket az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont 5 MV-os Van de Graaff gyorsítójánál kiépített PIXE mérőrendszerrel végeztük Gyódi 1999; Contantinescu 2014).

Izniki töredékek

A Szigetvár ÉK-i határában lehatárolt kutatási területen a vizsgált korszakból értékelhető leleteket és zárt objektumokat eddig csak négy helyszínen figyeltünk meg. A Török temető dűlő Hársfa-

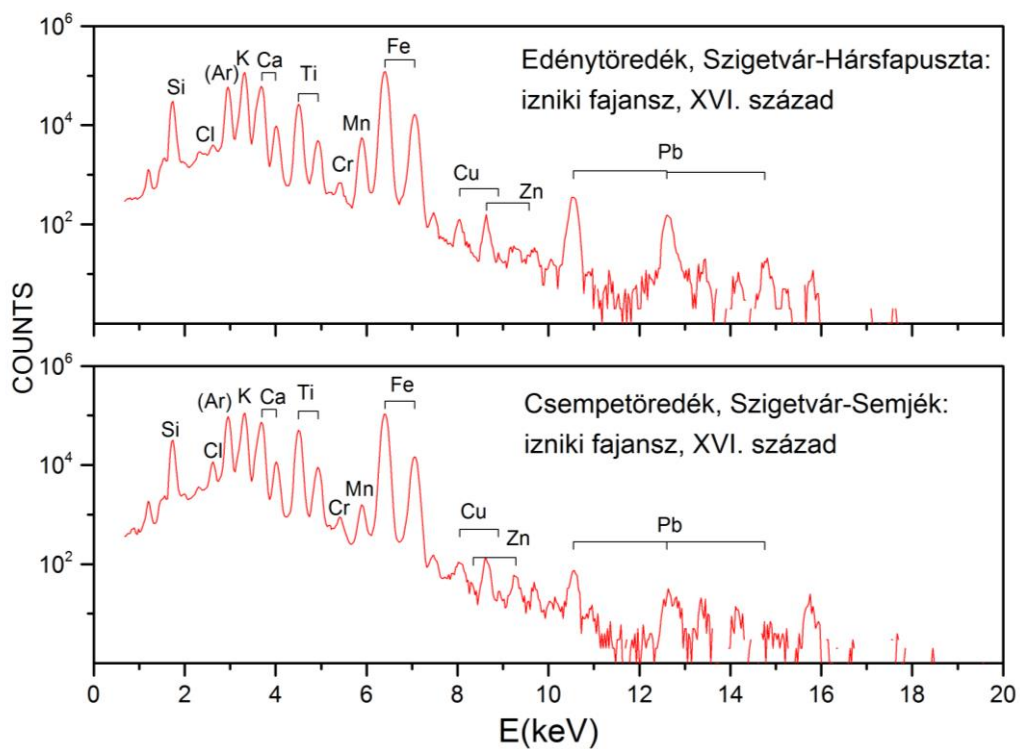
puszta felőli végében egy 16. század második felére datálható izniki fajansztöredék, feltehetően egy kupa fogójának 4x3 cm nagyságú, 1 cm vastag részlete került elő az egykori út vonalában. A töredéket a 2013. január 5-i helyszíni bejárás során Kitanics Máté találta. Az izniki edénytöredék lelőhelye közelében többszöri próbálkozás után is csak néhány kevésbé jellegzetes edénytöredék, újabban egy kék üvegyöngy és két emberi csontdarab, cseréppipa, illetve kínai porceláncsésze töredéke került elő. Az izniki edény darabja a máz alatt fehér engob alapon színesen festett. A tárgy körvonalát követő, fekete kontúrvonalakkal keretelt türkiz zöld sávon belül egy kobaltkék mezőben ívelt fekete vonalakkal megrajzolt kis fehér virág fele látható. Az engobozás és a fedőmáz a törésselületek kivételével minden oldalon megfigyelhető. Törésselület a töredék két szélén is látható. Ezek jelzik, hogy a tárgy milyen irányban folytatódott (2. ábra) Mindezeket figyelembe véve fültöredékre gondolhatunk. Sárgás színe, állaga alapján feltételezett fajansz alapanyaga és formai-, valamint díszítésbeli párhuzamait egyaránt a 16. századi izniki tárgyak között találjuk. Az izniki edények és csermék a 15. század végétől nem agyagból, hanem fajanszból készültek (Fehérvári 1987: 243; Gerelyes 1994: 33-34). A kék és a türkiz zöld színek használata, a fekete kontúrvonalak és a rodoszi kerámiára már jellemző piros szín hiánya alapján inkább az 1530-tól virágzó damaszkuszi stílus körébe, a 16. középe-re datálható (Fehérvári 1987: 243-244, 209. kép; Atasoy-Raby 1989; Denny 2012) (3. ábra).



2. ábra. Izniki edény töredéke Szigetvár, Hársfa-pusztáról.



3. ábra. A Szigetvár, Hársfa-pusztánál talált damaszkszi stílusú 16. századi török kerámiatöredék formái, színvilágbeli párhuzamai (Topkapi, Isztambul. Fotó: Szabó G.).



4. ábra. A Szigetvár környékén talált fajansz töredékek PIXE spektrumai.

1. táblázat. A Szigetvár határában talált 16. századi izniki fajansztöredékek elemösszetétele

	Edénytöredék, Szigetvár, Hársfa-pusztá: izniki fajansz, 16. sz.	Csempetöredék, Szigetvár-Semjék: izniki fa- jansz, 16. sz.
Si wt%	36,8	36,9
S wt%	0,2	0,1
Cl wt%	0,1	0,0
K wt%	4,8	4,4
Ca wt%	2,1	2,4
Ti wt%	1,0	1,8
Cr wt%	0,01	0,02
Mn wt%	0,3	0,1
Fe wt%	6,9	6,0
Co wt%	0,03	0,03
Ni wt%	0,11	0,01
Cu wt%	0,01	0,08
Zn wt%	0,02	0,02
Sn wt%	0,04	0,06
Pb wt%	0,8	0,2

Az elemösszetételt jellemző röntgen emissziós csúcsok jól megfigyelhető hasonlóságot mutatnak (4. ábra). A kvantitatív analízis egyértelműen megerősíti a két csempetöredék alapanyagának hasonlóságát (1. táblázat).



5. ábra. Fajansz idomcsempe töredéke Szigetvár, Semlyék-hegy területéről (16. sz.).

A PIXE mérések megerősítették a töredék alapanyagára tett előzetes feltételezésünket: a töredék alapvetően magas vas és kálium tartalmú fajansz, amely közepes mennyiségben tartalmaz kalciumot, míg pl. mangántartalma egészen alacsony (4. ábra). A részletes, az engobra és a mázra is kiterjedő vizsgálatok még folyamatban vannak.

A fent elemzett edénytöredéknél is fontosabb a másik, a semlyéki dombon előkerült fajansztöredék. A síkcsempe töredék mintegy 2 cm vastag, 3,5x4 cm nagyságú. Anyaga fajansz, élén és előlapján fehér engóbozott alapon elmosódottan halványzöldes árnyalatú, mázazott. Ez a színárnyalat szokatlan a 16. századi leletek között, de Isztambulban Rüsztém pasa dzsámijában is található néhány, talán a nem megfelelő égetés miatt hasonló színű csempe. Ott egyébként is különösen gyakori a zöld szín alkalmazása, de a mi töredékünkhöz hasonló árnyalat csak az egyik elmosódott, feltehetően rontott csempén figyelhető meg. A semlyéki darab élét 45°-ban levágták, ez alapján idomcsempének, szegélynek határozható meg. A török épületedíszek között az általánosan használt szegélycsempéknél is többnyire derékszögű oldallappokkal találkozhatunk. Viszonylag ritka, de az oszmán építészetben nem egyedi megoldás a speciális, ferdén vágott élű idomcsempék használata. Isztambulban például a nagy építész, Mimár Szinán tervei alapján a Süleymaniye külliye (1550-57) területén lévő Hürrem szultána türbéjében a mihráb fulke és az ablakmélyedések sarkát alakították ki 45°-ban levágtott élű idomcsempékkal. Az ugyancsak

Szinánhoz köthető, már a szokatlan színárnyalat miatt is említett Rüsztlem pasa dzsámijában (1560) szintén a mihráb fülke és az ablakmélyedések sarkát borították 45°-ban levágott élű – bár rodoszi stílusban rendkívül gazdagon díszített csempék (Denny 2012: 79-84). Ezek a közel egykorú formai párhuzamok a semlyéki csempetöredék 1570-es évek körüli keltezésre utalnak (5. ábra).

A mázas fajansz csempe biztosan egy kitüntetett szerepű épület díszje – említett párhuzamai alapján mihrab fülke vagy ablakmélyedés sarka – volt. A korabeli források, valamint terepi megfigyeléseink alapján a helyszín is része volt a török tábornak. A leletek kis száma, a mindent kizáróan a hódoltsági korra keltezhető épületomladék hiánya alapján azonban egyelőre nem itt, hanem csak valahol a közelben feltételezhető jelentősebb, csempékkel borított építmény. A mázas csempe ebben a környezetben mindaddig máshonnan idekerült szóróválnak tekinthető, amíg itt nem kerülnek elő esetleg mégis további hasonló darabok.

A PIXE mérések azt az eredményt adták, hogy a csempetöredék összetétele teljesen hasonló a Török temető dülő területén talált, díszítése, formája alapján jól meghatározható és keltezhető, 16. századi izniki fajansz töredék anyagához (1. táblázat, 3. ábra), azaz teljesen egyértelmű, hogy a két tárgy azonos alapanyagból készült. Így az anyagvizsgálati eredmények alapján a semlyéki csempetöredék is izniki műhely termékének kell tekintenünk. A hosszú időn át, vagy nagy tömegben gyártó műhelyeknél általános, hogy időről időre kénytelenek új bányát nyitni és alapanyagot váltani. De még egy bányában is állandó probléma a különböző rétegek eltérő minősége. A két vizsgált töredék alapanyaga között olyan nagyfokú a hasonlóság, hogy az a fenti okok miatt egyben a tárgyak időbeli közelségét is jelenti. Az izniki műhelyek ismereteink szerint 1680-ig termeltek, így ennél mindenképpen csak korábbi lehet a töredékünk. Ez tehát megengedi a már említett formai párhuzamok alapján feltételezett 1570 körüli keltezést, ugyanakkor a kétséget kizáróan a 16. század második felére keltezhető izniki fajansz kupával azonos alapanyag ezt egyértelműen le is szűkíti erre az időszakra.

A vizsgált leletek környezetére vonatkozó adatok, megfigyelések

Nagyobb mennyiségű török kori épülettörmelék és felszíni lelet egyébként csak a Szőlőhegy dombján, a Szilvási-csárda alatti dülőben volt. Ott a szőlőso-

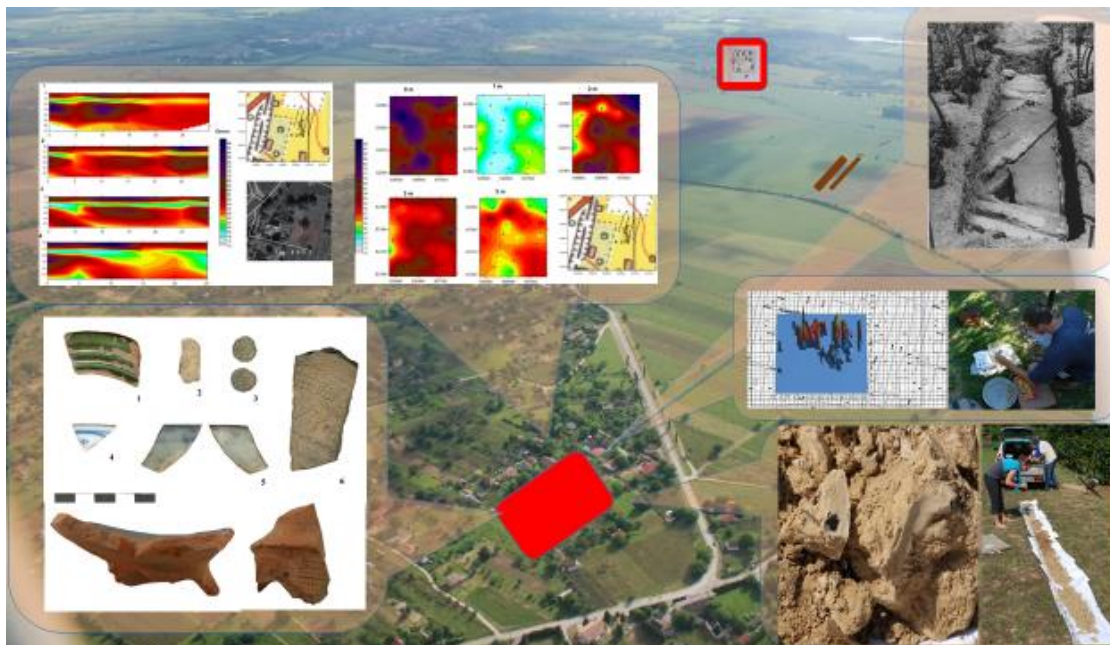
rok között nagymennyiségű török kori épületomladékok és kerámiatöredéket találtunk (Szabó et al. 2013: 101). Ez alapján a kutatási területünk pontosított keleti határát a csárda előtt, nagyjából a domb gerincén, a középkor óta lényegében változatlan helyen futó út vonalában jelöltük ki. A mai Margaréta és Nefelejcs utcák közé eső területen a Boronkai család szőlőjében Kováts Valéria is ásott. Mint jelentésében megjegyzi, „*Itt a föld felszínén is találtunk hódoltsági kori településnyomokat. A ma is művelt szőlőben feltártuk egy kitűnően megépített, hódoltsági kori épület egyik végének alapfalát. A viszonylag széles és mély, fagerendahálós szerkezetű alapfalak, a mészke padlóburkolat s az előkerült díszesen faragott kőtöredékek alapján a feltárás alatt álló épület középület lehetett. Az épületmaradvány közelebbi, érdemi meghatározását csak a további kutatás döntheti el.*” (Kováts 1972: 104) Sajnos kutatásának eredményeit részletesen nem közölte (Kováts 1972B: 272). A helyszín az azóta is tulajdonos Boronkai család szőlője alapján könnyen és pontosan azonosítható volt. Azonban a helyszíni szemléink során az is egyértelművé vált, hogy itt nem csak egy magányos épület állt, lényegesen többről van szó. A felszínen látható építési törmelék mennyisége, a téglá- és tetőcserép darabok, a kerámia-, kínai porcelán- illetve perzsa fajansz töredékek egyaránt arra mutattak, hogy itt egy jelentős 16-17. századi városias jellegű török település lehetett. A források és a helyszíni megfigyeléseink, a mért adatok alapján a turbéki szőlőhegyen megfigyelt, árokkal is körülvett település a két mahalle nagyságú török kori Turbékkal, a Szülejmán szultán sírhelye fenntartására létrehozott alapítvány birtokainak központjával azonosítható, amelynek területe valószínűleg a 18. századi nagybirtokokban élt tovább. Ráadásul a felszínen egy sekély, de meglehetősen széles, a kertek során keresztülhúzó, a szintvonalakat metsző mélyedés is fut. Ez mintegy elvágja a dombtető többi részétől a korábban jelzettnél lényegesen nagyobb, mintegy 100x150 m-es romterületet. A lelőhely kiterjedésének, szerkezetének meghatározására Sasvári Gábor, Körmendi Alpár és Keresztény Balázs geofizikai vizsgálatokat végzett, amit a lelőhely területén található régészeti leletek intenzitásának mérésével egészítettünk ki (Szabó et al. 2015). A domborzatra vetített adatok szépen kirajolták a lelőhely kiterjedését, az azon belüli egyes területek beépíttségének intenzitását, részben használatának jellegét is. A grafikonok alapján látszott, hogy egy jól körülhatárolható, nagyjából 80x120 m-es részen, a geofizikai vizsgálatok során kirajzolódó

sávtól délre és keletre több épület is állt. Ezek közül kettő nagyobb, biztosan téglából épített volt, de eddig csak az egyiknél, a Boronkai-szőlőben lévőnél találtunk ívelt tetőcserepeket. Mindezek megerősítik Kováts Valéria véleményét, hogy a hódolt-ság kori település egyik legfontosabb középülete állhatott itt. A mészkő padlóburkolat mellett erre utalhat például az ásató által megfigyelt fagerenda hálós alapfalrészlet is, amelyhez hasonló szerkezetet például a szolnoki dzsáminál a minaret alapozásánál tártak fel (Kertész et al. 2012: 113). Azonban az épület rendeltetésének meghatározásánál a padló felszíntől mért mélysége elgondolkodtató, hiszen az inkább egy részben földbemélyedő épületre utal (Szabó et al. 2015). A felszínen látható építési törmelék mennyisége, a téglá- és tetőcserép darabok, a kerámia-, kínai porcelán- illetve perzsa fajansz töredékek egyaránt arra mutattak, hogy itt egy jelentős 16-17. századi városias jellegű török település lehetett (6. ábra).

A szigeti vár környékének 1579. évi összeírásában „Szigetvár közelében” is megemlíti Szultán Szülejmán Kán kolostorának helységét (kaszaba). A lajstrom szerint Bayazid fia Mehmed mahallet 23 török családfő, Ali fia Veli mahallet 28 török családfő lakta és 1 szőlő, 5 szántó föld, 3 malom, 1

majorság, 3 pusztá tartozott hozzá. Vass Előd szerint ez a türbe fenntartására létrehozott alapítvány (vakuf) birtokainak központja volt (Vass 1993: 201-202). A fenti forrás és a helyszíni megfigyeléseink alapján a turbéki szőlőhegyen megfigyelt, árokkal is körülvevett települést a két mahalle nagyságú török kori Turbékkal, a Szülejmán szultán sírhelye fenntartására létrehozott vallásalapítvány (vakuf) birtokainak központjával azonosítjuk. A történeti források értelmezése szempontjából különösen fontos tény, hogy a helyszín egyértelműen a középkori Zsibót település határából kiszakított turbéki részen állt, melyet még a 19. századi térképek is önálló területi egységként kezeltek.

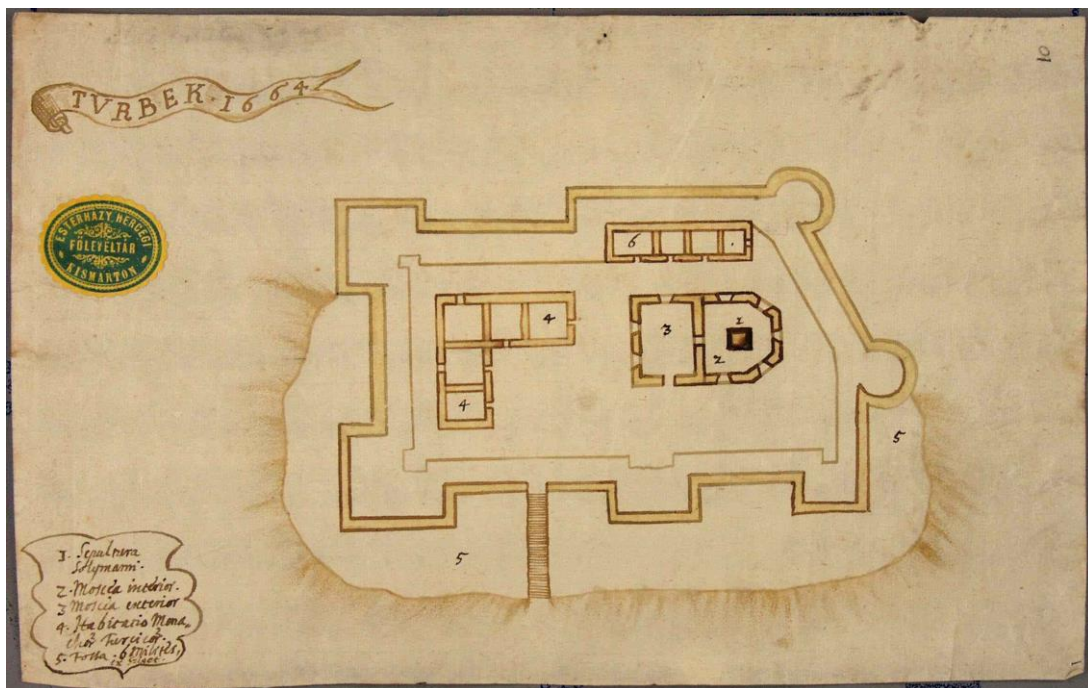
Az épületomladék és az egyéb leletek, a körberkölés, részben még a helyszín alapján is felmerül Szulejmán elpusztult turbéjével, az egykori palánkkal való további azonosítás lehetősége. Evlia 1664. július 20-a körül járt Szigetváron és említi Szulejmán kán turbéjének erődjét is. (Munkáját magyarul megjelentető Karácson Imre fordítását ugyan számos kritika érte már és vannak újabb fordítások is, azonban a régészeti szempontból is értékelhető megjegyzéseinek lényegét az inkább filológiai jellegű változtatási javaslatok ezúttal nem érintik, ezért a szakterületen bevett gyakorlatot követve mi is az ő munkáját használjuk).



6. ábra. A szőlőhegyi török kori romterület vizsgálatai.

Leírása részben ráillik helyszínünkre: „egy magas halmon, Szigetvártól keletre, szőlőkkel borított sétateryen, hosszúkás épület áll” (Karácson 1908: 36). Azonban az általa felsorolt épületek – „türbe és dzsámi, mecset, medresze, hán, hamam, tekke” - közül az iskola, a fogadó és a fürdő is hiányzik Esterházy Pálnak az 1664-es téli hadjárat során a palánkról készített részletes rajzáról (7. ábra). Az ő rajzán csak katonai és szakrális rendeltetésű épületek vannak az erődítésen belül, inkább profán jellegű létesítmények, mint a medresze, hán és hamam nincsenek. Evlia sem állítja, hogy az általa felsoroltak mind egy helyen lennének, csak azt,

hogy ezeket mind IV. Mehmed szultán újtotta fel. Vagyis felsorolásának alapja nem az épületek elhelyezkedése, hanem kizárólag csak az, hogy mi tartozik a megújított alapítványhoz (Karácson 1908: 36). Esterházy rajzát is figyelembe véve a türbe és dzsámi, tekke, mindenképpen a palánkon belül, a medresze, hán és hamam valahol azon kívül helyezkedett el. Ezek pontos helyének meghatározása a további kutatások feladata lesz, az azonban már most is világosan látható, hogy a turbéki türbe esetében van egy különleges, csak a helyi viszonyokkal magyarázhatóan szükséges elem: az őrséggel védett palánk.



7. ábra. Esterházy Pál 1664-es rajza a szigetvári türbe-palánkról (Esterházy Főhercegi Levéltár, Kismarton).

A Kováts Valéria által a Boronkai-szőlőben feltárt épületrészlet rendeltetésének meghatározásánál elsősorban az ásató azon megfigyelése segíthet, amely szerint az egykori padlószint mélyen a mai felszín alatt, az ásatási felvételek tanúsága alapján több mint egy méter mélyen lehetett. A feltáró szerint a viszonylag széles és mély, fagerendahálós szerkezetű alapfalak, a mészke padlóburkolat, a díszesen faragott kőtöredékek középületre mutatnak (Kováts 1972: 104). Figyelembe véve a dombon lévő terület adottságait, jelentős mértékű feltöltéssel itt nem számolhatunk, a fűréssal vett talajminták és a helyszíni megfigyelések is inkább a fel-

szín kopására utalnak. Ami arra mutat, hogy a Kováts Valéria által talált épületet részben a földbe süllyesztették, padlószintje az egykori felszín alatt volt. A mai is széles körben megfigyelhető párhuzamok alapján jól látható, hogy az olyan épületeket mint a türbe, dzsámi rendeltetésüknél fogva is a terepszintből inkább kiemelték, minthogy lesüllyesztették volna. Figyelembe véve Evlianak a turbéki kaszabára vonatkozó felsorolását is, az ott szereplő épületek közül elsősorban a fürdő, a hamam az, amelyet részben a földbe süllyesztenek. A rendelkezésünkre álló adatok alapján felmerül, hogy Kováts Valéria erre ásott rá – ami erősítené Evlia leírásának hitelességét is (8. ábra).



8. ábra. Kovács Valéria ásatási felvételei (Szigetvár, Várbaráti kör Gyűjteménye)

Jól ismert az isztambuli Süleymaniye külliye (1550-57), ahol a 300 embert eltartó vakufhoz négy medresze, mekteb, kórház, imaret, tabhane, fürdő és karavánszeráj, továbbá az alapítvány bevételeit emelő két utcányi üzlet is tartozott. A dzsámi mögött itt is kerítéssel elkülönített zárt területen áll Szülejmán szultán és Hürrem szultána türbéje. Ez a funkciókat tekintve – természetesen leszámítva a jelentős, nagyságrendi különbségeket – szerkezeti-ileg alapjában megfelel Evlia leírásának. Ebből több dolog is látható: a síremlék szemszögéből nézve a türbe körül a rendeltetésszerű működéshez nagyjából a fent említett funkciójú épületekre volt szükség. Másrészt azok – ha többé-kevésbé elkülönülve is –, de egymáshoz viszonyítva mindenképpen észszerű távolságon belül voltak. Harmadrészt a felsorolt elemek összessége adja ki az épületeknek azt a működőképes szerkezeti és szervezeti egységét, a külliyeit, amivel a török krónikás tisztában volt, a magyar szemtanú viszont valószínűleg nem. Nicolas Vatin szerint az 1570-es évek közepén a térségben újra egyre aktívabbá váló katonai és politikai helyzetre való egyfajta válaszként emelik a türbét III. Murrád uralkodásának első hónapjaiban (Vatin 2008: 65-66). Érvelést is figyelembe véve talán érdemes végiggondolni azt a lehetőséget, hogy az erre az időszakra keltezhető források nem egy alapvetően korábban kialakult helyzetnek a pillanatnyi hadiállapot miatt szükséges, a meglévő épületek esetleges megújítása, kiegészítése mellett többször is aktuálissá váló – elsősorban védelmi célú intézkedéseit tükrözik-e. Mindenesetre Esterházy az Evlia által felsorolt szerkezeti egységek közül csak azokat az elemeket és abban a formában rajzolta le, amit az egyik helyszínen személyesen is látott. Mindezek szintén a főbb elemek legalább két eltérő helyszínen való elhelyezkedésére utalnak.

Ezt erősíti az is, hogy a palánkon belül a dzsámi mellett feleslegesnek tűnik még az Evlia által említett mecset is, amit Esterházy rajza sem ábrázol – így az is inkább a külső részen lehetett. Nem valószínű, hogy a téli hadjárat után alig fél évvel a helyszínt meglátogató Evlia már teljesen megváltozott helyzetet talált volna. Elbeszélésének ezen a részén egyébként sem a tőle megszokott részletességgel írja le a dolgokat, csak Szulejmán türbéjét ismerteti bővebben, amit elmondása szerint meglátogatott és egy Jeszt énekeltek érte (Karácson 1908: 36). Elmondja, hogy „Azután itt sem időztünk, hanem kelet felé menve...” siettek tovább Nádasdra, még Pécsre sem mentek be. Ebből a szempontból nem lényegtelen, hogy akkor még a főút a mai Kápolnánál kanyarodott el Becefa felé és futott a szőlőhegy

aljában. Mindezek alapján nagyon valószínűnek tűnik, hogy Evlia szövegében a palánk és a polgári településrész összemosódásának az is oka, hogy az utóbbin személyesen nem járt, arról csak a szigetvári tartózkodása alatt hallottakat írta le.

Evlia feltűnően sokat és részletesen, nem kis lelkesedéssel ír a türbe egyetlen kis eleméről, csúcsának díszéről. „Az 1074. évben az ellenség ide is eljött, az erődítményt felégette, s noha Szulejmán szultán fényes türbejének belsejét felásták, de azért a türbet magát le nem döntötték s a szőnyeget és gyertyatartókat is a helyükön hagyták és csupán magas kupolán levő fényes zászlót vették le s a Kanizsa mellett levő Újvárba vitték. Hála Isten! Újvár is elfoglaltatott s a zászló a vár középső kapuja fölött megtalálván, újra elhelyeztetett e fényes türbére, mint annakelőtte.” Bár Karácson következően zászlónak fordítja a kupolán lévő dísz (Karácson 1908: 36), a türbe lerombolása után felvett jegyzőkönyvekből tudjuk, hogy az valójában egy olyan nagy aranyozott dísz, feltehetően gömb volt, amelybe két pozsonyi mérő gabona (120 l) is befért volna (Takáts 1927: 130). De nem csak Evlia, hanem a türbét feldúló és onnan csak a csúcsdísz elvivő, Zrínyi-Újvár kapujára zászlóként kitűző ellenség is nagy szerepet tulajdonított ennek a tárgynak (miként negyedszázaddal később a Haditanács is élénken érdeklődött hollétéről). Teljesen világos, hogy itt nem egy egyszerű épületdíszről van szó, hiszen a kor szimbolikájában az aranyozott gömb a teljességet, adott esetben magát a szultáni hatalmat jelképezte. A miniatúrák képein kizárólag a szultáni tábor területén láthatjuk – de mindig csak egyetlen sátor tetején. Bécs alatt például Szulejmán palánkkal körbevett táborában a háttérben álló sátor tetején aranyozott, elnyújtott gömb látható. A szigetvári vár és Szulejmán palánkkal védett tábora, a sátrak elhelyezése, formája lényegében megegyezik a bécsivel, itt is a háttérben álló sátor tetején látható egy aranyozott gömb. A belgrádi szultáni táborban pedig ugyancsak a háttérben álló sátor tetején látható az aranyozott gömb, de II. Szelim trónsátrának tetejét is egy szabályos aranygömb díszíti (Fehér 1975: XVI, XXIX/B, XLVI/B, XLVII/B táblák). Egyértelmű tehát, hogy ez a gömb valójában a nomádoknál és a keleti népeknél különösen széles körben alkalmazott sátor dísz, a szultán hadijelvénye. Közismert, hogy az oszmán világ különösen sokat merített a perzsa kultúra szimbolikájából ahol a gömb, mint a nap, illetve a hatalom szimbóluma a különböző domborműveken, pénzeken a szasszanida királyok korától különösen jól megfigyelhető. (Pl.: I.

Sharpur domborművein Naqsh-e Rostamnál, Bishapurban, stb.)

Evlia lelkesedését így két dolog is motiválta. Az aranyozott gömb, a szultáni hadijelvény visszaszerzése érthetően jelképes fontosságú eseménynek számított. Másrészt Zrínyi-Újvárt a török fővezér Köprili Ahmed pasa 1664. június 30-án foglalta el és egy héttel később felrobbantotta - vagyis a becses ereklyét Evlia látogatása előtt alig pár nappal korábban helyezték vissza helyére. Így az események aktualitása miatt is nyilvánvalóan még mindenki a hatása alatt állt a nagy tettnek. Sajnos a rendelkezésünkre álló, egymásnak ellentmondó források alapján egyelőre nem világos, hogy lehetett-e a szultáni sátorhelyen valamiféle folytonosság a türbe megépítéséig, vagy csak a császári hadijelvényt tették fel az új síremlék tetejére, így is megjelölve azt a földet, melyet a szultán lovának lába érintett.

Mindezek tükrében érdemesnek tűnik újragondolni Vatin azon megfigyelését, hogy – különösen a korai - források alapján a szigetvári türbe helyének kijelölése elsősorban a szultáni sátorhoz, és nem annyira az egyéb körülményekhez köthető. Mint megjegyzi, még II. Szelim uralkodásának végén is csak úgy beszélt erről a helyről, mint ahol apja felverte a sátrát - szerinte ott csak egy elhanyagolt gyümölcsös volt (Vatin 2008: 65-66). Azonban praktikus tapasztalati okokból és a történeti párhuzamok, valamint Evlia tudósítása miatt sem tudjuk osztani Vatin azon véleményét, hogy a szultán belső szerveit nem távolították el, ebből következően a türbe alapításának kizárólagos ideológia okát és az alapítása általa feltételezett időpontját sem látjuk bizonyítottnak (Vatin 2008: 58., 65) A szigetvári konferencia óta előkerült források alapján a török kutatók véleménye is megváltozott ebben a kérdésben (EMECEN 2014: 133).

Evlia – talán a helyiek ismereteire alapozott - tudása szerint a szigetvári türbét is már II. Szelim trónralépését követően, még 1566-őszén megépítették. Ez is arra mutat, érdemes lesz majd elgondolkodni azon, hogy a Szigetvár alatti szultáni sátor hatalmi jelvényét jelentő csúcsdísz szimbolikus jelentősége miatt valóban átkerülhetett-e akár közvetlen, akár közvetett formában a később a helyére épített türbe tetejére? Bár Vatin a türbe építésével kapcsolatban a hely kontinuitása helyett kifejezetten a sírfelfedezés esete mellett teszi le a voksát (Vatin 2008: 66), az uralkodói sátorhely folyamatos tiszteletének a lehetőségét talán érdemes lenne másik oldalról és más forráscsoportok felől is át-

gondolni. Dávid Géza kutatásai egyértelműen mutatják, hogy Szigetvár első bégje, Iszkender igyekvő hívő emberként szívesen jótékonykodott alapítványai javára. Sőt, a szerző szerint a szigeti szandzsák a szultán halála után alig négy nappal ki-nevezett első bégjét kifejezetten motiválta, hogy ilyen szent környezetben kegyes célra adományozni kétszeresen nemes cselekedet (Dávid 1993: 160-161). Márpedig egy ilyen felfogás mellett Vatin véleményével szemben elég valószínűtlennek tűnik, hogy a szultán halálának közvetlenül a szandzsákközpont mellett lévő, személyesen is pontosan ismert helyszínét elhanyagolták, s ne kegyelettel őrizték volna. Nyilván egy szandzsákbég nem tehetett bármilyen alapítványt, de arra például lehetett lehetősége, hogy egy kitüntetett terület gondozását valamilyen módon megszervezze, hogy arról a Vatin által ismertetett forrásban 1573-ban már akár azt is mondhasák: „korábban kertté alakították” (Vatin 2008: 57). Vatin értelmezését a forrásában említett gyümölcsösokról abból a szempontból is újragondolásra javasoljuk, hogy a forrás leírása nem egy friss telepítésről szól, inkább idős vagy beteg fák pótlására gondolhatunk, így a fákat aligha ültethették 1566-1573 között. Itt valószínűleg egy nagyobb, korábbi gyümölcsös területről szól a híradás, amely a türbe közelében lehetett ugyan, de azzal nem esett egybe. Ezt támasztja alá Pecsevi azon megjegyzése is, hogy a szultáni sátor helyén tölgyfaliget volt – tehát ott pár év múlva nem állhattak előregedett gyümölcsfák (Karácson 1916: 77).

Maga a turbéki szőlőhegyen talált romterület főbb vonásaiban látszólag megfelelhet a türbe forrásokban leírt környezetének, hogy dombon, gyümölcsösök között van. Sőt, a gazdag régészeti anyag is jelentős épületekről, körbeárkolt területről tanúskodik. Az azonosítás kézenfekvő megoldás lenne, azonban a források másik csoportja egészen más környezetbe helyezi nem csak a szultáni sátrat, de konkrétan magát a türbét is. Mint már említettem, Pecsevi szerint először a szultán sátrat „Szigetvár felső oldalán a tó partján állították fel. Azonban az ágyú arra a helyre odaért, ez okból e hely nem látszott alkalmasnak. Azon a helyen, ahol jelenleg a türbe van, akkoriban egy tölgyfaliget és nehezen járható felületű bozótos hely volt. A mirákhör fejszései és a császári udvar szolgálói együtt hozzáfogtak és azt a bozótos helyet megtisztítván, gyönyörű térséggé alakították át.” (Karácson 1916: 77) A történeti tájrekonstrukciós vizsgálatok eddigi eredményei azonban a mai szőlőhegy déli és nyugati lejtőjén nem mutatnak sehol

olyan nedves, bozótos területre, amivel az említett tölgyfaliget azonosítható lenne, s ez jelentős mértékben ellentmond a dombtetőn lévő helyszínünknek (Gyenizse-Bognár 2014). Pecsevi megjegyzésének megfelelő környezet inkább a szőlőhegy lábánál lévő mélyebb, nedvesebb területen található. Egyébként a környéket személyesen is jól ismerő Istvánffy szerint sem a szőlőhegyi domb tetejére állították a szultáni sátrat, hanem lejjebb: „s az ő bőséges s nagy helyet befogó zöld sátorit Zsibótnál (mely pusztá, telekké lőtt falu neve), az szőlő és nagy hosszú Semlék nevű domb között, ahova lövéssel nem érnének, megvonák: úgy, hogy az dombtól az várból meg nem látszanék” (Istvánffy 2009: 421).

Még fontosabb ebben a kérdésben a szultáni sátor helyét szemtanúként ismerő Cserenko Ferenc megjegyzése, aki szerint Szulejmán halála a „...Zsibótnak mondott hegyen, Szigettől 1/4-ed mérföldre, a szigeti szőlőhegy közelében szeptember 4-én következett be...” (Rúzsás 1971: 68). Különösen fontos, hogy nem a *szőlőhegyen*, hanem a „szőlőhegy közelében” fordulatot használja, hiszen az adott korban a szőlőhegy nem csak egy földrajzi hely volt, hanem egy nagyon jól körülhatárolt, eltérő jogállású területet jelentett – ami egy helyi ember számára mindenképpen fontos és pontos viszonyítási pont volt. Ugyanilyen biztos viszonyítási pontot jelent az a birtoktörténeti adat is, hogy a jezsuiták távozása után maradó birtokaik a szigetvári plébániára szálltak, közöttük a Török-sáncban lévő szántóföldjeik és az ugyancsak a birtokukban lévő erőd területe is. Ebből a szempontból sem lényegtelen tény, hogy a kápolna és közvetlen környéke a forrásokban máig követhető módon a szigetvári plébánia tulajdona. (Németh 1903: 310) A szántók, illetve a török kori forrásokban említett tölgyfaliget, bozótos hely, a szőlőkön kívüli, alacsonyabban fekvő illetve vizes, nedves környezetre utalnak, ami alapján a szőlőhegyen talált romterület ellenére is inkább a hegy lábához helyezhető a türbe egykori palánkja. A rommezőnek a szigetvári vártól és az ostromtáborból való távolsága, a megfigyelt régészeti jelenségek, de véleményünk szerint a történeti források jelentős része is arra mutat, hogy a türbe Turbék településen kívül, a várhoz közelebbi részen lehetett. Ebben a vonatkozásban egyetértünk Feridun Emecen, Erhan Afyoncu a „Szulejmán Szigetváron” tudományos vitaülés (2013. szeptember 20.) eredményeit értékelő véleményével, akik a hódoltság kori település és a türbe azonosságát elsősorban a vártól való túl nagy távolság miatt vették el, s inkább a

mai kápolna környékét tartják a legvalószínűbb helyszínnek. (Emecen 2014: 135).

A mai Becefa szomszédságában, a vizsgált területünk keleti szélének számító semlyéki domb legaljában egy középkori falu nyomait figyeltük meg, a legkésőbbi leletek 14-15. századiak voltak. Feltehetően ez lehetett az a területnek nevet adó kis település, amely a kerámiatöredékek tanúsága alapján még a török előtt elpusztult. Magán a kis dombon, ahol a források szerint a megérkező szultán is megszállt, egy a környezetétől jól elkülönülő terület van, melyet a földutak már a korai térképeken is jól láthatóan irányukat megtörve, a terepi viszonyokkal nem indokolható módon kikerülnek. Valaha mellette haladt el a mai kápolnánál keletre forduló pécsi út, ma ez a terület a szőlőhegy alját jelző fásor és a turbéki temető közé esik. A mintegy 250x150m területű, téglalap alakú szántott terület közepén egy világosabb folt van, melyben szétszóródva harsányi szürke mészkődarabok láthatók. Annak ellenére, hogy a Semlyék-dombon volt a felvonulási úton érkező csapattestek gyülekezője és a szultán ideiglenes táborhelye is, nagyon kevés török korinak meghatározható lelet volt e helyen. Mindössze néhány zöld mázas kerámiatöredék és a most elemezett fajansz csempe darabja került itt elő. A sorolót vetésben pedig – a környező szántókhoz hasonlóan – itt is kisebb, többnyire négyszögletes kiemelkedések, kisebb árkok rajzolódnak ki, amelyek az egykori táborhelyekre utalhatnak.

Evlia leírása és a 18. századi jegyzőkönyvek egyes utalásai szerint a szultán végső táborhelye ismét víz közelében volt. A szőlőhegy lábától egészen az Almás patak völgyéig bőven található még sokszor ma is vizes, nedves terület, de épületomladék csak a mai kápolna környékén került elő, míg másodlagosan felhasznált török kori építőanyag a szőlőhegyre vezető út mellett például a Vermeskúria falában is található.

A domb lábánál futó egykori Pécs-Kaposvár főút mellett, a kápolnai területnél már az első alkalommal felfigyeltünk arra, hogy az Almás-pataktól való mintegy 1,5-2 kilométerre való távolsága ellenére ez a rész nagyon vizenyős. A kápolna előtti füves területen még napokkal is az eső után állt a víz. A történeti tájrekonstrukció eredményeként láthatóvá vált, hogy valaha ezen, az Almás-pataktól kis vízválasztó gerinccel elválasztott területen a szőlőhegy lábáig egy legalább időszakos belső tó alakult ki, melyből viszonylag kevés szárazulat emelkedett ki (Gyenizse & Bognár 2014). A mai kápolna előtti füves területen a betonnal lefedett

régi kút mellett húzott *B* talajszondánk déli végében jól látható volt a szürke agyagos altalaj feletti tözezes feltöltődési réteg, ahol a kagylóhéjak is egyértelműen mutatták, hogy az egykori meder eddig tartott. A metszet kápolna felőli oldalában azonban meglepő módon a sárga bolygatatlan altalaj felett minden átmenet nélkül már közvetlenül a valaha itt álló Csonkics-csárda omladéka jelentkezett, amit az 1970-es évek tereprendezése során 15-20 cm vastag ráhordott sárga földréteggel takartak el. A közvetlenül az altalajon lévő bolygatott réteg szokatlanul éles váltása felveti annak lehetőségét is, hogy még a 19. századi csárda építését megelőzően ennek a területnek a felső – szubhumusz - rétegét valamiért máshova áthalmazták. Ebből a szempontból is fontos lehet Németh Bélának az eddigi kutatások által eddig sajnos nem kellően értékelt adata, amely szerint „...*A síremléket kis erődítmény vette körül, melynek mintegy 3/4 részét széles árok kerítette, amint az a mai napig is látható.*” Németh Béla ezek szerint 1903-ban a templom körül még látott valamit, ami szerinte a palánk árkára utalt (Németh 1903: 309). Az eddigi, lehetőségeiben meglehetősen korlátozott megfigyelések során azonban sajnos nem került elő semmi, egyértelműen az említett árokra utaló nyom.

A talajszondánk szélén lévő 2,8 m átmérőjű, nagyméretű téglákkal kirakott, 9,1 m mély kutat, melyben tavasszal a víz a felszíntől csak 60 cm-re volt, szintén felmértük. Ez a kút mérete és elhelyezkedése alapján a 18. században készülhetett. Turbékban már 1715-ben megemlítenek egy szétbontott kutat - ami valószínűleg még török kori lehetett -, de azt megújítják-e, vagy a közelében építenek egy másikat arra nincs egyértelmű adat (Kitanics 2014: 97). Az itteni kútnak egyébként a kegyhely kialakulásában is fontos szerepe volt, mert a hagyomány szerint „*a török kútban megjelent a Szűz Mária, a jámbor emberek előtt, s kérte, hogy tiszteletére építsenek itt templomot.*” (Kovács 1962: 261). A kút vagy forrás szerepe a Mária-kultuszban közismert (Lantosné 1995), így ebből a szempontból is nem csak természetes, de szükséges is a víznyerő hely itteni léte. Tudjuk azonban azt is, hogy később egyszer legalább, de egyes adatok arra mutatnak, hogy esetleg kétszer is, a szakrális rendeltetésű kutat áthelyezték, az újabb keletű, ma használt, a templomkertben található.

A kút melletti *B* talajszondánkban megfigyeltek kontrollálására a kápolnától keletre futó erdősávon keresztben húzott *C* szelvényből vettünk mintákat. Itt a felső, az erdősáv fainak gyökereivel erősen átszőtt, változó vastagságú humusz alatt mintegy 40-

50 cm mélységtől lehetett megfigyelni egy enyhén kevert, helyenként egy-két egészen apró téglaszemcsét is tartalmazó, a sárga, löszös, agyagos altalaj szintje fölött kivilágosodó barna humuszos talajt. A sárga altalaj viszonylag egyenes sávja a felszín hullámzásától függően 100-140 cm mélységben jelentkezett. A zavart rétegben zárt beásás nyoma nem volt látható, de az oldalfal metszetében az egyik helyen megfigyelt, döngölnék tűnő, erősen tömörödött föld, másutt pedig az ebben a rétegben lévő emberi combcsonttöredék egyértelműen jelezte a bolygatások tényét. A felszín hullámzását egy, a terepen is követhető É-D irányú kis árok és a belőle kidobott föld okozta. A keskeny szonda oldalfalának metszetében az árok lemélyedő része a kevert humuszréteg és a sok gyökér miatt követheetlen volt. Az ároknak csak a templom felőli oldalán voltak a bolygatásra utaló nyomok, továbbá az emberi csonttöredék is ezen a térfélen került elő. Figyelembe véve az árok jellegét is, ezek együttesen felveti annak a lehetőségét, hogy itt egy temetőárok lehetett. Ezt a lehetőséget erősíti az általánosan elterjedt hagyomány is, hogy a kegyhely építéskor a kápolna körül lévő török sírokat felszedték és másutt temették el Németh 1903: 309-310; Hal 1937: 18; Kováts 1962: 270). Az pedig az egykori temető létét bizonyító fontos, de kevésbé ismert tény, hogy Kovács Valéria ásatása során téglából falazott és koporsó nélküli sírt egyaránt talált (Kováts 1972, MNM RA VI.62/1972 Ltsz.: 9744). Ugyancsak van adat arra is, hogy ezen a területen a 18. században ismét temető volt (Gózszy 2013: 274). A mostani kutatás szempontjából azonban ezúttal az elsődleges megfigyelés az volt, hogy a nagyjából a mai templom padlójának szintjén fekvő, szárazabb helyszínen a sárga altalaj a felszín hullámzásától függően 100-140 cm mélyen jelentkezik.

Az első szondánkban az egykori meder szélének pontos meghatározása azért is fontos volt, mert a legtöbb kutató a török kori forrásokban említett tó alapján egyértelműen az Almás-patak felduzzasztott víztükrére gondol, s a már a 18. századi térképeken is csak nyomaiban követhető belvizes, már csak helyenként nyílt víztükrű területtel nem számol. Azonban a történeti tájrekonstrukció eredményeként láthatóvá vált, hogy a Kápolna környékén, ezen az Almás-pataktól kis vízválasztó gerinccel elválasztott területen a szőlőhegy lábáig egy legalább időszakos belső tó alakult ki. A templom előtti füves területen a kút mellett a mélyvonulatig húzott É-D irányú talajszondánk déli végében látható tözeges feltöltődési rétegben a kagylóhéjak

egyértelműen mutatták, hogy az egykori meder eddig tartott.

Evlia szerint a már helyszínré ért „*Szulejmán khán személyesen Szigetvár alatt egy ágyúlövésnyi távolságban a tóparton állította fel sátorát...*” (Karácson 1904: 484). Ha hihetünk a forrásnak, akkor ez utóbbi, a semlyéki ideiglenes szállást is számítva, a harmadik, a végső táborhely tehát ismét víz közelében volt. Ilyen terület pedig az Anguissola térkép miatt kieső Almás-patak melletti részen kívül, a szőlőhegy lábánál is bőven volt, de épületomladékot is tartalmazó helyszín egyedül csak a mai Kápolna környéke. A kegyhely előtti rész füves, bozótos terület, így felszíni megfigyelésre alig van mód. Csak szórványosan lehet látni néhány török kori kerámia-, mészhabarc- és téglatöredéket, pontosan meg nem határozható korú égett földrögöt, faszéndarabot. Egyedül a templom falában figyelhetőek meg másodlagosan beépített hódoltság kori faragott kövek és téglák. A szentély falában a sekrestye melletti részen barokk téglák között sorkiegyenlítésre másodlagosan felhasznált vékony török téglák vannak. Figyelemre méltó, hogy a később épült hajó oldalfalaiban már egyáltalán nem található ilyen korábbi téglá. A mintegy negyven évvel ezelőtti ásatáshoz képest alig változott templombelsőben Kováts Valéria leírását idézve: „*A templom déli bejáratánál hódoltságkori fehér mészkőoszlop található, beépítve a templom padozatába. Ilyen oszlopok találhatóak az oszmán-török templomoknál a minaret, az erkély feljártánál, de többnyire nem kőből, hanem fából. A kő fölött egy kampón jellegzetes török rézedény lóg, ez jelenleg a templom déli bejáratának szenteltvíztartója. a toronyba vezető lépcsőbe pedig több török kori faragott követ építettek be.*” (Kováts 1971: II/15., MNM RA VI.62/1972 Ltsz.: 9744) belsejében vastag vízkőréteggel borított bogrács időközben teljesen tönkrement, levették a falról, de szerencsére sikerült még megtalálnunk és állapotát legalább rögzíteni. A torony sisakját az 1970-es években felújító bádgos, Bufa Sándor elmondása szerint akkor a bogrács mellett még egy felirat is volt arról, hogy a hagyomány szerint ebben a templom építésénél talált edényben temették el Szulejmán szultán belső szerveit.

Több helyen is olvashatunk arról, hogy Szigetvár visszafoglalása után a türbét kápolnának szentelték, a moséban a pécsi püspök még misézett is, de aztán már 1693 tavaszára mindent lebontottak. Vecchi gróf a Haditanácshoz írt jelentésében ezt elég részletesen leírja: „...a Turbékön állott kápol-

nák, egészen márványból, ahol Szolimán török császár sírboltja vala, és egy remek emlékmű, mely persze ezután az eszéki házfőnök úr, név szerint Fräntzel atya, a jezsuiták rendjéből, felszentelt és a Szűzanyának ajánlott teljesen leromboltattott.” (Kitanics 2014: 105) A lebontott türbe helyén a bécsi Haditanács elrendelte a Mária-kegyhely helyreállítását, az ott lévő török sírokat pedig felszedték és másutt egy osszáriumba helyezték. Sajnos a bontás körülményeit vizsgáló jelentések kivételével többnyire nem jelölték meg a konkrét forrásokat (Németh 1903: 309; Gözsy 2013: 274). A források alapján azonban az egyértelmű, hogy a már a türbéből kialakított kápolnát is a Szűzanya tiszteletére szentelték, s a megszentelt hely folyamatossága követhető a török kiűzése után is. A lebontott türbe-kápolna helyén azonban csak évek múltán később épült fel újból, a korábnál lényegesen szerényebb formában először egy fakápolna – amit és ugyancsak a Szűzanya tiszteletére szentelték (Gözsy 2013: 279). Kitanics Máté kutatásai rávilágítanak arra, hogy a kápolna környékét 1738-ban mint temetkezési helyet is megemlíti, Kollár György plébánost is később ide temetik – akinek kriptáját a szentélyben Kováts Valéria úgy tűnik megtalálta, de nem bontotta ki (Gözsy 2013: 274; Kováts 1972, MNM RA VI.62/1972 Ltsz.: 9744).

A ma álló türbéli templom a mai formáját két periódusban nyerte el, Hal Pál szerint szentélye 1756-ban, hajója 1770-ben épült. (Hal 1937: 18) Gözsy Zoltán a protocollum adatai alapján szintén 1756-ra teszi a szentély felszentelésének idejét (Gözsy 2013: 79). Németh Béla szerint Kollár György plébános 1760 körül remetelakot is építtetett hozzá (Németh 1903: 361). Az 1780 körül készített első katonai felmérés *Maria Hülf* felirattal egy téglalap alakú területtel bekerített részen kereszt alaprajzú templomot és két, K-Ny irányú hosszúka épületet tüntet fel - ez utóbbiakat nagyjából a mostani É-D irányú remetelak helyén. A mai állapot ettől jelentősen eltér - a templom alaprajza és a remetelak elhelyezkedése is más - de ennek okát egyelőre nem tudjuk.

A kápolna körüli ásások során Kováts Valéria 1971 nyarán a templom belsejét és udvarát is behálózó, többnyire 1 m széles, az épület tengelyében és arra merőlegesen futó, a rábontásokkal együtt 35 kis és nagy betűkkel jelölt árokkal vizsgálta meg. A feltárásról az ásató sajnos csak nagyon szűkszavú jelentést közölt, az adattárakban lévő ásatási naplójához tartozó metszrajzokat pedig egyelőre nem találjuk. A Kápolna környékén újabban is volt

feltárás, de ennek dokumentációját nem láttuk, változó interpretációja nehezen követhető, így az interneten megjelent ismertetések megalapozottságát nem tudjuk megítélni. Az eddig nyilvánosságra hozott adatokból mindössze csak annyi látható, hogy az egyik legfontosabb alapkérdést, a templom környékén lévő hódoltságkori törmelék eredetét meg sem kísérelték tisztázni. (Hancz-Elcil 2012). Kováts Valéria Esterházy alaprajzát elemezve eredetileg arra gondolt, hogy a türbét egy korábban ott álló gótikus kápolna alapjaira építették, ezért a szokatlan, a dzsámival egybeépített szerkezet. Mint 1972 februárjában kelt jegyzőkönyvében írja, „...*Szulejmán belső részeit azért helyezték el a mai Turbék területén, mivel itt egy kis középkori kápolna állt. Tehát az épület adott volt, s csak ezt kellett a mohamedán rítusnak megegyező módon kissé átépíteni.*” (Kováts 1971: II/13. MNM RA VI.62/1972 Ltsz.: 9744). Így munkája során elsősorban a gótikus falmaradványok, esetleg kiszedett falomladék nyomát figyelte, illetve a külső sáncárok vonalát kereste. (JPM RA 1688 83). Gótikus alapfalakat, középkori köveket nem talált. Egyértelműen rögzítette, hogy a hajó és a szentély két időszakban, eltérő mélységű (190, 140 cm) alapjainál a csatlakozó falak kötése nélkül épült. Mint már említettük, a szentély területén valószínűleg megtalálta Kollár György, a remetelakot építtető plébános kriptáját és egy további, koporsó nélküli csontvázas sírt is megfigyelt, amelyet sajnos szintén nem bontott ki. (Így nem tudható, hogy az a szentély építése előtt vagy után került-e oda. Sőt, a koporsó hiánya miatt még az sem kizárható, hogy az elhunyt nem is volt keresztény.) Kováts Valéria összefoglaló jelentésében a mostani kutatások szempontjából arra a különösen fontos következtetésre jutott, hogy „*az udvaron talált hódoltságkori, bontásból származó téglák nagy mennyisége arra utal, hogy itt hódoltságkori épületnek kellett állnia. Történeti dokumentumokból ismert, hogy az egykori épületeket teljesen lebontották. Feltehető, hogy a XVIII. századi építkezések és a nagymérvű földmunkákkal semmisültek meg az utolsó maradványok is, s a teljesen kitermelt falak helyére épült a kegytemplom.*” (Kováts 1972: 104)

A török kori omladéknak ugyan kisebb figyelmet szentelt, de észrevételeit mindig leírta, a leletben gazdagabb részeket rábontásokat készített. Így feljegyzései alapján utólag is jól rekonstruálhatók a feltárási területen futó rétegek, az előforduló régészeti jelenségek. Megfigyeléseinek egy része közvetlenül kapcsolódik a mi helyszíni tapasztala-

tainkhoz: ő is csak a szentély falában talált másodlagosan beépített török kori kő- és tégladarabokat. Már akkor felfigyelt arra is, amit mi a kút környékén szintén tapasztaltunk, hogy a templom körül egy sávban a felső rétegek elvékonyodnak, egészen magasan előtűnik a sárga altalaj.



9. ábra. Török kori omladék a turbéki Kápolna északi oldalán Kováts Valéria 1971-es ásatási felvételén (Szigetvári Várbaráti kör Gyűjteménye).

A humusz alatti bolygatott rétegek vastagsága a vizsgált kis területen - a beásásokat nem számítva - 30-100 cm között változik. Sajnos azonban pusztán az adatok alapján az már nem deríthető ki, hogy ahol vastagabb humuszos rétegeket figyelt meg, az lehetett-e egy korábbi feltöltés eredménye, vagy ez a domborzati viszonyok természetes velejárója. Különösen fontos, hogy a hajó alatti részen, például az *a*, *b*, *f*, szelvényekben semmi nem utal arra, hogy ott bármilyen korábbi járószint lett volna. Ugyanakkor a szentély környékén több helyen is török kori mészhabarcos, téglatörmelékes réteg volt, jellemzően két szinten. A felszín alatt már 30-

40 cm-re láthatóan egy időszakban keletkezett, jelentős felületet beborító foltokban koncentráltan jelentkező, 20 cm vastagságot is elérő (*C* szelvény) törmelékréteg volt. Ez alatt viszont lényegesen kisebb intenzitású, de mintegy 50 cm vastag, mészhabarc- és apró tégladarabokkal kevert barna humuszos réteg futott, mely nagy területen elnyúlva számos árok metszetalában ugyancsak megfigyelhető volt. A *J*, *K* szelvények oldalában azt is sikerült dokumentálnia, hogy lefelé haladva ebből a rétegből fokozatosan kopik ki a mészhabarcos törmelék.

Fontos adat az is, hogy a hajó alapfala mellett (*G*, *H*) párhuzamosan egy lefelé 60-90 cm-ről 50 cm-re szűkülő, török kori törmelékkel feltöltött beásás fut. Kováts Valéria – valószínűleg előzetes elképzelései miatt is – elsősorban egy kibányászott fal nyomára gondolt, de nem vetette el azt sem, hogy ez egy, az alapozásnál használt munkagödör visszatöltése lehetett. Az, hogy ez a beásás pontosan az alap aljáig mélyed, véleményünk szerint inkább ez utóbbira utal. Mindenesetre az a tény, hogy még a 18. század második felében is a betöltéshez török kori omladékkal kevert földet használtak, szintén mindenképpen egy hódoltság kori épület közelségét bizonyítja.

Ezek a megfigyelések összességében arra mutatnak, hogy az ásatási szelvények oldalában megfigyelt mészhabarcsszemcsékkel kevert barna humuszréteg nem feltöltés eredménye, hanem volt egy hosszabb használati és/vagy pusztulási időszak, amikor a talaj épületomladékkal keveredett. Ezt viszont egy nagyon intenzív periódus követte, amelynek során szinte az akkori járószint egészen eltérő vastagságú meszes, téglatörmelékes omladékréteg alakult ki. Ehhez a réteghez tartozott a szentélytől északra lévő *C* szelvényben feltárt vastag téglatörmelék ugyanúgy, mint a templom déli bejáratánál talált nagymennyiségű fehér és rózsaszín, jellegzetesen török stukkódarabkákat tartalmazó omladék (9. ábra). Nem hagyható figyelmen kívül az a körülmény sem, hogy ezek egy – korhatározó leletek hiányában nem meghatározható időpontban kialakult – járószintet borítottak be anélkül, hogy bárhol alattuk az omladék eredetére utaló falmaradvány lett volna. Az ásató megfigyelése szerint a feltárt területen több helyen szétosztán megfigyelt különböző méretű és mélységű beásások szintén ezen az erősen omladékos szint alatt indultak. A feltáró régész megfigyelései szerint tehát a feltárt területen semmi nyoma nem volt török kori épület falainak, kiszedett alapjainak,

sem az Eszterházy-rajzon ábrázolt sáncnak. Esterházy turbéki helyszínrajzának, valamint a mai templom alaprajzának egymásra vetítések teljesen egyeznek a falak vonalai. Az ásató véleménye szerint "... Tehát vagy az történt, hogy a kapzsi császári tiszt az alapokat is kibányásztatta, mikor Turbékot lerombolta, s a falak helyére, a meglévő

gödörbe helyezték később az itt felépített kis kápolna alapfalát. Az is lehetséges, hogy a jelenlegi szentély, vagyis az egykori kis kápolna építéskor az itt talált alapokat nem találták megfelelőnek, azokat eltávolították, s az új alapfalakat kellő mélységben és szélességben, de a régi nyomvonalra helyezték..." (Kováts 1972: II/17. MNM RA VI.62/1972 Ltsz.: 9744).



10. ábra. Török kori régészeti leletek, másodlagosan felhasznált építőanyagok a turbéki kápolnánál.



11. ábra. A turbéki kápolna környéke, Szülejmán szultán szigetvári turbéjének ma a legvalószínűbb helyszíne, feltehetően ennek közvetlen közelében állt az az izniki csempével burkolt épület, amelyhez a most vizsgált töredék is tartozott.

Kovács Valéria ezen felvetésével azonban önmagának is ellentmond, hiszen még ha igaz is lenne a falaknak a korábbi nyomvonallal való teljesen azonos újraépítése, még akkor sem lehet magyarázni a sáncárcokknak és az egyéb épületeknek a feltárt területen általa is megfigyelt hiányát. A gótikus kápolnára utaló leletanyag ugyancsak teljes hiánya alapján egyértelműen és véglegesen elvethető előfeltételezésének ezen része. Azonban a feltárás során minden esetben másodlagos helyzetben előkerült török kori omladék és építőanyag önmagában ugyan nem bizonyítja egy korábbi épület itteni létét, de a feltárás során megfigyelt jelenségek összessége alapján mégis, mint ahogy hivatalos jelentésében fogalmaz: „*A fentiek szerény bizonyítékai annak, hogy e területen oszmán-török időszakból való épületnek, illetve épület együttesnek kellett állnia. A faragott török kövek, továbbá a fehér mészkőből készült vízmedence kultuszhelyre utal...*” (Kovács 1972: II/15. MNM RA VI/62/1972 Ltsz.: 9744)

Helyszíni megfigyeléseink és Kovács Valéria ásatási dokumentációja alapján megszerkesztett elméleti rétegsor és az adatok térképi ábrázolása alapján a feltáró véleményével csak részben érthetünk egyet. Az eddigi ásatások alapján az ma már világosan látható, hogy a kápolna mai épületének valóban nincs közvetlen török kori előzménye, alapjait mindkét építési fázisában barokk téglából rakták. Eddig a 18. századnál korábbi alapfalakat, azok árkaikat még nem sikerült dokumentálni. Az első periódusban emelt szentély falába másodlagosan beépített hódoltság kori téglákat, faragott köveket is felhasználtak, amelyeket távolabbról, akár a városból, vagy a szőlőhegyen most megfigyelt kaszaba területéről is hozhattak (10. ábra). A kápolna közvetlen környezetében azonban nagy területen, több ponton és nemcsak a falak melletti részen jelentős mennyiségű török kori, festett vakolatdarabokat is tartalmazó mészhabarcsos törmelékreteg figyelhető meg – és ez nem magyarázható például pusztán az odaszállított építőanyag helyi megtisztításával, alakításával. A jellemzően fehér, meszes, téglával kevert törmelék következetesen a mai felszíntől hasonló mélységben, egyrészt egy barna, humuszos járósínt helyezkedik el, ahonnan több sittel töltött beásás is indul. Alatta viszont van egy olyan réteg, amelyben lefelé haladva a mészhabarcsos törmelék fokozatosan kikopik. Ez mindenképpen a török kori épület pusztulásának legalább két (egy lassú és egy nagyon rövid, intenzív) időszakát jelzi, és egyben utal közelségére is. Hogy ez a közelség mérhető módon is kifejezve

pontosan mit jelent, azt csak további kutatásokkal lehet eldönteni. A további kutatások során azonban azt mindenképpen érdemes szem előtt tartani, hogy még a templomhajó 18. század közepén történt építése során is nagyobb mennyiségben használtak az alapárkok munkagödreinek kitöltésére török kori téglá- és habarcsötörmelékkel kevert agyagos talajt. Ez a tény önmagában is a hódoltság kori rommező közvetlen közelségére utal. Egy további tisztázandó kérdés az is, hogy a kápolna északi oldalán futó út túloldalán a szántásban megfigyelhető jelentős mennyiségű jakabhegyi homokkő törmelék mikor, miként került oda, hiszen a 18. századtól a térképeken jól követhetően ott nem állt épület.

A vizsgálati eredmények és a régészeti jelenségek együttes értékelése

A PIXE vizsgálatok eredményei alátámasztják, hogy a Hársfa-pusztánál talált izniki edénytöredék és a semlyéki dombon talált fajanszcsempe töredéke azonos alapanyagból készült, mindkettő a 16. század második felére keltezhető izniki gyártmány. Az isztambuli párhuzamok alapján az is látható, hogy hasonló idomcsempék használata a nagy építész, Szinán tervezte jelentős épületekre jellemző. A régészeti megfigyelések és a történeti adatok összessége alapján valószínűnek tűnik, hogy a csempetöredék eredetileg Szülejmán szultán szigetvári türbéjéhez tartozott. Azonban a lelőköri körülmények és a források alapján az is látható, hogy a türbe nyomait nem a szórványként előkerült csempetöredék találási helyén, hanem attól kicsit távolabb kell keresni. A régészeti feltárások és megfigyelések, a történeti adatok, a szívrósan továbbélő, és a kutatások során számos ponton valószínűleg bizonyult néphagyományok alapján ma a türbe legvalószínűbb helyszíne a türbéli kápolna közvetlen környezetében feltételezhető, de erre pontos választ és remélhetően további csempetöredékeket majd az újabb régészeti feltárások adhatnak (11. kép).

Köszönetnyilvánítás

A pécsi múzeum munkatársainak, Nagy Erzsébetnek és Gábor Olivérnek ezúton is szeretnénk megköszönni, hogy Kovács Valéria ásatási dokumentációjának általuk őrzött részének másolatát kérésünkre azonnal megküldték; Varga Zoltánnak, a Szigetvári Várbaráti Kör elnökének az irattárunkban megtalálható képek, dokumentációk megtekintésének lehetőségét, Lebedy Jánosnak, Piros Tamásnak

tanácsait minden, a terepi munkánkban és a feloldozásban résztvevő munkatársunk segítségét. Külön köszönjük Szabó Csenger Márknak, hogy felhívta figyelmünket a törmelékkupacban heverő bográcsra, Gardánfalvyné Kovács Magdolna restaurátornak pedig a helyreállítás során végzett önzetlen munkáját; a geofizikai vizsgálatokat végző Sasvári Gábor, Körmendi Alpár és Keresztény Balázs segítségét, adataik rendelkezésünkre bocsátását. Kovács Valériának, Bufa Sándornak a mintegy fél évszázaddal korábbi események felidézésért, a személyes találkozás lehetőségéért különösen hálásak vagyunk.

Felhasznált irodalom

- Atasoy, N., Raby, J. 1989. Iznik. The pottery of Ottoman Turkey. London.
- Constantinescu, B., Cristea-Stan, D., Kovács, I., Szőkefalvi-Nagy, Z. 2014. External milli-beam PIXE analysis of the mineral pigments of glazed Iznik (Turkey) ceramics. In print.
- Dávid G. 1993. Szigetvár 16. századi bégjei. In.: Tanulmányok a török hódoltság és a felszabadító háborúk történetéből. Szita László (Szerk.) Pécs. 159-191.
- Denny, W. B. 2012. Iznik. The Artistry of Ottoman Ceramics. Thames & Hudson.
- Emecen, F. 2014. Gondolatok Törvényhozó Nagy Szulejmán szultán „elveszett” türbéjéről. Mediterrán és Balkán Fórum 8, 129-135.
- Fehér G. 1975. Török miniatúrák. Magyar Helikon, Corvina, Budapest.
- Fehérvári G. 1987. Az iszlám művészet története. Budapest.
- Gerelyes I. 1994. Nagy Szulejmán szultán és kora – kiállításkatalógus. Gerelyes Ibolya (szerk.) Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest.
- Gózszy Z. 2012. Szigetvár története a 18. században. Szigetvár.
- Gyenezse P., Bognár Z. 2014. Szigetvár és környéke 16-17. századi tájrekonstrukciója. Mediterrán és Balkán Fórum 8, 73-90.
- Gyódi, I., Demeter, I., Hollós-Nagy, K., Kovács, I., Szőkefalvi-Nagy, Z. 1999. External-beam PIXE analysis of small sculptures. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 150, 1-4, 605-610.
- Hal P. 1937. Szigetvár 1688 és 1689-ben. Szigetvár.
- Hancz, E., Elcil, F. 2012. Excavations and Field Research in Sigetvar in 2009-2011: Focusing on Ottoman-Turkish Remains. International Review of Turkish Studies 4 74–96.
- Hancz E. 2013. Nagy Szulejmán szultán nyomában Szigetvár környékén. Várak, kastélyok, templomok 107–111.
- Istvánffy M. 2009. Istvánffy Miklós Magyarok dolgairól írt históriája. (Tállyai Pál XVII. századi fordításában) Balassi Kiadó.
- Kácson I. 1904. Evlia Cselebi török világotutazó magyarországi utazásai. 1660-1664. I. kötet. Karácson Imre (Ford.) Budapest.
- Karácson I. 1908. Evlia Cselebi török világotutazó magyarországi utazásai, 1660-1664. Karácson Imre (Ford.) Magyar Tudományos Akadémia, Budapest.
- Karácson I. 1916. Török történetírók III. Karácson Imre (Ford.) Budapest.
- Kertész R., Sudár B., Bana Zs., Kómár M. 2012. Egy elfeledett muszlim imahely. Műemlékvédelem 56/3. 110-125.
- Kitanics M. 2014. Szigetvár-Turbék: a szultán temetkezési helye a 17-18. századi magyar, német és latin források tükrében. Mediterrán és Balkán Fórum 8. 91-109.
- Kovács V. 1971. Turbék. Szulejmán szultán magyarországi sírépületének kutatása. Ásatási napló 1971. Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Adattára VI.62/1972 Ltsz.: 9744.
- Kovács V. 1972. Szigetvár. Régészeti Füzetek. 103-104.
- Kovács V. 1972B Szigetvár. Archaeológiai Értesítő 99, 272.
- Kovács V. 1961-962. Szigetvári történeti néphagyományok. I–II. In.: Janus Pannonius Múzeum Évkönyve Pécs. 1961. 129–138.; 1962. 249–285.
- Lantosné Imre M. 1995. Szakrális táj és kultusz a pécsi egyházmegyében I. Csodaforrások és szentkutak. Janus Pannonius Múzeum Évkönyve Pécs 39, 197-211.
- Németh B. 1903. Szigetvár története. Pécs.
- Rúzsás L. 1971. Cserenkó és Budina. Századok 1971/1, 57-68.
- Szabó G., Kovács Á., Barkóczy P. 2013. A Szulejmán-kori harcászat és haditechnika a szigetvári ágyú és lövedékek archaeometallurgiai vizsgálatának tükrében. Gesta XII, 83–113.
- Szabó G. 2014. Szulejmán szultán halálának és türbéjének helye a szigetvári történeti és népi emlékezetben az újabb kutatások alapján. Ethnographia 125/3. 383-400.
- Szabó G. 2015. Leletanyag intenzitásvizsgálatok a Szulejmán szultán szigetvári türbéjéhez tartozó

- kaszaba helyének meghatározásához. *Archeometriai Műhely* XII./2. In print.
- Takáts S. 1927. A török hódoltság korából. Budapest.
- Tímár Gy. 1989. Királyi Sziget. Pécs.
- Vass E. 1993. Szigetvár város és a szigetvári szandzsák jelentősége az Oszmán-Török Birodalomban. In.: *Tanulmányok a török hódoltság és a felszabadító háborúk történetéből*. Szita László (Szerk.) Pécs. 193-217.
- Vatin, N. 2008. Egy türbe, amelyben nem nyugszik senki. *Megjegyzések Nagy Szülejmán szigetvári sírkápolnájának alapításához és rendeltetéséhez*. *Keletkutatás* 2008. 53-72.

Rövidítések jegyzéke

- JPM RA Janus Pannonius Múzeum Régészeti Adattára, Pécs
- MNM RA Magyar Nemzeti Múzeum Régészeti Adattára, Budapest
- MOL Magyar Országos Levéltár, Budapest.

Comparison test of the Iznik style faïences found near to Suleiman's türbe in Szigetvár and the results of researches connected to this

1. figure The impoundment area with the major locations, near Szigetvár.
2. figure Fragment of an Iznik vessel in Szigetvár, Hársfa-puszta.
3. figure Style and color parallels of the 16th century damask style Ottoman pottery fragment, found in Szigetvár, Hársfa-puszta (Topkapi, Istanbul. Photo by Géza Szabó).
4. figure PIXE spectrum of the faïence fragment, excavated near Szigetvár.
1. table Elemental composition of the Iznik style faïence fragment found near Szigetvár.
5. figure Fragment of a faïence tile from the area Szigetvár, Semlyék-hill (16th century).
6. figure Researches for the Ottoman Period area on the vineyard.
7. figure Drawing of Pál Esterházy about the palisade of the türbe in Szigetvár in 1664 (Esterházy Archives, Kismarton/Eisenstadt).
8. figure Pictures of Valéria Kovács about the excavation (Szigetvár, Collection of Várbarát kör).
9. figure Ottoman Period debris on the northern wall of the chapel in Turbék, on the picture of Valéria Kovács in the year 1971.

10. figure Ottoman archaeological finds, secondary used building material at the chapel in Turbék.
11. figure The region of the chapel in Turbék is the most probable place of Suleiman's türbe. Presumably the building paved by Iznik style tiles was standing near to this, to which the now found piece of tile belonged to as well.

Szigetvár'da Süleyman Türbesi'nin yakınlığında bulunmuş Iznik tarzı çinilerin karşılaştırma testi ve araştırmaların sonuçları buna bağlanmaktadır

1. Resim. Szigetvár sınırında, sınırları belirlenmiş araştırma alanı ve önemli noktalar.
2. Resim. Szigetvár, Hársfa-puszta'dan bir Iznik kap parçası 2. ábra. Izniki edény töredéke Szigetvár, Hársfa-pusztáról.
3. Resim 3. Stíl ve renk, Szigetvár, Hársfa-puszta'da bulunmuş (Topkapi, Istanbul. Photo by Géza Szabó) 16. yüzyıl Osmanlı seramiğinin damasko (Şam işi, Damaskus'dan gelir) tarzındaki örneği ile paralellik gösterir.
4. Resim. Szigetvár çevresinde bulunmuş olan çini parçalarının PIXE spektrumları. Bileşimi karakterize eden röntgen emisyonlu tepe noktaları gözle görülür bir benzerlik göstermektedir (1. Resim). Nicel analiz, iki çini parçasının hammaddesinin benzerliği düşüncesini açıkça pekiştirmektedir.
1. Çizelge: Szigetvár sınırında bulunmuş olan 16. yüzyıl Iznik çini parçasının hammadde bileşimi.
6. Resim. Szigetvár, Semlyék-hegy arazisinde bulunmuş olan fayans profil-çini kalıntısı (16. yüzyıl)
5. Resim. Szőlőhegy'de Osmanlı dönemine ait harabe alanıyla ilgili incelemeler.
7. Resim. Pál Esterházy'nin Szigetvár türbesini kuşatan duvarların 1664 tarihli çizimi (Arşidük Esterhazy Arşivi, Kismarton, Macaristan).
8. Resim. Valéria Kovács'ın kazı alanı fotoğrafları (Szigetvár, Kale Dostları Derneği Koleksiyonu)
9. Resim. Turbék Şapeli'nin kuzey cephesinde Osmanlı dönemine ait bir göçük. Valéria Kovács'ın 1971'de yaptığı kazıda çekilmiş olan bir fotoğraf (Szigetvár Kale Dostları Derneği koleksiyonu)
10. Resim. Turbék Şapeli'ndeki Osmanlı dönemine ait arkeolojik buluntular.
11. Resim. Sultan Süleyman'ın Szigetvár türbesinin bulunma olasılığı en yüksek olan

Szabó G. et al., Gesta XIII (2014), 59–78.

yer, Turbék Şapeli'nin çevresi; şimdi incelemekte olduğumuz parçanın da dâhil olduğu İznik çinisiyle kaplı yapı da muhtemelen burada idi.

KÖZÉPKORI DAMASZKOLT PENGÉKBEN FELHASZNÁLT VASÖTVÖZETEK –
KILENC KÖZÉP-EURÓPAI DAMASZKOLT KARD- ÉS KÉSPENGE ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA

Thiele Ádám^a, Jiří Hošek^b, Haramza Márk^c

^aBudapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék

^bInstitute of Archaeology of the ASCR, Prague, v.v.i., Letenská 4, 118 01, Prague 1, Czech Republic

^cKároli Gáspár Református Egyetem, Mediavisztika Tanszék, Budapest

Kivonat A középkorban elterjedtek voltak az ún. díszítő kovácshegesztéssel készült kard- és késpengék, amelyeknél díszítő céllal foszforvas rétegeket kovácsoltak be. Ezek legismertebb változatai a damaszkolt pengék, amelyeknek a középső része (magja) damaszkolt volt, ehhez pedig az élt többnyire acélből kovácshegesztették hozzá. Négy damaszkolt kardpengéből és öt díszítő kovácshegesztéssel készült késpengéből (amelyek közül 3 volt damaszkolt) származó mintán végeztünk összehasonlító metallográfiai és SEM-EDS vizsgálatokat, amelyekkel a következő két kérdésre kerestük a választ: Milyen anyagpárosításokkal készültek jellemzően a damaszkolt kés és kardpengék? Milyen foszfortartalmú foszforvasat használtak fel a díszítő célra? Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy a középkori damaszkolt kés és kardpengékben díszítő kovácshegesztésre kizárólag foszforvasat használtak fel, amelynek foszfortartalma átlagosan 0,4–1,4wt% volt. A damaszkolás kétféle anyagpárosítással történt: lágyvas+foszforvas és acél+foszforvas. Ha a hőkezeléseket is figyelembe vesszük, akkor háromféle anyagpárosítást nevezhetünk meg: lágyvas+foszforvas, normalizált acél+foszforvas és nemesített acél+foszforvas.

Kulcsszavak Damaszkolt pengék, foszforvas, középkor, kard- és késpengék

Bevezetés

A magyar *damaszkolás* szó az angol szakirodalomban a „*pattern welding*” szóösszetételnek feleltethető meg (a damaszkoláshoz kapcsolódó terminológiáról ld. részletesen Thiele & Haramza megjelenés alatt). A damaszkolás során különböző kémiai összetételű vasötvözeteket kovácshegesztettek össze, majd a mintázatot maratással tették

láthatóvá. Ez a rövid fogalom meghatározás tartalmazza az ide vonatkozó források (Pattern welding a, b, c) leglényegesebb megállapításait.

A középkorban három vasötvözetet használtak. Ezek a vasötvözetek a nemzetközi archaeometallurgiában használt fogalmakkal: *lágyvas* („*wrought iron*”), *acél* („*steel*”) és *foszforvas* („*phosphoric iron*”) (a definíciókat ld. az 1. táblázatban). Mindhárom vasötvözet megtalálható a damaszkolt pengékben.

1. táblázat. A három legfontosabb középkori vasötvözet.

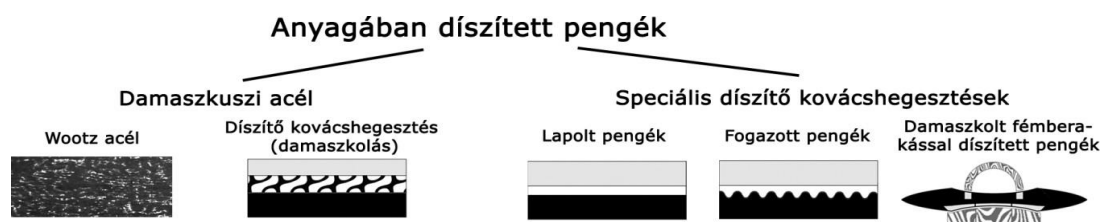
Vasötvözet	Magyarázat
Lágyvas	Kevés korbont de egyéb ötvözőket vagy szennyezőket nem tartalmazó vasötvözet. A korbontartalom legfeljebb 0,2wt%. Nem edzhető. Az angol archeometallurgiai szakirodalomban <i>wrought iron</i> (Pleiner 1962).
Acél	Nagy korbontartalmú de egyéb ötvözőket vagy szennyezőket nem tartalmazó vasötvözet. A korbontartalom legalább 0,2wt%, de általában 1wt%-nál nem nagyobb. Edzhető. Az angol archeometallurgiai szakirodalomban <i>steel</i> (Tylecote 1986).
Foszforvas	Nagy foszfortartalmú, kevés korbont (és esetleg arzént) de egyéb ötvözőket vagy szennyezőket nem tartalmazó vasötvözet. A korbontartalom legfeljebb 0,2wt%. Nem edzhető. A foszfortartalom 0,1wt% nál nagyobb (Vega et al. 2003). Az angol archeometallurgiai szakirodalomban <i>phosphoric iron</i> (Pleiner 2006). A foszforvasat első sorban díszítő célra használták.

A damaszkolt pengék elődjeként a lágyvas és acél rétegek összekovacsolásával készült *réteges kompozitok* („*piled composites*”) már a La-Téne időkben megjelentek (Jones 2002). A réteges

kompozitok készítésének elsődleges célja nem a szép felületi mintázat kialakítása, hanem a mechanikai tulajdonságok javítása volt. A díszítő funkció csak később (a 2. századtól) került előtérbe, amikor

a pengék készítéséhez a lágyvas és acél mellett foszforvasat is kezdtek felhasználni (Tylecote & Gilmour 1986). Ezeket a pengéket nevezhetjük díszítő kovácshegesztéssel készült pengéknek, amelyek legismertebb változatai a damaszkolt pengék. A damaszkolt pengéknek csak a középső része, a magja volt damaszkolt, amely általában 7 rétegű és csavart mintázatú volt (Jones 1997). Ehhez az élt acélból kovácsolták hozzá (Böhne & Dannheimer 1961). A díszítő kovácshegesztés speciális változataival készültek azok a pengék, amelyekbe csak egy vagy két foszforvas réteget (lapolt „stripped” pengék) vagy fogazott mintázatú foszforvas réteget kovácsoltak be (fogazott „serrated” pengék)

(Hošek 2011). Ide sorolhatók a damaszkolt fémberakással („inlaid”) díszített pengék is. Meg kell még említeni, hogy a *damaszkuszi acél* („damascus steel”) fogalom alatt az angol archeometallurgiai szakirodalom egyrészt érti a damaszkolt pengéket, másrészt pedig a *wootz-acélt* („wootz-steel”) is, amely egy állandó karbontartalmú, hipereutektoidos ($C > 0,86\text{wt}\%$) acél (Bronson 1986). A wootz mintázatát a maratással láthatóvá tett eldurvult, hálózatos-tűs megjelenésű szekunder cementit adja. A bemutatott anyagában díszített pengétípusokat az 1. ábra foglalja össze.



1. ábra. Az anyagában díszített pengék csoportosítása és illusztrációja. Az ábra első publikációja: (Thiele & Haramza megjelenés alatt). Rövid értelmezés: Wootz acél – homogén, hipereutektoidos acél. Damaszkolt penge – kések esetén a penge foka lágyvas, magja csavart mintázatú damaszkolt, éle acél. Lapolt penge – kések esetén a penge foka lágyvas, magja foszforvas, éle acél. Lapolt penge – kések esetén a penge foka lágyvas, a foszforvas mag és az acél él fogazott mintázattal kapcsolódik. Damaszkolt fémberakással díszített penge – általában kardpengéknél fordul elő, a penge anyaga acél vagy lágyvas, amelyben csavart mintázatú damaszkolt fémberakásokat kovácsoltak be. Az ábrán a lágyvasat szürke, az acélt fekete, a foszforvasat pedig fehér szín jelöli.

Legújabban, történelmileg hitelesen előállított damaszkolt próbatesteken elvégzett mechanikai anyagvizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a közhiedelemmel ellentétben, a damaszkolás elsődleges célja a díszítés volt, nem pedig a pengék mechanikai tulajdonságainak javítása (Thiele et al. megjelenés alatt). Ennek oka, hogy a damaszkolt pengékben díszítő céllal felhasznált tipikus foszforvas nagyon rideg, a szívósságát jellemző mérőszámainak mindegyike (ütőmunka (KV), fajlagos törési munka (W_c), szakadási nyúlás (A) és kontrakció (Z)) közel nulla. Jelen cikkben bemutatott archeometriai vizsgálatainkkal az előbbi kutatás előzményeként a következő két kérdésre kerestük a választ:

- Milyen anyagpárosításokkal készültek jellemzően a damaszkolt kés és kardpengék?
- Milyen foszfortartalmú foszforvasat használtak fel a díszítő célra?

Módszerek és eredmények

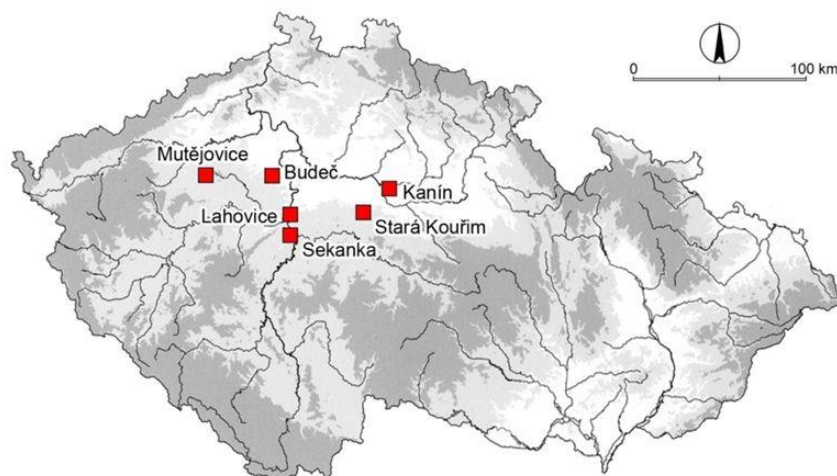
Négy damaszkolt kardpengéből és öt díszítő kovácshegesztéssel készült késpengéből (amelyek

közül 3 lapolt díszítő kovácshegesztett, 3 pedig damaszkolt volt) származó mintán végeztünk archeometriai vizsgálatokat. Mindegyik penge Radomír Pleiner cseh archeometallurgus, régész feltárásaiból származik. A minták mindegyikén Jiří Hošek, archeometallurgus, gépészmérnök korábban már elvégzett metallográfiai vizsgálatokat, amelyek eredményei publikációkban meg is jelentek (a vizsgált pengékről részletesen ld. Pleiner 1969, 1979, 1982, 1993), azonban SEM-EDS vizsgálatok a mintákon korábban nem történtek. Fontosnak tartottuk továbbá a pengék ismételt, összehasonlító metallográfiai vizsgálatának elvégzését, különös tekintettel a lehetséges hőkezelések beazonosítására, azért hogy az említett későbbi, a damaszkolt pengék mechanikai tulajdonságaival foglalkozó kutatáshoz (Thiele et al. megjelenés alatt) ezen archeometriai vizsgálatokra alapozva állíthassunk elő próbatesteket.

A mintákból készült metallográfiai csiszolatokat (a marószert 2%-os nitál volt) a felhasznált vas-ötvözetek összehasonlító beazonosítása céljából először optikai mikroszkóp alatt, majd a foszforvas

foszfortartalmának meghatározása céljából elektronmikroszkóppal, SEM-EDS módszerrel vizsgáltuk. Minden foszforvas réteg esetében 5 pontban mértük meg a foszfortartalmat.

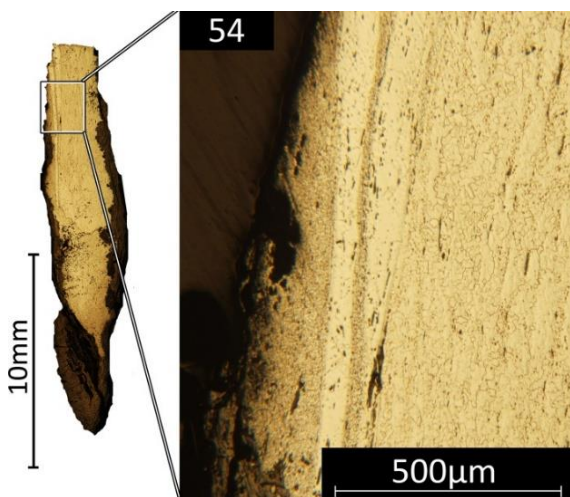
A következőkben röviden ismertetjük a pengék származási helyét, datálását és egyéb régészeti vonatkozásait. Bemutatjuk továbbá a pengék anyagvizsgálatának eredményeit. A pengék mai Csehország területén elhelyezkedő lelőhelyeit a 2. ábra mutatja.



2. ábra. A vizsgált kardok és kések lelőhelyei Csehországban.

Az 54-es számú kard Kanínból

Az 54-es számú kard egy 10. századra datálható sírból került elő, amelyet a Kanín közelében található temetkezési helyen tártak fel.



3. ábra. Az 54-es számú kard makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen a lágyvas magra lágyvas+foszforvas anyagpárosítással rákovácsolt damasckolt féंबरakás látható.

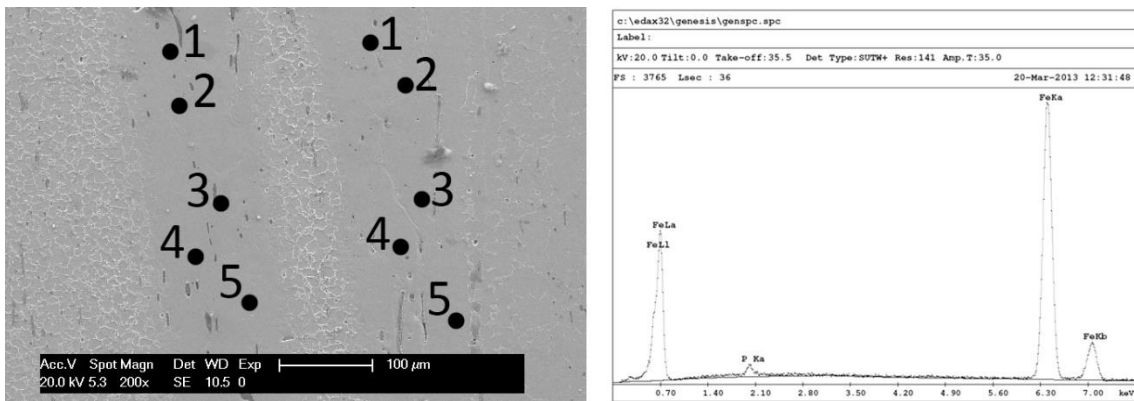
A kard lágyvas magjára damasckolt féंबरakást kovácsoltak, amelyben lágyvas+foszforvas anyagpárosítást használtak (ld. 3. ábra). A damasckolt féंबरakásban a lágyvas rétegek ferrit-perlites, a foszforvas rétegek pedig durvaszemcsés ferrites szövetszerkezetűek. Az él az előrehaladott korrózió miatt nem vizsgálható. A kard nem edzhető vasötvözetekből készült, így ha volt is valamilyen hőkezelés, arra a szövetszerkezet nem utal. Az egyik foszforvas réteg átlagosan 0,99wt%, a másik pedig 1,15wt% foszfort tartalmazott. Ennél a mintánál bemutatjuk továbbá példaként az elektronmikroszkópos vizsgálatok során a vizsgált területről készített SEM képet és az első foszforvas réteg 2. mérési pontjához tartozó EDS spektrumot (ld. 4. ábra). A spektrum kiértékelése alapján a foszfortartalom ebben a pontban 1,16wt% volt. Az összes EDS mérési eredményt a 2. táblázat foglalja össze. A kard pengéjének lapját helyenként fémtisztára csiszoltuk és Oberhoffer-marószerral megmarattuk. A felületen megjelenő mintázatról sztereomikroszkóp alatt makrofotókat készítettünk, amelyet az 5. ábra mutat.

A 120-as számú kard Stará Kouřimból

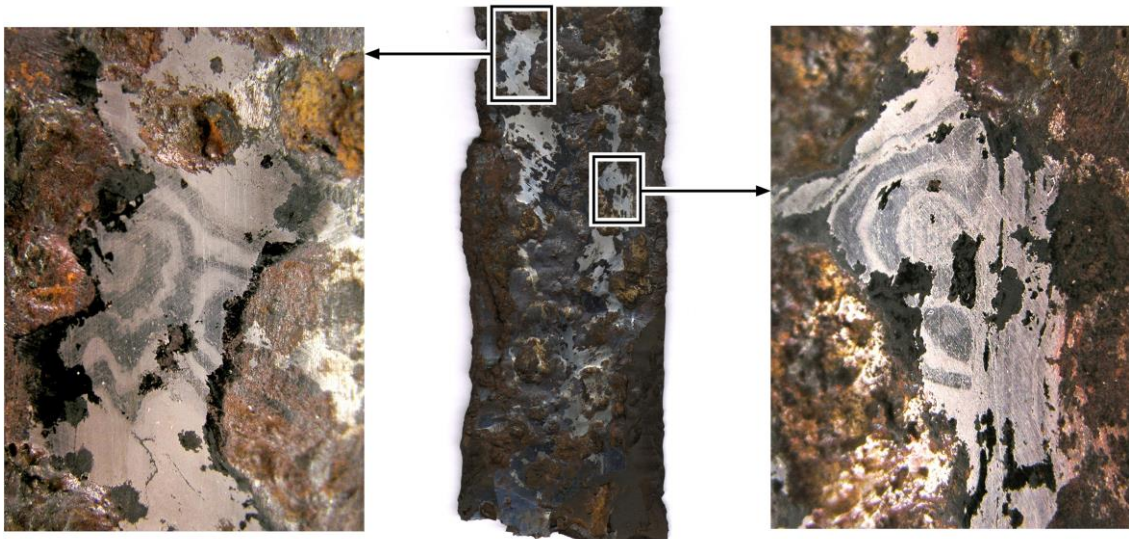
A 120-as számú kard egy a 9. század első vagy második harmadára keltezhető férfisírból került elő Stará Kouřim régi szláv erődje közeléből.

A jó minőségű, kétélű, szokatlanul rövid kardpenge élet két oldalról acélból kovácsolták a maghoz. A kard magja acélból és lágyvasból készült, amelybe acél+foszforvas anyagpárosítással csavart damaszk fémberakást kovácsoltak mindkét oldalról (ld. 6. ábra). A damaszkolt fémberakásban az acél rétegek egyike tisztán perlites, a másik widmanstatten-ferrites szövetszerkezetű. A foszforvas rétegek egyike durvaszemcsés ferrites, a

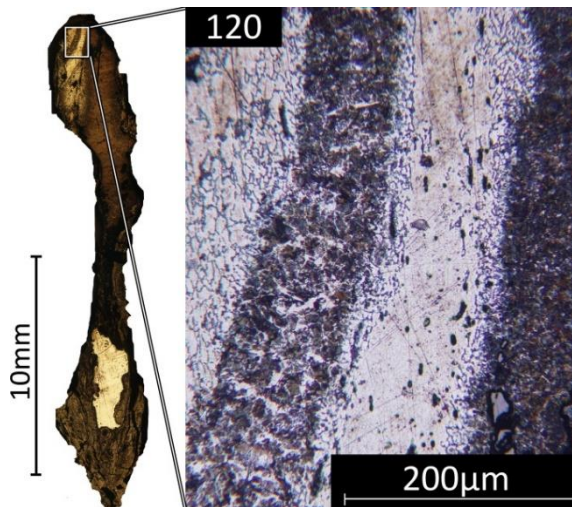
másik részben durvaszemcsés ferrites, részben pedig finomszemcsés ferrit-perlites sávokból áll. A szövetelemek alapján a kardpenge normalizált (levegőn hűlt), nem edzett. A ferrites foszforvas réteg átlagos foszfortartalma a vizsgált minták közül a legnagyobb, 1,42wt%, a ferrit-perlites sávokat is tartalmazó foszforvas réteg átlagos foszfortartalma kisebb, 0,89wt%.



4. ábra. Az 54-es számú vizsgált területén lévő két foszforvas rétegben felvett 5-5 EDS mérési pont és az első (baloldali) foszforvas réteg 2-es mérési pontjához tartozó EDS spektrum (P=1,16wt%).



5. ábra. Az 54-es számú kard pengéjének damaszkolt fémberakással díszített lapjának mintázata Oberhoffer marószerral való maratás után (sztéreo mikroszkópos felvételek).



6. ábra. A 120-as számú kard makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen keresztmetszetben damaszkolt magban használt acél+foszforvas anyagpárosítással látható.

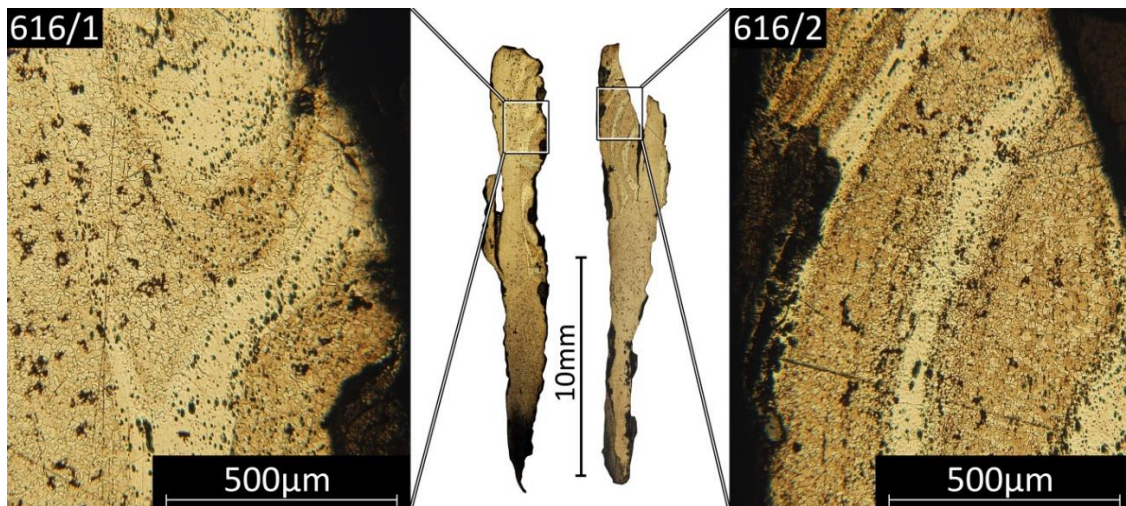
A 616-os számú kard Bešeňovból

A 616-os számú kard egy 5. századi gazdag fejedelmi sírból származik amelyet Bešeňov (Szlovákia) közelében tártak fel. A kard markolata hiányzik. A karból két keresztmetszeti mintát vettünk,

amelyek metallográfiai vizsgálatával megállapítottuk, hogy az élt lágyvasból kovácsolták a maghoz, illetve, hogy a kard lágyvas magjára az egyik oldalon damaszkolt féंबरakást kovácsoltak, amelyben lágyvas+foszforvas anyagpárosítást használtak, csavart mintázattal (ld. 7. ábra). A damaszkolt féंबरakásban a lágyvas rétegek finomszemcsés, kevés perlitet tartalmazó ferrit-perlites, a foszforvas rétegek pedig durvaszemcsés ferrites szövetszerkezetűek. A kard nem edzhető vasötvözetekből készült, így ha volt is valamilyen hőkezelés, arra a szövetszerkezet nem utal. Az első mintában egy foszforvas réteget vizsgáltunk, amelynek átlagos foszfortartalma 0,51wt% volt. A második mintában két foszforvas réteget vizsgáltunk ezek átlagos foszfortartalma 0,54wt% és 0,53wt% volt. A rétegek közel azonos foszfortartalmából arra következtethetünk, hogy az egyes réteghez felhasznált foszforvas egyazon vasbucából származhatott. A SEM-EDS vizsgálatok során mindkét minta mindegyik mérési pontjában mértünk a foszforvasban arzént (átlagosan 1wt%-os mennyiségben).

A 715-ös számú kard Mikulčice-ből

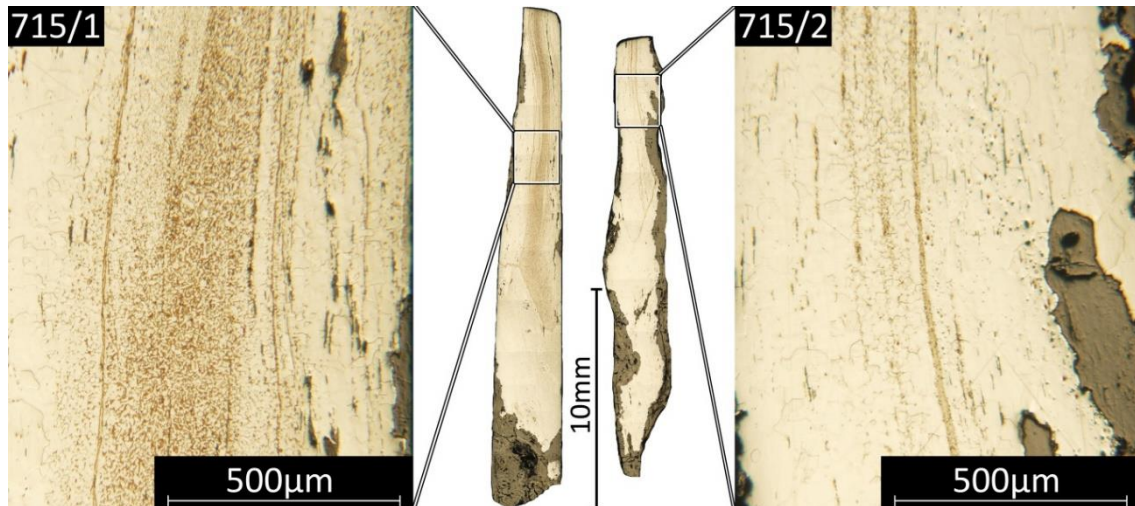
A 715-ös számú kard Mikulčice-ből, a Nagy Morva Birodalom egyik legfontosabb erődjéből való. A 9. század első felére datált 715-ös számú sírból emelték ki.



7. ábra. Az 54-es számú kard makrofotója és a vizsgált területek mikroszkópi képei, amelyen a lágyvas magra lágyvas+foszforvas anyagpárosítással rákovácsolt damaszkolt féंबरakás látható.

A kadból két keresztmetszeti mintát vettünk. A kard legnagyobb részben lágyvasból készült, az él is lágyvas, a mag teljes keresztmetszetében damaszkolt, lágyvas+foszforvas anyagpárosítással készült (8. ábra). A mintázat nem volt beazonosítható. A lágyvas rétegek finomszemcsés ferrit-perlites, a foszforvas rétegek pedig durvaszemcsés fer-

rites szövetszerkezetűek. A kard nem edzhető vas-ötvözetekből készült, így ha volt is valamilyen hőkezelés, arra a szövetszerkezet nem utal. Ennek a kardnak az esetében találtuk a legkisebb foszfortartalmú foszforvasat, az egyik mintában vizsgált foszforvas réteg átlagosan 0,37wt%, a másik mintában vizsgált foszforvas réteg pedig 0,4wt% foszfort tartalmazott.



8. ábra. A 715-ös számú kard makrofotója és a vizsgált területek mikroszkópi képei, amelyen lágyvas+foszforvas anyagpárosítással készült damaszkolt mag látható.

A 249, 251 és 252 számú kések Sekankából

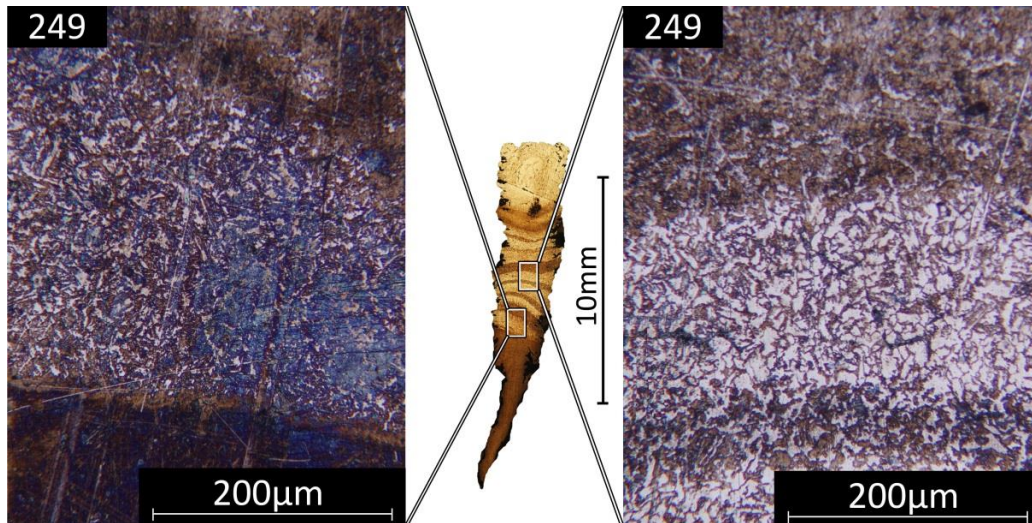
A 249, 251 és 252 számú kések Sekanka – Hradištko u Davle mellett egy kereskedő település régészeti feltárásakor kerültek elő. A települést valószínűleg a 13. század második negyedében alapították, 1278-ban kifosztották és lerombolták. A település régészeti feltárása nyomán vasiparhoz, főleg kovácsoláshoz köthető leletanyag került elő, sok kovácssalak és számos, valószínűleg helyben kovácsolt vastárgy került napvilágra. Összesen 59 vastárgyat gyűjtöttek be metallográfiai vizsgálatra, ezek közül 33 kés volt. A késeknek kb. fele luxus-kés volt, amelyek foszforvas felhasználásával díszítő kovácshegesztéssel készültek. A megtalált nagyszámú díszített kés (fogazott vagy egyszerű lapolt díszítő kovácshegesztés) miatt feltételezhető, hogy ezeknek a luxuskéseknek az előállítására a településhez köthető. A 249-es kés tipikus damaszkolt kés. A kés élét acélból, fokát pedig lágyvasból kovácshegesztették hozzá a 16 rétegű damaszkolt maghoz, amely acél+foszforvas anyagpárosítással készült (9. ábra). A kést hőkezelték, az

él megeresztett martenzites, a magot alkotó acél rétegek az éltől távolodva megeresztett matenzites, bainites és widmanstatten-ferrites szövetszerkezetűek. Ez a szövetszerkezet arra utal, hogy csak az él gyorsítását végezték el, a kés többi része hővezetéssel hűlt. Hasonló hőkezeléssel létrehozott „szövetszerkezet gradiens” figyelhető meg a 274-es és a 423-as számú kések esetében is. A foszforvas minden rétegben ferrit-perlites szövetszerkezetű, ebben hasonlóságot mutat a 120-as számú kard 2. foszforvas rétegéhez, amely azonban csak ferrit-perlites sávokat tartalmazott. A szövetszerkezetnek megfelelően a foszfortartalom alacsony, átlagosan 0,42wt%.

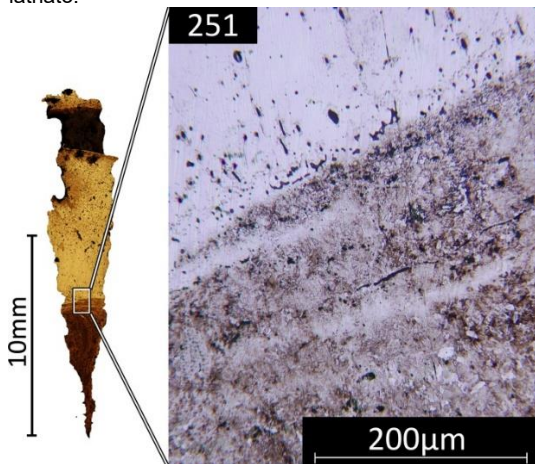
A 251 és 252 számú kések esetében a penge hossza mentén egy foszforvas réteget kovácsoltak be (ld. 10. és 11. ábra), ezek a kések tehát lapolt díszítő kovácshegesztéssel készültek. Mindkét kés éle acélból, foka pedig lágyvasból készült, azonban a 251-es számú kés éle nem edzett, viszont a 252-es számúé igen. 252-es számú kés metallográfiai csiszolatán a lágyvas fok belső oldalán egy nagyobb karbon tartalmú sáv figyelhető meg. A 251-es számú kés esetében a foszforvas réteg átlagos

foszfortartalma 0,57wt%, 252-es számú kés esetében pedig 0,59wt%. A foszforvas réteg mindkét esetben tisztán ferrites, durvaszemcsés szövetszerkezetű. A 251 és 252 számú kések felépítésükben

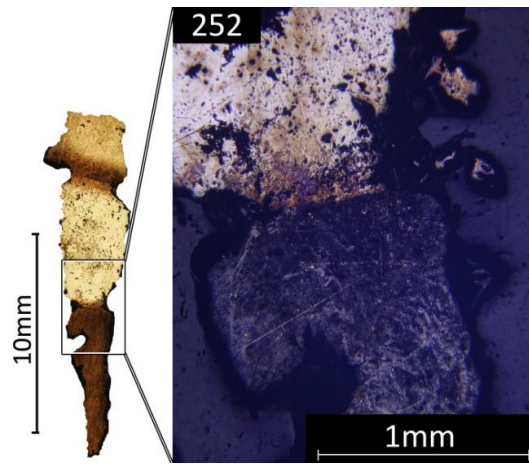
hasonlítanak a 667-es számú késhez (vö. később 15. ábra).



9. ábra. A 249-es számú kés makrofotója és a vizsgált területek mikroszkópi képei. A baloldali képen az él és a damaskolt mag határa, a jobboldali képen pedig az acél+foszforvas anyagpárosítással készült damaskolt mag egy jellemző része látható.



10. ábra. A 251-es számú kés makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen az acél él és a foszforvas mag határa látható.



11. ábra. A 252-es számú kés makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen az acél él és a foszforvas mag határa látható.

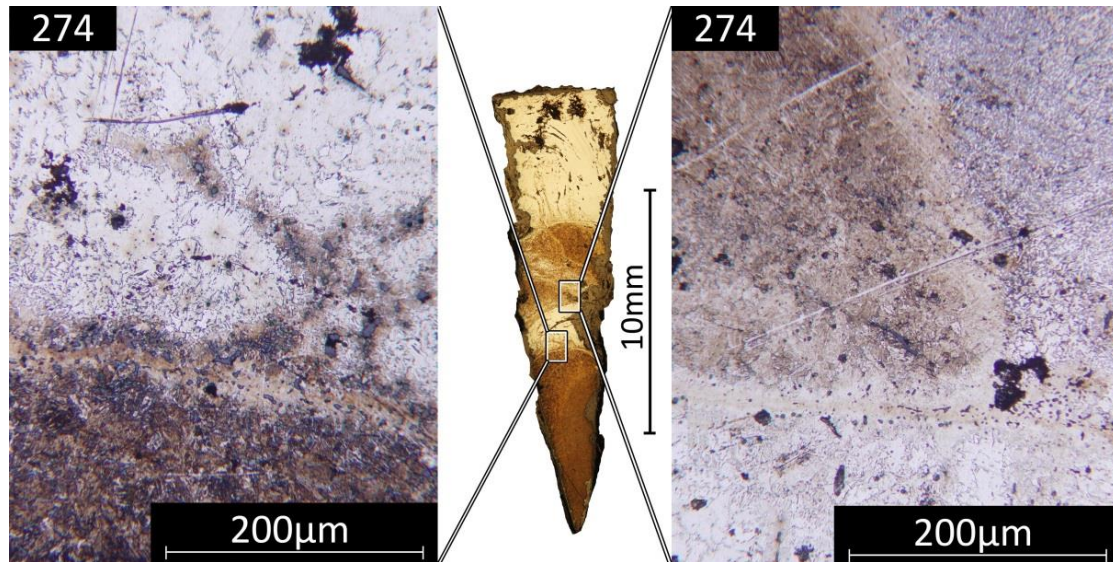
A 274-es kés Lahovicéből

A 274-es kést Lahovice közeléből, egy településtől távol található nyílt terepen lévő 9. század közepétől a 11. századig használt temetkezési helyen, a 10. század első felére datált 274-es számú sírban találták. Erről a régészeti lelőhelyről számos vas tárgyat, köztük 4 kést választott ki Pleiner metallográfiai vizsgálatra.

A kés magja 5 rétegű csavart damaszk, amely acél és foszforvas anyagpárosítással készült (ld. 12. ábra). A kés éle acél, foka pedig meglepő módon szintén foszforvas. A kést hőkezelték, éle edzett, megeresztett martenzites szövetszerkezetű, damaskolt magjában az acél rétegek megeresztett martenzites és bainites szövetszerkezetűek. A damaskolt magban lévő két foszforvas réteg volt azonosítható, amely közül az egyik durvaszemcsés

ferrites szövetszerkezetű volt, 0,74wt% átlagos foszfortartalommal, a másik foszforvas réteg pedig finomszemcsés ferrit-perlites szövetszerkezetű, en-

nek megfelelően kisebb, 0,54wt%-os átlagos foszfortartalommal. A kés fokát alkotó foszforvas réteg szintén durvaszemcsés ferrites szövetszerkezetű 0,55wt% átlagos foszfortartalommal.



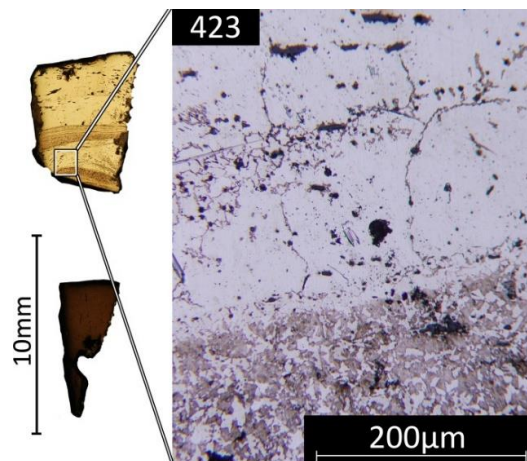
12. ábra. A 274-es számú kés makrofotója és a vizsgált területek mikroszkópi képei. A baloldali képen az él és a damaszkolt mag határa, a jobboldali képen pedig az acél+foszforvas anyagpárosítással készült damaszkolt mag egy jellemző része látható.

A 423-as kés Mutějovicéből

Mutějovice mellett egy települést (10-13. század) és benne két falusi kovácsműhelyt tártak fel. Az egyik kovácsműhelyt a 13. század első, a másikat a második felében használhatták. 12 vastárgy metallográfiai vizsgálata alapján feltételezhető, hogy a műhelyekben olyan kovácsok dolgoztak, akik mindenféle vaseszközt készítettek, nemcsak késeket. A 423-as számú kiváló minőségű kés bizonyítja, hogy egy kis faluban is feltűnhetnek olyan kések, amelyek előállítását a korabeli csúcstechnológiával történt. A kés valószínűleg nem helyben készült, hanem egy olyan kovácsműhelyben, ahol speciális luxuskéseket kovácsoltak. A kés datálása bizonytalan (12-13. század).

A kés élét acélból, fokát lágyvasból kovácsolták az acél+foszforvas anyagpárosítással készült, csavart mintázatú damaszkolt maghoz (ld. 13. ábra). A metallográfiai csiszolathoz kivágott mintán a mag egy része korrózió miatt hiányzik. Az él edzett, martenzites szövetszerkezetű, a foszforvas rétegekben a foszforvas durvaszemcsés ferrites, az magban lévő acél rétegek ferrit-perlites szövetszer-

kezetűek. A damaszkolt mag foszforvas rétegei átlagosan 0,45wt% és 0,85wt% foszfort tartalmaztak.



13. ábra. A 423-as számú kés makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen az acél+foszforvas anyagpárosítással készült damaszkolt mag látható.

A 667-es kés Budečből

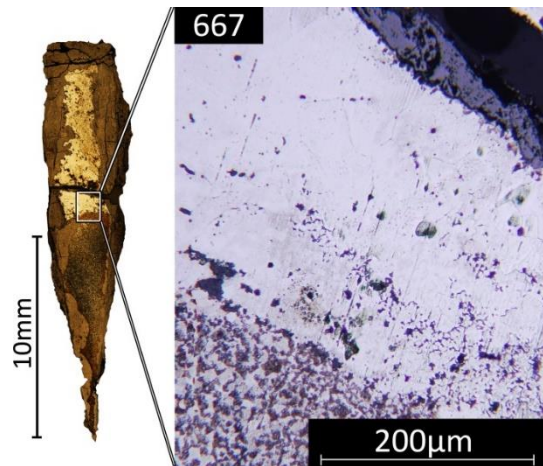
A 8-9. század fordulóján alapított Budeč a 10-11 században fontos erődítmény volt. A 10. század közepe táján elvesztette katonai jelentőségét, azonban megőrizte gazdasági szerepét. Budeč régészeti feltárása során nagyon sok vastárgy került el. Pleiner ezek közül 21-et választott ki metallográfiai vizsgálatra, amiből egy kivétellel mind kés volt. A vizsgálati eredmények alapján ezek a kések igazi mesterművek voltak. A legkiválóbb minőségű kések a 10 és a 11. századra keltezhetőek. Ezek egyikét, a 667-es számú kést, az erődítmény középső részén, az őrtorony közelében találták.

A 667-es számú kés felépítését tekintve hasonló a 251-es és 252-es számú késekhez, a penge hossza mentén egy foszforvas réteget kovácsoltak be (ld. 14. ábra), a kés tehát lapolt díszítő kovácshegesszel készült. A kés élét acélból, fokát pedig lágyvasból kovácsolták a középső foszforvas réteghez. A kés éle edzett. A foszforvas réteg tisztán ferrites, durvaszemcsés szövetszerkezetű, átlagos foszfortartalma 0,72wt%.

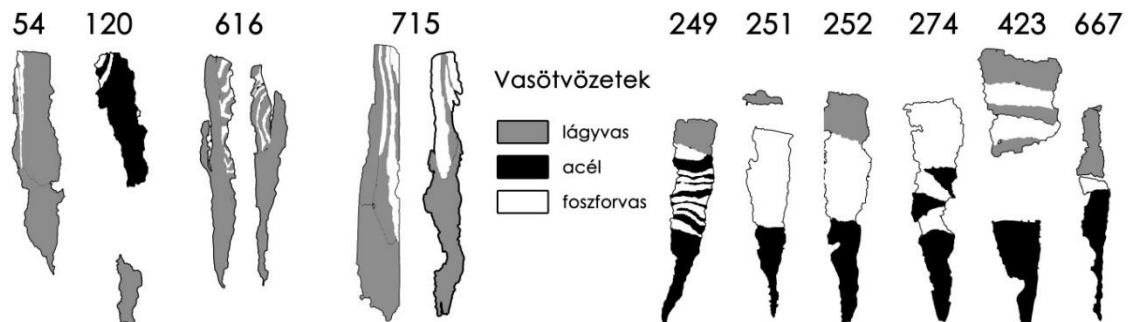
Diszkusszió és következtetések

A damaszkolt pengék esetében felhasznált vasötvözeteket a metallográfiai csiszolatokon elvégzett optikai mikroszkópos vizsgálatok alapján és az egyes foszforvas rétegekben SEM-EDS módszerrel meghatározott átlagos foszfortartalmat a 2. táblázat foglalja össze. A metallográfiai vizsgálatok alapján a vizsgált pengék keresztmetszetének stilizált rajzát a 16. ábra mutatja be. Az ábrán jól megfigyelhetők az egyes pengék esetében felhasznált vasötvözetek.

A metallográfiai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy mind a kilenc vizsgált kard és kés- penge esetében foszforvasat használtak fel díszítő célra. A 274-as számú kés esetében a kés fokához is foszforvasat használtak. A pengékben a damaszkolt mag illetve a damaszkolt féंबरakás kétféle anyagpárosítással készülhetett: lágyvas+foszforvas és acél+foszforvas. Ha a hőkezeléseket is figyelembe vesszük, akkor háromféle anyagpárosítást nevezhetünk meg: lágyvas+foszforvas, normalizált acél+foszforvas és nemesített acél+foszforvas. Mindegyik kés éle acélból készült, a késeket egy kivétellel nemesítették, ezzel szemben a kardok esetében hőkezelésre utaló szövetszerkezetet nem volt megfigyelhető az él pedig két esetben is lágyvasból készült.



14. ábra. A 667-es számú kés makrofotója és a vizsgált terület mikroszkópi képe, amelyen az acél él és a foszforvas mag határa látható.



15. ábra: A vizsgált pengék keresztmetszetének stilizált rajza, a pengékben felhasznált vasötvözetek megjelölésével.

A pengékhez felhasznált foszforvas foszfortartalma átlagosan 0,4-1,4wt% volt. A díszítésre fel-

használt foszforvas általában tisztán ferrites, durvaszemcsés szövetszerkezetű volt, amely szövet-

szerkezet jellemző a foszforvasra, megkönnyíti annak beazonosítását a metallográfiai csiszolatokon. A foszforvas estenként karbont is tartalmazott, ilyenkor ferrit-perlites sávokat lehetett megfigyelni és kisebb átlagos foszfortartalom volt mérhető. A kisebb foszfortartalom oka, hogy a perlit szemcsékben jóval kevesebb foszfor képes szilárd oldatban maradni, mint a ferritzemcsékben. Míg egyensúlyi esetben a ferrit kb. 2,1wt% foszfort old, addig a perlit csak kb. 0,5wt%-ot (vö. Fe-P-C terner diagram: Raghavan 2004).

A 715-ös számú kard esetében a foszforvas rétegek mindegyikében átlagosan 1wt% arzént mérünk. Az arzén néha kimutatható a foszforvasban (Piaskowski 1984), ugyanis a foszfordús, általában bakteriális genetikájú gyeppvasércek, nagy fajlagos felületű gyeppvasércek nemcsak a vízben oldott foszfát, hanem az arzénát ionokat is abszorbeálják (a gyeppvasércek genetikájáról és geokémiájáról ld. részletesen: Thiele & Kecsmár é.n.).

2. táblázat. A damaszkolt pengék esetében felhasznált vasötvözetek és az egyes foszforvas rétegekben SEM-EDS módszerrel mért foszfortartalom értékek és azok átlaga, illetve a foszforvas rétegekben beazonosítható egyéb elemek.

Minta száma	Foszforvas réteg	Vasötvözetek	Foszfor-tartalom (wt%)					Átlag	Egyéb elemek
			1	2	3	4	5		
54	1	lággyvas mag lággyvas+foszforvas damaszkolt féंबरakással, az él nem vizsgálható (hőkezelés nincs)	0.89	1.16	1.24	1.09	1.35	1.15	-
	2		0.99	0.91	1.27	0.93	0.85	0.99	-
120	1	lággyvas és acél mag lággyvas+foszforvas damaszkolt féंबरakással, az él nem vizsgálható (hőkezelés nincs)	1.41	1.5	1.26	1.55	1.37	1.42	-
	2		1.18	0.47	1.18	0.6	1	0.89	C
616/1	1		0.51	0.45	0.64	0.55	0.38	0.51	As
616/2	1	lággyvas+foszforvas damaszkolt mag, az él lággyvas (hőkezelés nincs)	0.6	0.7	0.16	0.64	0.6	0.54	As
	2		0.48	0.55	0.58	0.64	0.39	0.53	As
715/1	1	lággyvas+foszforvas damaszkolt mag, az él lággyvas (hőkezelés nincs)	0.4	0.56	0.34	0.29	0.27	0.37	-
715/2	1		0.44	0.3	0.32	0.77	0.18	0.40	-
249	1	acél+foszforvas damaszkolt mag, acél él, lággyvas fok (nemesített)	0.6	0.53	0.39	0.37	0.22	0.42	C
251	1	acél él, foszforvas mag, lággyvas fok (hőkezelés nincs)	0.66	0.42	0.55	0.61	0.63	0.57	-
252	1	acél él, foszforvas mag, lággyvas fok (nemesített)	0.69	0.61	0.6	0.61	0.43	0.59	-
274	1		0.76	0.85	0.73	0.6	0.6	0.71	-
	2	acél+foszforvas damaszkolt mag, acél él, foszforvas fok (nemesített)	0.41	0.87	0.46	0.56	0.47	0.55	C
	3		0.5	0.46	0.53	0.59	0.6	0.54	-
423	1	acél+foszforvas damaszkolt mag, acél él, lággyvas fok (nemesített)	0.46	0.26	0.43	0.46	0.63	0.45	-
	2		0.88	0.99	0.76	0.81	0.79	0.85	-
667	1	acél él, foszforvas mag, lággyvas fok (nemesített)	0.79	0.81	0.89	0.65	0.45	0.72	-

Összegzés

A bevezetőben megfogalmazott két kérdésre a kilenc közép-európai damaszkolt kard- és késpenge archeometriai vizsgálata alapján kapott válaszok:

– A pengékben a damaszkolt mag illetve a damaszkolt féंबरakás kétféle anyagpárosítással készülhetett: lággyvas+foszforvas és acél+foszfor-

vas. Ha a hőkezeléseket is figyelembe vesszük, akkor háromféle anyagpárosítást nevezhetünk meg: lággyvas+foszforvas, normalizált acél+foszforvas és nemesített acél+foszforvas.

– A pengékhez felhasznált foszforvas foszfortartalma átlagosan 0,4-1,4wt% volt.

Felhasznált irodalom

- Böhne, C.; Dannheimer, H. 1961. Studien an Wurbuntklingen des frühen Mittelalters, Bayerische Vorgeschichtsblätter 26, pp. 107–122.
- Bronson, B. 1986. The Making and Selling of Wootz. *Archeomaterials* 1, pp. 13–51.
- Hošek, J. 2011. Serrated welds in medieval knives from territory of the Czech Republic and elsewhere, előadás, Stará huť u Adamova, Iron Smelting and Processing Days.
- Jones, L.A. 2002. Blade Construction and Pattern-Welding, [in:] I. Peirce, *Swords of the Viking Age*, Woodbridge: The Boydell Press, pp. 145–151.
- Jones, L.A. 1997. The Serpent in the Sword: Pattern-Welding in Early Medieval Swords, „Park Lane Arms Fair Catalogue” 4, pp. 7–11, online változat [megtekintve: 2014.03.21]: <<http://www.vikingsword.com/serpent.pdf>>
- Pattern welding a. In: *Oxford Dictionaries* [online]. Oxford University Press. [megtekintve: 2014.03.12], <<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/pattern-welding>>
- Pattern-welding b. In: *The Concise Oxford Dictionary of Archaeology* [online]. Oxford University Press, 2002, 2003. Answers.com [megtekintve: 2014.03.12], <<http://www.answers.com/topic/pattern-welding-1>>
- Pattern welding c. In: *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida): Wikimedia Foundation, 2001. [megtekintve: 2014.03.12], <http://en.wikipedia.org/wiki/Pattern_welding>
- Piaskowski, J. 1984. Das Vorkommen von Arsen im antiken und frühmittelalterlichen Gegenständen aus Renneisen, *Archäologie*, vol. 18, pp. 213–126.
- Pleiner, R. 1962. *Staré evropské kovárství*, Praha : ČSAV. pp 13.
- Pleiner, R. 1969. Středověké sídliště s kovárnami u Mutějovic, Eine Mittelalterliche Dorfsiedlung mit Schmiedewerkstätten bei Mutějovice, Westböhmen, *Památky archeologické* LX/2, 533–571.
- Pleiner, R. 1979. K vývoji slovanské nožířské techniky v Čechách. *Archeologické rozhledy* XXXI, 245 – 256.
- Pleiner, R. 1982. Techniky kovářské výroby. In: Richter, M (Szerk.) *Hradištko u Davle*, Praha, pp. 268–300.
- Pleiner, R. 1993. Die Technologie der Messerherstellung in der Frühmittelalterlichen Fürstenburg von Budeč, Böhmen, *Památky archeologické* LXXXIV, Praha, 69–92.
- Pleiner, R. 2006. *Iron in Archaeology: Early European Blacksmiths*. Prague: Czech Institute of Archaeology, pp 241.
- Raghavan, V. 2004. C-Fe-P (Carbon-Iron-Phosphorus), *Journal of Phase Equilibria and Diffusion* Vol. 25 No. 6, pp. 541–542.
- Thiele, Á., Haramza, M. megjelenés alatt. Fegyvertörténeti kitekintés: a középkori damaszolt pengék archeometallurgiája és mechanikai tulajdonságai, *Hadtörténeti Közlemények*.
- Thiele, Á; Kecsmár, Zs. é.n. A belső-somogyi gyevasérc telepek archeometallurgiai jelentősége és genetikája / Genetic types and archaeometallurgical role of bog iron ore deposits in Inner Somogy, *Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat*, vol 147:(1), pp. 19–24.
- Thiele, Á.; Hošek, J.; Kucypera, P.; Dévényi, L. megjelenés alatt. The role of pattern-welding in historical swords – mechanical testing of materials used in their manufacture, *Archaeometry*.
- Tylecote, R.F. 1986. *The prehistory of metallurgy in the British Isles*. London : Institute of Metals. pp. 241.
- Tylecote, R.F.; Gilmour, B.J.J. 1986. *The Metallography of Early Ferrous Edge Tools and Edged Weapons*, BAR British Series 155, Oxford: B.A.R., pp. 146–262, 251–252.
- Vega, E., Dillmann, P., Lheritier, M., Fluzin, P., Crew, P., Benoit, P. 2003. Forging of phosphoric iron. An analytical and experimental approach. *Archaeometallurgy in Europe*, vol. II, Milan, 337–346.