

ARCHEOMETRIA ÉS A SELYEMÚT
AVAGY ANYAGVIZSGÁLATOK JELENTŐSÉGE A TÁVOLSÁGI
KAPCSOLATI HÁLÓK KUTATÁSÁBAN
ARCHEOMETRY AND THE SILK ROAD: ROLE OF COMPOSITION ANALYSES
IN STUDYING CROSS-CULTURAL INTERACTIONS*

HOPPÁL Krisztina Kinga¹

¹ MTA-ELTE-SZTE Selyemút Kutatócsoport, Távolsági Intézet, ELTE

E-mail: hoppalkriszti85@gmail.com

Abstract

Although studying early trade networks can be considered a relatively popular field of research, the intensity and patterns of such complex system still leave a lot of questions, particularly in case of Rome and China. There is still a trend to visualize a kind of globalized commercial trade between the two realms; however the facts provide us a more comprehensive picture.

A variety of objects discovered in the East have been connected to the Roman Empire and thus been interpreted as indicators of its long-distance trade. At the same time, common problem is to differentiate Roman products from objects with classical motifs. Several artefacts with stylistic/iconographic or cultural relations to the Roman Empire could be regarded as Roman-related, but their provenance might point towards various other production places, such as Bactria. Thus, confirming identifications of previously Roman-interpreted objects is an essential part of any academic approach. In this manner, besides chrono-typological methods, chemical composition analyses also have a crucial role in defining provenance of these artefacts.

Consequently, my paper not only aims to draw attention to the significance of archaeometric in cross-cultural research, but it also intends to reveal the potential limits and problems of such study.

Kivonat

A Selyemút kutatása a 19. század hajnala óta kedvelt és kiemelkedő jelentőségű terület, melyhez számos magyar kutató, utazó nemzetközi tekintetben is egyedülálló tevékenysége köthető. Ugyanakkor különösen az 1–5. századra vonatkozóan továbbra is több kérdés megválaszolatlan. Annak ellenére, hogy a Római Birodalom tárgyai az elmúlt években viszonylag jelentős számban kerültek elő Kelet- és Délkelet-Ázsia területén, továbbra is az írott források kizárólagos használata jellemezi a kutatást, miközben sem az egyes időszakokban preferált útvonalak, sem a közvetítő kultúrák és a közvetített tárgytípusok nem ismertek pontosan.

Ennek oka részben a leletek hozzáférhetőségének korlátozottsága, illetve római eredetük, készítési helyük meghatározásának problematikája. Utóbbiban a hagyományos régészeti módszerek mellett az archeometriai kutatások játszanak, játszhatnak jelentős szerepet. Ugyanakkor a szigorú törvényi szabályozások, vagy éppen azok hiánya jelentősen megnehezíti nem csupán az anyagvizsgálatokat, de egyáltalán a tárgyak kutatását is. A kevés vizsgált és publikált lelet esetében pedig gyakran csupán hiányos, vagy téves információk szerepelnek, melyek éppen az eredmények értelmezését teszik lehetetlenné.

Az alábbiakban az archeometriai vizsgálatok távolsági kapcsolati hálók kutatásában betöltött szerepére, szükségességére szeretnék rávilágítani, kitérve a vizsgálatok elvégzésének nehézségeire, problémáira is.

KEYWORDS: SILK ROAD; ARCHEOMETRY; SOUTHEAST AND EAST ASIA

KULCSSZAVAK: SELYEMÚT; ARCHEOMETRIA; KELET- ÉS DÉLKELET-ÁZSIA

* How to cite this paper: HOPPÁL, K.K., (2020): Archeometry and the Silk Road: Role of composition analyses in studying cross-cultural interactions (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* XVII/2 109-116.



1. ábra: A tanulmányban szereplő lelőhelyek térképe

Fig. 1.: Sites and localities mentioned in the text

Bevezetés

A Selyemút kutatása a 19. század hajnala óta kedvelt és kiemelkedő jelentőségű terület, melyhez számos magyar kutató, utazó nemzetközi tekintetben is egyedülálló tevékenysége köthető. Ugyanakkor különösen az 1–5. századra vonatkozóan továbbra is több kérdés megválaszolatlan. Annak ellenére, hogy a Római Birodalom tárgyai az elmúlt években viszonylag jelentős számban kerültek elő Kelet- és Délkelet-Ázsia területén, továbbra is az írott források kizárólagos használata jellemezi a kutatást, miközben sem az egyes időszakokban preferált útvonalak, sem a közvetítő kultúrák és a közvetített tárgytípusok nem ismertek pontosan.

Ennek oka részben a leletek hozzáférhetőségének korlátozottsága, illetve római eredetük, készítési helyük meghatározásának problematikája. Utóbbiban a hagyományos régészeti módszerek mellett az archeometriai kutatások játszanak, játszhatnának jelentős szerepet. Ugyanakkor a szigorú törvényi szabályozások, vagy éppen azok hiánya jelentősen megnehezíti nem csupán az anyagvizsgálatokat, de egyáltalán a tárgyak kutatását is. A kevés vizsgált és publikált lelet esetében pedig gyakran csupán hiányos, vagy téves információk szerepelnek, melyek éppen az eredmények értelmezését teszik lehetetlenné.

Az alábbiakban az archeometriai vizsgálatok távolsági kapcsolati hálók kutatásában betöltött szerepére, szükségességére szeretnék rávilágítani,

kitérve a vizsgálatok elvégzésének nehézségeire, problémáira is.

Kutatási problémák

A Kelet- és Délkelet-Ázsiában előkerült római tárgyak kutatását számos tényező nehezíti. Ezek egy része a téma által megkövetelt interdiszciplinaritásból fakad, hiszen nem csupán a nyugati, de a helyi, ázsiai régészeti kultúrák, a vonatkozó szakirodalom és nyelvek ismerete, a számos, gyakran általánosító elmélet kritikus megközelítése is elengedhetetlen. További problémát jelent a különböző ázsiai országokra jellemző ásatási és kutatási trendek eltérősége, és ebből fakadóan a rendelkezésre álló információk aránytalansága. Így például, míg Kínában felülreprezentáltak a temetőfeltárások, és ennek megfelelően a római tárgyak csaknem kivétel nélkül sírokból kerültek elő, addig Délkelet-Ázsiában elsősorban a településkutatásokra koncentrálnak, és a kevés ásatásból származó anyag mindegyike települési rétegből származik.

Emellett, noha a nyugati eredetű tárgyak vizsgálata roppant népszerű területnek tekinthető mind a nyugati, mind a keleti kutatásban, a témában megjelent kiadványok sokszor nem lépnek túl a pusztán leletközlés határain. Különösen a Kínai Népköztársaság esetében jellemző, hogy bár a leletek – egyéb ázsiai országokkal ellentétben – régészeti kontextusból származnak, dokumentációjuk mégis hiányos, gyakran mind a metrikus adatok, mind a tárgyleírások hiányoznak. A publikálatlan leletek kutatása sem egyszerű feladat, melynek oka elsősorban a Kínai Népköztársaság régészeti leletek feldolgozására és publikálására vonatkozó rendkívül szigorú szabályozása.¹ A törvénykezés nem csupán a külföldi állampolgárságú személyek számára teszi bonyolulttá a tárgyak tanulmányozását, de a kínai régészek munkáját is megnehezíti.

Délkelet-Ázsiában azonban talán még a kínainál is kedvezőtlenebb a helyzet, ugyanis az ismert római tárgyak nagy része különböző magángyűjteményekben található. Mindez nem csupán a leletek megtalálási körülményeit és lelőhelyét teszi bizonytalanná, de hozzáférhetőségüket is rendkívül korlátozottá teszi. Általánosságban elmondható, hogy a kontextus nélküli leletek gyakori előfordulása a teljes délkelet-ázsiai régióra jellemző. Az illegális fémkeresés és a lelőhelyek kifosztásának következtében rendkívül kevés a hiteles, kultúrrétegből előkerült tárgy. Csak korlátozott számú lelet kerül a régészet látókörébe, s azok értelmezése is számos kérdést vet föl, hiszen a

találók gyakran valótlan információkkal szolgálnak, hogy az általuk felfedezett tárgyakat értékesebbnek mutassák be.

Ugyan a térségben jelentősen megszorodott a külföldi ásatási projektek száma, célkitűzéseik gyakran különböznek az adott ország által elvártaktól, így az Ázsiában történő kutatások olykor politikai érdekek ütközőzónái is.

A történelmi-gazdasági folyamatok rekonstruálására történő kísérletek további gátja, hogy írott forrásokkal egyedül nyugatról és Kínából rendelkezünk, Délkelet-Ázsiát csupán távoli birodalmak közvetett leírásaiból ismerjük, mely mindössze egy jelentősen torzult összkép felvázolását teszi lehetővé.

A fent felsorolt problémák az elérhető információk jelentős aránytalanságát vonják maguk után, az egyes adatok nem egyenlő súllyal képviseltetik magukat, melyet minden, a témával akár csupán érintőlegesen foglalkozó kutatásnak szem előtt kell(ene) tartania.

Az archeometriai vizsgálatok célja – Mi a római?

A fent felsorolt problémák fényében talán nem meglepő, hogy a témát célzó kutatások kiindulópontja a különböző szakirodalomban római eredetűként interpretált tárgyak sorából elkülöníteni és meghatározni a ténylegesen a Római Birodalomban készült leleteket. A Kelet- és Délkelet-Ázsiában előkerült nyugati jellegű tárgyak ugyanis esetenként különböző hatások eredményeként (indiai, gandhára stb.) jönnek létre, melyek készítési helyét a Római Birodalmon kívül kell keresni. Emellett a római/hellenisztikus imitációk, hatások, inspirációk jelenlétével is számolni kell, nem beszélve a modern időszakban Ázsiába került római leletek elkülönítésének jelentőségével.² Sok esetben a hasonló formai jegyekkel rendelkező nyugati eredetű tárgyak meghatározása sem egyszerű feladat, különösen például a római és szászánida üvegedények esetében, melyek rendkívül hasonló kontextusban fordulnak elő Ázsiában, elkülönítésük azonban tipológiai módszerekkel nem mindig lehetséges.

A különböző természettudományos vizsgálatok tehát elengedhetetlenek a római tárgyak kutatásához, s számos esetben segítettek vitás kérdések eldöntésében.

¹ A kínai örökségvédelmi törvényekről részletesen: Hoppál 2017.

² Különösen az Ázsia különböző régióiból származó római pénzek kapcsán fordul elő félreértelmezés. Ezeknek egy részéről egyértelműen kijelenthető, hogy modern gyűjtés eredményeként jutottak a régióba. Lásd: Hoppál et al. 2018.

Minderre kiváló példával szolgál a Kínai Népköztársaságban található xiangshani 7. sírból előkerült (Jiangsu tartomány, Nanjing 南京新门外的象山) üvegedények esete. A Keleti Jin-dinasztia (Kr. u. 317–420) időszakára keltezhető temetkezés férfi koporsója előtt egy ép edény helyezkedett el. Az öblösödő pohárforma pereme alatt bekarcolt vonalminta, valamint függőleges oválisok alkotta kompozíció, hasán hét ellipszis alakú, aljánál elvékonyodó facettálás látható. Emellett egy másik, sárgás színű, az előzőhöz formailag rendkívül hasonló pohár töredékei a női koporsó közeléből kerültek elő (Nanjingshi Bowuguan 南京市博物馆 1972). Noha az üvegpohara(ka)t a kínai kutatás hagyományosan római importként interpretálta (An 2004, 210–211), a nyugati szakirodalom azonban stilisztikai jellegzetességeik, valamint a British Museum gyűjteményében található legközelebbi párhuzamuk alapján³ a szászánida üvegművességgel való kapcsolatukat sem zárta ki. (Borell 2016, 50-51) A – közelebről nem részletezett – anyagvizsgálatok azonban egyértelművé tették, hogy mindkét xiangshani pohár római eredetű (Wang 王 2011, 59). **(1. ábra)**

Egy másik, éppen az archeometriának köszönhetően immáron egyértelmű, a kínai szakirodalomban ennek ellenére továbbra is vitatott téma az ún. Guangxi-csoport üvegedényeinek esete. A jellemzően opak, vastag oldalfallal rendelkező, öntött, felső harmadukban gyakran kissé kónikus, hármás vésett bordával díszített pohár- és tálformák Hepu 合浦 térségének temetkezéseiben sűrűsödnek, de közeli párhuzamaik Délkelet-Ázsia és a szubkontinens egyéb területein is megtalálhatók, mint az indiai Arikameduból (Wheeler & Gosh 1946. 102. fig. 42,2, pl 34B, 1) származó pohártöredék, valamint B. Borell 2011-es publikációjában bemutatott thaiföldi Kra Isthmus régióból előkerült üvegek (Borell 2011, 62).⁴ Noha az ismert példányok formai jegyei eltérnek a római hagyományokétól, mégis gyakran idézik őket római eredetű tárgyakként, annak ellenére, hogy az edények szinte mindegyikéhez készült anyagvizsgálat is. Ugyan az alkalmazott módszerek egyik esetben sem kerültek ismertetésre, az

3

https://research.britishmuseum.org/research/collecti_on_online/collection_object_details.aspx?objectId=367254&partId=1

⁴ Egy henani üveget is párhuzamként említ, kémiai összetétele azonban némileg különbözik a Guangxi-kör edényeitől, a chengpengi 陈棚村 üveg ugyanis némileg magasabb mésztartalommal rendelkezik. Borell 2010. 135. He 赫 – Zhang 张 2008, 33–39.

anyagvizsgálati táblázatokból mégis egyértelmű, hogy nem nátron, hanem káliüvegekkel kell számolni. Tehát mind a tárgyak szóródása, mind kémiai összetételük arra utal, hogy az edények gyártóhelyét Dél- Délkelet-Ázsiában kell keresni (Borell 2010. 134). Mindezekből kiindulva, s forrásokra támaszkodva az egykori Nanyue Királyság területe feltételezhető, mint gyártóközpont (Huang 黄 2006; Borell 2010, 134.). Mindezeket túl a leletek sűrűsödése Guangxi tartományban, valamint a Vietnámban, Thaiföldön, Indiában és Dél- Délkelet-Ázsia más régióiban feltárt kínai leletek, mint a han kerámia, vagy az erdangok 耳珰⁵, azt sugallják, hogy az egyik kiemelkedő műhely talán éppen Hepu lehetett. Az elméletet alátámasztani látszik a régió kereskedelmi jelentősége, s kikötője, amely a Han Birodalmat a tengeri Selyemút vérkeringésébe kapcsolta (Borell 2011, 65). Az üvegek formai kiképzése is inkább a han fém-és kerámiaművességet idézi, noha az edények pontos párhuzamát nehéz megtalálni.

Az archeometriai vizsgálatok problémái

A Kínai Népköztársaság tekintetében a fentebb részben már érintett probléma, azaz az anyagvizsgálati módszerek megnevezésének hiánya, a csupán az eredmények táblázatszerű közlésére szorítkozó publikációk jelentik az egyik legjelentősebb nehézséget.

További probléma a természettudományos vizsgálatainak félreértelmezése is. Erre szolgál példával a kínai szakirodalom által hagyományosan a legkorábbi római üvegleletekként értelmezett Hengzhigang 横枝岗 lelőhely (Guangdong tartomány 广东省 Guangzhou város 广州市) 2061. sírjából származó három üvegtál (An 安 1984, 444). Az ásatási publikációban csupán egyetlen edény került részletesebb közlésre. A 10,6 cm szájmérvével, 4 cm talpátmérvével, 0,3 cm fálvastagsággal rendelkező sötétkék színű, áttetsző, széles szájú, félgömbös testű, levágott aljú tál, testének felső harmadán vésett vonaldísz figyelhető meg. Belső falán üvegszerű, fényes irizáció található, amelynek következtében homokszemszerű lyukak keletkeztek az üveg felületén. Külső felszíne polírozott, így jégvirágos üveg benyomását kelti, s élénkpiros foltok is felfedezhetők rajta (Guangzhoushi Wenwuguanli-wei yuanhui 广州市文物管理委员会 Guangzhoushi Bowuguan 广州市博物馆 1981, 239.) Csúpan ezen az edényen végeztek XRF vizsgálatot, amely jellegénél fogva azonban csúpan bizonyos

⁵ Elsősorban fülben hordott ékszerek.

összetevők jelentését képes kimutatni,⁶ mennyiségi adatok, arányok megállapítására nem alkalmas. Mindezeket túl gyakran az üvegedény felületéről vesznek mintát, ezáltal az irizációt elemezve. A vizsgálat eredményei szerint az üveg a mész mellett káliumot, ólmot és báriumot is tartalmaz. Mindez rendkívül megnehezíti meghatározását. Emellett az üvegtál formai jegyei, valamint a lelőhely elhelyezkedése és a tengeri Selyemút kereskedelmében betöltött jelentős szerepe azt sugallja, a Guangxi-csoport üvegeihez hasonlóan, ez esetben is helyi gyártmánnyal kell számolni, noha a műhelykör minden bizonnyal eltér az előzőektől (Borell 2011, 60). Mindezt a sír tulajdonosának státusza is alátámasztani látszik, a guangxibeli üvegedényekkel eltemetettekhez hasonlóan a hengzhigangi üveg birtokosa is az előkelő, ám nem kiemelkedően magas rangú személyek közé tartozhatott, nem úgy, mint a valódi római üvegek tulajdonosai, akik kivétel nélkül a császári család köréhez tartoztak (Hoppál 2016).

Szintén nem ritka, hogy ugyanazon ország elismert kutatói ignorálják az anyagvizsgálati eredményeket, annak ellenére is, hogy azok egybevágóak a tipológiai meghatározással.

Érdekletes példa Feng Sufu temetkezésének esete (Liaoning tartomány, Beipiao járás Xiguanyingzi lelőhely 辽宁北票县西官营子). Az elhunyt a Korai Yan-dinasztia 前燕 (Kr. u. 348–370) magas rangú hivatalnokaként szolgált, majd bátyjával, unokatestvérével és Gao Yunnal, a későbbi császárral sikeresen fosztották meg trónjától a Korai Yan-dinasztia uralkodóját. Bátyja, 409-ben bekövetkezett hatalomra lépésekor az Északi Yan-állam 北燕 (Kr. u. 409–436) első miniszteri posztját töltötte be. 415-ben, feltehetőleg harminc évesen hunyt el.

A sír a Kínai Népköztársaságban szokatlan módon összesen öt, nyugati eredetű üvegedényt rejtett. A szarkofágból került elő egy sötétzöld színű, áttetsző, ép tál, egy sötétzöld színű, áttetsző, erőteljesen kihajló peremű, alsó harmadában hasasodó, homorú aljkiképzésű pohár, egy sötétzöld színű, kihajló peremű töredékes öblös tál, egy kék színű, áttetsző, kerek, gyűrűs kiképzésű talp töredéke, és egy unikális kacsa vagy esetleg valamilyen tengeri élőlényt ábrázoló üvegedény is. Az öt üvegtárgy közül kettő, a sötétzöld és a sötétkék pohár formai tekintetben meglehetősen távol áll a római üvegművesség hagyományaitól, s inkább a szászánida formák felé mutat. Az utóbbi tárgyon anyagvizsgálatokat is végeztek, melyek szintén a Szászánida Birodalom irányba mutattak

(Gan 干 2005, 247.). Ennek ellenére a kínai szakirodalom hagyományosan mind az öt tárgyat a Római Birodalomból eredezteti, figyelmen kívül hagyva az anyagvizsgálatok eredményeit (An 安 1984,444; An 安 2015). Sőt, egyes esetekben éppen az archeometriai eredményekre hivatkozva nevezik mind az öt üvegedényt a római üvegyártás tipikus termékének (An 2004, 60; 132).

Az érem másik oldalát képezik azok a publikációk, melyek az alkalmazott természettudományos módszereket részletesen közlik, de a vizsgált (és publikálatlan) tárgyak csupán említés szinten jelennek meg. Ugyan a természettudományos eredmények és azok értelmezése elengedhetetlen az Ázsiában előkerült római tárgyak elemzése szempontjából, az egyes leletek leírása, méretadatai és lehetőség szerint kontextusának – vagy azok hiánya – közlése nélkül az adatok nehezen válnak értelmezhetővé.

Mindez különösen hangsúlyosan jelenik meg a Kelet- és Délkelet-Ázsiában talált gyöngyök esetében, hiszen egyes gyöngy típusok nem hordoznak magukon a Római Birodalomhoz köthető tipológiai jellegzetességeket, mint például a dél-kínai Liaowei lelőhely (Guangxi tartomány Hepu Liaowei 广西合浦寮尾) 17. számú temetkezésében feltárt jellegtelen opak kék gyöngysor. Ugyan – a nem részletezett – természettudományos vizsgálatok alapján a liaowei-i gyöngyök római eredetűek (Guangxi wenwu kaogu yanjiusuo 广西文物考古研究所 – Hepuxian bowuguan 合浦县博物馆 – Guangxi shifan daxue wenlü xueyuan 广西师范大学文旅学院 2012), az egyéb Ázsiában előkerült római tárgyaktól eltérően (üvegedények, vésett ékkövek, érmek) ezek a kék gyöngyök formai szempontból nem térnek el a helyben is megtalálható gyöngy típusoktól. Mindez fontos adalékkal szolgál a távolsági kereskedelmi kapcsolati hálók összefüggéseibe való beillesztésükhöz és értelmezésükhöz, mely csupán a vizsgálati eredmények közlése által, de a tárgyak pontos leírása nélkül nem lenne ismert.

További problémát jelent, hogy – amint az J. Lankton és B. Gratuze (2019) meghatározó munkája alapján is egyértelmű – a vizsgálható gyöngyök nagy része nem régészeti kontextusból származik, megtalálójuk pedig esetenként pontatlan, vagy éppen fals információval szolgál(hat) a tárgyak lelőhelyét illetően. Ha a tárgyak leírása nem ismert, az adatok még nehezebben válnak ellenőrizhetővé és értelmezhetővé.

⁶ Például a könnyűfémek kimutatására nem alkalmas.

Az archeometriai kutatások további lehetőségei

A felsorolt problémák és kutatási nehézségek ellenére a természettudományos vizsgálatok elengedhetetlenek a római (és egyéb nem helyi eredetű) tárgyak meghatározásában és értelmezésében. A fentiekben bemutatott – elsősorban üvegtárgyakra fókuszáló – proveniencia vizsgálatokon túl egyéb, ez idáig kevésbé kutatott tárgytípusok is a jövőbeli kutatások tárgyát képezhetnek. Így például a nem helyi eredetű vésett ékkövek természettudományos vizsgálatai, melyek számos irányba vezethetnek.

A kutatási lehetőségekre B. Borell a római eredetű vésett ékkövek elkülönítésére és datálására tett kísérletei világítanak rá (Borell et al. 2014; Borell 2017a és 2017b). Mint például a Phu Khao thongbeli (Thaiföld) lelőhellyel jegyzett Herakles intaglio esete, melyet hosszú időn keresztül római importnak tartott a kutatás (Noonsuk 2012), tipológiai analógiák alapján azonban sokkal inkább észak(-nyugat) indiai készítési hellyel kell számolni. (Borell 2017a) Ugyanakkor sokkal bizonytalanabb a Bang Kluai Nok-i (Thaiföld) vágótűtő lovat és lovasát ábrázoló szardónix intaglio esete, ahol a ló alakjának és mozdulatainak finom kidolgozása római hagyományokat tükröz, míg a ló sörényének kialakítása, illetve a kompozíció egyes hiányosságai inkább a Birodalmon kívüli, közelebbről nem meghatározott origóra utalnak (Borell et al 2014). A készítési hely pontosabb meghatározásához a természettudományos vizsgálatok nagyban hozzájárulhatnak.

További lépést jelenthetne a nyersanyag lehetséges geológiai-geográfiai lelőhelyének meghatározása. Hasonló archeometriai vizsgálatok már számos esetben szolgáltak figyelemreméltó eredménnyel. Érdemes megemlíteni az 5-6. századi európai leletanyagban gyakori vörös ékkőberakásos tárgyak természettudományos módszerekkel történő vizsgálatát. Az ásványtani és geokémiai elemzések nem csupán az ásványfaj meghatározását és az olcsóbb helyettesítőként alkalmazott üveg elkülönítését tették lehetővé, de a gránátberakások esetében a nyersanyag Dél-Indiából és Sri Lankából történő származását is valószínűsítették, mely a korszak kiterjedt távolsági kapcsolataira is rávilágít (Például: Calligaro et al. 2002 Horváth 2011).

Hosszú távú eredményeket hozhatnának a nagyobb számszámú vizsgálatok, melyek esetleg a kézjegyek kimutatására, talán műhelykörzetek körvonalazására is esélyt nyújthatnának. Ugyanakkor továbbra is az archeometriai kutatások akadályát jelenti az anyaghoz való hozzáférés és a mintavételi lehetőségek korlátozottsága, mely hatványozottan érvényes a magángyűjteményben található tárgyak esetében. Az értelmezés

lehetőségeit pedig jelentősen torzítja az ismeretlen, vagy tévesen rekonstruált kontextus.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatásával készült.

Irodalom

AN J. 安家瑶 (1984): Zhongguo zaoqi boliqimin 中国的早期玻璃器皿 [Early Glass Vessels in China]. *考古学报 Kaogu Xuebao* 4 414–447.

AN J. (2004): The Art of Glass Along the Silk Road. In: WATT, J. C. (ed.): *China. Dawn of a Golden Age, 200-700 AD*. Metropolitan Museum of Arts, New York, 57–66.

AN J. 安家瑶 (2015): Feng Sufumu chutude boliqi. 冯索弗墓出土的玻璃器冯索弗墓出土的玻璃器 [Glass vessels from Feng Sufu's tomb]. In: Liaoning Provincial Museum 辽宁省博物馆辽宁省博物馆 (编著编著.ed.): 北燕冯素弗北燕冯素弗. *Beiyang Feng Sufu, [Feng Sufu Couple's Tombs of the Northern Yan]*, Wenwu Chubanshe 文物出版社. [Cultural Relics Press], 224–237.

BORELL, B., BELLINA, B. & CHAISUWAN, B. (2014): Contacts between the Upper Thai-Malay Peninsula and the Mediterranean World. In: REVIRE, N. & STEPHEN A. M. eds., *Before Siam: essays in art and archaeology*. Bangkok : River Books, 98–117.

BORELL B. (2010): East and Southeast Asia. Trade and glass vessels along the Maritime Silk Road". In: Zorn, B. – Hilgner, A. (eds): *Glass along the Silk Road from 200 BC to AD 1000. Römisch-Germanisches Zentralmuseum Forschungsinstitut für Archäologie* 9 127–142.

BORELL, B. (2011): Han Period Glass Vessels in the Early Tongking Gulf Region". In: COOKE, N. & LI T. eds., *The Tongking Gulf through history*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 53–66.

BORELL, B. (2016): Travels of Glass Vessels along the Maritime Silk Road. In: GAN F.; LI Q. & HENDERSON, J. eds., *Recent Advances in Scientific Research on Ancient Glass and Glaze*. Singapore: World Scientific, 43–71.

BORELL, B. (2017a): Herakles on an Intaglio Seal Found at Phu Khao Thong in the Upper Thai-Malay

Peninsula. *Zeitschrift für Archäologie Ausereuropäischer Kulturen* 7 59–82.

BORELL, B. (2017b): Gemstones in Southeast Asia and Beyond: Trade along the Maritime Networks. In: GREIFF, S.; HILGNER, A. & QUAIST, D. eds., *Gemstones in the first Millenium AD: Mines, Trades, Workshops and Symbolism*. RGZM Tagungen. Mainz: Römisch-Germanisches Zentralmuseum, 21–44.

CALLIGARO, T.; COLINART, S.; POIROT, J.-P. & SUDRES, C. (2002): Combined external-beam PIXE and μ -Raman characterisation of garnets used in Merovingian jewellery. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 189 320–327

GAN F. 干福熹 (2005): Sichouzhilü Lu Cujin Zhongguo Gudai Boli Jishu de Fazhan. 丝绸之路促进中国古代玻璃技术的发展 [Ancient glasses from the Silk Road in China]. In: 干福熹 GAN F. (著ed.): *Zhongguo Gudai Boli Jishu de Fazhan 中国古代玻璃技术的发展 [Ancient Glass Art of China]*, Shanghai: Kexue Jishu Chubanshe 上海: 科学技术出版社, 246–252.

GUANGXI WENWU KAOGU YANJIUSUO 广西文物考古研究所, HEPUXIAN BOWUGUAN 合浦县博物馆 & GUANGXI SHIFAN DAXUE WENLÜ XUEYUAN 广西师范大学文旅学院 (2012): Guangxi Hepu Liaowei Donghan Sanguomu fajue baogao 广西合浦寮尾东汉三国墓发掘报告. *Kaogu Xuebao 考古学报* 4 489–545

GUANGZHOU SHI WENWUGUANLIWEI-YUANHUI 广州市文物管理委员会 & GUANGZHOU SHI BOWUGUAN 广州市博物馆 (1981): *Guangzhou Hanmu. 广州汉墓 [Guangzhou Han tombs]*. Beijing: Wenwu Chubanshe 北京: 文物出版社

HOPPÁL K. (2016): Contextualising Roman-related Glass Artefacts in China. An Integrated Approach to Sino-Roman Relations. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 67 99–114.

HOPPÁL K. (2017): Spaklival a Távol-Keleten: örökségvédelem és régészeti kutatómunka Kínában. *Távol-Keleti Tanulmányok* 1 3–28.

HOPPÁL K.; ADHITYATAMA, S.; VIDA I. & LU Y. (2018): All that glitters is not Roman: Roman coins discovered in East Java, Indonesia. A study on new data with an overview on other coins

discovered beyond India. *Dissertationes Archaeologicae* 6 461–492.

HORVÁTH E. & BENDŐ ZS. (2011): Egy gepida kori sárból származó gránátlelet proveniencia vizsgálata. Provenance Study on a Collection of Loose Garnets from a Gepidic Period Grave in Northeast. Hungary *Archeometriai Műhely* VIII/1 17–32.

Huang Qishan 黄启善 (2006): Guangxi Handai boli yu haishang Sichouzhilü 广西汉代玻璃与海上丝绸之路 [Guangxi Han Dynasty glass and the Maritime Silk Road]. In: WU C. 吴传钧 & LU Y. 吕余生 eds., *Haishang Sichouzhilü yanjiu: Zhongguo Beihai Hepu haishang Sichouzhilü shifagang lilun yantaohui lunwen 海上丝绸之路研究：中国·北海合浦海上丝绸之路始发港理论研讨会论文集 [Research on the Maritime Silk Road: Proceedings of the Theoretical Symposium on the Port of Hepu on the Maritime Silk Road, Beihai, China]*, Beihai: Kexue chubanshe 北海: 科学出版社

LANKTON, J. & GRATUZE, B. (2019) Suvarabhumi in the 1st century CE: The glass evidence. In: BUNCHAR, P. & SOMCHET T. eds., *Suvarabhumi: Land of Gold: The new finding for SUVARNABHUMI TERRA INCOGNITA*, Bangkok: GISTDA, 67–78.

NANJINGSHI BOWUGUAN 南京市博物馆 (1972): 南京象山5号, 6号, 7号墓清理简报 Nanjing Xiangshan 5 hao, 6 hao, 7 hao mu qingli jianbao [Report on the no. 5, 6, 7 tombs in Nanjing Xiangshan]. *文物 Wenwu* 11 23–42.

NOONSUK W. (2012): Archaeology and Cultural Geography of Tambralinga in Peninsular Siam. *unpublished PhD Dissertation*, Cornell University, pp 1–362.

WANG Z. 王志高 (2011): Liuchao Muzang chutu bolirongqi mantan – Jianlun Chaoxianbandao Sanguoshidai bolirongqide Yuanla 六朝墓葬出土玻璃容器漫谈—

兼论朝鲜半岛三国时代玻璃容王志高 [On the glass vessels unearthed from the tombs of the Six Dynasties]. *Nanjing Bowuyuan Jikan 南京博物院集刊* 12/1 221–227.

WHEELER, R. E. M. & GOSH, A. (1946): Arikamedu: An Indo-Roman Trading Station on the East Coast of India. *Bulletin of the Archaeological Survey of India* 2 17–125.

GENESIS OF THE SILK ROAD AND ITS NORTHERN DIRECTIONS*

A SELYEMÚT EREDETE ÉS ÉSZAKI KAPCSOLATAI
SHULGA, Petr¹; SHULGA, Daniil²; HASNULINA, Karina^{3, 4}

¹Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS

²Siberian Institute of Management, the Branch of RANEP

³Nanjing University, School of Social and Behavioral Sciences

⁴Novosibirsk State University, Institute of Humanities,

E-mail: alkaddafa@gmail.com

Abstract

This article argues that the conclusions in the prevailing modern literature on the formation of the Great Silk Road III-II thousand BC or the VIth-IIIrd Millennium BC cannot be considered reasonable in light of the available scientific and archival evidence. Until the 3rd-2nd c. BC at the western and northern borders of Xinjiang Region, the predominantly Caucasoid population of Xinjiang, contacted the related cultures of Kazakhstan and Sayano-Altai. However, it did not have any noticeable or documented trade (exchange) connections with the eastern Mongols of the Gansu Corridor, nor with farmers of ancient China and nomads of Northern China. According to the available archaeological records, significant migrations of the population from Xinjiang to China and in the opposite direction between the 3rd c. BC and the first half of the Ist Millennium BC have not been observed.

The Silk Road from China through Xinjiang to the west by direct involvement of the Chinese only begins to function in the 1st c. BC, and then only when the Han Empire at great cost finally succeeded in pushing the Hunnu out of Xinjiang and established control over this territory. This event was preceded by active trade relations between the northern kingdoms of China and the nomads of southern Siberia in the 4th and 3rd c. BC and the delivery of the gifts to the Huns (Xiongnu) from the Han Dynasty in the 2nd c. BC. This enabled silk and varnish products to penetrate Southern Siberia, Central Asia, and then back into Xinjiang.

Kivonat

Ez a tanulmány a Selyemút kialakulásának kérdéseivel foglalkozik. Véleményünk szerint a modern irodalomban felmerülő korai datálási kísérletek (Kr. e. III-II., sőt VI-III. évezred) nem fogadhatók el a rendelkezésre álló bizonyítékok (írásos és tárgyi források) tükrében. Egészen a Kr. e. 3-2. sz.-ig a Xinjiang tartomány északi és nyugati határai mentén alapvetően kaukázusi jellegű nagyraszba tartozó népesség ugyan kapcsolatban állt Kazahsztán és a Szaján-Altáj hegységek népességével, de nincs bizonyítékunk kereskedelmi kapcsolatokról a Gansu keleti mongol lakosságával vagy a régi kínai birodalom földművelőivel vagy az észak-kínai nomádokkal. Az ismert régészeti bizonyítékok alapján, a népesség jelentős vándorlása Xinjiang-ból Kínába és az ellenkező irányba nem volt megfigyelhető a Kr. e. I. évezred közepe és a Kr.e. 3. század között.

A kínaiak tényleges közreműködésével létrejött Selyemút nyugat felé, a Xinjiang területén keresztül csak a Kr.e. I évszázadtól működik, csak akkor, amikor a Han birodalom jelentős erőfeszítései nyomán kiszorítja a hunokat a Xinjiang tartományból és megszilárdítja az ellenőrzést a terület felett. Ezt az eseményt megelőzték az aktív kereskedelmi kapcsolatok Kína északi királyságai és Dél-Szibéria nomádjai között a Kr.e. 4. és 2. században és a Han Dinasztia részéről a hunoknak (Xiongnu) szállított ajándékok a Kr. e. 2. század folyamán. Ennek során a selyem és lakk termékek eljutottak Dél-Szibériába, Közép-Ázsiába majd vissza Xinjiang területére

KEYWORDS: THE SILK ROAD, XINJIANG, SOUTH SIBERIA, EARLY NOMADS, HAN, SCYTHIANS, PAZYRYK CULTURE, SAKA

KULCSSZAVAK: SELYEMÚT, XINJIANG, DÉL-SZIBÉRIA, KORAI NOMÁDOK, HAN DINASZTIA, SZKÍTÁK, PAZIRIK KULTÚRA, SZAKÁK

* How to cite this paper: SHULGA, P.; SHULGA, D. & HASNULINA, K., (2020): Genesis of the silk road and its northern directions, *Archeometriai Műhely* XVII/2 117-128.

Statement of the problem and the purpose of the article

The issues of the Great Silk Road (GSR) when functioning are treated in a considerable number of publications, but there are relatively few special works on the period of its formation. The lack of development of this issue is especially noticeable in the Russian-language literature. Regarding the history of the GSR proper, most researchers, as a rule, limit themselves to stating the previously known facts and follow the concepts of E.I. Lubo-Lesnichenko (Lubo-Lesnichenko, 1975, P. 145–149), supplemented by the research of Kuz'mina (Kuz'mina, 2010, P. 212–220) on the III-II thousand BC. The array of archaeological data that has been accumulated in recent decades, as well as anthropological and genetic research on ancient China and surrounding the Scythoid cultures, Xinjiang and Southern Siberia, is almost never used. First of all the importance of these new data is that it concerns the period of the 9th–3rd c. BC, immediately preceding the actual operation of the GSR through Xinjiang. Foreign researchers (including the Chinese) are more actively attracted by the archaeological materials and natural research results, which focus on the period of the 14th–1st c. BC and before (Bunker, 1991; Høisaeter, 2017).

Available data has revealed, however, that in the 2nd c. BC Xinjiang was dissected by nomads and caravans in all directions, so that a trade situation existed before the GSR on a smaller, more diffused scale. From this standpoint, before the route through Xinjiang existed (it is generally accepted to be the shortest way from the West to Ancient China in the 2nd c. BC) an intensive, mutual and opportunistic exchange and trade already took place in which the peoples from China traded with India, Rome and the Black Sea coast, as well as the oasis city-states located in Xinjiang¹.

In addition, more and more research has now appeared in China (including, anthropological and genetic studies) that has revealed the penetration of the Mongoloid population in the Bronze Age into the Hami area and further west, as well as a significant proportion of Mongoloid admixture on the monuments of eastern Xinjiang (see Wei Lanhai, Li Hui, Xu Wenkan, 2015). This research accurately describes the ongoing movement of

Mongoloids in Xinjiang from east to west. It is not surprising that the overwhelming majority of earlier researchers of the GSR were unaware of these events, that took place in the IIIrd–IInd Millennium BC and which resulted in the polarization of the Europoids of Xinjiang and of the Mongoloids who inhabited China and the Gansu Corridor.

Only a few researchers have noted the important ethnocultural peculiarity of this region, which is also the characteristic of Mongolia (see Shulga, 2012). For supporters of the earlier view, the problem was seen only in obtaining new data to substantiate the early stages of the creation of the GSR in the IIIrd–IInd Millennium BC. It is difficult to support such a one-sided approach, both because of the hypothetical nature of these views, and because they are based on incomplete evidence of the phenomenon of the GSR. Similar scientific works and the mass media accepting these theories have jointly created an accepted opinion about the existence of the GSR long before the era of good, safe roads along which numerous, regular caravans with silk goods could have moved westward.

The point of view of such well-known experts such as Nicolo Di Cosmo and Victor H. Mair, who share our belief on the existence of the early periods of the Silk Road formation in the IIIrd–IInd Millennium BC, seems more acceptable (Di Cosmo, 2014). These researchers suggest that the actual GSR only begins to function in the manner described in the earlier research in the 1st c. BC (Di Cosmo, 2014, p. 18; Sen, Mair, 2012, p. 105–108). However, here we can also see the unreasonable extension of the concept of the “Silk Road” to only the supposed social contacts through Xinjiang in the IIIrd–IInd Millennium BC.

The available historical sources, as well as the archaeological, anthropological, and genetic data, show that the actual trading practices in Xinjiang differed significantly from those mentioned in the current literature. As such, the GSR proper with regular silk trade from China through Xinjiang cannot be said to have been formed earlier than the 1st c. BC. Recent archaeological data from Xinjiang has a particular importance, here a significant number of Scythian tombs have been investigated, and the data they contained has only been published in the last decades. The majority of these tombs are located at the Northern Embankment Road near the northern Silk Road route (see Han Jianye, 2007; Shulga, 2010; Zhang Tenan et al., 2016). The authors of this research proposed, but have yet to present, a detailed substantiation of these results in a monographic study that consolidates a significant body of sources. This article presents the main provisions of the concept of the Silk Road formation and its northern directions in the Ist Millennium BC and also considers controversial viewpoints on this issue from Russian and foreign

¹Recently published work on active participation in the development of the Silk Road of local oases and appearing in Xinjiang from the 5th c. B.C. city-states, is of undoubted interest (Tomas Larsen Høisaeter, 2017). However, the author confined himself to archaeological materials of only two areas near the Bagrashkol Lake and the Keriya River. This data is not enough to build a cogent concept.)

researchers from Europe, the USA, China, and South Korea.

Research results

Supporters of the concept of the early formation of the Silk Road from China to the western and northern directions through Gansu and Xinjiang proceed from the information about the existence of the "lazurite" and "jade" routes from the IInd Millennium BC, this involves documented cases of the detection of Chinese silk fabrics to the west of Xinjiang as well as ancient written resources and with the benefit of hindsight well-documented details of the known routes of the established Silk Road of the Ist Millennium BC.

In Russian literature, the most comprehensive rationale for the emergence of the GSR from the IIIrd-IInd Millennium BC was suggested by E.I. Lubo-Lesnichenko (Lubo-Lesnichenko, 1985; 1989; 1994). He also outlined and partly described the real and prospective trade routes from China and Western Asia through Xinjiang in the northern direction to South Siberia. As demonstrated by the available academic and popular science publications, the conclusions and assumptions of E.I. Lubo-Lesnichenko have been accepted to varying degrees by almost all Russian-speaking specialists. As a rule, his view on the early formation of the GSR, the spread of silk to the west in the first half of the Ist Millennium BC, the existence of the "western meridional" trade route in China plus information about the findings of Chinese products of the 4th-3rd c. BC beyond it, is widely recited. Sometimes China's trade relations with South Siberia in the 4th-3rd c. BC are mentioned along with the "Kyrgyz" and "Uigur" road. However, as yet there is no definitive research on their functioning in the Ist Millennium BC included in the works of "Western" scholars who have analyzed the trade (exchange) relations of the northern kingdoms of China with Southern Siberia (Bunker, 1991, 1992; Juliano, 1991; Di Cosmo, 2014).

In this regard let us briefly examine the relevance of attributing the "Lapis-Lazuli" and "Jade" transits to the early stage of development of the GSR (Lubo-Lesnichenko, 1994), as well as possible impacts on the migrations of Europeans moving across Xinjiang from west to east in IIIrd-IInd Millennium BC (Kuzmina, 2010, p. 69, 87). Multidirectional "lazurite" and "jade" paths were not interconnected, and the assumption of their merging in the middle of the 5th c. BC (Latov, 2010, p. 124) requires verifiable evidence which as yet does not exist. There is also a need for more substantiated data on the periods of the extraction of these gemstones and the amount of jade that entered China from Khotan. A. Mamadazimov writes about the connection of the "jade" and

"lazurite" paths going westward by the Yuezhi (Mamadazimov, 2014, p. 12). In our opinion, the Yuezhi, after successive defeats by the Xiongnu, in the first half of the 2nd c. BC first paved the way through Xinjiang to Central Asia. However, according to all data, they moved more northward along the oasis of the Tian Shan, and not to the south along the Kun Lun region. It should be noted that the written evidence of these migrations is limited and refers to a later time, and as such the current theory for the period of III-II thousand BC is a result of reconstruction and is not based on facts.

We cannot agree with a proposition based on available material concerning the III-II thousand BC expounded by E.E. Kuzmina, who claimed that "the ancient discovery of the Great Silk Road, is confirmed by the eastward migration of the Caucasoid population to Xinjiang." (Kuzmina, 2010, p. 87). This author further states, "On the future tracks of the Great Silk Road, people, things, and ideas were spread. It is suggested that these phenomena are associated with the appearance of Afanasyevts in Siberia and Xinjiang ..." (ibid., P. 117). The subsequent influence of the Andronovs is associated with the penetration of bronze artifacts and chariots into Xinjiang metallurgy in China (ibid., P. 105), and she then concludes that "The established beginning of the contacts of the steppe tribes with the east along the route of the future GSR from the turn of the IIIrd-IInd Millennium BC allows you to push back the time of formation of the eastern route to antiquity." (ibid, p. 106).

It should be noted that most "Western" researchers accepted the viewpoint on the assignment of the initial stage of the Silk Road to the Bronze Age in various variations (see Tomas Larsen Høisæter, 2017, p. 340), including American researchers: "... according to the archaeological and written sources, it is clear that vast intercultural networks, including the movement of people, goods, and ideas, connected the central plain with the world long before the famous Silk Road was created. In the north and northwest, China maintained contact with nomadic tribes who contributed to bronze and iron metallurgy transfer. These tribes also transmitted riding skills and the technology needed to make chariots to people on the central plain (Tansen Sen, Victor H. Mair, 2012, p. 27)².

Indeed, the data of anthropology, genetics, and archeology in Xinjiang unequivocally indicate the proximity of a part of the monuments of the Bronze

²Notice that the northern direction is also mentioned, but preference is given to the western (northwestern) direction through Xinjiang. At the same time, the authors assign the role of a transfer link to nomads.)

Age studied there to the cultures of Central Asia (primarily Kazakhstan) and Western Siberia. Moreover, this is quite natural, since Caucasians from the west inhabited this territory. At that time, however, there were no apparent connections between ancient China's cultures or the Gansu corridor. There are only individual items from China, usually found outside the complexes. In other words, in one way or another, Caucasians of Xinjiang in the IIIrd-IInd Millennium BC maintained connections with related cultures in the western and northern directions. A similar situation persisted until the 3rd-2nd c. BC. The predominantly Caucasoid population of Xinjiang continued to communicate at the borders with the related cultures of Kazakhstan, Sayano-Altai, and Mongolia. However, until the end of the III c. BC, relations with China had not been established, including the closest to the eastern Shajing culture in Gansu (Shulga, 2010, pp. 108-110). There were infiltrations in the territory of Xinjiang open to the west and north (see Shulga, Shulga, 2015) and cultural interaction existed (Polosmak, 1989; Shulga, 2010), however, these are separate and unconnected events, and it would be erroneous to call these processes the start of the formation of the Silk trade route.

The possibility of the Silk Road functioning from the IInd Millennium BC, through the participation of herders (nomads) who lived along its route, was researched by the French scientist Francfort. Noting the impossibility of the existence of such a system on such a long path, he wrote: "In this regard, we can confidently say that the hypothesis about the ancient silk road is purely speculative (highlighted by the authors), although it can be noted that there were contacts at that time. The paradox is that the real silk road - the international route of huge trade between the East and the West - appeared in the 1st c. when the nomads (Parthians and Kushans) settled in the region between China, the Han Empire and the Roman Empire." (Francfort, 1989, p. 216-217).

Let us take a closer look at the concept of E.I. Lubo-Lesnichenko about the trade routes existence in the 4th c. BC from China to South Siberia through Gansu and Xinjiang, as well as from Western Asia to South Siberia through Turpan in the 6th-4th c. BC. This concept is based on the thesis of the existence of a "western meridional" trade route in China (**Fig. 1**).

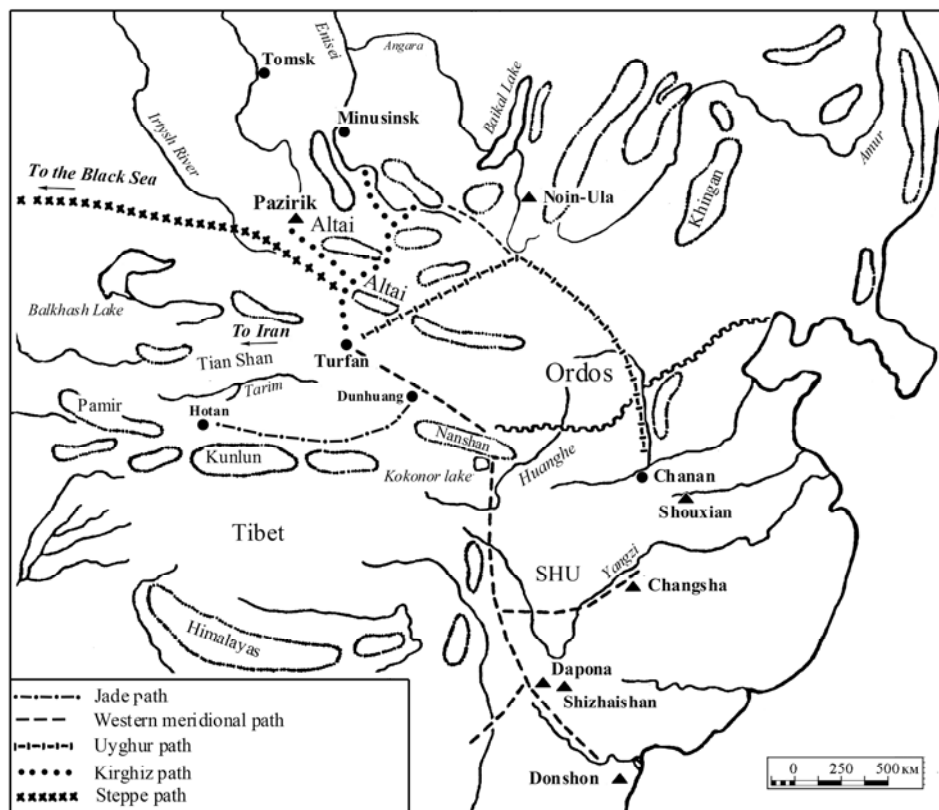


Fig. 1.: The proposed scheme of trade routes of the kingdoms of ancient China in the early Iron Age and the Middle Ages (see E. I. Lubo-Lesnichenko, fig. 116).

1. ábra: A kereskedelmi útvonalak rendszere a Kínai Birodalom irányába a korai vaskorban és a középkorban

This route linked the southeast of China with Gansu and Xinjiang (to Turfan). Further, according to E.I. Lubo-Lesnichenko, from Turfan in the 4th c. BC along the "Kyrgyz" road, the "roads" to the north went to the Minusinsk Basin and Gorny Altai (mainly, the territory of the Republic of Altai, Russia) (Lubo-Lesnichenko, 1989; 1994, fig. 116). In his research, the author included imports from Western Asia. The main route that connected South Siberia with the ancient civilizations of Western Asia was the path leading from Achaemenid Iran through the north of Eastern Turkestan to Tuva, Altai, and the Minusinsk Basin. Its northern part from Turfan is called the "Kyrgyz" way. The heyday of trade on this path refers to the 6th-4th c. BC. The beginning of the "Kyrgyz" way, judged by from E.I. Lubo-Lesnichenko, adjoined in the area of the city of Turfan, with the northern part of the "western meridional" route, along which silk fabrics and embroideries, Shu canvas and the Chu mirrors penetrated South Siberia from the state of Chu. An assumption was made about the connection of the said "Kyrgyz" path with the "steppe" path described by Herodot (Lubo-Lesnichenko, 1989, p. 8) (**Fig. 1.**).

So, E.I. Lubo-Lesnichenko believed that even before the VI c. BC, the trade route from Iran to South Siberia, functioned through Turfan, which reached it in the 6th-4th c. BC expansion (**Fig. 1.**). According to the constructions of E.I. Lubo-Lesnichenko this way in the 4th c. BC was supposed to be connected with the western segment of the "western meridional" path, since this was also the exit (according to the author) to the north along with the "Kyrgyz" path (**Fig. 1.**). Conforming to the concept of E.I. Lubo-Lesnichenko, in the 4th c. BC Silk road routes from two segments connecting in Turfan: 1) from the states of China through Gansu to Turfan, 2) from western Asia to Turpan. From Turfan there had to be a departure and a hypothetical "steppe" way to the west in the Kazakh steppes. A way through Asia through Turpan to Altai, according to E.I. Lubo-Lesnichenko, existed, at least from the 7th c. BC, since from 6th c. BC, its heyday, is celebrated. However, the author did not make the followed conclusion about the addition of an extensive route of the GSR already existing in the 4th c. BC, because he saw the inconsistency. The logic of the outline of E.I. Lubo-Lesnichenko directions of the GSR and its branches are quite understandable and straightforward: China and the countries of Asia Minor with their goods were located in the south; and in the north, in southern Siberia, Chinese and Western Asia goods were found in the burials of nomads dating from the 5th-early 3rd c. BC. These goods came to the north along some paths, most likely for E.I. Lubo-Lesnichenko looked already known medieval routes through Xinjiang. This last assumption, in our opinion, is his fatal argument

flaw; it is now seen as pure conjecture with no factual support. Note that in the above constructions of E.I. Lubo-Lesnichenko 6th-4th c. BC materials from Xinjiang itself are not cited, which is quite natural, since there are no written sources from Xinjiang at that time, and archaeological excavations have been actively conducted there only in recent decades.

The work of two scientists from China and the United States, based on so far unique findings from the Ma Ji Yuan, are of undoubted interest regarding the likelihood of real contacts in Prityanshany this northern route of the GSR was established in the 3rd-2nd c. BC (Yang Jianhua, Katheryn M. Linduff, 2013, p. 74). The Majia Yuan burial ground was explored near Tianshui in the southeast of Gansu Province (China). In several graves, a significant amount of original products made in the "animal style" were found (Gansu Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, 2014; others). With some justification, these experts have suggested that they are close in style and production technology to products from the documented Issyk mound in southeast Kazakhstan (Yang Jianhua, Katheryn M. Linduff, 2013, p. 74). It was discovered that a woman from the Tian Shan and her dowry were buried in the M13 grave with a high concentration of such items (*ibid.*, p. 81). Based on data on the displacement of the Mongoloid population to the Hami era during the Bronze Age, the authors suggested the existence of an ancient path along the Tian Shan between Semirechye and China, through which Bronze Age artifacts from the west of Eurasia and from the Gansu corridor "slowly penetrated Xinjiang from the West and East. The connection probably was in Hami" (Yang Jianhua, Katheryn M. Linduff, 2013, p. 79). It should be emphasized that these researchers for the Bronze Age do not write about cross-cutting trade routes through Xinjiang, but only about contacts with the West and East of the peoples living along the Tian Shan.

Regarding the later finds in Majia Yuan, dated by them around the 3rd-2nd c. BC, and chronologically close to Alagou (Xinjiang) and the Issyk mound (Kazakhstan), an assumption was made about the direct movement of people from the Tian Shan to the territory of the state of Qin (Majia Yuan): "The Tian Shan mountains, apparently, at this time become an exchange channel - a prelude to the Silk Road of later periods" (*ibid.*, p. 81). Not all the authors' propositions can be accepted as fact, but, on the whole, an opinion based on the findings in Majia Yuan about the possible penetration of particular groups of people in the 3rd-2nd c. BC from the Tian Shan to the borders of the state of Qin, it is quite an acceptable deduction.

The expanded rationale for the addition of the Silk Road from the 5th c. BC, and the promotion of the

Saka in China, was recently proposed by South Korean archaeologist Kang In Uk. He based his proposal from the same finds in Majia Yuan and the provisions of the above authors (Yang Jianhua, Katheryn M. Linduff, 2013). Besides that, he also singled out in China a chain of monuments containing “Saki” gold jewellery from Gansu to the Beijing area. Kang In Uk came to a more categorical conclusion: “archaeological data proves the presence back in the 5th c. BC, long before the formation of the Han Empire, active trade contacts between North China and Central Asia. Through trade, Sakan gold items came to the territory of the Chinese kingdoms of the Zhango period. Probably, some group of Sakas even moved to China. ... jewellery and luxury gold products of the Sakas were almost universally distributed in the territory of Northern China.” (Kang In Uk, 2018, p. 410). As we see, the materials of Majia Yuan allowed Yang Jianhua and Katheryn M. Linduff to suggest small movements of people between the Tian Shan and east of Gansu in the 3rd-2nd c. BC. Kang In Uk discussed these movements as a trade relationship with the 5th c. BC, accompanied by the deliberate movement of groups of Sakas to the barbarian periphery of North China. To substantiate this position, the monuments of the Saka circle Kang In Uk referred to other most striking funerary complexes with gold products in animal style. In China, Saki products are also recognized “... found on the monuments of the mid-to-late Zhango (4th-3rd c. BC) Xigoupan, Aluchaiden and other objects on the Ordos plateau ...”, which, in the opinion of Kang In Uk came to North China “not from the steppes of Siberia, but from Central Asia, where the culture of the Sakas existed.” (ibid., p. 395). According to this researcher, “The culture of the Sakas has advanced eastward to the area of modern Beijing. A typical monument here is the elite burial of Xinzhuangtou M30, which was investigated during excavations in the Lower Capital of the Kingdom of Yang” (ibid., P. 401). These conclusions, at first glance, look interesting, however, on closer examination, they do not stand up to criticism since they lack evidence and follow from the author’s free interpretations. It is important to emphasize that in the work of Kang In Uk, the Pazyryk culture of Gorny Altai and semi-mythical Dinlings in Southern Siberia also belong to the Sakas (ibid., P. 405-407). Such a broad interpretation of the list of peoples and cultures of the Saka world automatically implies a broad interpretation of the content of “Saka” art³. Such an approach makes it possible to attribute both Saki products from Kazakhstan and products from

Southern Siberia and Mongolia to Saki art, which contradicts both the realities and the above statement of the author about the penetration of this “art” from Kazakhstan through Xinjiang.

In our opinion, the ethnocultural processes in Xinjiang took place differently, and the relatively late Silk Road through Xinjiang (from the 1st c. BC) was preceded by trade relations between the northern kingdoms of China and the nomads of Southern Siberia in the 4th-3rd c. BC and deliveries of Han silk to the Huns (Xiongnu) in the 2nd c. BC. To a large extent, the proposed concept is based on archaeological materials. Until the 80s archaeological data from Xinjiang territory was insufficient for any intelligible and reasonable characterization of the cultures of this region in the 1st Millennium BC. (see Litvinsky, 1984). Over the past years, in the course of large-scale excavations (especially in Tabernacle, China), representative material has been obtained for interest. A significant part of it has been published, including in monographic publications. Accordingly, the possibility of a comprehensive study of the problem of the Silk Road formation, with the involvement of archeology, is not limited to Chinese historical sources and conclusions based on them. The results of processing the available data can be formulated in the following prepositions.

According to available data, the population of Xinjiang is most well-studied in its northern part from Tianshan to Altai and was predominantly Caucasoid from the IIIrd Millennium BC to the 2nd c. BC. Mongoloid admixture was insignificant and mainly in the eastern part of Xinjiang (Wei Lanhai, Li Hui, Xu Wenkan, 2015). The overwhelming number of Russian, Chinese and “Western” researchers claim that starting from the IIIrd Millennium BC, from the territory of the countries of Central Asia and the Russian Altai, the Caucasians, including representatives of the Afanasyevsky and Andronovo cultures, penetrate Xinjiang in several waves. For the most part, their descendants lived in Xinjiang in the 9th-3rd c. BC. Caucasians were also inhabited in Xinjiang, Yuezhi, and Wusun, reliably known to the Chinese from the 2nd c. BC.

The most well-studied area in the territory is the cities of Urumqi, Turfan, Hejing, and Kucha, located on the GSR. The monuments studied there relate to the culture of chahu and subiche (see Han Jianye, 2007; Shulga, 2010; Komissarov, 2011). The northern part of Xinjiang is still not well studied, but in the last 10-15 years, some significant material has been obtained. The most famous and representative are in the southern foothills of the Tien Shan, predominantly the agricultural culture of the Chahu, which existed from (10th) 9th to 6th-5th c. BC. It includes extensive burial grounds, numbering up to 250-700 graves. Of these, the

³It should be noted that the burial of Xinzhuangtou M30 is interpreted by A.A. Kovalev as close to the Pazyryks of Gorny Altai in animal style, while Kang In Uk sees Saki art in it.

earliest Mohuchakhan of the 9th-8th c. BC. was completely excavated (235 graves) (Zhang, Alifujiang, Tan, 2016) and Chauhugou-4 8th-6th c. BC (248 graves) helped to understand the materials of other partially studied burial grounds and trace the evolution of the burial rite and material culture in the 9th-6th c. BC (Xinjiang Institute, 1999). The burial grounds of the Xubeixi culture of the 8th-5th c. BC contain fewer artifacts because they were less mobile, but, thanks to the remarkable preservation of organic matter, they are no less informative (Shulga, 2010). Both cultures (especially chahu) are characterized by a specific funeral rite and ceramic vessels not known in the neighboring territories. Much of the inventory in chahu and other cultures of Xinjiang from the 9th-5th c. BC refers to the types widespread in Southern Siberia and Kazakhstan. These are details of horse equipment, belt accessories, jewellery, mirrors, some forms of knives, weapons, sharpening stones and spindles.

Attention should be paid to the facts of the long-term preservation of funerary constructions and rites in these areas of Xinjiang. The stability of cultures in Xinjiang (unlike Kazakhstan and southern Siberia) is explained by the absence of significant population migrations in the given territory and the stability of the established economic types. This feature requires a separate study, but, in any case, it indicates certain isolation of human groups living in the foothills of the Tian Shan. It is important to emphasize that, despite the territorial proximity, not a single representative burial complex from the 8th-4th c. BC has been found in Xinjiang, which relates to the cultures of North China and Gansu. Considering a large number of Tian Shan monuments investigated, it can be stated that in the Scythian time from the territory of the states of ancient China, as well as from its western and northern borders inhabited by nomads, there were no noticeable migrations to the Tian Shan. Special funeral rites and ceramics unequivocally indicate the existence in the districts of Hami, Turfan, and Hejing cities of archaeological cultures that were formed in the 9th-8th c. BC, on a regional basis and remained without fundamental changes in ritual until about the middle of the 5th c. BC, and sometimes to the 3rd-2nd c. BC.

Despite the common origin and similarity of inventory, we know the culture of the population of the central part of the Eastern Tian Shan in the 8th-6th c. BC was relatively isolated from the related Caucasians of Kazakhstan, South Siberia, and Mongolia. The tribes located on the periphery of

Dzungaria, of course, interacted with these peoples, but except for the Ili river and the Altai prefecture, these territories are almost not archaeologically investigated. Nevertheless, in the regions bordering Mongolia, many Mongolian-Transbaikalian, Sayan-Altai, Eurasian types of deer stones have been discovered that indicate the presence of peoples from the territory of Mongolia. There is also an example of a more distant migration from Central Kazakhstan. Comparatively recently, burial mounds from the 8th-7th cc. were found at the Sayensai burial ground near the town of Turfan, close to the Tasmolian Central Kazakhstan (P. Shulga, D. Shulga, 2015). The population that left these burial mounds retained the funeral rite, but it did not accept the Tasmolian people's custom to place ceramic vessels in the grave. Simultaneously, the form and coloring of the vessels located in this region are traditionally local. The discovery of specific Arzahan type cheek-pieces in the South Przyanshany on the Mokhuchakhan burial ground and the similarity of the burial ritual to Gorny Altai indicates certain contacts of the population of this part of Xinjiang with Tuva and Gorny Altai somewhat earlier in the 9th c. BC.

Of undoubted interest is the presence in Xinjiang of burials of 5th-3rd c. BC, studied in detail in the Gorny Altai (Republic of Altai, Russia) and East Kazakhstan of the Pazyryk culture proper, as well as those close to it in the burial rite and inventory. They were found in the north in the Altai Prefecture and in the Tian Shan (Turfan region) (**Fig. 2.**). In the Altai Prefecture in the north of Xinjiang, a significant number of burials from the IV and early 3rd c. BC were discovered, these used the Pazyryk burial rites, this fact clearly shows that they were left by the bearers of the Pazyryk culture, which penetrated Xinjiang through Ukok (Altai Republic, Russia). Evidence of their mixing with the local population is visible, resulting in numerous variations of graves with horses (Shulga, Slyusarenko, 2016; P. Shulga, D. Shulga, 2017). There was also a slight reverse penetration from Xinjiang into the Altai Mountains. Based on this data, one can speak of the existence of another Pazyryk culture center in the north of Xinjiang. One way or another, the population in the Tien-Shan, which lived in the area of the city of Turfan, left the graves in the Jiaohe Goubei burial ground, connected with this center. The two types of burials distinguished are varieties of the Pazyryk burial rite, which presumes the burial of a person-oriented to the eastern sector and a horse placed on a low relief style.

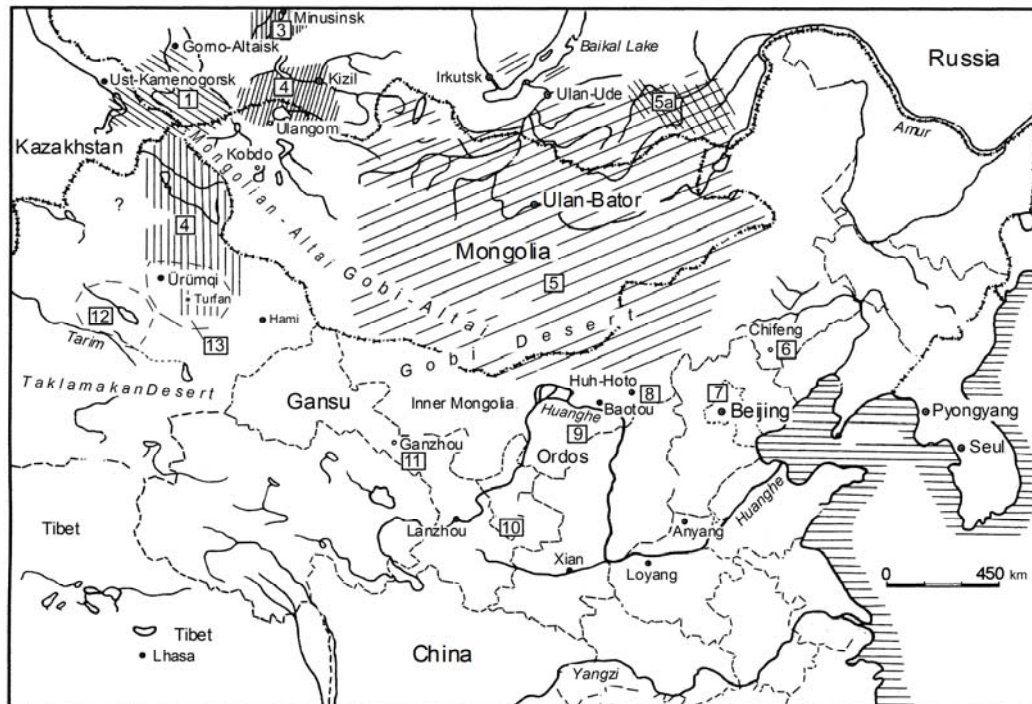


Fig. 2.: The layout of the Scythoid archaeological cultures in Central Asia (sensu Shulga, 2015, fig. 1). 1 – area of the Pazyryk culture (mid-to-late 6th-3rd c. BC); 2 – territory, presumably settled by tribes close Pazyryk Culture in the 5th-3rd c. BC; 3 – Tagar Culture; 4 – Uyük-Sagly culture (mid-to-late 6th-3rd c. BC); 5 – main area of Slab Grave culture; 5a – Dvortovskya Culture (7th-6th c. BC); 6-11 – places of greatest concentration of monuments of the Scythoid archaeological cultures of "barbarians" of the 9th-3rd c. BC in China: 6 – Upper Xiajiadian culture (about 9th-7th c. BC); 7 – Yuhuangmiao Culture (7th-6th c. BC); 8 – Maojinggou Culture (the late 6th-3rd c. BC); 9 – Taohongbala Culture (6th-3rd c. BC); 10 – Yanglan Culture (6th-3rd c. BC); 11 – Shajing Culture (6th-4th c. BC); 12 – Chauhu Culture; 13 – Xubeixi Culture.

2. ábra: Közép-Ázsia szkíta jellegű kultúráinak területi elhelyezkedése (Shulga 2015. fig. 1. nyomán)

The equipment of many horses in Jiaohe included horn harness sets similar to those found in Altai (Shulga, 2010, fig. 88, 89), but the features of the burial rite, ceramics, and equipment leave no doubt about the local character of these monuments. Other identical burial grounds have yet to be found, but many of the features of the burial rite, tools, clothing, and art in other cultures in Tien Shan are very close to Pazyryks (Polosmak, 1989; Polosmak, Barkova, 2005). These examples show the presence of contacts between the cultures of Xinjiang and the related populations of Kazakhstan and Sayano-Altai.

There were numerous burials investigated in the Tian Shan hillock and in the southern foothills of the Altai in Xinjiang, which contain horse and warrior equipment, weapons, and many categories of other equipment and decorations from the 9th-3rd c. BC. These sites were close or identical to the synchronously existing complexes of artifacts from the cultures of Kazakhstan and Sayano-Altai. At the same time, the burial rite and ceramic vessels unequivocally demonstrate the originality of local cultures of Xinjiang, which show a long period of independent development.

In the funerary monuments of the 9th-3rd c. BC in Xinjiang, not a single representative complex from ancient China or the cultures of "barbarians" surrounding it from the north and west has yet been found. There is not even evidence of the burials of the Shajing culture that existed at this time in Gansu, which is well identified by the burial rites and inventory. The Mongoloid population of Gansu and more eastern territories did not penetrate the oases of Xinjiang in any appreciable quantity. There are also no data on notable migrations of the Caucasoid population from Xinjiang, China. The only exception is the animal style finds from Majia Yuan. However, they are not identical to Sakas artifacts and are only found in burials performed according to local rites and with "local" inventory, including Chinese items. It follows that before the Huns (Xiongnu) advanced to Xinjiang in the first half of the 2nd c. BC (after the Yuezhi went to the west), and the subsequent penetration of the Han from the end of the 2nd c. BC., Xinjiang culture had little or no contact with not only the peoples of North China but also the adjacent Gansu corridor

from the east⁴. Meanwhile, there are numerous and reliable sources of archaeological data on the existence of active cultural and trade relations between Ancient China and Southern Siberia (including Gorny Altai) directly from North China through Mongolia. Branches diverged from Mongolia to the Gorny Altai, Tuva, and the Minusinsk Basin and Transbaikalia. It is important to note that this path roughly corresponds to the "Uigur" path, rightly called the "old road of Central Asian nomads" (E.I. Lubo-Lesnichenko, 1994, p. 262) (**Fig. 1.**). Along this path, the Minusinsk Basin population, Transbaikalia and Mongolia, contacted North China from the Late Bronze Age (Karasuk bronzes). There is every reason to talk about the existence in the Ist Millennium BC between Baikal and Ordos of the "eastern" historical and cultural community of the Mongoloids, characterized by interpenetration of cultures in the meridional direction, the similarity of the burial rite and inventory (Shulga, 2015, p. 27-28). The Caucasoid tribes of the Minusinsk Basin were closely associated with this community. There was a meridional ("Uigur") trade route (China - South Siberia), based on close ties that existed from the late Bronze Age (12th-10th c. BC). Movement on it sharply intensified in the 4th c. BC, and flourished at the end of 4th - beginning of 3rd c. BC. It followed from the region of the Ordos, which was then in the sphere of interest and influence of the states of Qin, Zhao, and Yang, and then through Mongolia - to the west to the Altai Mountains and the Upper Priobye, and the north-west - to the Minusinsk depression. It can be assumed that the main amount of silk in the 4th-3rd c. BC came to Central Asia and Xinjiang and further to the west along the "Uyгур" route from North China through Mongolia to the Altai Mountains.

Conclusion

According to the results of this research, it can be concluded that the popular theory in Russian and foreign literature on the formation and even functioning of the GSR, beginning from the III-II thousand BC, or from the 6th-3rd c. BC can no longer be considered reasonable.

First, the analysis of previously known and new historical, anthropological and archaeological data allows us to speak with a high degree of certainty

⁴At the same time, we cannot completely deny the probability of existence in the IV – III c. BC limited exchange relations through the eastward Yuezhi. However, according to some studies, Yuezhi did not inhabit the Gansu corridor, and did not have direct contact with the Qin State. Their clashes and contacts with the Huns (Xiongnu) took place in areas north and north-west of Gansu.)

about the absence of up to the 3rd-2nd c. BC of any actual evidence of the existence of trade (exchange) links between the predominantly Caucasoid cultures in Xinjiang and the Mongoloids of the Gansu corridor. There is no evidence of trade with the more eastern territories, including farmers of ancient China and the "barbarians." As a result, the concept of Lubo-Lesnichenko and many other researchers on the functioning of various trade routes through Xinjiang in the 6th-3rd c. BC can no longer be supported.

Secondly, it is possible to state with certainty the existence of two meridional trade routes between agricultural civilizations in the south (Western Asia and China) and the northern nomads of Siberia and Mongolia. The first (western) route from Western Asia through the Kazakh steppes to Gorny Altai (Altai Republic, Russia), the Upper Ob, and the Southern Urals was formed in the 6th c. BC the formation of the Achaemenid Empire and died away at the beginning of the 3rd c. BC after the eastern march of Alexander the Great. The second meridional route from North China to Southern Siberia passed through Mongolia along the route formed in the Late Bronze Age.

Thirdly, the silk route through Xinjiang to the west from China with the direct participation of the Chinese begins to function only in the 1st c. BC when the Han, at high cost, finally succeeded in establishing control over this territory.

References

- BUNKER, E. C. (1991): The Chinese artifacts among the Pazyryk finds. *Notes in the History of Art*, **10/4** 20–24.
- BUNKER, E. C. (1992): Significant Changes in Iconography and Technology among Ancient China's Northwestern Pastoral Neighbors from the Fourth to the I c. BC. *Bulletin of the Asia Institute. New Series* **6** 99–115.
- DI COSMO, N. (2014): A note on the formation of the 'Silk Road' as long-distance exchange network, In: BULUT, M. ed., *Re Silk Road*. Istanbul Sabahattin Zaim University, Istanbul, 17–26.
- FRANCFORT, A. P. (1989): Sushhestvoval li Velikij Shelkovyj put' vo II–I tysjacheletii do nashejjery [Was there the Great silk road in the II-I c. BC], In *Vzaimodejstviekochevyh kul'turi drevnih civilizacij [Interaction of nomadic cultures and ancient civilization]*, 203–216.
- Gansu Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology (2014): *Treasures of Xirong: Cultural Relics Excavated in a Warring State Cemetery at Ma Jia Yuan*. Beijing, Wenwuchubanshe, 247.

HAN, J. Y. (2007): Xinjiang culture from the Bronze Age to the early Iron Age. Beijing, Wenwuchubanshe, 128.

HOISAETER, T. L. (2017): Politics and nomads: the emergence of the Silk Road exchange in the Tarim Basin region during late prehistory (2000–400 BC), *In Bulletin of the School of Oriental and African Studies* **80/2** 339–363.

JULIANO, A. L. (1991): The Warring States period – the state of Qin, Yan, Chu, and Pazyryk: a historical footnote. *Notes in the History of Art*, **10/4** 25–29.

KANG, I.U. (2018): Rasprostranenie zolotoj kul'tury sakovi formirovanie velikogo shjolkovogo puti [Inflow of Saka gold culture to East Asia and formation of Ancient Silk Road], In: BEISENOV, A. ed., *Gold lords of the Kazakh steppes. National Research Institute for Cultural Heritage of the Republic of Korea, National Museum of the Republic of Kazakhstan*, 376–417.

KOMISSAROV, S. A. (2011): Kul'tura Chauhu – tsentral'naia kul'tura skifskoi epokhina territorii Sin'tszyana (KNR) [Chawuhu culture – the central culture of Scythian age in Xinjiang area], In: MOLODIN, V. I. & HANSEN, S. eds., «*Terra Scythica*»: *Mat-lymezhdunar. simpoziuma ["Terra Scythica": Proc. of the intl. symposium]*. 121–129.

KOVALEV, A. A. (2015): Sin'chzhuantou M30 – pogrebenie znatnogopredstavitelja pazyrykcev–«loufaney» nasluzhbe vanakitajskogo carstva Jan' (seredina III v. do n.je.) [The tomb Xinzhuangtou M30 – burial of the member of elite of Loufan tribe (kindred to Pazyryk culture people) in Yan kingdom's service (middle III c. BC)], *Kratkie soobshhenija instituta arheologii [Brief communications of the Institute of archeology]*, **238** 229–242.

KUZ'MINA, E. E. (2010): *Predystorija Velikogo shjolkovogo puti: Dialog kul'turEvropa—Azija [The Prehistory of the Great Silk Road: The Dialogue of Cultures Europe-Asia]*. Moscow, Komkniga publ., 240.

LATOV, Yu. V. (2010): Velikij shjolkovyj put' — Prolog mirovoj jekonomiki globalizacii (k 2130-letiju ego «otkrytija») [The Great Silk Road - The Prologue of the World Economy of Globalization (to the 2130th anniversary of its “discovery”)], *In Istoriko-jekonomicheskie issledovanija*, **11/1** 123–140.

LUBO-LESNICHENKO, E. I. (1975): Privoznye zerkala Minusinskoj kotloviny. K voprosu o vneshnihsvjazjah drevnego naselenija Juzhnoj Sibiri. S prilozheniemstat'i I.V. Bogdanovoj-Berezovskoj [Imported mirrors of the Minusinsk basin. To the question of the external relations of the ancient population of South Siberia. With the

application of the article I.V. Bogdanova-Berezovskaya]. Moscow, Science, 170.

LUBO-LESNICHENKO, E. I. (1989): «Ujgurskij» i «kirgizskij» puti v Central'noj Azii ["Uigur" and "Kyrgyz" ways in Central Asia], In *Trudy Gosudarstvennogo Jermitazha (Kul'tura i iskusstvonarodov Vostoka) [Transactions of the State Hermitage Museum (Culture and art of the peoples of the East)]* **9** 4–9.

LUBO-LESNICHENKO, E. I. (1994): Kitajna Shjolkovom puti (Shjolkivne shniesvjazi drevnego i rannesrednevekovogo Kitaja) [China on the Silk Road (Silk and foreign relations of ancient and early medieval China)]. Moscow, Science, 326.

MAMADAZIDOV, A. (2014): Rasshirenie torgovyhsvjazej mezhdukupnymi centrami civilizacii i drevnosti do shjolkovogo puti [Development of trade roads through the main civilization centers in ancient period before the beginning of silk road], *In Izvestija Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. Otdelie nieobshhestvennyh nauk [Proc. of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Social Sciences]*, 2014, 7–13.

POLOS'MAK, N. V. (1998): Pazyrykskie analogii v mogilah Sin'tszyana [Pazyryk graves analogy in Xinjiang], *In Problems of archaeology, ethnography, anthropology of Siberia and neighboring territories* **4** 337–343.

POLOS'MAK, N. V., BARKOVA, L. L. (2005): *Kostium i tekstil' pazyryktsev Altaia (IV – III) [Costume and Textile of the Pazyryk People]*, Novosibirsk, INFOLIO Publishing, 232.

RUDENKO, S. I. (1953): *Kul'turana seleniya Gornogo Altaya v skifskoevremya [The culture of the population of Mountainous Altai in the Scythian time]*. Moscow, Izd-vo AN SSSR. 401.

ROMGARD, J. (2008): Questions of Ancient Human Settlements in Xinjiang and the Early Silk Road Trade, with an Overview of the Silk Road Research Institutions and Scholars in Beijing, Gansu, and Xinjiang, *In Sino-Platonic Papers*, 185, 123.

SEN, T., MAIR, V. H. (2012): Traditional China in Asian and World History, *Key Issues in Asian Studies* **9** 108.

SHULGA, P. I. (2010): *Sin'czjan v VIII-III vv. do n. je. (Pogrebal'nye komplekxy. Hronologija i periodizacija) [Xinjiang in the VIII–III cc. BC (Sepulchral complexes. Chronology and periodization)]*, Barnaul, Altai State University Publishing, p. 238.

SHULGA, P. I., SHULGA, D.P. (2015): *Mogil'nik Jujhuanmjao v Severnom Kitae (VII–VI veka do nashej jery) [Cemetery Yuhuangmiao in Northern*

China (the VII–VIcc. B.C.)]. Novosibirsk, Publishing Department of the Institute of Archaeology and Ethnography of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, p. 304.

SHULGA, D.P., SHULGA, P. I. (2017): Pazyryk entry into Xinjiang, *NSU Bulletin. Series: History, philology, Oriental Studies* **16/4**, 24–29.

SHULGA, P. I., SLYUSARENKO, I., Yu. (2016): Datirovka pogrebal'nyh kompleksov na periferii pazyrykskoj kul'tury [Dating of Burial Complexes at the Pazyryk Culture Periphery], In *Problemy arheologii, jetnografii, antropologii Sibirii sopredel'nyh territorij* [Problems of archeology, ethnography, anthropology of Siberia and neighboring territories] **22** 473–477.

SHULGA, P. I., SHULGA, D.P. (2015): Mogil'nik Sajensai ranneskifsko govremeni u g. Urumchi (Sin'czjan, Kitaj) [Early Schitians' Burial ground Saensai near Urumqi (Xinjiang, China)], In: KOROL'KOVA, E.F. ed., *Trudy Gosudarstvennogo Jermitezha. Arheologija bez granic: kollekcii, problemy, issledovanija, gipotezy* [Transactions of the State Hermitage Museum. Archeology without borders: collections, problems,

studies, hypotheses], St. Petersburg, State Hermitage Publishing House, **77** 512–533.

WEI, L., LI, H., XU, W. (2013): The separate origins of the Tocharians and the Yuezhi: Results from recent advances in archaeology and genetics, In: Malzahn, M.; Peyrot, M.; Fellner, H. & Illés, T.S. eds., *Tocharian Texts in Context: International Conference on Tocharian Manuscripts and Silk Road Culture, June 25–29th*, Vienna, University of Vienna. 277–300.

Xinjiang Institute of Archeology and Cultural Heritage (1999): *Xinjiang Chawuhu: large-scale clan cemeteries excavation report*. Beijing, Dongfang Press, 416.

YANG, J., LINDUFF, M. K. (2013): A Contextual Explanation for “Foreign” or “Steppic” Factors Exhibited in Burials at the Majiayuan Cemetery and the Opening of the Tianshan Mountain Corridor. *Asian Archaeology* **1** 73–84.

ZHANG, T., ALIFUJIANG, N., TAN, N. (2016): *Xinjiang Mohuchahan cemetery*. Beijing, Kexuechubanshe, 410 p.

A MESTERI-INTAPUSZTAI ÁRPÁD-KORI TEMETŐ GYÖNGYEINEK ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA I.

ARCHAEOLOGICAL ANALYSIS OF GLASS BEADS FROM THE ARPADIAN AGE CEMETERY AT MESTERI-INTAPUSZTA. PART I.*

FÓRIZS István¹; FERENCZ Eszter² & ILON Gábor³

¹Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, H-1112 Budapest, Budaörsi út 45. E-mail: forizs@geokemia.hu

²Savaria Múzeum, H-9700 Szombathely, Kisfaludy S. u. 9. E-mail: ferencze88@gmail.com

³H-9662 Mesterháza, Kossuth u. 2. E-mail: ilon.gabor56@gmail.com

Abstract

The Árpadian Age cemetery at Mesteri-Intapuszta comprised 318 (excavated) graves. Beads were documented in 16 graves. This study is centred on the study of geochemical investigation of some of these beads. The find circumstances of beads, strings of beads is presented in situ on the basis of excavation documentation; moreover, the other grave goods for some of these graves. On the basis of the map of the cemetery we think that the use of glass beads was common during the whole period of the usage of the cemetery, i.e. the early phase of the Árpadian Age, besides silver jewellery that served as the other typical find in the graves of the wealthy deceased. Strings of beads were typically given to children (Inf. I, i.e. between 0–7 years) till mature adult age (<39 years).

*Archaeometrical studies were induced by the frequency and variability of the beads, performed in several steps. The paper presents the electron microprobe results on 10 glass beads with a historical interpretation of the data (see more in the **Summary** at the end of the paper. [Appendices](http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_appendix.pdf) are available: http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_appendix.pdf).*

Kivonat

A Mesteri-intapusztai Árpád-kori soros temető feltárt sírjainak száma: 318. A temető 16 sírjában dokumentáltunk gyöngyöket. Írásunk lényegét és újdonságát a sírokban talált gyöngyök egy részének geokémiai vizsgálata jelenti. E közleményben néhány sír in situ dokumentációja mellett közreadjuk a gyöngyöket, gyöngyosorokat. Egyes sírok esetében az egyéb mellékleteket is. A temetőterképet tanulmányozva úgy véljük, hogy a gyöngyosor, mint a viselet eleme, a temető használatának teljes ideje, azaz a kora Árpád-kor egésze alatt népszerű volt és az ezüst mellett a tehetősebbeket jelző másik melléklet. Egyértelmű, hogy gyöngyosort a temetőben jellemzően a gyermekkor (Inf. I, azaz 0–7 év) kezdetétől az érett felnőtt korig (39 év) helyeztek sírba. A leletek számossága és változatossága okán az archeometriai vizsgálatokat több szakaszra osztottuk. Jelen tanulmányban 10 üvegyöngy elektron-mikroszondás vizsgálati eredményeit mutatjuk be, valamint első közelítésben értelmezzük az adatokat történeti összefüggésükben.

A kémiai összetételük alapján a gyöngyök négy, karakteresen elkülönülő csoportot alkotnak.

Az 1. csoport (1 db) kémiai összetétele nagyon hasonlít a késő római kori HIMT üvegekre. Miután a temetőt római kori településen alakították ki, úgy vélhetjük, hogy a gyöngy római kori, azonban csavart formája ezt kizárja, ezért vélhetően korabeli.

A 2. csoport (2 db) tagjai élénk sárga színű ólom-szilikát (PbO·SiO₂) üvegyöngyök. Ez az üvegtípus a Távols-Keleten jelent meg először, majd Dekówna (2015) szerint a 8-9. században a Selyem Úton jutott el Kelet-Európába, onnan tovább Közép- és Északnyugat-Európába.

A 3. csoport (3 db) tagjai nagymértékben mállott, repedezett, morzsalékos, ezüstfóliás, ólomszegény (PbO/SiO₂ arány kb. 0,5) ólom-kálium-szilikát üvegyöngyök. Elterjedésük alapján Mecking (2013) az ilyen összetételű üvegeket „szláv ólomüveg”-nek nevezi.

A 4. csoport (4 db) tagjai többségében sárga színű, ólom-dús (PbO/SiO₂ arány kb. 2,5) ólom-kálium-szilikát üvegyöngyök, amely összetételi típus alapvetően a korabeli germánok lakta területeken fordul elő. Az utóbbi két típus jellemzője, hogy nem tartalmaznak sem kalciumot, sem foszfort, ami arra utalhat, hogy tisztított fahamut

* How to cite this paper: FÓRIZS, I.; FERENCZ, E. & ILON, G., (2020): A Mesteri-intapusztai Árpád-kori temető gyöngyeinek archeometriai vizsgálata I. / Archaeometric analysis of glass beads from the Arpadian Age cemetery at Mesteri-Intapuszta. Part I., *Archeometriai Műhely* XVII/2 129-156.

használtak, de a kálsialétrom alkalmazása sem zárható ki. Izgalmas kérdés, hogy az ólom-kálium-szilikát üveg is a Távolságtól jutott-e el Kelet-Európába, hiszen ott már a 600-as években megjelent.

A 2-4. csoportokba tartozó üvegtípusok magyarországi előfordulásáról elsőként számolunk be. A [Mellékletek](#) a következő címen érhetők el: http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_appendix.pdf

KEYWORDS: ARPADIAN AGE, SOCIAL POSITION AND BEADS, ELECTRON MICROPROBE ANALYSIS, LEAD-POTASSIUM-SILICATE GLASS, LEAD-SILICATE GLASS, SILVER FOIL BEAD

KULCSSZAVAK: ÁRPÁD-KOR, TÁRSADALMI RANG ÉS ÜVEGGYÖNGY, ELEKTRON-MIKROSZONDÁS ELEMZÉS, ÓLOM-KÁLIUM-SZILIKÁT ÜVEG, ÓLOM-SZILIKÁT ÜVEG, EZÜSTFÓLIÁS ÜVEGGYÖNGY

Bevezetés

A szombathelyi, hajdani Berzsényi Dániel Tanárképző Főiskola Történelem Tanszékének régésztechnikus képzése nyári tanásatásai 2000–2006 között a Vas megyei Mesteri község határában zajlottak (Ilon 2002, 2003, 2003b, 2004, 2004b, 2007). A Ság hegy lábánál 2001-től az intapuzsai/intaházi részen, a római katolikus temető körül egy több korszakos lelőhelyet kutattunk meg. Feltártunk néhány őskori jelenséget, egy római kori villa maradványait (Tárczy-Mladoniczki 2019), valamint egy Árpád- és késő középkori – kora újkori temető sírjait, továbbá egy késő középkori temetőkápolna romjait ([Appendix 1. ábra](#)). A terület a Cinca-patak északi teraszán, az abba torkolló Inotai-ér északnyugati partján található.

Miután a lelőhelyről már megjelent egy előzetes közlemény (Ilon 2017), ezért itt eltekintünk a hely és a lelőhelyek taglalásától, csak a címben megjelölt témára fókuszálunk. Csak azon Árpád-kori sírok egy részéről közlünk részletrajzot, ahol a gyöngyök *in situ* helyzete jól dokumentált.

Itt és most nem foglalkozunk a gyöngyök tipologizálásával (Szilágyi 1994), de a 2001, 2005 és 2006-ban előkerült szórványokkal sem.

Az Árpád-kori soros, szinte teljes egészében megismert temető feltárt sírjainak száma: 318 ([Appendix 1. ábra](#)). A temetőből – véleményem (I. g.) szerint – max. 5–10 sír feltárása maradhatott el a ma is használatban lévő temető ÉNy-i kerítése melletti elbozotosodott részüben. A temető 16 sírjában dokumentáltunk gyöngyöket. Írásunk lényegét a sírokban talált gyöngyök egy részének kémiai vizsgálata jelenti ([1. táblázat](#)).

A gyöngyös sírok és mellékleteik leírása

2/2001. sír

Háton fekvő, nyújtott, 6 évesnél fiatalabb gyermek rossz megtartású váza. Karjai a test mellett és a lábai szintén nyújtva helyezkedtek el. Vázhossza: 94 cm. Sírgödre ovális, szélei bizonytalanok. Tájéolása: Ny/DNy – K/ÉK

Mellékletei:

1. *Üvegyöngy*. 15 db nyaktájékon a koponya jobb és bal oldalán volt. Mindegyik egytagú; 12 db

szürkésfehér, 2 db sárgás fekete, 1 db sárgásfehér színű; 2 db kúp-, 4 db hosszúhenger-, 2 db lapított gömb-, 2 db négyzetes átmetszetű hasáb-, 3 db csonkakúp-, 1 db szabálytalanul gerezdelt gömb- és 1 db hordó alakú; 1 db díszített, 14 db díszítetlen; 8 db sérült és 7 db egész üvegyöngy. Méreteik = 4–9 x 4–5,75 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2004.2.1–15.

2. *Üvegyöngy*. További 35 db a koponya mosása során került elő: ezek közül 2 db kék, 3 db zöldesfehér, 30 db szürkésfehér színű; 3 db ikerlapított gömb alakú, 1 db bordázott, 20 db hosszúhenger, 6 db csonkakúp, 2 db hordó, 3 db lapított gömb alakú; 3 db kéttagú, 32 db egytagú. 10 db egész, 24 db sérült, 1 db töredék. Méreteik = 4,7–7,7 x 5 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2004.2.16.

74/2002. sír

Nyújtva a hátára fektetett, bolygatott felsőtestű Inf. I./II. korú gyermek csontváza. Koponyája a jobb oldalra billent, állkapcsa a medencében. Jobb karja teljesen hiányzik, a bal kar a test mellett nyújtva, alkarja hiányzik. Lábai nyújtva, de a jobb enyhén hajlított helyzetben. Egy-egy S-végű karika volt a koponya jobb és a bal oldalán. 4 db gyöngye (2 db hordó alakú, sárga és zöld színű üveg- és 2 db lila fluorit gyöngy) a bal váll körül voltak. Vázhossza: 84 cm. Sírgödre bizonytalan. Tájéolása: DNy – ÉK

82/2002. sír

Nyújtva a hátára fektetett, enyhén bolygatott, Inf. II. (7 – 16 év) korú gyerek csontváza. Karjai a test mellett, a jobb enyhén meghajlítva, ill. a bal alkarcsontja némileg elcsúszva. Lábai nyújtott helyzetben. 3 db S-végű hajkarikája közül egy a koponya jobb oldalán, kettő a bal mellkas felső részén, egy üvegyöngy a bal váll és a koponya között volt. Vázhossza: 115 cm. Sírgödre bizonytalan. Tájéolása: Ny – K.

23/2003. sír

Az erősen bolygatott vázrészek egy férfihez és egy gyermekhez tartoztak. A sírgödör bizonytalan volt és a hajdani tájolás sem volt megállapítható. A feltételezett sírfolt jobb alsó (DK-i) felében, nem eredeti helyzetben került elő egy fekete üvegyöngy, amelyen zöld, hálószerű elhelyezésű, vonalfolyatott díszítés van. Mérete: 10 x 7 mm. Ltsz. K. 2004.2.38.

1. táblázat: A Mesteri temető gyöngymellékletes sírjainak adatai

Table 1.: Basic data and archaeological context of the sampled beads ([read table in English: http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_table1-en.pdf](http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_table1-en.pdf))

Mintaszám	Sírszám	Életkor, nem*	Gyöngyök típusa	Ezüst ékszerek súlya (gramm)**	Megjegyzés
	2/2001.	6 évesnél fiatalabb gyermek	üveg	-	
	74/2002.	Inf. I/II. korú gyermek	üveg + fluorit	2,25	
	82/2002.	Inf. II. korú gyermek	üveg	2,39	
	23/2003.	férfi + gyermek	üveg	-	a gyöngy nem eredeti helyzetben
MI7, MI8	40/2003.	indiff. felnőtt	üveg + fluorit	8,46	bolygatott sír
	20/2004.	Inf. I-II. korú gyermek	üveg + fluorit	-	
	29/2004.	nincs adat	üveg + fluorit + ezüsthóliás üveg	6,92	
	44/2004.	Inf. II.–Juv. korú gyermek	ezüsthóliás üveg	0,99	
	51/2004.	gyermek (?)	üveg	< 0,1	nem antropológiai meghatározású
	68/2004.	Inf. I. korú gyermek	ezüsthóliás üveg	0,2	Indiff. Adultus-Maturus csontok – az eredeti sírrajz szerint – nem voltak a sírgödörben. Azaz Ilon 2017. 2. táblázat ezen adata téves!
MI16	92/2004.	Maturus férfi	üveg	-	a gyöngy tarsolyból / másodlagos helyzetben
MI17	115/2004.	Juvenis–Adultus nő (+ nő)	üveg + fluorit + aranyhóliás üveg	12,05	bolygatott sír?
	7/2005.	Inf. II. korú gyermek	üveg	2,86	
MI20, MI21, MI23, MI24, MI29, MI30	31/2005.	Juvenis-Adultus korú	üveg + ezüsthóliás üveg	5,34	
	72/2005.	Juvenis korú gyermek	ezüsthóliás üveg	-	
	86/2005.	Juvenis korú nő	fluorit + ezüsthóliás üveg	6,57	

*Bötsch & Kovács 2007; **Ilon 2017, 2. táblázat

40/2003. sír

Nyújtva, háton fekvő, indiff. felnőtt bolygatott csontváza. Karjai enyhén a medence felé hajlítottak. Lábai nyújtva, a térdtől hiányoznak. Vázhossza: a koponyatetőtől a térdig 114 cm. Sírgödre bizonytalan. Tájékoztató: DNY/NY – K/ÉK

Mellékletei:

1. *Karika*. Nyitott, elvékonyodó, egymásra hajlított végekkel, rombikus átmetszetű. Ezüst. Huzal átm = 1,2–4 mm, karika átm = 24–25 mm, tömege = 3,87 g. Restaurált. A jobb combcsont felső részén került elő. Ltsz. K. 2004.2.49.

2. *Fluorit gyöngy*. Hatszög átmetszetű, lilásfehér. Két darab. H = 14 és 13,5 mm, átm = 8,6-11,3 és 9,7-11,8 mm. Restaurált. A medencétől Ny-ra, a 7. számú S-végű karikát közrefogva kerültek elő. Ltsz. K. 20004.2.50.

3. *S-végű karika*. Vége szélesre kalapált, bordázott. Az S-vég két darabban van. Ezüst. Huzal átm = 2 mm, karika átm = 28,5 mm, tömege = 3,47 g. Restaurált. Az ágyék- és a derékcsigolyák találkozásánál került elő. Ltsz. K. 2004.2.51.

4. *Üvegyöngy*. Két darab erősen töredékes, szürkésárga színű, eredetileg valószínűleg hordó alakúak. A koponyában az állkapocs fölött kerültek elő. K.2004.2.52-53. (1. táblázat)

5. *Fluorit gyöngy*. Hatszög átmetszetű, lilásfehér. Egyik oldala ferdén letört. H = 17 mm, átm = 8–11 mm. A koponyából került elő. Ltsz. K.2004.2.54.

6. *Üvegyöngy*. Szürkésbarna, hordó alakú. 2 db. H = 6 és 8 mm, átm = 9 és 10 mm. Az állkapocs alól kerültek elő. Ltsz. K.2004.2.55-56.

7. *S-végű karika*. Vége szélesre kalapált, bordázott. Az S-vég két darabban van. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17,5 mm, tömege = 1,12 g. Restaurált. Ltsz. K. 2004.2.57.

8. *Fluorit gyöngy*. Hatszög átmetszetű, lilásfehér. Ép. H = 13 mm, átm = 7,5–11 mm. Restaurált. A koponya maradványai között, az állkapocstól Ny-ra, a sírgödör D-i falánál volt. Ltsz. K. 2004.2.58.

Egyéb: A rajzon az alsó lábszárak helyén a 45/2003. feldúlt sír volt, kovácsoltvas szegekkel.

Mérésre kiemelve (K. 2004.2.52., 53.), leírása: erősen erodált (töredékek) (1. táblázat, 3. ábra – MI7, MI8)

20/2004. sír

Nyújtott, háton fekvő gyerek (A: Inf. I-II. korú) rossz megtartású csontváza, amelynek hiányzik a koponyája és az alsó lábszárai. A gyermek nyakánál és mellkasán gyöngyök (Appendix 2. ábra) voltak. Helyzetükről részletrajz készült. A csontváz felszedése közben újabb négy gyöngyöt találtunk. A vázrészlet hossza: 68 cm. Sírfolt nem látszott, a gödre nem volt bontható. Tájéolása: Ny – K

Mellékletei:

1. *Nyaklánc gyöngyei*. (Appendix 4. ábra 1) Eltérő méretű poliéder ásványgyöngyök. Van közöttük szabályos 12 oldalasra csiszolt és van esetlegesebb, kevésbé határozott élű, elnagyoltabban alakított darab. Színeik: áttetsző szintelen, szürkés, rózsaszínes, lilás, opak fehér és szürke árnyalatú, valamint egy darab nagyobb méretű sötétlila. Darabszám: ásványgyöngy (19), hengeres, átlátszó üvegyöngy közepén széles sárga vonalfolyatott

(2), kékes árnyalatú üvegyöngy (1). Fluorit gyöngyök H = 8–16 mm, sárga üvegyöngyök = 5,5 x 7 és 8,5 x 7 mm, szürkés-kék gyöngy = 6 x 9 mm. Restaurált. A K. 2005.1.20.-as számú igen töredékes, átkorrodált, sötét színű üvegyöngy nem lett restaurálva. K. 2005.1.15-37.

Megjegyzés: a sírgödörből felszedett csontok között még egy *neonatus* korú gyermek (B) csontjait is meghatározták. Ez talán egy korábbi temetkezéshez tartozott.

29/2004. sír

A temetkezés a 28/2004. sírtól ÉK-re volt. A sír mélysége (150 cm) a temető átlagához képest tekintélyes. A rossz megtartású csontok közül csak a töredékes koponya és a láb hosszúcsontjai voltak meg. Nem rendelkezünk érdemi antropológiai adattal. A fej tájékáról gyöngyök és összesen 5 db (koponya jobb oldalán: 2, bal oldalán: 3 db) S-végű karika került elő. A 12. számú mellékletként felszedett S-végű karika a jobb oldali medencecsont helyén volt. (Appendix 3. ábra) Vázhossz: kb. 160 cm, ami *Juvenis/Adultus* – *Maturus* korú (16 – 60 év) egyedre utal. Sírgödre jól bontható. Tájéolása: Ny/DNy – K/ÉK

Mellékletei:

1. *S-végű karika*. A huzal két szálból sodrott, a bordázott S-vég két darabban. Hiányos. Ezüst. Huzal átm = 2 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,89 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.52. (Appendix 4. ábra 4.)

2. *S-végű karika*. Bordázott S-végű, ép. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,82 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.56. (Appendix 4. ábra 6.)

3. *S-végű karika*. Bordázott S-végű, a huzal két szálból sodrott, ép. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,49 g. Restaurált, az S-vég ragasztott. Ltsz. K. 2005.1.57. (Appendix 4. ábra 7.)

4. *S-végű karika*. Bordázott S-végű, ép. Ezüst. Huzal átm = 2,5 mm, karika átm = 29 mm, tömege = 3,40 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.58. (Appendix 4. ábra 8.)

12. *S-végű karika*. A huzal két szálból sodrott, az S-vég fele van meg. Hiányos. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,80 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.53. (Appendix 4. ábra 5.)

14. *S-végű karika*. A huzal két szálból sodrott, az S-vég indítása és egy darabja van meg. Hiányos. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,52 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.51. (Appendix 4. ábra 3.)



1. ábra: A 92/2004. sír gyöngye, illetve a 115/2004. sír ezüst ékszerei és gyöngysora

Fig. 1.: Glass bead necklace and silver S-terminalled Lockenrings from grave 115/2004.

5–11., 13., 15–18. *Nyaklánc gyöngyei*. A 17 db épből 3 db szürkés, kis peremük alatt kettős üvegszálasak, henger alakúak. H = 10–11 mm, átm = 8 mm. 3 db hordó alakú, barna, ezüsthóliás üvegyöngy. H = 10 mm, átm = 9 mm. A 11 db 12 oldalra csiszolt ásvány, fluorit gyöngy lila és barna. H = 13–18 mm. Ezek restauráltak. Az 1. 67.-es darab töredékekben van meg, nem restaurálható. K. 2005.1.59–75. (**Appendix 4. ábra 2.**)

44/2004. sír

A 43/2004. sírtól DK-re, mellette volt. Épülettörmelékes talajban háton, nyújtott helyzetben fekvő Inf. II.–Juvenis korú (7 – 20 év) egyén hiányos csontváza. Vázhossz: 120 cm. Sírgödre bizonytalan volt. Tájolása: DNy/Ny – ÉK/K

Mellékletei:

1. *S-végű karika*. Bordázott S-végű, ép. Ezüst. Huzal átm = 1,25 mm, karika átm = 20 mm, tömege = 0,99 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.90.

2–4. *Nyaklánc*. Üvegyöngy. 7 db kettős kónikus, ezüsthóliás, fehér, 2 db hengeres, sötét, ezüsthóliás. H = 8–9 mm, átm = 8 mm. A restaurálás óta erősen töredékessé váltak. A legnagyobb 7 x 8 mm. Ltsz. K. 2005.1.91–99. 1 db nagyobb töredék és kb. 10 db sárgásfehér színű morzsalék. Ltsz. K. 2016.60.1. (**Appendix 5. ábra 1.**)

51/2004. sír

A 26/2004. sírtól É-ra kb. 50 cm-re, kicsit magasabban feküdt. Hiányos és rossz megtartású, eredetileg háton és nyújtva eltemetett gyermek (?) váz került elő. Nem rendelkezünk érdemi antropológiai adattal. Bronz karika töredéke volt a koponya környékén. A nyaktájon összesen 44 db egész gyöngyöt és 6 töredéket találtunk. Vázhossza: kb. 100 cm. Sírgödre nem volt bontható. Tájolása: Ny – K

Melléklet:

1. *Karikatöredék*. Ezüstözött (?) bronz. Huzal átm = 2 mm, karika átm = kb. 25 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.146.

2. *Nyaklánc*. Üvegből készített, fekete köles méretű opak gyöngyök. 38 db ép, 7 db fél. Restaurálás közben 2 db megsemmisült és a leltározáskor konstatált sárgás színük, ami a ráakódott szennyeződés lehetett, eltűnt. Épek átm = 3–4 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.104–145. (**Appendix 5. ábra 2.**)

68/2004. sír

A 15/2004. sírtól ÉK-re 4 m-re Inf. I. korú (0 – 7 év) gyermek csontváza. Koponyája töredékes, jobb karja a teste mellett, bal a medencéjére hajlítva. A koponya bal oldalán karikaékszer (1). A nyakában gyöngyök (2). Vázhossz: 82 cm. Sírgödre

lekerekített négyszögletes. Tájolása: Ny/DNy – K/ÉK

Mellékletei:

1. *S-végű karika* 6 db apró töredéke. Ezüstözött (?) bronz. Huzal átm = 1 mm, karika átm = kb. 15 mm, tömege = 0,20 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.168.

2. *Nyaklánc*. Sötétkék színű, szinte fekete, hordó alakú, végein eredetileg nem túl hangsúlyos perem résszel kialakított üvegyöngyök ezüsthólia díszítéssel. Formájuk és az ezüsthólia díszítés is csak nyomokban maradt meg. Darabszám: 5 ép, illetve kicsit hiányos. H = 10 mm, átm = 8–9 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.169–173. (**Appendix 5. ábra 3.**)

92/2004. sír

A 17/2004. sír bontásakor egy balra és előre billent Maturus korú (41 – 60 év) férfi koponyája került elő a gödör Ny-i végében. Háton, nyújtott helyzetben volt. A bal alkart derékszögben a hasára hajlították. A bontás közben a jobb medencén egy üvegyöngyöt találtunk. Lehetséges, hogy textil vagy bőr „tarsolyban” volt. Vázhossz: 160 cm. Sírgödre bizonytalan. Tájolása: Ny – K.

Melléklete:

1. *Üvegyöngy*. Sárgás, 9 tagú tekercselt, rúd. Végei sérültek, eredetileg talán hosszabb volt. H = 23 mm, átm = 3,5 mm. Nagyon jó állapotú. Darabszám: 1. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.182. (**1. ábra 1.**)

Mérésre kiemelve (K. 2005.1.182.): egy töredék. (**1. táblázat, 3. ábra** – MI16)

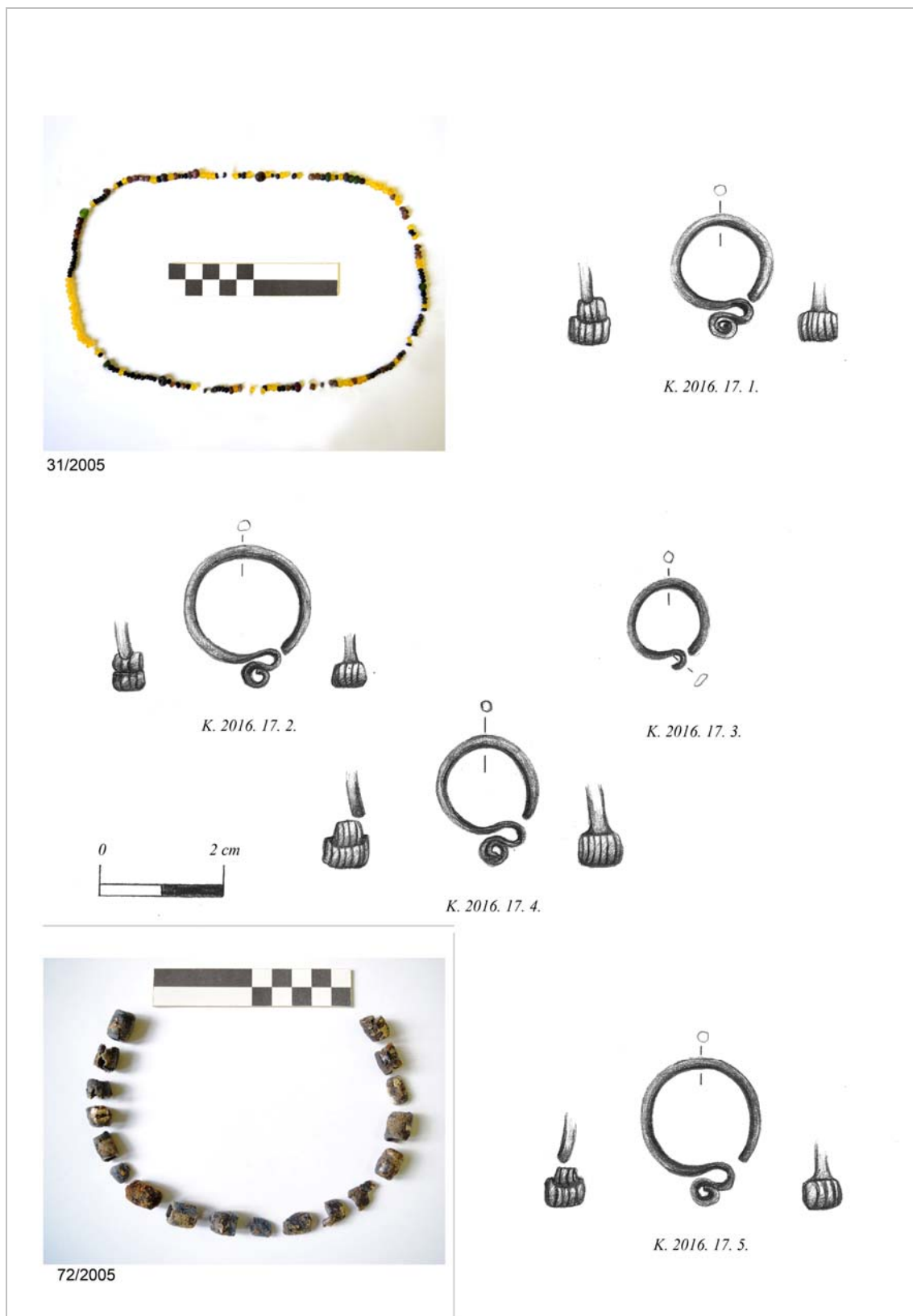
115/2004. sír

A 113/2004. sírtól K-re, kb. 70 cm-re volt a Juvenis–Adultus korú (16 – 40 év) nő nyújtott, háton fekvő váza. A koponya jobb oldalán 3, a balon 2 db S-végű karika. A 6. S-végű karika az áll alatt, a mellkason volt. A nyak környékének bontásakor előbb egy db áttetsző, nagyméretű üvegyöngy, majd a nyaklánc további elemei kerültek elő. (**1. ábra 2-9.**) Vázhossz: 168 cm. Sírgödre nehezen volt bontható. Tájolása: DNy – ÉK

Melléklet:

Nyaklánc gyöngyei (**1. ábra 9.**)

1–19. Összesen 19 db lett felszedve. Ltsz. K. 2005.1.194–2. Ebből ma több (1., 5–6., 10., 17–19.) töredékes. A 18. számú töredékes példány egy hordó alakú, sárgásbarna üvegyöngy. Ltsz. K. 2005.1.199. A 2. számú egy lila, poliéderes alakú, fluorit gyöngy H = 12 mm, átm = 9–12 mm. Ltsz. K. 2005.1.207. A 3. számú szintén lila, de lencse alakú fluorit gyöngy H = 14 mm, átm = 8–12 mm. Ltsz. K. 2005.1.202. A 4. számú fehér, poliéderes alakú fluorit gyöngy H = 18 mm, átm = 12–14 mm.



2. ábra: A 31/2005. sír gyöngysora és ezüst ékszerei, valamint a 72/2005. sír gyöngysora

Fig. 2.: Glass bead necklace and silver S-terminalled Lockenrings from grave 31/2005; and glass bead necklace from grave 72/2005.

Ltsz. K. 2005.1.195. A 7. számú aranyfóliás, hordó alakú üvegyöngy jó állapotú, H = 10 mm, átm = 8 mm. Ltsz. K. 2005.1.201. A 9. számú lila, poliéderes alakú, fluorit gyöngy H = 9 mm, átm = 8–9 mm. Ltsz. K. 2005.1.204. A 11. és 12. számú a 9. számúval azonos, de méretei H = 20 és 23 mm, átm = 10–14 mm. Ltsz. K. 2005.1.209–210. A 15. számú sötétlila, poliéderes alakú fluorit gyöngy. H = 15 mm, átm = 10–13 mm. Ltsz. K. 2005.1.211. Valamint leltározatlanul, de külön vannak csomagolva sárgás színű üvegyöngy morzsalékok (1 db), amelyek a szájból, mosáskor kerültek elő.

A koponya jobb oldalán **(1. ábra 3, 5-6.)**

20. *S-végű karika*. A kalapált, bordázott S-vég 3 darabban, Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 16 mm, tömege = 0,72 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.188.

22. *S-végű karika*. Kalapált, bordázott S-vég. Ép. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,83 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.190.

23. *S-végű karika*. Kalapált, bordázott S-vég. Ép. Ezüst. Huzal átm = 2 mm, karika átm = 29,5 mm, tömege = 3,60 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.191.

A koponya bal oldalán **(1. ábra 7-8.)**

24. *S-végű karika*. Kalapált, bordázott S-vég. Ép. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,83 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.192.

25. *S-végű karika*. Kalapált, bordázott S-vég. Ép. Ezüst. Huzal átm = 2 mm, karika átm = 25 mm, tömege = 3,03 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.193.

Az áll alatt, mellkason

21. *S-végű karika*. Kalapált, bordázott S-vég. Ép. Ezüst. Huzal átm = 2 mm, karika átm = 25 mm, tömege = 3,04 g. Restaurált. Ltsz. K. 2005.1.189. **(1. ábra 4.)**

Mérésre kiemelve (Ltsz. nélküli töredékekből): sárgás színű erodált, morzsalékosak. **(1. táblázat, 3. ábra – MI17)**

7/2005. sír

A 133/2004. sírtól Ny-ra volt. Az előbbi sír vágta úgy, hogy csak a mellkasi résztől felfelé volt meg az Inf. II. korú gyerek anatómiai rendben fekvő váza. A 133/2004. sír betöltésében volt a többi vázsontja. Tőle Ny-ra és felette egy másik embert (9/2005) temettek el. A koponya jobb oldalán egy S-végű karika (1. melléklet) volt. A sír felszedése közben a jobb fül táján S-végű karika (2. melléklet) majd a koponya felszedése után ennek bal oldalán újabb S-végű hajkarika (3. melléklet) került elő. A 2. melléklet mellett egy további S-végű karika (4. melléklet) volt. Az *in situ* kiemelt koponya bontása a múzeumban történt, amelynek során üvegyöngyök és még egy S-végű karika (5. melléklet) került elő. **(Appendix 6. ábra.)** A

koponyáról 1:1 méretarányú rajz készült. Vázhossz: nem mérhető, sírgödre sem volt meghatározható. Tájolása: Ny – K

Mellékletei:

1. *S-végű karika*. Bordázott, kalapált. Ezüst. Huzal átm = 1 mm, karika átm = 16 mm, tömege = 0,604 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.1. **(Appendix 6. ábra 2.)**

2. *S-végű karika*. Bordázott, kalapált. Ezüstözött bronz. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 15 mm, tömege = 0,605 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.2. **(Appendix 6. ábra 3.)**

3. *S-végű karika*. Bordázott, kalapált. Ezüstözött bronz. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 16 mm, tömege = 0,866 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.3. **(Appendix 6. ábra 4.)**

4. *S-végű karika*. S-vég indításával, kalapált. Ezüstözött bronz. Huzal átm = 1 mm, karika átm = 12 mm, tömege = 0,291 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.4. **(Appendix 6. ábra 5.)**

5. *S-végű karika*. Bordázott, kalapált. Ezüst. Huzal átm = 1,5 mm, karika átm = 17 mm, tömege = 0,491 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.5. **(Appendix 6. ábra 7.)**

6. *Üvegyöngyök*. 33,5 db a koponya alól. (1,5 gyöngy a restaurálás idejére megsemmisült.) A sötétvörös, opak gyöngyök jó megtartásúak, felületük sima, fényes. A sárga gyöngyök üvegszerű állapotukból jelentősen veszítettek, felületük érdes, szivacsos szerkezetű, színük is csak nedvesítéskor látható. Formájuk szabálytalan, esetleges, nem áttetszőek. Darabszám: vörös (30), sárga (4). Átm = 3–4 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2016.5.1.6. **(Appendix 6. ábra 6.)**

31/2005. sír

A 23/2005. sír metszetrajzának készítése közben, alatta került elő. Juvenis-Adultus korú (16 – 40 év), Ny – K-i tájolású felső vázrész. A csontok felszedése közben a nyaknál és a koponya mindkét oldalán kásagyöngyöket bontottunk ki. A koponya bal és jobb oldalán 2 illetve 3 db S-végű karika volt. A koponyáról bontás közben *in situ* rajz készült. **(Appendix 7. ábra.)** A koponyából, annak mosásakor újabb 39 db gyöngy került elő. Vázhossz: nem mérhető. Sírgödre a bontáskor nem volt érzékelhető.

Mellékletei:

1-69., 71-72., 74-79., 82-128. *Nyaklánc* üvegyöngyei. A többségük változó méretű kásagyöngy. Áttetsző, barna gyöngy 43 db, opak, fekete 83 db, sárga: 63 db, türkiz: 6 db, nagyobb opak, piros: 2 db, tekercselt, többtagú, opak, piros 2 db (egyik törött) és egy ezüsthólia díszes töredéke. Átm = 2 – 4 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2016.17.6. **(2. ábra 1.)**

70. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég, bordázott. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 16 mm, tömege = 1,339 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.17.1. (**2. ábra 2.**)

73. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég, bordázott. Ezüst. Restaurált. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 19 mm, tömege = 1,147 g. Ltsz. K. 2016.17.2. (**2. ábra 3.**)

80. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, csak a laposra kalapált S-vég indítása van meg. Ezüst. Huzal átm = 1 mm; karika átm = 12 mm, tömege = 0,338 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.17.3. (**2. ábra 4.**)

81. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég, bordázott. Ezüst. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 17 mm, tömege = 1,35 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.17.4. (**2. ábra 5.**)

129. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég, bordázott. Ezüst. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 19 mm, tömege = 1,171 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.17.5. (**2. ábra 7.**)

Mérésre kiemelve (K. 2016.17.6.): 47. m. - apró, sötét, opak üvegyöngy (töredék); 49. m. - apró, barnás, opak üvegyöngy (töredék); 99. m. - apró, barnás, opak üvegyöngy (töredék); 104. m. - apró, barnás, opak üvegyöngy (töredék); 108. m. - apró, barnás, opak üvegyöngy (töredék); 143. m. - barnás, opak üvegyöngy (töredék); 167. m. - nagyobb, barnás, opak üvegyöngy (töredék); a koponyából nagyobb, barnás, opak üvegyöngy (töredék); a koponyából nagyméretű, hengeres sötétkék üvegyöngy, eredetileg fémfólia (ezüst ?) bevonattal (töredékek), koponyából apró, sárga, opak üvegyöngy (töredék); bontásból származó apró, sárga, opak üvegyöngy (töredék). (**1. táblázat, 3. ábra** – MI20-21, MI23-24, MI29-30)

72/2005. sír

A 61/2005. sírtól DK-re egy Juvenis korú (16 – 20 év) egyén koponyája és a bal felkarja volt meg. A felszedést előkészítő bontás során, a koponyán és annak két oldalán összesen 19 db ezüsthóliás gyöngytöredék (**Appendix 8. ábra**) és 2 db koporsószeg került elő. Mosáskor újabb ezüsthóliás töredéket találtunk. A vázhossz nem volt mérhető. Sírgödre: nem volt bontható. Tájéolása: kb. DNY – ÉK

Melléklet:

1-20. *Nyaklánc*. Kék színű, hordó alakú, végein eredetileg nem túl hangsúlyos perem résszel kialakított üvegyöngyök ezüsthólia díszítéssel. Az alapüveg erősen erodálódott, formájuk nagyon lekopott, felületük töredezett, érdes. Az ezüsthólia díszítés is csak nyomokban maradt meg rajtuk. Több példány a megmaradt töredékekből lett összeállítva. Darabszám: 18 ép + 1 gyöngy

töredékei. 1. számú ép melléklet H = 14 mm, Átm = 11 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2016.40.1. (**2. ábra 6.**)

Egyéb:

20-21. Kovácsoltvas *koporsószeg*. Téglalap átmetszetű, egyenes. Ép. H = 108 és 72 mm. Restaurálatlan. Ltsz. K. 2016.40.2-3.

86/2005. sír

Közvetlenül a 71/2005. sír felett és mellette, attól D-re a hátán, nyújtva temették el a Juvenis korú nőt. Bal karja szorosan a teste mellett, amelynek egyik ujján gyűrű. A jobb keze a medencéjére hajlított. A koponya két oldalán és alatta összesen 5 db S-végű karika volt. A koponya alatt 24 db gyöngy. (**Appendix 9. ábra**) Vázhossz: 155 cm. Sírgödre csak részben volt jól bontható. Tájéolása: Ny – K (Ilon et al. 2006. 13. kép)

Melléklet:

Egy *állatfog* volt az eltemetett bal karja külső oldalán, a kibontott sírgödör közepe táján, annak szélén. Lehetséges, hogy a 71/2005. sír eltemetettjéhez tartozott? A leltározás idejére elkallódott a múzeumban.

1. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég bordázott. Ezüst. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 27 mm, tömege = 2,141 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.1.

2. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég bordázott. Ezüst. Huzal átm = 1 mm; karika átm = 15 mm, tömege = 0,336 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.2.

3. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég bordázott. Ezüst. Huzal átm = 1 mm; karika átm = 15 mm, tömege = 0,362 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.3.

4. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég bordázott. Ezüst. Huzal átm = 1,75 mm; karika átm = 15 mm, tömege = 0,376 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.4.

5. *S-végű karika*. A huzal kör átmetszetű, laposra kalapált S-vég bordázott. Ezüst. Huzal átm = 2 mm; karika átm = 26 mm, tömege = 2,014 g. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.5.

6–29. *Nyaklánc*. Ásványgyöngy, fluorit, poliéderre csiszolt, lila, zöldes, rózsaszín: 14 db. Üvegyöngy, ezüsthóliás: 10 db. Ásványgyöngy H = 11–18 mm, ezüsthóliás H = 7–11 mm. Restaurált. Ltsz. K. 2016.44.7.

30. *Pántgyűrű*. Ezüstözött bronz. Kiszélesedő részén poncolt kereszt. Pánt szé = 3,5–7 mm, karika átm = 22 mm. Tömege = 1,34 g. Restaurált. Ujjperccel együtt lett kiemelve. Ltsz. K. 2016.44.6.

A temető gyöngyeinek rövid és nem teljes körű értékelése korlátozott földrajzi kitekintéssel

Köszeg–Köszegfalvi-rétek 10. század második felére – végére keltezett négy sírjának egyikében sem volt fluorit gyöngy. Ugyanakkor a 2. gyerek és 4. női sírban fehér, kék, zöld hengeres, korong, lapított gömb és gömb alakú, folytatott díszes és szemes gyöngyök is voltak (Horváth 2014. 187, 190–191, 194–195, 202, 1. kép 2, 6. kép 2-8, 10, 12, 7. kép 1-2, 9. kép 1-2).

A 11. század közepe előtt felhagyott ikervári 140 síros temetőrészletben nyakban hordott gyöngysort 4 (109., 111., 118., 130.) női és kislány sírban találtak, de egyikben sem volt fluorit gyöngy. A fehér, kék, barna és fekete gömb, hasáb és bűzaszem alakú üvegyöngyök között kis szemes (109., 111. sír) és hullámvonalas (118., 122. sír) is előfordult. A 111. sírban a 8 db gyöngy egyike darabolt, átlátszó sárga rúdgyöngy volt. A 122. sír gyöngyét fülbevalón viselték (Kiss 2000. 72, 82).

A szombathelyi Kisfaludy utcai 135 síros, a 11. század harmadik negyedében záruló temetőrészletben 9 sírban dokumentáltak nyakláncot, de ezek egyikében sem volt fluorit gyöngy (Horváth 2016. 124, 146). Az I. István érmével, nyakperccel, gyűrűvel és S-végű karikával eltemetett, 1015/20–1035-re keltezett 65. női sírban a nyakban hordott 16 üvegyöngy között 2 db „ezüstfóliás” volt (Horváth 2016. 20, 144, 146, 14. ábra 4–10). Az 1015/20–1075-re datált 117. sír gyermeke 39 db sárgás-fehér, „aranybevonatos” lapított gömb és rúdgyöngyből álló nyakláncot viselt (Horváth 2016. 30, 144, 146, 24. ábra 10–13).

A 10. század végén nyitott és a 12. század elejéig használt sorokpolányi 311 síros temetőrészletben 28 női és gyermek (kislány) sírban tártak fel gyöngyöt (Kiss 2000. 195, 203–204). Ezek közül itt most csak a poliéder formájú fluorit (Szilágyi 1994. 45–47. típus) gyöngyöket tartalmazókat emeltük ki. A 43. és a 111. sírban a nyakláncra csak egy-egy fluorit gyöngy volt az üvegek között. Az utóbbiban egy folytatott, hullámvonaldíszes is volt (Kiss 2000. 155, 163, 62. és 65. ábra). A 204. sír S-végű karikákkal, karikával és gyűrűvel eltemetett nője nyakában fluorit és üvegyöngyökből (sárga, vörös, fehér gömb és rúd, valamint „aranyfóliás”) kombinált nyakláncot találtak (Kiss 2000. 172–173, 197, 69. ábra). Ugyanitt a 223. és 227. sírban is fluorit és üvegyöngy együtt kerültek a láncra, ami a nyak körül volt a női sírokban (Kiss 2000. 175, 198, 70. ábra). Fluorit gyöngyöket (2 db) a rábasömjéni, 10/11–12. század elejére keltezett temetőrészlet (30 sír) 58. sír felnőttje bolygatott sírjából, a koponya helyéről emeltek ki (Pap 2014. 214, 218, 14. ábra, 16. ábra 15-16).

A Győr–Pós-dombi 10–11. századi 215 síros temetőrészletben mindössze öt nyakláncos női és gyermek temetkezést találtak. Fluorit (3 db) gyöngy csak a 146. sírban volt több fóliás és üvegpaszt gyönggyel. Ezt a sírt publikálója a temető kései szakaszára, a 11. század harmadik negyedére keltezte nem utolsó sorban a fóliás és a fluorit gyöngyök alapján (Mesterházy 2014. 486, 492, 501–502, 505, 26. kép, 124. ábra 1.). Feltűnő, hogy Győr és Moson megyék számos ismert honfoglalás- és kora Árpád-kori temetőjéből további fluorit gyöngy előfordulásokat nem ismerünk (Horváth 2014b).

A Zala megyei Pusztaszentlászló temetőjében 22 sírból ismerünk gyöngyöket, amelyek két 45–50 éves nő kivételével fiatal lányok és 25–30 éves nők temetkezéseiből származnak. Néhány esetben a gyöngyök a fej, illetve a haj ékszerei voltak. Erre utaló egyetlen jelet sem találtunk a Mesteri sírkertben (Szőke & Vándor 1987. 59). Fluorit gyöngyöt 17 temetkezésbe helyeztek, s mindig csak ezekben voltak érmek (Salamon, I. László, Kálmán, II. Béla). A fluorit eredetét a régebbi szakirodalom a Kárpát-medencétől délkeletre, de lengyelországi és skandináviai területen is kereste. A temető monográfusai azonban a Velencei-hegység és Pátka környékére voksolnak (Szőke & Vándor 1987. 60) az egyetlen hazai ásványtani vizsgálat alapján (Kákay Szabó 1974). A fluorit – véleményük szerint (Szőke & Vándor 1987. 60–61) – a féldrágakő hegyikristály és karneol gyöngyök pótlására szolgált és a távolsági kereskedelmi főutaktól távol fekvő közösségekre jellemző.

A Rétközben 13 lelőhelyen 31 temetkezésből és az esetek többségében a nyak ékszereként, 10–10 esetben női és gyermek sírokból származnak gyöngyök, de ezek közül egy sem volt fluorit (Istvánovits 2003. 292–294). Az Ipoly menti és a Heves megyei temetőkből egyetlen fluorit gyöngyöt tartalmazó nyakláncot sem közöltek (Bakay 1978; Révész 2008. 411). A fentiek alapján tehát csak megerősíthetjük Szilágyi Katalin és a pusztaszentlászlói monográfia szerzőinek keltezését, hogy a fluorit gyöngyök divatjának népszerűsége a 11. század elejétől (Szilágyi 1994. 106, Tab. II, Abb. 2. 45–47. típus, Tab. XII; Szőke & Vándor 1987. 60) adatolható és használata nem mindenegyes korabeli kistáj temetőiben volt jellemző.

A fémfólia („ezüst / arany”) díszes hengeres üvegyöngyök meglehetősen népszerűek a 10. század végétől a 12. század elejéig a kora Árpád-kor temetőiben, de igazán a 11. század elejétől terjedtek el (Szilágyi 1994. 107. és 16. típus; Szőke & Vándor 1987. 62; Révész 2008. 102, 179). Tisztán ebből a gyöngytypusból áll Mesteriben három gyerek (44, 68/2004, 72/2005 – **Appendix 5. ábra 1, 3.; 2. ábra 6.**) nyaklánc. Fluorit gyönggyel kombinált egy fiatal nő (86/2005 –

Appendix 9. ábra; 10. ábra) továbbá fluorittal + üvegyönggyel egy antropológiai adattal nem rendelkező (29/2004 – **Appendix 4. ábra 2.**) sírjában. Fent már idéztük a fémfóliás gyöngyökre néhány példát a szombathelyi és a sorokpolányi temetőből. A továbbiakban csak a tendenciát érzékeltetendő hivatkozunk eltérő régiókból további eseteket. A Zala megyei Pusztaszentlászló temetőjében 10 sírban volt fémfóliás gyöngy, ahol főleg a felnőtt nőkre jellemző. 3 esetben gyermeksírból ismeretes (Szóke & Vándor 1987. 62). Letkés–Tégláégető I. 68. női sírjában a főleg kásagyönggyökből álló 217 darabos nyakláncban 2 db barna pasztagyöngyön „ezüsfólia” volt. A temetkezés a temető II., a 11. század első felére keltezett időrendi csoportjába tartozik (Bakay 1978. 87, 151–152, XLII. ábra 5–6). Tégláégető II. 48. sírjában nyugvó 50 év körüli hölgye sírjába I. László (1077–1095) ezüst dénára, S-végű karikái mellett a 4 db zöld üvegyöngy mellett 6 db „aranyfóliás” fekete is volt (Bakay 1978. 103, 160, 131. kép, XLIX. ábra 23–32). Heves megyében mindössze három temetőből ismeretes. Eger–Gépállomás „a” gyereksírjában a nyaklánc csak ilyen hordó alakú, fóliás gyöngyből állt (Révész 2008. 102, 73. kép 1–8). Egyetlen ezüsfóliás gyöngy volt a Füzesabonyi 8. gyerek, de kásagyönggyökkel kombinálva találták meg Pétervására 21. gyereksírjában. Mindhárom eset a 11. századra keltezhető (Révész 2008. 410–411). A Rétközben fóliás, hengeres üvegyöngyök két (Kék, Tiszabercel) temetőben voltak. Gömbölyű és aranyfóliás kis gyöngyöt csak a tiszaberceli temetőben tártak fel (Istvánovits 2003. 294, 153. kép 25).

A többtagú rúdgyöngyök (Szilágyi 1994. 1–4. típus) voltak Mesteri 2/2001., 31/2005. és a 92/2004. temetkezéseiben. A Moson megyei Oroszvár (ma: Rosovce, Szlovákia) 10–11. századi, kb. 270 síros temetőrészlete 23 gyöngyöt tartalmazó sírjában ez a leggyakoribb gyöngytípus. A 160. női sírjában 1 db háromtagú, de 182. női sírjában több rúdgyöngy is volt (Horváth 2014b 155, 158–159, 170, 178, 79. ábra). A Pest megyei Szob–Kiserdő 59. kislány maradványait őrző sírjában a nyakban dokumentált 20 gyöngyből több spirálgyöngy volt folytatott hullámvonalas- és szemesgyöngyök között. A sír a temető III., 990–1030 fázisába tartozik (Bakay 1978. 29, 138, 141, 10. kép, XXI. ábra 3–22). A Rétköz 5 temetője összesen 10 sírjából 64 db 2–5 tagú példány került elő. A rúdgyöngyök a 10. század elejétől már megjelennek, de a 11. században lesznek gyakoribbak (Istvánovits 2003. 293, 153. kép 1–4). Hevesben mindössze két temető (Tiszánána, Újlőrincfalva) egy-egy sírjából ismerünk kéttagú kásagyöngyöket (Révész 2008. 410).

Sem szemes, sem hullámvonalas, folytatott díszes üvegyöngyöt nem találtunk a Mesteri temetőben.

Mindössze 1 db nyomott gömbös, fekete színű gyöngyön van zöld, vonalfolyatott, hálószerű díszítés, amely a 23/2003. sírból (férfi és gyermek bolygatott csontjai), de önmagában és másodlagos helyzetből származik. Továbbá 2 db átlátszó, hengeres üvegyöngyön van sárga, vonalfolyatott díszítés, amelyek a 20/2004. sírból származnak fluorit és kék üvegyöngyök mellől.

Az apró üveg- és üvegpasztta sárga és fekete kásagyöngynek nincs pontosabb keltező értéke, hiszen a 10. század elejétől a 12. század végéig divatban voltak. A zalaszentlászlói temető 7 női és gyermek sírjából fémfóliás gyönggyökkel együtt fűzért alkotva dokumentáltak (Szóke & Vándor 1987. 63; Révész 2008. 260). Csak kásagyöngyöket tartalmazó nyakláncot tartalmazott a Mesteri 7/2005. és a 31/2005. sír (**2. ábra 1., Appendix 6-7. ábra**).

A gyöngyök archeometriai vizsgálata

A leletek számossága és változatossága okán az archeometriai vizsgálatokat több szakaszra osztottuk. Jelen tanulmányban az első 10 üvegyöngy elektron-mikroszondás vizsgálati eredményeit mutatjuk be, valamint első közelítésben értelmezzük az adatokat történeti összefüggésükben.

A minták előkészítése, alkalmazott mérési módszerek

A restaurátor által kiemelt, roncsolható darabokból 0,2-2 mm méretű mintákat vágunk vagy törünk le, gyantába ágyaztuk őket, majd a vágási (törési) felületet csiszoltuk és políroztuk, hogy szabályos, sima síkfelületet kapjunk. Az így előkészített mintákat vákuumban nagyon vékony szénréteggel (10-20 nanométer) fedtük be az elektromos vezetőképesség elérése érdekében.

A mikroszöveti vizsgálatokat és a kémiai összetétel meghatározását X-Act típusú (Oxford Instruments gyártmányú) energia-diszperzív röntgenspektrométerrel ellátott JEOL gyártmányú Superprobe-733 elektron-mikroszondával végeztük. A korrekciósámítást az AZtec szoftver végezte. Az ép, mállatlan minták kémiai összetételének meghatározásához gyári kalibrációt alkalmaztunk és az eredményt 100%-ra normáltuk. A mállott minták kémiai összetételét a Corning Múzeum üvegsztenderdjei (Vicenzi et al. 2002) és más, ásványi sztenderdek fölhasználásával határoztuk meg.

Eredmények

A kémiai összetételeket a **2. táblázat** tartalmazza. Ahol az analitikai „összeg” 100%, ott gyári kalibrációval mértünk, ahol ettől eltérő, ott a fentebb említett sztenderdizálást alkalmaztuk.

2. táblázat: Az üvegyöngyök elektron-mikroszkopos és EDS rendszerrel meghatározott kémiai összetétele tömegszázalékban (m%). Az első három minta mállatlan és összetételük 100%-ra normált. A többi minta méréséhez a Corning Múzeum üveg sztenderdjeit használtuk[&].

Table 2.: Chemical composition (m/m%) of the beads under study, determined using electron microprobe attached with EDS. The first three samples are not corroded and are normalized to 100%. All the other analyses were standardized by the Corning Glass Standards.[&]

	MI16	3*σ	MI29	3*σ	MI30	3*σ	MI7	3*σ	MI8	3*σ	MI17 m [#]	3*σ	MI17 ép [§]	3*σ	MI20	3*σ	MI21	3*σ	MI23	3*σ	MI24	3*σ	
Na ₂ O	16,46	0,18													0,43	0,14	0,13	0,17					
MgO	0,86	0,09													0,10	0,10	0,05	0,12					
Al ₂ O ₃	2,73	0,12	0,24	0,18	0,28	0,11	0,39	0,10	0,57	0,09	0,43	0,09	0,39	0,09	0,95	0,10	0,74	0,12	0,79	0,12	0,73	0,09	
SiO ₂	65,04	0,38	22,46	0,39	23,88	0,24	62,68	0,44	62,54	0,36	62,61	1,26	56,02	0,33	24,22	0,22	24,56	0,27	24,91	0,27	24,85	0,21	
P ₂ O ₅	0,02	0,12													0,17	0,13							
SO ₃	0,32	0,12																					
Cl	0,90	0,06					0,20	0,09	0,00	0,09	0,02	0,09	0,05	0,07									
K ₂ O	0,54	0,06	0,13	0,13	0,12	0,08	1,14	0,45	0,88	0,06	1,49	0,21	16,25	0,16	3,02	0,10	0,62	0,09	0,69	0,09	0,63	0,08	
CaO	6,57	0,12	0,02	0,14	0,03	0,08	0,20	0,09	0,13	0,09	0,24	0,09	0,20	0,09	0,12	0,08	0,05	0,09			0,07	0,08	
TiO ₂	0,13	0,09					0,16	0,10	0,13	0,09	0,17	0,09	0,12	0,10	0,06	0,10	0,04	0,12					
MnO	0,60	0,09													0,04	0,10	-0,02	0,12					
Fe ₂ O ₃	5,83	0,18					0,21	0,13	0,21	0,12	0,22	0,12	0,21	0,12	3,99	0,14	0,87	0,15	0,97	0,15	0,87	0,12	
CuO			0,45	0,31	0,28	0,17									0,16	0,13	0,18	0,15	0,12	0,15	0,10	0,12	
PbO			76,71	0,46	75,41	0,27	25,56	1,27	25,50	1,19	27,87	1,23	25,71	1,21	54,09	1,24	59,25	1,56	66,22	1,62	66,76	1,28	
Összeg Total	100,00		100,00		100,00		90,50		89,95		93,03		98,89		86,37		86,44		93,69		94,00		

m = mállott/corroded, § ép = mállatlan/non-corroded, σ = analitikai szórás/ standard analytical deviation. By values under 1% 3*σ is regarded as detection limit, otherwise it represents the uncertainty of the measured value.

[&] Vicenzi et al. 2002.

1. csoport/group 1.

MI 16



2. csoport/group 2.

MI 29



MI 30



3. csoport/group 3.

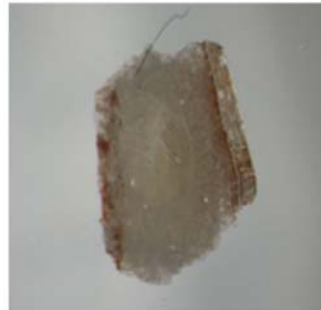
MI 7



MI 8

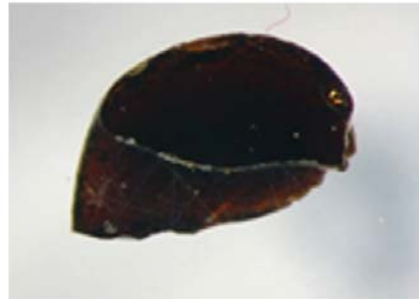


MI 17



4. csoport/group 4.

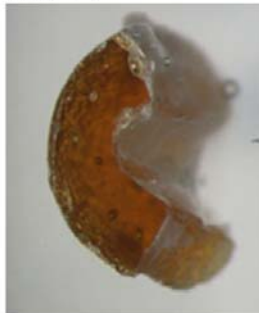
MI 20



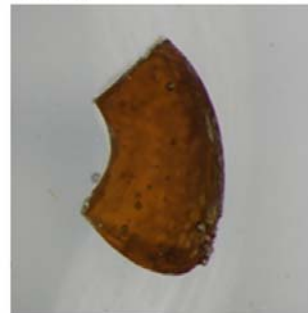
MI 23



MI 21

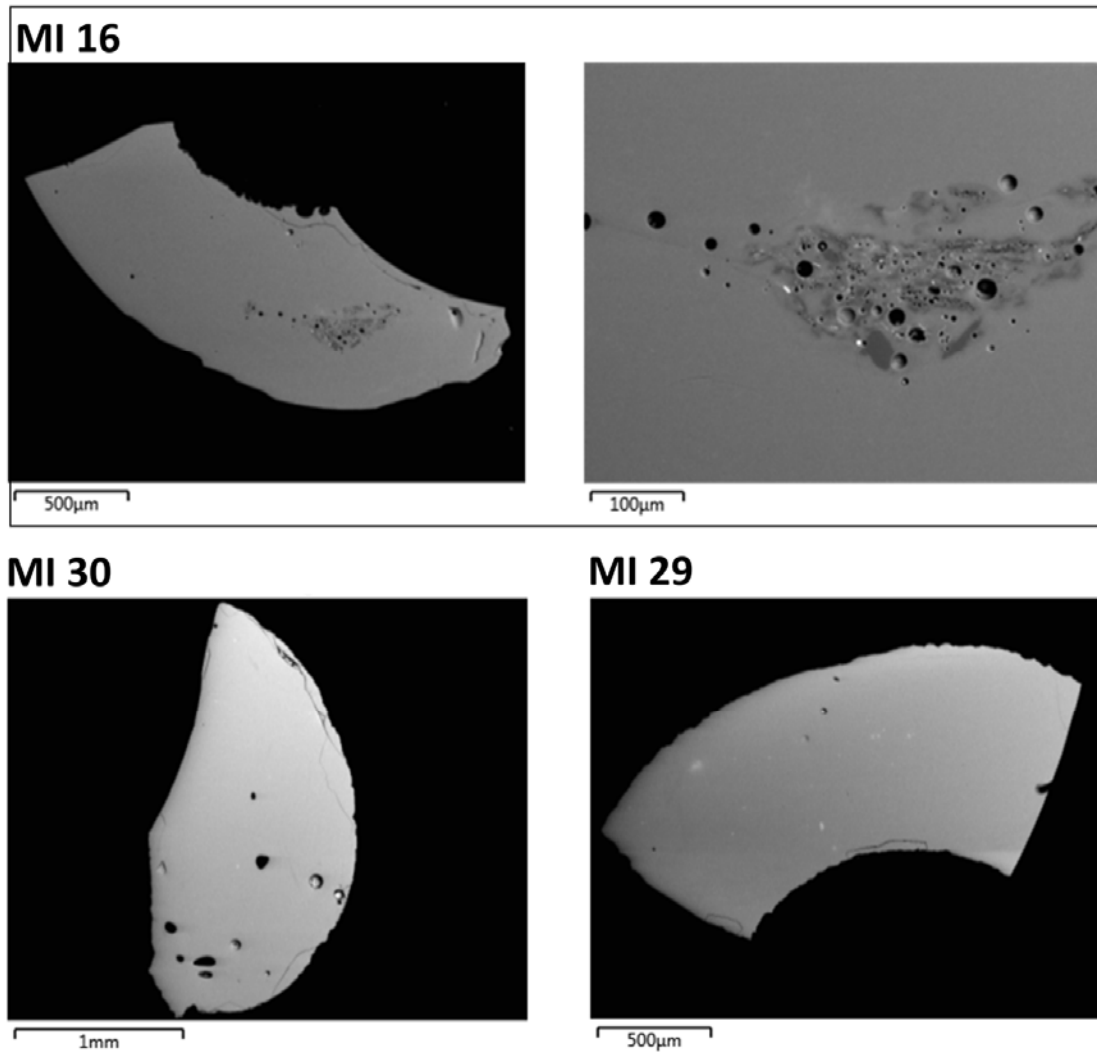


MI 24



3. ábra: A felületi csiszolatok mikroszkópi fényképe. A méretvonal a 4-8. táblán található.

Fig. 3.: Microscope photos of the surface polished samples. For scale bar see Figs 4-8.



4. ábra: Elektron-mikroszondás visszashórt-elektron képek, amelyek a minták mikroszövetét mutatják. 1. csoport: MI16; 2. csoport: MI29, MI30

MI16 (92/2004), K. 2005.1.182: A kinagyított jobb oldali képen a kör alakú, nagyrészt fekete alakzatok gázbuborékok. A többi, az átlag szürkétől eltérő fázis egyrészt kvarc (sötétebb), másrészt Fe-Ti-dús fázisok (pici fehér).

MI30 (31/2005) bontásból: A kerek alakzatok gázbuborékok, a nem kerek fekete alakzatok kvarc (homok) szemcse maradványok, amelyek az olvasztás során nem olvadtak meg.

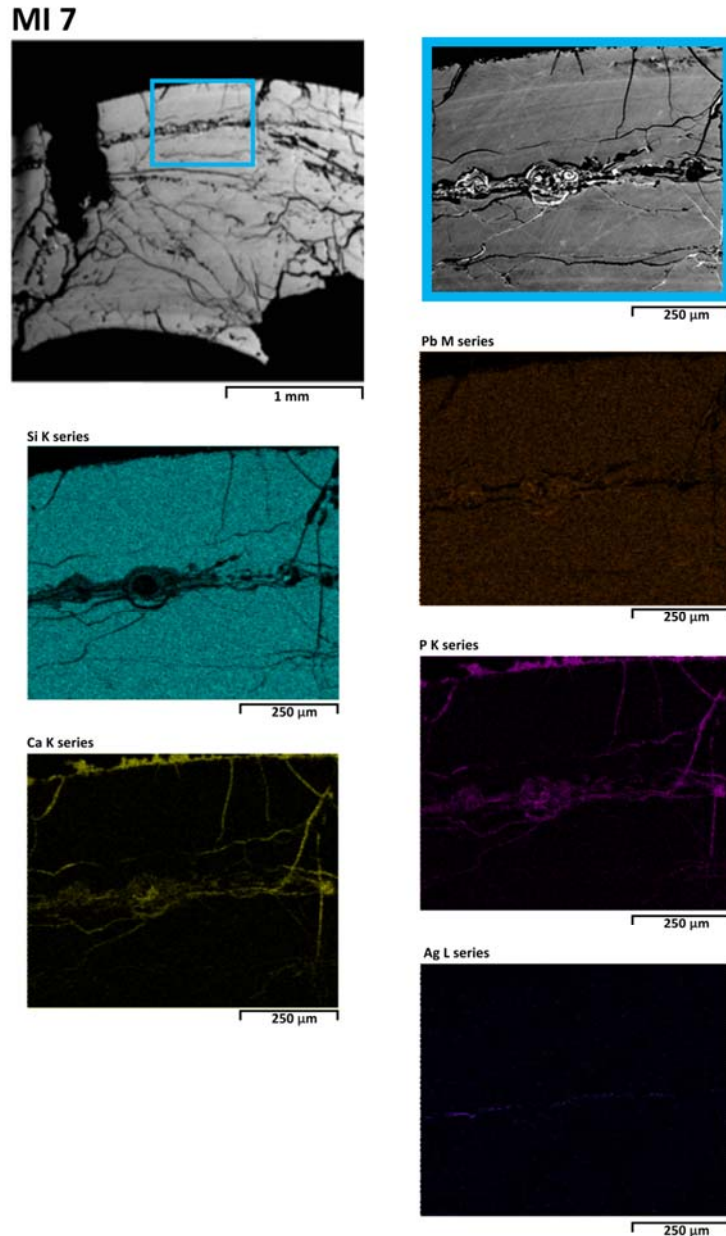
MI29 (31/2005) koponyából: Az üveggyöngyben csak buborékok fordulnak elő. A fényes foltok a széngőzölés hibái.

Fig. 4.: Backscattered electron images showing the microstructure of the bead samples. Group 1: MI16; group 2: MI29, MI30.

MI16 (grave 92/2004), K. 2005.1.182: The black circles in the magnified picture on the right are gas bubbles. The dark grey patterns mark quartz, and the small bright ones reflect Fe-Ti-rich phases.

MI30 (from the infill of grave 31/2005): The round shapes are gas bubbles. The non-circular, black inclusions mark quartz phases, i.e., not completely molten remnants of the grains of sand used for glass melting.

MI29 (from the skull in grave 31/2005): There are only a few bubbles in the bead. The bright patches mark imperfections in the carbon cover.



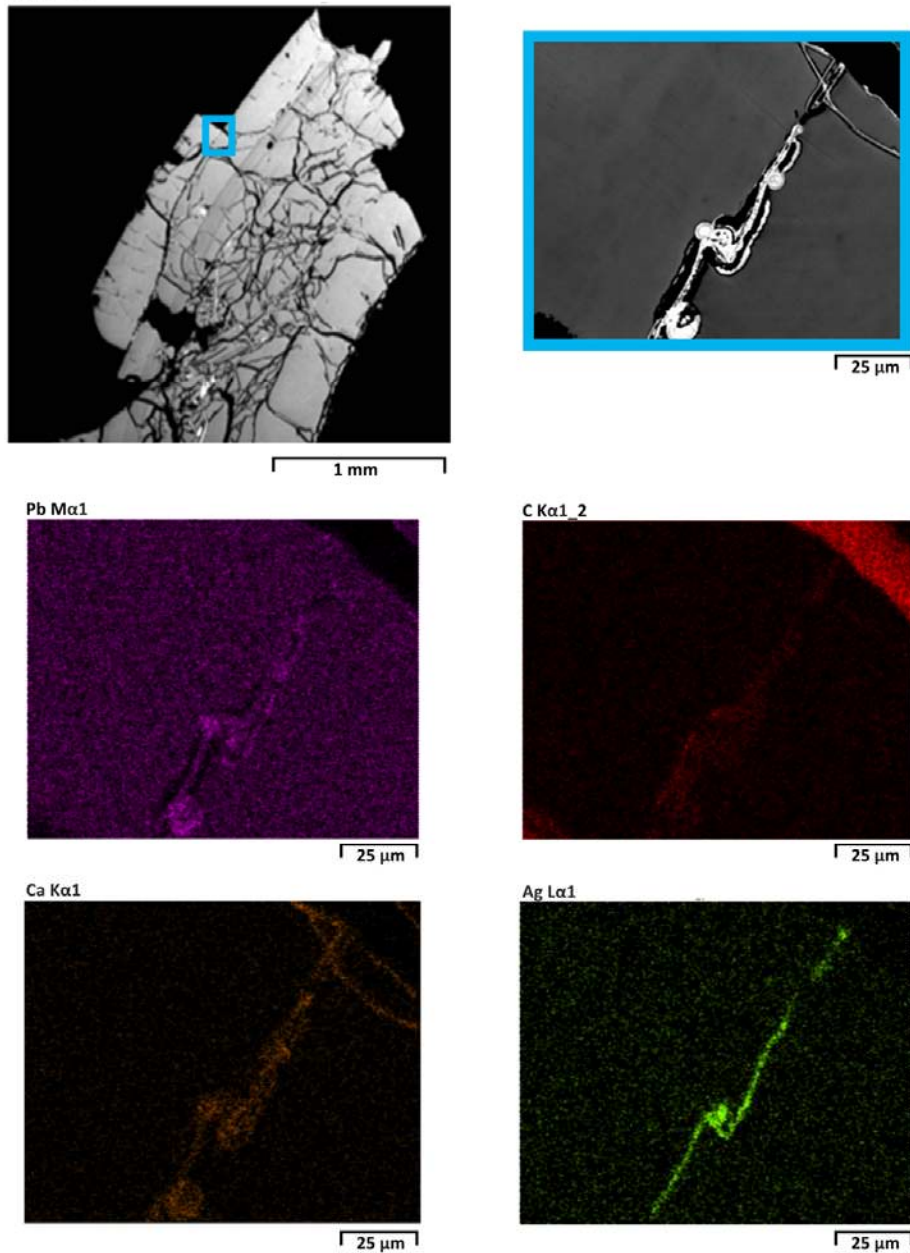
5. ábra: Elektron-mikroszkopos visszaszórt-elektron képek és elemeloszlási térképek, amelyek a minták mikroszövetét mutatják. 3. csoport.

MI7 (40/2003), K. 2004.2.53K: A kinagyított (jobb oldali) képről készültek a lentebbi elemeloszlási térképek háttérlevonással. A fényes részek alapvetően korróziós termékek. A kalcium-foszfát mellett ólom-karbonát vált ki. A Ca és a P eloszlási térképe jól mutatja, hogy a kalcium-foszfát szinte az összes repedésbe beült és a felületen is megjelenik, és föltehetően a hulla bomlásából származik. Az utolsó kép (Ag) közepén jól látható a nagyon vékony ezüsthólia.

Fig. 5.: Backscattered electron images and element distribution maps showing the microstructure of the bead samples. Group 3.

MI7 (grave 40/2003), K. 2004.2.53K: The element distribution maps (Si, Pb, Ca, P, Ag) below were prepared based on the magnified area on the right. The bright phases mark corrosion (weathering) products: lead-carbonate and calcium phosphate. The Ca and P maps below show that calcium-phosphate may be found in every crack and fissure, and even on the surface of the bead; it probably originates from the corpse. The extremely thin silver foil is well visible, as a purple line, at the middle of the last image (Ag L series).

MI 8



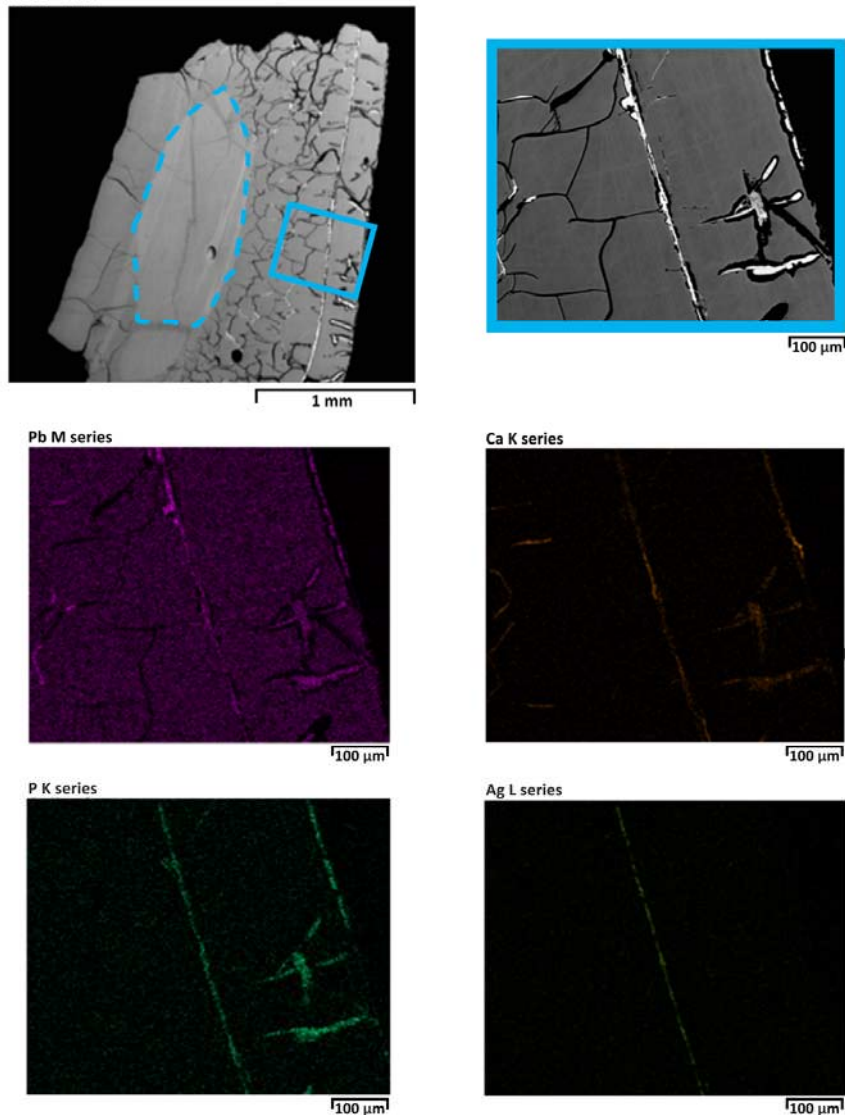
6. ábra: Elektron-mikroszondás visszaszórt-elektron képek és elemeloszlási térképek, amelyek a minták mikroszövetét mutatják. 3. csoport.

MI8 (40/2003), K. 2004.2.52: A kinagyított (jobb oldali) képről készültek a lentebbi elemeloszlási térképek háttérlevonással. A fényes részek alapvetően korróziós termékek, amelyek valószínűleg kalcium- és ólom-karbonát fázisok, lásd az Pb, C és Ca elemeloszlási térképeket. Az Ag elemeloszlási térképe mutatja az ezüst fólia helyét.

Fig. 6.: Backscattered electron images and element distribution maps showing the microstructure of the bead samples. Group 3.

MI8 (grave 40/2003), K. 2004.2.52: The element distribution maps (Pb, C, Ca, Ag) below were prepared based on the magnified area on the right. The bright phases mark corrosion products, supposedly lead carbonate and calcium carbonate (see the Pb, C and Ca distribution maps below). The Ag distribution map below shows the position of the silver foil (green line).

MI 17

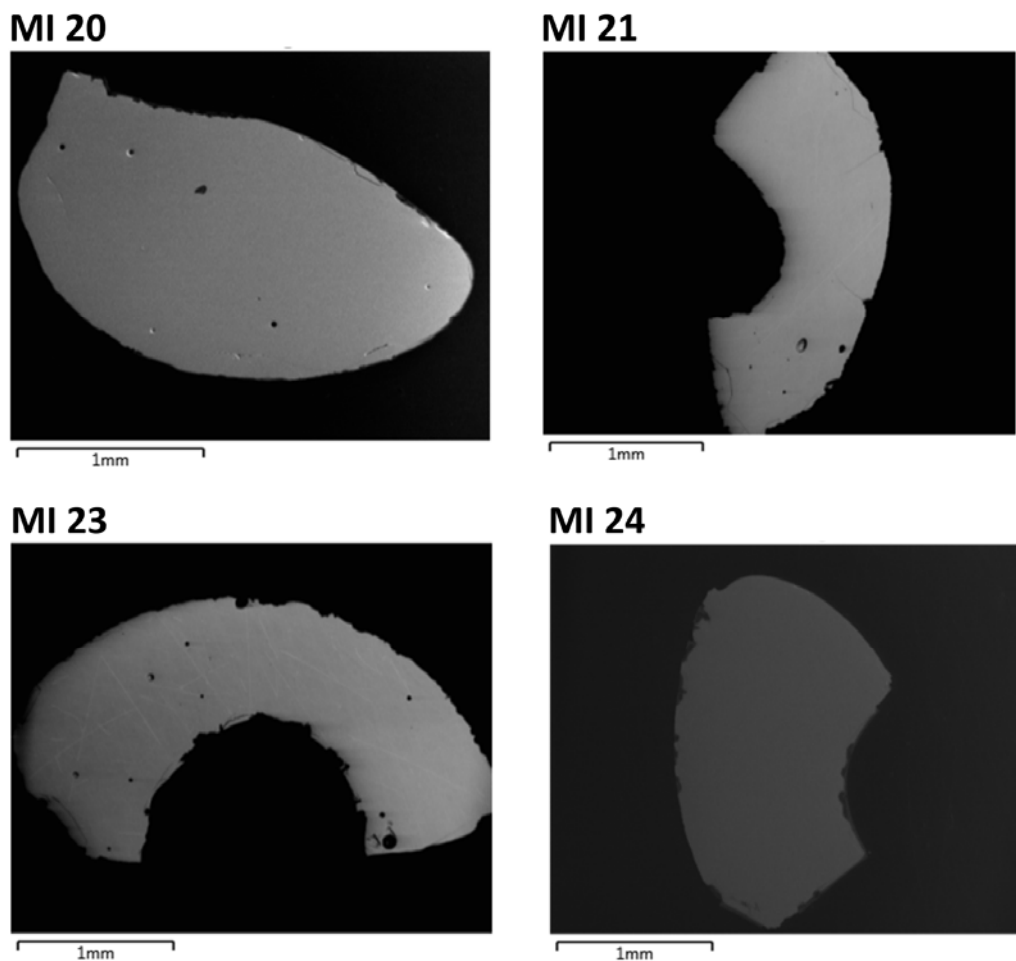


7. ábra: Elektron-mikroszondás visszaszórt-elektron képek és elemeloszlási térképek, amelyek a minták mikroszövetét mutatják. 3. csoport.

MI17 (115/2004): A kinagyított (jobb oldali) képről készültek a lentebbi elemeloszlási térképek háttérlevonással. A fényes részek alapvetően korróziós termékek + az ezüst fólia. A korróziós termékek valószínűleg kalcium-foszfát és ólom-karbonát fázisok, lásd az Pb, Ca és P elemeloszlási térképeket. Az Ag elemeloszlási térképe mutatja az ezüst fólia helyét. Az első képen a bal oldali sokszög a majdnem teljesen épen maradt, mállatlan részt határolja.

Fig. 7.: Backscattered electron images and element distribution maps showing the microstructure of the bead samples. Group 3.

MI17 (grave 115/2004): The element distribution maps (Pb, C, Ca, Ag) below were prepared based on the magnified area on the right. The bright phases mark corrosion products, supposedly lead-carbonate and calcium-carbonate (see the Pb, C and Ca distribution maps below). The Ag distribution map below shows the position of the silver foil (green line). The blue polygon on the first photo marks the borders of an uncorroded part in the sample.



8. ábra: Elektron-mikroszondás visszaszórt-elektron képek, amelyek a minták mikroszövetét mutatják. 4. csoport.

MI20 (31/2005. 47. m.), MI21 (31/2005. 49. m.), MI23 (31/2005. 104. m.), MI24 (31/2005. 108. m.): Mindegyik minta anyaga homogén, a kerek és kerekded foltok gázbuborékok. Az MI20 mintában a nem kerek fekete folt a nyersanyag nem teljesen megolvadt elegyrészének reakcióterméke.

Fig. 8.: Backscattered electron images showing the microstructure of the bead samples. Group 4.

MI20 (grave 31/2005, grave good no. 47), MI21 (grave 31/2005, grave good no. 49), MI23 (grave 31/2005, grave good no. 104), MI24 (grave 31/2005, grave good no. 108): All samples have homogeneous material. The circular and more or less round shapes mark gas bubbles. The non-circular black inclusion in MI20 is reaction product of a not completely molten remnant of the raw material.

A mérések bizonytalanságát a „ 3σ ” feliratú oszlopokban láthatjuk, ahol szigma (σ) jelöli az analitikai szórást. Az 1 m% alatti mért értékeknél a 3σ -t tartjuk a kimutatási határnak. Ha a mért érték nem haladja meg ezt az értéket, akkor az adott elem jelenléte nem bizonyított.

A beágyazott és csiszolt, polírozott minták optikai binokuláris mikroszkópban készült felvételeit a **3. ábra**, mikroszöveti jellemzőit pedig a **4-8. ábra** mutatja.

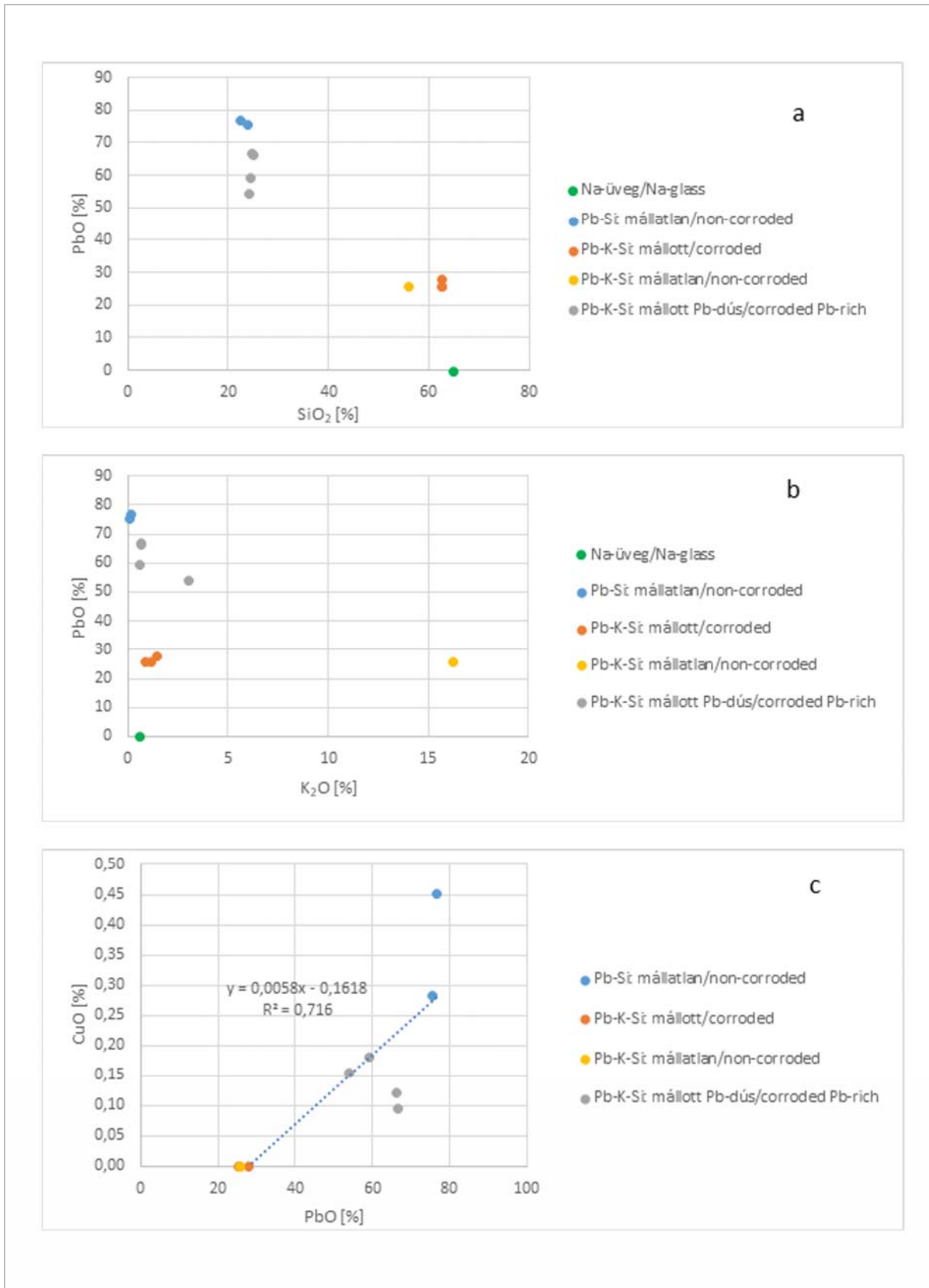
A mikroszöveti jellemzők és a kémiai összetétel értelmezése

A kémiai összetétel (**2. táblázat**) alapján az üvegyöngyök négy csoportba oszthatók. Ez a négy

csoport jól látszik a **9. ábra a** és **b** diszkriminációs ábráján. A négy csoport és jellemzői a következők:

Na-Ca-szilikát üveg

Ez a klasszikus nátron-mész-szilikát (nátrium-kalcium-szilikát) üveg (**9. ábra**, az ábrákon „Na-üveg”) azon alcsoportjába tartozik, amelyet natúr szódából és kalcium-dús homokból (Shortland et al. 2006), vagy natúr szóda, homok és mészkő keverékéből olvasztottak össze attól függően, hogy mely korban készült. Ebbe a csoportba egyetlen minta tartozik, az MI16 számú üvegyöngy (**1-2. táblázat**).



9. ábra: Diszkriminációs diagramok. a: PbO vs. SiO₂; b: PbO vs. K₂O; c: CuO vs. PbO

Fig. 9.: Discrimination diagrams. a: PbO vs. SiO₂; b: PbO vs. K₂O; c: CuO vs. PbO.

A natúr szódával, mint folyósító anyaggal készült üveg a Kr.e. 10. század környékén jelent meg Egyiptomban, majd nagy területen terjedt el, a Római Birodalomban kizárólagossá vált (Shortland et al. 2006), a Kr. u. 9. századtól pedig az erdei üveg megjelenésével fokozatosan csökkent a szerepe. A natúr szódával készült üveget mellék- és nyomelemeik alapján további alcsoportokba sorolják. Az MI16 üvegyöngy kémiai összetétele nagyon hasonlít az ún. HIMT (High Iron, Manganese and Titanium) csoportéhoz, aminek jellemzője, hogy titán-, mangán- és vastartalma jellemzően nagyobb, mint az átlagé, és a késő római korban volt divatos.

Általánosan vélt nézet, hogy ez a fajta üveg egy meghatározott földrajzi régióból, Egyiptomból származik, bár az adatok gyarapodásával világossá vált, hogy meglehetősen tág tartományban mozog az összetétel, ezért további alcsoportokat hoztak létre (pl. Foster & Jackson 2009; De Juan Ares et al. 2019). Ennek az üvegtípusnak jellegzetes a színe: sárgás zöld, oliva zöld. Az MI16 üvegyöngy színe is ehhez hasonló (1. táblázat, 3. és 4. ábra), azonban kémiai összetétele számos azonosság (Ca, Al, Mn, Ti) mellett a viszonylag nagy vas-tartalom miatt egy picit kilóg a megszokott tartományból, bár nem jelentősen. Megjegyezzük, hogy a vizsgált Árpád-kori temető római kori településen nyitották és a gyöngy a 92/2004. sírban másodlagos helyzetben volt. Mindezek alapján azt gondolhatjuk, hogy ez az üvegyöngy római kori, azonban csavart formája ismeretlen a római kori leletek között (Dévai Kata (ELTE) szóbeli közlése alapján), ezért arra következtetünk, hogy mégis korabeli készítésű lehet. A kérdést párhuzamok keresésével lehetne tisztázni.

Ólom-szilikát üveg

Kvarc homok és ólom megolvastásával készült, ahol a PbO/SiO_2 tömegarány 3,2-3,4. Ebbe a csoportba két üvegyöngy tartozik, az MI29 és MI30 a 31/2005. sírből. Mindkettő élénk citromsárga színű (1. táblázat, 3. és 4. ábra) és rendkívül jó megtartásúak, nem mállottak. Jellemzője ezeknek a gyöngyöknek a rendkívül kis nyomelem-tartalom. Az Al_2O_3 -tartalma 0,2-0,3 m%, K_2O -tartalma kimutatási határ körüli (0,1 m%), míg a Na-, Mg-, Ca-, Ti-, Mn- és Fe-tartalma kimutatási határ alatti. Ez azt jelenti, hogy az üvegolvasztáshoz használt homok rendkívül tiszta volt, hiszen a másik komponens, amit az üvegolvasztáshoz használtak, az ólom, ezeket az elemeket nem tartalmazhatta. Jellemzője még ennek az üvegnek, hogy 0,3-0,4 m% CuO -t tartalmaz. Kérdés, hogy ezt a kis mennyiségű rezet szándékosan tették-e az üvegbe, vagy az ólom kísérőeleme. Az ólom és a réz mennyisége között egy viszonylag jó korreláció figyelhető meg, ha a következő két típusba tartozó üvegek összetételét is figyelembe veszem (9c ábra). A korrelációs

tényező négyzete (R^2) 0,7, ami viszonylag erős korrelációt jelent, vagyis a réz valószínűleg az ólom kísérőeleme és nem szándékosan tették bele.

Ólom-kálium-szilikát /A: $PbO/SiO_2 = kb. 0,5$

Ezt az üveget ólom, kálium-hordozó (káli-salétrom vagy tisztított fahamu) és kvarc homok összetevőkből olvasztották össze (a 9a és b ábrán „Pb-K-Si”). Ebbe a csoportba három üvegyöngy tartozik: MI7 és MI8 a 40/2003 sírből, és MI17 a 115/2004 sírből (1. táblázat, 3. ábra). Jellemzője ezeknek az üvegeknek, hogy erősen mállottak (devitrifikálódtak). Gyakorlatilag az MI7 és MI8 minták (5-6. ábra) teljes mértékben átalakultak, csak az MI17 mintában maradt egy kisebb, majdnem teljesen ép rész (7. ábra), innen tudjuk, hogy mi lehetett az eredeti összetétel (2. táblázat, MI17 ép). A mállott rész jellemzője, hogy erősen töredezett, a repedésekben pedig Ca-, P- és Pb-dús fázisok váltak ki, amelyek valószínűleg kalcium-foszfát, kalcium-karbonát és ólom-karbonát fázisok (5. ábra Ca és P eloszlás; 6. ábra Pb, C és Ca eloszlás). Innen válik érthetővé, hogy a mállott részben miért kisebb az PbO/SiO_2 arány (0,4), mint az ép részben (0,5), hiszen a devitrifikáció során az ólom egy kisebb része is távozott az üvegből. A mállott és a mállatlan részek között a legnagyobb különbség a K_2O -tartalomban figyelhető meg. Míg az ép rész K_2O -tartalma 16 m%, addig a mállott részeké 1-1,5 m%. Ez teljesen megfelel a megfigyeléseinknek, hiszen először mindig az alkáli elemek (Na, K) és a halogének (p. Cl) távoznak, esetünkben azonban ezekből csak a kálium van jelen, így alapvetően ez távozott.

Mindhárom üvegyöngy további jellemzője, hogy a külső részén látható egy vékony sáv (3., 5-7. ábra). A 3. ábrán az MI7 és MI17 mintákon jól látható a barna elszíneződés a külső vékony sáv és a belső üveg között. Mindhárom üveg esetében sikerült kimutatni, hogy a két üveg között egy nagyon vékony ezüst-réteg található (5-7. ábra, Ag elemeloszlási térképek). A külső üveg vastagsága nem egyenletes, 170 és 320 mikrométer között változik. A vastagság változásának az oka valószínűleg a készítése technikájában rejlik.

Ólom-kálium-szilikát /B: $PbO/SiO_2 = kb. 2,5$

Ezt az üveget is ólom, kálium-hordozó (káli-salétrom vagy tisztított fahamu) és kvarc homok összetevőkből olvasztották össze (a 9a és b ábrákon „Pb-K-Si: Pb-dús”), mint az előző típust, azonban egészen más arányban. Ebbe a csoportba négy üvegyöngy tartozik: MI20, MI21, MI23 és MI24 a 31/2005 sírből (1. táblázat). Jellemzője ezeknek az üvegeknek, hogy erősen mállottak (devitrifikálódtak). Ezt onnan tudjuk, hogy a 2. táblázatban az oxidösszegek (analitikai összegek) jelentősen elmaradnak a 100%-tól. További jellemzője az nagy ólomtartalom. Míg az előző csoportban a PbO/SiO_2 tömegarány 0,4-0,5 volt,

ebben a csoportban ez az arány 2,2-2,7 között változik, a legnagyobb értéket a legnagyobb oxidösszegű mintánál, az MI24-nél találjuk, ami arra utal, hogy az ép üvegben még ennél is nagyobb lehetett ez az arány. A négy üvegyöngy közül háromnak (MI21, 23, 24) a színe világosbarna, míg az MI20-é sötétbarna, szinte fekete. Ez utóbbi oka a viszonylag nagy vastartalom ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3,99\text{ m\%}$), szemben a másik három gyöngy 0,9 m% körüli Fe_2O_3 -tartalmával (2. táblázat). Jellemzője még ennek a gyöngynek, hogy 3 m% a K_2O -tartalma, szemben a másik három 0,6 m% körüli K_2O -tartalmával, valamint mintegy 0,4 m% a Na_2O -tartalma, míg a másik háromban nem mutatható ki a nátrium.

Erre a csoportra jellemző még, hogy nagyobb mind az alumínium-, mind a vastartalma, mint az előző két csoporté (2. táblázat). Érdekes módon a CuO kimutatási határ körüli, azonban néhány esetben hosszú mérési idővel sikerült egyértelműen kimutatni a 0,15-0,18 m% CuO-tartalmat.

A minták további jellemzője, hogy egyáltalán nem repedeztek szemben az előző csoport gyöngyeivel. Ennek oka valószínűleg a nagy ólomtartalom. Dungworth és Brian (2006) arról tudósít, hogy a 17. század végén az ólomkristály üvegek készítésének kezdeti szakaszában készült üvegek alig fordulnak elő a régészeti leletek között, mert szétmállottak, szétöredeztek, aminek szerintük a kis ólomtartalom volt az oka (14-19 m% PbO). A mi Pb-K-Si ólomszegény üvegeink (előző csoport) kémiai összetétele nagyon közel áll a két szerző által közölt kezdeti (group 1) ólomkristály üvegek kémiai összetételéhez és ugyanúgy töredezték, míg az általuk ismertetett másik három csoport ólomtartalma nagyobb volt, és azok nem töredezték, hasonlóan a mi Pb-K-Si, Pb-dús üvegeinkhez.

Történeti kontextus

Fölvetődik a kérdés, hogy általában mikor jelentek meg az ólomüvegek és a vizsgált darabok honnan származhatnak. Az ólomüveg (itt most csak azt tekintjük ólomüvegnek, amikor az ólmot folyósító anyagként alkalmazták), hasonlóan a hagyományos nátron-üveghez, először máz formában jelent meg. Az ólomház felfedezését, első megjelenését a Kr.e. 1. századra teszik (Walton 2004) és kétféle összetételben készült: PbO és $\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$ (Walton 2004). Ezzel párhuzamosan, a hagyományosnak tekinthető Na-üveg alapú mázakba egyre több ólom került, és a 9–11. században ugrik meg az ólom mennyisége annyira, hogy az már ólomüvegnek tekinthető (Tite et al. 1998). Nagyjából ebben az időben jelennek meg az ólomüvegből készült gyöngyök is. Bayley (2009) közleményében megállapítja, hogy Európában a 9. századtól fordulnak elő, először az Észak-Kaukázus és az Alsó-Volga régióban, majd idővel egyre nagyobb

területen. Legnagyobb számban (több száz) Oroszországban, Ukrajnában, Lengyelországban és Németországban kerültek elő, majd a 10–11. századi leletek között a Brit-szigeteken is nagyszámú ólomüveg tárgy található. Kisebbszámban Európa számos más országában is előkerültek. Érdekes, hogy az ólomüvegből készült gyöngyök épp abban az időszakban jelennek meg, amikor Európában, annak is különösen a valamikori Római Birodalomhoz tartozó területén nagy változások mennek végbe az üvegekészítésben. Az iszlám előretörése következtében a Nilus-deltából származó natúr szódából hiány lép fel (Shortland et al. 2006), ezért az üvegekészítők mindenféleképp kísérleteznek, ekkor találják fel (a 9. században) az ún. erdei vagy más néven káliüveget. Meglehet, hogy ekkor jönnek rá arra, hogy az ólomházból önálló tárgyakat is lehet készíteni. Igaz, ekkor még csak gyöngyök készültek (az ólomüvegből készült nagyobb tárgyak csak 1680 után jelentek meg, Huisman et al. 2012). Ezeket az ólomüveg gyöngyöket és egyéb apróbb tárgyakat (pl. gyűrűk, karperecek, stb.) kémiai összetételük alapján két fő csoportba és számos alcsoportba lehet osztani. A két fő csoport: ólom-szilikát, ólom-alkália-szilikát. Az alkália kezdetben nátrium volt, majd a kálium váltotta föl, bár előfordulnak vegyes alkáli ólomüvegek is. Wedepohl és munkatársai (Wedepohl et al. 1995) bizonytalan keltezésű, alapvetően 12–14. századi németországi ólomüveg töredékek vizsgálatáról számolnak be, azonban van a minták között egy 9–10. századra keltezett töredék is (Hoex 9), ami kémiai összetétele alapján ólom-kálium-szilikát. Eszerint, ha jó a keltezés, akkor a 10. századra már megjelent Európában az ólom-kálium-szilikát üveg, a 13. századra pedig gyakorinak mondható.

Az ólom-szilikát ($\text{PbO}\cdot\text{SiO}_2$) üvegyöngyök a 9. századtól, különösen Kelet- és Közép-Európában gyakoriak (Bayley 2009; Wedepohl et al. 1995; Staščíková-Štukovská & Plško 1997). Jellemzője ezeknek a gyöngyöknek és egyéb töredékeknek, hogy tömegszázalékban számolva mindig több bennük az ólom, mint a szilícium, az PbO -tartalmuk 50–80 m% között változik. Az általunk vizsgált két minta PbO -tartalma 75,4 és 76,7 m% (MI29, MI30, 2. táblázat), vagyis a nagyobb ólomtartalmúak közé tartoznak. További jellemzője még ezeknek az üvegeknek, hogy a színező elemektől eltekintve alig tartalmaznak egyéb összetevőt, vagyis nagyon tiszták. Ennek oka az, hogy a nagyobbik összetevőt, az ólmot nagyon tisztán tudták előállítani. Mindkét minta tartalmaz kevés CuO-ot (0,3-0,45 m%). Bayley (2009) megjegyzi, hogy az általunk vizsgált mintákban egy kevés rezet (néhány tized m% CuO-t) még abban az esetben is szinte mindig detektáltak, amikor a réz nem vett részt a színképzésben. Fentebb már utaltunk rá, hogy a réz valószínűleg az ólom kísérő

eleme lehetett, erre utal az **5/c ábrán** bemutatott viszonylag jó CuO-PbO korreláció.

A szerzők által ismert szakirodalom alapján ilyen ólom-szilikát üvegyöngyök térben legközelebb a felvidéki Vágboriban (Borovce) kerültek elő, és 10. századiak (Staššiková-Štukovská & Plško 1997. 267, 272). PbO-tartalmuk 52 és 72,5 m% között változik, színük változó, nem mindig meghatározható. A legnagyobb ólomtartalmú minta kémiai összetétele hasonló leginkább az általunk vizsgáltakra.

Sokkal tágabb kontextusba helyezi a kérdést Dekówna (2010), aki az utóbbi 10-20 év fejleményei alapján újraértelmezi egyik korábbi vizsgálati eredményét, a németországi Cöszitzben talált ólom-szilikát üvegyöngy eredetének kérdését. Megállapítja, hogy ez az üvegtípus a Távol-Keletről származik, Kínában találták föl még a Han Dinasztia idejében (Kr.e. 206 – Kr.u. 220), ahonnan még akkor átkerült Koreába és Japánba, majd a 7. század után élte a második fölvirágzását mindhárom országban. Dekówna szerint a Selyem Út mentén juthatott el Kelet-Európába, majd onnan Európa más részeibe. Bár ez az elképzelés még bizonyításra szorul, ugyanakkor jól magyarázza azt a tényt, hogy előzmények nélkül jelent meg Európa keleti felében. Erősíti ezt az elképzelést az a tény is, hogy ekkor volt a népvándorláskor, óriási néptömegek mozogtak keletről nyugatra, és magukkal hozhatták a tudást.

Az ólom-kálium-szilikát üvegek kémiai összetétele a szakirodalmi adatok alapján rendkívül változatos, a három fő összetevő (Pb-K-Si) mellett sokszor több százaléknyi, vagy akár 15 m%-ot elérően megjelenik a CaO, és kisebb mértékben a Na₂O és az Al₂O₃ is (Sedláčková 2012; Wedepohl et al. 1995). Ez teljesen érthető, hiszen a kálium fahamuból származik, ami jelentős mennyiségű kalciumot és valamivel kisebb mennyiségben egyéb elemeket is tartalmaz. Az általunk vizsgált minták az ólomtartalom alapján ugyan két csoportot alkotnak, azonban mindkét csoport jellemzője a kimutatási határ körüli CaO-tartalom (0,1-0,2 m%). Az igaz, hogy mindkét csoport tagjai erősen mállottak, azonban az egyik mintában (MI17, **2. táblázat**) található egy ép rész és annak CaO-tartalma is csak 0,2 m%. Ez fölveti azt a kérdést, hogy hová lett a hamuból a kalcium. A középkor végén már tisztították a fahamut és a tisztítási eljárás a kalciumot nagyrészt eltávolította, ezért azt külön pótolták. Tudomásunk szerint azonban a 11–12. században még nem tisztították a fahamut, bár más magyarázat híján eredményeink arra utalnak, hogy mégis kísérleteztek a fahamu tisztításával. Megjegyezzük, hogy a kalcium hiánya nagymértékben hozzájárult ahhoz, hogy az általunk vizsgált Pb-K-szilikát üvegyöngyök erősen mállott állapotúak.

Nagyon érdekes megállapításokat tett Mecking (2013) az általa vizsgált 13. századi észak-németországi ólomüvegek kapcsán. Kétféle ólom-kálium-szilikát üveget különböztet meg, amelyek a főösszetevőket tekintve megegyeznek a mi két csoportunkkal (ólom-kálium-szilikát/A és B). Az egyik csoportot szláv ólomüvegnek (Slavic lead glass) nevezi, és ez megfelel a mi „A” csoportunknak (Pb-K-Si: Pb-szegény), a másikat pedig közép-európai ólom-hamu üvegnek (Central European lead-ash glass) nevezi, ami pedig megfelel a mi „B” csoportunknak (Pb-K-Si: Pb-dús). Az elnevezések a kétféle üveg elterjedési területére utalnak: a szláv ólomüveg fő előfordulási területe Lengyelország, Fehéroroszország, Ukrajna és Oroszország, míg a közép-európai ólom-hamu üvegé alapvetően Németország, Lengyelország nyugati fele és Csehország. Érdekes módon nálunk a két típus együtt fordul elő, ami arra utal, hogy a 10–12. században mindkét területtel kapcsolatot tartottunk. Mecking (2013) is megjegyzi a kalcium mindkét csoportban való majdnem teljes hiányát és a Rb₂O/SrO arány vizsgálata alapján – némi fenntartással – arra a következtetésre jut, hogy tisztított fahamut használtak. Ehhez kapcsolódóan érdemes megjegyezni, hogy a nagy tisztaságú ólom-kálium-szilikát üveg a 7–10. századi Kínában is megtalálható (Gan 2009). Sőt, ezt megelőzően a Krisztus körüli évszázadokban Indiában és Kínában megjelent a szintén nagy tisztaságú kálium-szilikát üveg (Brill et al. 1995), ahol a kálium forrása ismeretlen. Elvileg lehetne a kálisálétrom, ami sok mindent megmagyarázna, azonban a kálisálétrom korabeli bányászatáról nincs semmilyen ismeretünk. Mindenesetre meglehet, hogy az ólom-szilikát üveg mellett az ólom-kálium-szilikát üveg is a Távol-Keletről került Kelet-, majd Közép-Európába és soha sem érte el Nyugat-Európát.

Egy nagyon izgalmas kérdéskör az általunk vizsgált, az ólomban szegényebb ólom-kálium-szilikát/A (PbO/SiO₂ = kb. 0,5) csoportot alkotó mindhárom mintában kimutatott ezüsfólia alkalmazása (**5-7. ábra**, MI7, MI8 és MI17 minták). Az ezüsfólia jelenlétét a kiemelt darabok esetében sem szemrevételezéssel, sem restaurátori mikroszkóppal nem észleltük. Greiff és Nallbani (2008) szerzőpáros amellett, hogy 6–9. századi albán fémfóliás üvegyöngyökről tudósítanak, áttekintik a fémfóliás (arany, ezüst) üvegyöngyök irodalmát és érdekes megállapításokat tesznek: 1) a szerkezetük hármas tagolású (alaptest, fémfólia, külső réteg), ami 2) nem változott a mintegy 1500 éves pályafutásuk (Kr.e. 300-tól a Kr.u. 13. századig) során. 3) 600 körül Nyugat-, Közép- és Észak-Európában visszaesett a fémfóliás üvegyöngyök népszerűsége, majd 700 után különösen Európa keleti és észak-keleti részén újra divatba jön, ahol az arany fóliát egyre inkább föl váltja az ezüsfólia. 4) A római aranyfóliás üvegyöngyök kivételével az összes többi sötűrő

növény hamujával készült nátrium-kalcium-szilikát üveg. Nem találtak egyetlen olyan adatot sem, hogy a fémfóliás üvegyöngy ólom-, ólom-kálium- vagy kálium-kalcium-szilikát üvegből készült volna. A mi gyöngyeink pedig éppen ilyenek, pontosabban ólom-kálium-szilikát üveggel készültek. Ennek két oka lehet: vagy nagyon ritkák, vagy nem nagyon ritkák, de szétmállottak. A jelenlegi adatok alapján nem tudjuk eldönteni, hogy melyik az igaz. Ugyanakkor nagyon figyelemreméltó M. Spaer (1993) megjegyzése, miszerint Ju. L. Scsapova arról számol be, hogy a 11–12. században a Kijevi Rusz területén divatban volt egyféle ólomtartalmú ezüsthóliás üvegyöngy. Kijev és Novgorod környékén tártak föl nagyszámban ilyen gyöngyöket. Pontos kémiai összetételt azonban Scsapova (1972) sem közölt a könyvében, azonban fél-quantitatív elemzések alapján kijelenti, hogy ámbár nem nagy számban, de a Kijevi Rusz nagy területén találtak ezüsthóliás ólom-kálium-szilikát üvegyöngyöket, vagyis pont olyan típust, mint az általunk vizsgált. Scsapova megjegyzi továbbá, hogy ezek az üvegyöngyök ál-aranyozott gyöngyök, mert az ólomüveg miatt sárga a színük, ugyanakkor ezüsthólia van bennük. Tehát az általunk vizsgált üvegyöngyöknek bizonyosan van párhuzama, a fenti megjegyzés alapján célszerű lenne a Kijevi Rusz területén keresni azt.

Térben a Mesteri-Intapuszta lelőhelyhez legközelebbi fémfóliás üvegyöngyök a már korábban említett felvidéki Vágboriban kerültek elő, amelyeket a 9. századra kelteztek, vagyis mintegy 300 évvel korábbiak és egyértelműen növényi hamuval készültek, ami teljesen megfelel a kornak, hiszen a káliüveget ebben az évszázadban fedezik föl és később indul hódító útjára.

Összefoglalás

Az Árpád-kori temető 318 sírjából 16 esetben, azaz a sírok majdnem 5 %-ából ismerünk gyöngyöt. Az **1. táblázatból** egyértelműen látszik, hogy gyöngysort a temetőben jellemzően a gyermekkor (Inf. I) kezdetétől az érett felnőtt korig (39 év) helyeztek sírba. Ez a vizsgálat 13 sírjára igaz állítás és nagy valószínűséggel nő nemű egyéneket – és jellemzőbben fiatalabbakat – tiszteltek meg vele. Csupán egy esetben (29/2004. sír) nem rendelkezünk antropológiai adattal, két esetben pedig férfit (23/2003, 92/2004. sír) határoztak meg. Az utóbbiak temetkezésében a gyöngyök azonban nem is viseleti helyükön voltak, tehát valamilyen más – előtünk ismeretlen – okkal magyarázható a gyöngy jelenléte.

A nyakláncok szinte minden esetben ezüst ékszerekkel is felruházott hölgyekhez tartoztak. Az első öt tehetősebb: a 115/2004. kettős (bolygatott?) sír nője a temető ezüst ékszerekben (12,05 g) leggazdagabb egyéne volt. Őt az ezüst súlyát tekintve a 40/2003., 29/2004., 86/2005. és a

31/2005. sírba fektettek követik (Ilon 2017. 154, 2. táblázat).

A temetőterképet (**Appendix 1. ábra**) tanulmányozva úgy véljük, hogy a gyöngysor, mint a viselet eleme a temető használatának teljes ideje, azaz a kora Árpád-kor egésze alatt népszerű volt és az ezüst mellett a tehetősebbeket jelzők egyik melléklete.

A temető időrendi helyzete szempontjából meghatározóak az alábbi elemek, amelyek a részletes feldolgozás megtörténteig talán figyelembe vehetők: a 8/2001. gyermek sírjában jelképes állatsont melléklet (3,5–4 éves szarvasmarha állkapocsontja fogakkal, és a sípcsontjába betűzve egy juh/kecske sípcsont, a gyermek alatt ló combcsontjának töredéke) volt. A szokás meglétét Révész László (2008. 94–95, 308, 437) 900 – 1070 közé keltezi. A 11. század végére jellemző „rovásírásos” pántgyűrűk (Mesterházy 2014. 502) a 42/2004, 20/2005. és a 20/2006. sírből, valamint a szögletes átmetszetű huzalból készült ékszerek csak kis számban fordulnak elő. Ilyen egy egyszerű karika a 26/2006. sírből. Szögletes átmetszetű, de sodrott karika és ugyancsak sodrott karikájú S-végű ékszer a 124/2004. sírből ismert. Az 52/2003. sírban két rombikus átmetszetű huzalú S-végű ékszer volt. A 94/2004. sírban kör és szögletes átmetszetű huzalból készített S-végű karika található együtt. Az ilyen átmetszetű karikaékszerek a 10/11. század fordulójától a 12. század közepéig voltak divatban (Révész 2008. 402). A temető keleti régiójában található mindössze három pénz (Béla herceg és I. László denárai) a 11. század második felére – végére utalják a temetkezések egy részét és ezzel talán az ún. soros temető felhagyását. Ugyanakkor nem zárható ki László érméinek a 12. század elején történő földbe kerülése sem (Ilon 2017. 151, 3. táblázat; Révész 2008. 399). A templom körüli temetőt és annak templomát e temetőtől délre, az esetenként még ma is használatos mai sírkert területén feltételezhetjük (**Appendix 1. ábra**).

A temető régészeti elemzése alapján egyetértünk Révész László gondolataival, miszerint egy-egy közösség szokásai, ideértve természetesen a viseleteiket, is csak az adott közösségre (akik vagy őseik természetesen igen távolról is érkezhettek), legfeljebb a szűkebb mikrorégióra/kistájra jellemzőek (Révész 2008. 452–453). Ugyanakkor az egyedi viseleti tárgyak, különösen az ékszerek esete ettől merőben el is térhet, viselhetek más népektől származó ékszereket, amelyek időben és térben is közelebbi és távolabbi kapcsolataikra utalhatnak.

A tíz üvegyöngyön végzett elektron-mikroszondás vizsgálat alapján a gyöngyök kémiai összetételük alapján négy fő csoportba sorolhatóak:

Egy darab üvegyöngy (a 92/2004. sírból) a kémiai összetétele alapján római korinak tűnik és származhat abból a római kori településből, amelyikre az általunk vizsgált Árpád-kori temető rátelepült, azonban formája alapján inkább korabeli.

Két üvegyöngy (a 31/2005. sírból) nagy tisztaságú ólom-szilikát és teljesen ép, nem mállott, élénk sárga színű. Ez a típus valószínűleg a Kaukázus északi tájáról indult a 9. században és nagy népszerűségnek örvendett Közép- és Kelet-Európában, majd a 10–11. században a Brit-szigeteken is. Kisebb mértékben Európa más tájain is fellelhető, bár az esetszám növekedtével e kép változhat. A legújabb fejlemények alapján úgy tűnik, hogy ez az üvegfajta a Távolszigetről a Selyem Út mentén került Kelet-Európába (Dekówna 2015), majd onnan tovább Európa egyéb tájaira.

Három üvegyöngy tartozik az ólomban szegényebb ólom-kálium-szilikát csoportba (PbO/SiO_2 arány kb. 0,5). Mindhárom nagymértékben mállott, repedezett, morzsalékos és eredeti állapotában átlátszó vagy áttetsző volt. Az egyik üvegyöngy közepén sikerült egy mállatlan, ép részt találni, innen lehet tudni az üveg eredeti kémiai összetételét, aminek egy meglepő tulajdonsága, hogy gyakorlatilag nem tartalmazott kalciumot (épp a kimutatási határ fölött volt). A káliüvegekben lévő kálium fahamuból származik és ez utóbbi jelentős mennyiségű kalciumot tartalmaz. A kalcium hiánya csak úgy képzelhető el, hogy a fahamut tisztították, ami igen meglepő, hiszen tudunkkal a fahamut csak a középkor végén kezdték tisztítani. A szinte teljes mértékű devitrifikáció (üvegtelenedés, mállás) alapvetően a kalcium hiányának és a viszonylag kis ólom-tartalomnak köszönhető. Ennek a három üvegyöngynek (a 40/2003. és a 115/2004. sírból) egy másik különlegessége, hogy ezüstfóliás. Ezt a ténytet a kiemelt darabok esetében sem szemrevételezéssel, sem restaurátori mikroszkóppal nem észrevételeztük. Ezüstfóliás üvegyöngyök különböző időszakokban számos helyen kerültek elő, azonban olyan, amit ólom-kálium-szilikát üvegből készítettek volna, Greiff és Nallbani (2008) szerint ismeretlen a szakirodalomban. Ugyanakkor M. Spaer (1993) tanulmányában Ju. L. Scsapovára (1972) hivatkozik, miszerint a Kijevi Rusz területén a 11–12. században divatban volt egyféle ólom-tartalmú üveggel készült ezüstfóliás gyöngy. Sajnos pontos kémiai összetételt Scsapova könyve sem közöl, azonban fél-quantitatív elemzések alapján kijelenti, hogy a Kijevi Rusz nagy területén találtak ezüstfóliás ólom-kálium-szilikát üvegyöngyöket, vagyis első közelítésben pont olyan típust, mint az általunk vizsgáltak. Mecking (2013) ezt az üvegfajtát egyenesen szláv ólomüvegnek nevezi az elterjedési területe okán. Mindezek alapján érdemes lenne a Kijevi Rusz irányában tájékozódni.

Négy üvegyöngy (a 31/2005 sírból) tartozik az ólomban dús ólom-kálium-szilikát csoportba (PbO/SiO_2 arány kb. 2,5). Három üvegyöngynek sárga színe van, míg a negyedik a viszonylag jelentős vastartalma miatt szinte fekete. Mind a négy üvegyöngy mállott, ezért nem lehet tudni, hogy mi volt az eredeti kémiai összetételük. Ezeknek a gyöngyöknek is jellemzője, hogy nem tartalmaznak kalciumot, ami arra utal, hogy a fahamut tisztították. Mecking (2013) ezt a típust közép-európai ólom-hamu üvegnek nevezi szintén az elterjedési területe okán.

Az utóbbi két csoport tagjai káliumot igen, azonban kalciumot nem tartalmaznak, ami párhuzam nélkülinek tűnik ebben az időben. Valószínűleg egy rövid ideig készített üveggösszetételről van szó, ami mindenképpen továbbkutatást érdemel. Több szerző is megjegyzi a kalcium hiányát és föltételezik, hogy tisztították a fahamut. Pl. Mecking (2013) $\text{Rb}_2\text{O/SrO}$ arány vizsgálatával megállapítja, hogy az általa vizsgált üvegyöngyök, amelyek a közép-európai ólom-hamu csoportba tartoznak, valószínűleg tisztított fahamuval készültek. Érdemes azonban egy kicsit távolabbra tekinteni mind térben mind időben. Az ólom-szilikát üvegnél megjegyeztük, hogy az valószínűleg a Távolszigetről került a népvándorlás korában Kelet-Európába, majd onnan tovább Európa más részeibe. De nem csak az ólom-szilikát, hanem a nagy tisztaságú ólom-kálium-szilikát üveg is megjelent a 7–10. századi Kínában (Gan 2009), ezt megelőzően pedig a Krisztus körüli évszázadokban Indiában és Kínában megjelent a szintén nagy tisztaságú kálium-szilikát üveg (Brill et al. 1995), ahol a kálium forrása ismeretlen. Fölvetődött, hogy a folyósító anyag, vagyis a kálium forrása kálisalétrom is lehetett, ami sok mindent megmagyarázna, azonban a kálisalétrom korabeli bányászatáról nincs semmilyen ismeretünk. Mindenesetre elképzelhető, hogy az ólom-szilikát üveg mellett az ólom-kálium-szilikát üveg is a Távolszigetről került Kelet- majd Közép-Európába és ez utóbbi soha sem érte el Nyugat-Európát.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm (I.G.) minden hajdani régésztechnikus tanítványom segítségét, akik részt vettek a temető feltárásában és dokumentálásában. Külön elismerés illeti Bajzik Annamária, Varga Erzsébet, Bötsch Enikő és Kovács Zsanett tanítványaimat, akik a temető teljes antropológiai feldolgozását szakdolgozat keretében végezték el Tóth Gábor humánbiológus (ELTE SEK, Szombathely) vezetésével. Hálás vagyok (I.G.) Vámos Gábornak a temető, éveken át tartó geodéziai felméréseért, valamint Isztin Gyula geodétának a temetőterkép elkészítéséért és a mellékletek összeállításáért. Köszönöm (I.G.) Nagy Gábor biológusnak (Egyházasköte, korábban a KÖSz – MNM NÖK, Bp. szombathelyi irodájának munkatársa) a 8/2001.

sír állatcsontjainak meghatározását. Köszönjük Csapláros Andrea igazgató asszonynak, hogy a gyöngyök mintázását lehetővé tette, továbbá Müller Alexandra és Szabó Máté munkáját az elektronmikroszondás vizsgálatok számára való mintaelőkészítésért. Hálával tartozunk Sebők Katalinnak, aki nem csak az angol nyelvre történő fordítást végezte el. A kutatást az Európai Unió és Magyarország támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásában a GINOP-2.3.2.-15-2016-00009 azonosítószámú 'IKER' pályázatban.

Irodalom

BAKAY, K. (1978): Honfoglalás- és államalapításkori temetők az Ipoly mentén. *Studia Comitatus* 6 Szentendre, 200 p.

BAYLEY, J. (2009): Early mediaeval lead-rich glass in the British Isles – a survey of the evidence. In: JANSSENS, K.; DEGRYSE, P.; COSYNS, P.; CAEN, J. & VAN'T DACK, L. eds., *Annales du 17^e Congrès de l'Association Internationale Pour l'Histoire du Verre, Anvers*, 2006. Antwerpen 255–260.

BÖTSCH, E. & KOVÁCS, Zs. (2007): *Mesteri-Intaháza temetőjének teljes antropológiai felmérése és értékelése*. Berzsenyi Dániel Tanárképző Főiskola, Történelem Tanszék, Régésztechnikus képzés. Szakdolgozat kézirat. Szombathely, 158 p.

BRILL, R. H.; FENN, Ph. M. & LANGE, D. E. (1995): Chemical Analyses of Some Asian Glasses. *Proceedings of XVII International Congress on Glass*, 6, Glass Technology, Glass Archeometry. Beijing: Chinese Ceramic Society 463–468.

De JUAN ARES, J.; SCHIBILLE, N.; MOLINA VIDAL, J. & SÁNCHEZ De PRADO, M. D. (2019): The supply of glass at *Portus Ilicitanus* (Alicante, Spain): A meta-analysis of HIMT glasses. *Archaeometry* 61/3 647–662.

DEKÓWNA, M. (2015): The glass from Cösitz (Zörbig), Sachsen-Anhalt, and the origins of non-alkaline lead-silica glass from European finds. The state of research in outline. *Archaeologia Polona* 48 269–288.

DUNGWORTH, D. & BRIAN, C. (2006): The 'Invention' of Lead Crystal Glass. In: *34th International Symposium on Archaeometry*. 3-7 May 2004, Zaragoza 453–457.

FOSTER, H. E. & JACKSON, C. M. (2009): The composition of 'naturally coloured' late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. *Journal of Archaeological Science* 36 189–204.

GAN, F. (2009): Origin and Evolution of Ancient Chinese Glass. In: *Ancient Glass Research along*

the Silk Road. World Scientific Publishing Co. 1–40.

GREIFF, S. & NALLBANI, E. (2008): When metal meets beads. Technological study of early medieval metal foil beads from Albania. *Mélanges de l'École française de Rome: moyen-âge* 120/2 355–375.

HORVÁTH, C. (2014): 10. századi sírok Kőszeg–Kőszegfalvi-rétek területén. *Savaria, a Vas megyei múzeumok értesítője* 35 187–205.

HORVÁTH, C. (2014b): *Győr és Moson megyék honfoglalás és kora Árpád-kori temetői és sírleletei*. Magyarország honfoglalás és kora Árpád-kori sír- és kincsleletei 8. Szeged, 638 p.

HORVÁTH, C. (2016): *Kora Árpád-kori temető Szombathely–Kisfaludy Sándor utca területén. S-végű karikaékszerek a kora Árpád-kori Nyugat-Dunántúlon*. Szombathely, 198 p.

HUISMAN, D. J.; VAN OS, B.; LANGE, G. & POST, F. (2012): Of time and shapes: Compositional variation in post-medieval glass from the Netherlands. In: SCOTT, R.B.; BRAEKMANS, D.; CARREMANS, M. & DEGRYSE, P., *Proceedings of the 39th International Symposium for Archaeometry*. Leuven 223–227.

ILON, G. (2002): A Berzsenyi Dániel Főiskola Történelem Tanszéke régésztechnikus képzése és a Vas megyei régészeti kutatás kapcsolata. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 26 41–50.

ILON, G. (2003): Mesteri–Egyes-halmi-dűlő. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti kutatások Magyarországon 2000*. Budapest, 173.

ILON, G. (2003b): Mesteri–Intaháza/Intapuszta. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti kutatások Magyarországon 2001*. Budapest, 190.

ILON, G. (2004): Mesteri–Intaháza/Intapuszta. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti kutatások Magyarországon 2002*. Budapest 239–240.

ILON, G. (2004b): Mesteri–Intaháza/Intapuszta. In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti kutatások Magyarországon 2003*. Budapest, 251.

ILON, G. (2007): Mesteri–Intaháza/Intapuszta. In: In: KISFALUDI J. szerk., *Régészeti kutatások Magyarországon 2006*. Budapest, 229.

ILON, G. (2017): Szegény gazdagok? Megjegyzések a Mesteri–intapusztai Árpád-kori temető ezüstjeinek értéke kapcsán. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értesítője* 39 149–168.

ILON, G.; SÜMEGI P., & BODOR, E. (2006): A Ság hegy környékének története a régészeti adatok és a környezetregészeti vizsgálat tükrében. *Zalai Múzeum* 15 295–314.

- ISTVÁNOVITS, E. (2003): *A Rétköz honfoglalás és kora Árpád-kori leletanyaga*. Magyarország honfoglalás és kora Árpád-kori sír- és kincsleletei 4. Nyíregyháza–Budapest 738 p.
- KÁKAY SZABÓ, O. (1974): A székesfehérvári sírleletek fluorit-nyaklánc. *Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentései az 1974. évről*. Budapest 339–342.
- KISS G. (2000): *Vas megye 10–12. századi sír- és kincsleletei*. In: KISS g. szerk., Magyarország honfoglalás és kora Árpád-kori sír- és kincsleletei 2 Szombathely, 320 p.
- MECKING, O. (2013): Medieval lead glass in Central Europe. *Archaeometry* 55/4 640–662.
- MESTERHÁZI K. (2014): A Győr–Pósdombi 10–11. századi temető. In: HORVÁTH 2014b 457–509.
- PAP, I. K. (2012): Államalapítás kori temető Rábasömjén temploma mellett. Régészeti adatok Vas megye templom körüli temetőinek kialakulásához. *Savaria, a Vas megyei múzeumok értésítője* 35 211–250.
- RÉVÉSZ, L. (2008): *Heves megye 10–11. századi temetői*. In: RÉVÉSZ, L. szerk., Magyarország honfoglalás és kora Árpád-kori sírleletei 5 Budapest, 491 p.
- SCSAPOVA, JU. L. (1972): *Sztyeklo Kijevszkoj Ruszi – Юлия Леонидовна Цанова: Стекло Киевской Руси*. Издательство Московского Университета, Москва, 215 p.
- SEDLÁČKOVÁ, H. (2012): Das Glas deutscher Provenienz in Mähren, Tschechische Republik. In: VON CLEMENS, L. & STEPPUHN, P. Hrsg., *Glasproduktion. Archäologie und Geschichte: Beiträge zum 4. Internationalen Symposium zur Erforschung mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Glashütten Europas*. Interdisziplinärer Dialog zwischen Archäologie und Geschichte 2 Trier, 143–156.
- SPAER, M. (1993): Gold-Glass Beads: A Review of the Evidence. *BEADS. Journal of the Society of Bead Researchers* 5 9–25.
- STAŠŠÍKOVÁ-ŠTUKOVSKÁ, D. & PLŠKO, A. (1997): Typologische und technologische Aspekte der Perlen aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld in Borovce. In: VON FREEDEN, U. & WIECZOREK A. eds., *Perlen: Archäologie, Techniken, Analysen. Akten des Internationalen Perlensymposiums in Mannheim 1994*. Bonn 259–274.
- SZILÁGYI, K. (1994): Perlentypen aus dem X–XII. Jahrhundert in Ungarn und ihre archäologische Bedeutung. *Památky Archeologické* LXXXV 75–110.
- SZŐKE, B. M. & VÁNDOR, L. (1987): *Pusztaszentlászló Árpád-kori temetője*. Fontes Archaeologici Hungariae, Budapest, pp. 188.
- TÁRCZY-MLADONICZKI R. (2019): Római villagazdaság a Ság hegy lábánál. *Savaria, A Vas Megyei Múzeumok Értésítője* 41 41–50.
- TITE, M.S.; FREESTONE, I.; MASON, R.; MOLERA, J.; VENDRELL-SAZ, M. & WOOD, N. (1998): Lead glazes in Antiquity - Methods of production and reasons for use. *Archaeometry* 40/2 241–260.
- VICENZI, E. P., EGGINS, S., LOGAN, A. & WYSOCZANSKI, R. (2002): Microbeam Characterization of Corning Archeological Reference Glasses: New Additions to the Smithsonian Microbeam Standard Collection. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology* 107 719–727.
- WALTON, M. S. (2004): *A Materials Chemistry Investigation of Archaeological Lead Glazes*. Ph.D. theses, University of Oxford. Oxford pp. 215.
- WEDEPOHL, K. H., KRUEGER, I. & HARTMANN, G. (1995): Medieval lead glass from Northwestern Europe. *Journal of Glass Studies* 37 65–82.

Summary

During the field practice courses organized and carried out as part of the archaeology technician training conducted by the Szombathely College a multi-period site was investigated between 2001–2006 at the feet of the Ság Hill, in the vicinity of the Roman Catholic cemetery at the Intaháza/Intapuszta part of Mesteri. Among the discovered features some were prehistoric, while others belonged to a pristine villa dated to the Roman Period, and to younger cemeteries used in the Arpadian Age or in the Late Middle Ages.

*The Arpadian Age cemetery was almost completely excavated: according to our estimations only 5–10 burials remained unearthed. Of the 318 burials 16 (5%) contained beads (**Table 1**). It clearly shows that mostly the burials of people deceased between the ages from infant I to adult (39 years) were fitted with bead necklaces. This statement holds true for 13 graves. Glass beads were given most probably to women, typically to younger ones. As for the other three burials, in one case (grave 29/2004) there is no anthropological sex characterization available, while in two other cases (graves 23/2003, 92/2004) the deceased were defined as males. It must be noted that in these two burials the beads were not found in a wearing position.*

In almost every case the glass bead necklaces belonged to women with silver jewellery. The five wealthiest, measured by the total weight of silver, were (in declining order): a lady with 12.05 grams of silver in grave 115/2004 (a perhaps disturbed double burial), followed by graves 40/2003, 29/2004, 86/2005, and 31/2005.

The survey map reveals that the glass bead necklace as a jewellery item was popular during the time period when the cemetery was in use, i.e., in the early Arpadian Age; and its presence, together with the silver items, marks the burials of the wealthiest.

*Several phenomena provide aid to the specification of the chronological position of the cemetery. Grave 8/2001, a child's burial, was fitted with symbolic animal offerings: the mandibula of a 3.5–4 year old cattle with teeth, a sheep or goat tibia by the child's shin, and a horse femur fragment under the body. According to László Révész this custom was in practice between 900–1070 AD. The presence of band rings with 'runes' (graves 42/2004, 20/2005, 20/2006), together with the jewellery items made of wire with square cross-section — like a simple ring in grave 26/2006 — point to the end of the 11th century AD. A ring made of spun wire with square cross-section, and an S-terminalled spun jewellery item were found in grave 124/2004. Jewellery made of wire with a square cross-section was in use from the turn of the 10/11th centuries to the mid of the 12th century AD. Altogether three coins were found, all of them in the eastern part of the cemetery. The denars of prince Bela and Ladislaus I date at least some burials and perhaps the cessation of the row cemetery to the second half of the 11th century AD. It cannot be ruled out however that the denars of Ladislaus I became interred later, only around the start of the 12th century. The pristine church and the churchyard might possibly be located south of this cemetery, on the territory of the recent graveyard that is still used occasionally (**Appendix Fig. 1**).*

*Ten glass beads have been examined using an electron microprobe attached with EDS in order to determine their chemical composition and micro-structure. By chemical composition the glass beads can be categorized into four distinct groups. These groups are well separated, as visible on the discrimination diagrams 'a' and 'b' on **Fig. 9**.*

*1, Group 1 consists of only one bead, from grave 92/2004 (**Fig. 1.1.**; sample ID MI16, **Tables 1–2, Fig. 3-4**). It is a typical soda-lime-silicate glass object, with the same colour as the well-known Roman HMT glass, and even its chemical composition is very close to the known range of that. Furthermore, as the Arpadian Age cemetery was established on top of a Roman Period settlement, and the MI16 bead is a stray find, it may be of Roman origin. But, as its shape is not characteristic to Roman beads, it is probably a contemporary product.*

*2, Group 2 contains two glass beads from grave 31/2005 (**Fig. 2.1–5, 7.**; sample ID MI29, MI30, **Tables 1–2, Figs. 2-3**), in good condition, with uncorroded surfaces and a bright yellow colour. Their material is high purity lead silicate glass. In Europe this type appeared first in territories North of Caucasus (Bayley 2009) during the 9th century AD, becoming popular in the Kievan Rus (Scsapova 1972), and spread to Central and North-Western Europe, to the territories of Poland and Germany, and later on, during the 10–11th centuries AD, to the British Islands as well (Bayley 2009). Similar beads were also found in the Carpathian Basin, at Borovce (Slovakia), in graves dated to the 10th century AD (Staššiková–Štukovská–Plško 1997), attesting that the type was in use here around the 10–12th centuries AD. But, because of the rather scarce and sporadic research in the area, it is difficult to tell how popular these beads in the Hungarian Kingdom might have been. Furthermore, specimens of the type may also appear in other regions of Europe, even if in lesser quantities; but this inequality of distribution is due perhaps only to differences in the research of the diverse areas. Looking from a broader perspective we can see that this type of glass was invented in China during the Han Dynasty (Dekówna 2015), spread over Korea and Japan, and in the Migration Period at the end of the 8th or beginning of 9th century reached Eastern Europe, and then continued its way to other parts of Europe.*

3, Three glass beads from graves 40/2003 and 115/2004 (**Fig. 1., 2-9.**; sample IDs: MI7, MI8, MI17, **Tables 1-2., Figs. 5-7.**) belong to Group 3, a lead potassium silicate glass type meagre in lead (PbO/SiO_2 rate approx. 0.5). They are highly weathered (corroded, devitrified), crizzled/cracked, and friable, with the material lacking its original translucency. The extended corrosion in this case is a result of the lack of CaO and the relatively low PbO content (25 wt%) (Dungworth & Brian 2006). Their original chemical composition was determined from a sample taken from an uncorroded part in the centre of one of the beads (MI17); its surprising characteristic is the almost complete lack of calcium (just above the measurement threshold). As the potassium content of potash glasses comes from wood ash that also contains large amounts of calcium, this deficiency may only be explained by supposing the leaching of the wood ash. This is rather surprising, as, according to our current knowledge, the practice of wood ash leaching was first introduced during the end of the Middle Ages. Another special characteristic of these three beads is the thin silver foil incorporated in their bodies (**Figs. 5-7.**). This lead-potassium-silicate glass bead type with an embedded silver foil is practically unknown in the Mediterranean and in Western and Northern Europe (Greiff & Nallbani 2008): several analogies are known from here for glass beads with silver foil, but none of those is made of lead potassium silicate glass. It must be noted though that in a study M. Spaer (1993) cites Ju. L. Shchapova's work on glass objects, with a kind of silver foiled lead glass bead type among them that was in use in the territory of the Kievan Rus for about 150 years during the 11th–12th centuries AD (Scsapova 1972). Regrettably, the exact chemical composition of their material is not published, but based on semi-quantitative analyses Shchapova posits that (among many other types) silver foiled lead-potassium-silicate glass beads were in use in the Kievan Rus — exactly the type the examples of which were identified in the archaeological record of Mesteri-Intapuszta. Therefore, the Kievan Rus looks a promising area for finding analogies. Also, the examples appearing in the territory of the Hungarian Kingdom probably originate in the Kievan Rus. This hypothesis is supported by the fact glassy objects made of this type of glass, according to Mecking (2013), are distributed over Russia, Ukraine, White Russia and Poland, actually on the territory of the historical Kievan Rus and its close vicinity. Therefore Mecking called this glass “Slavic lead glass”.

4, Four glass beads from grave 31/2005 (**Fig. 2: 1-5, 7.**; sample IDs MI20, MI21, MI23, MI24, **Tables 1-2., Figs. 3., 8.**) belong to Group 4, a lead potassium silicate glass group rich in lead (PbO/SiO_2 rate approx. 2.5). Three of the beads are yellowish, while the fourth (MI20) is almost black (**Fig. 3.**) as a result of its high iron content (4 wt%). All of them were too corroded to provide a sample for a determination of their original chemical composition; the analytical totals (**Table 2.**) vary between 86 wt% and 94 wt%, and, due probably to the high lead content (Dungworth & Brian 2006), none of the beads is crizzled/cracked (**Fig. 8.**). Their material also lacks calcium, providing additional indication for the leaching of wood ash being in practice at the time. Mecking (2013), who studied the same type of glass found in Germany, used $\text{Rb}_2\text{O}/\text{SrO}$ ratio for testing the hypothesis of ash leaching, and found supporting data. He called this type of glass “Central European lead–ash glass”, because it is distributed in Germany, Western part of Poland and Czech Republic. It is interesting that in the assemblage unearthed in Mesteri-Intapuszta both type of glasses, namely “Slavic lead glass” and “Central European lead–ash glass”, have been identified. This may be an indication that the Hungarian Kingdom in the 11th–12th centuries had trading connections with the Slavic areas and the mostly German inhabited areas as well.

A common feature of Groups 2, 3 and 4 is the lack of calcium; the material of the specimens in the two latest groups contained potassium but no calcium, which currently seems to be unparalleled in the period under study. High purity lead-silicate glass (Group 2) was widespread all over Europe in the period in question, although it was rare in Southern and Western Europe (but commonly used as glaze). Lead meagre lead-potassium-silicate glass (group 3) objects are known from the territory of the Kievan Rus (Scsapova 1972; Mecking 2013) and its surroundings, while lead-rich lead-potassium-silicate glass (group 4) is known in the area inhabited by mostly Germans. Our results prove the presence of both (sub)types in the territory of the Hungarian Kingdom in the 12th century AD, thus this paper is the first to report lead-potassium-silicate glass objects from this context. This glass type (both subtypes meagre and rich in lead) was in production probably only for a short period of time, and definitely reserves a deeper investigation. One of the most intriguing question whether this type of glass came from Far East together with the lead-silicate type, since it appeared in China from the 7th century (Gan 2009).

Appendix

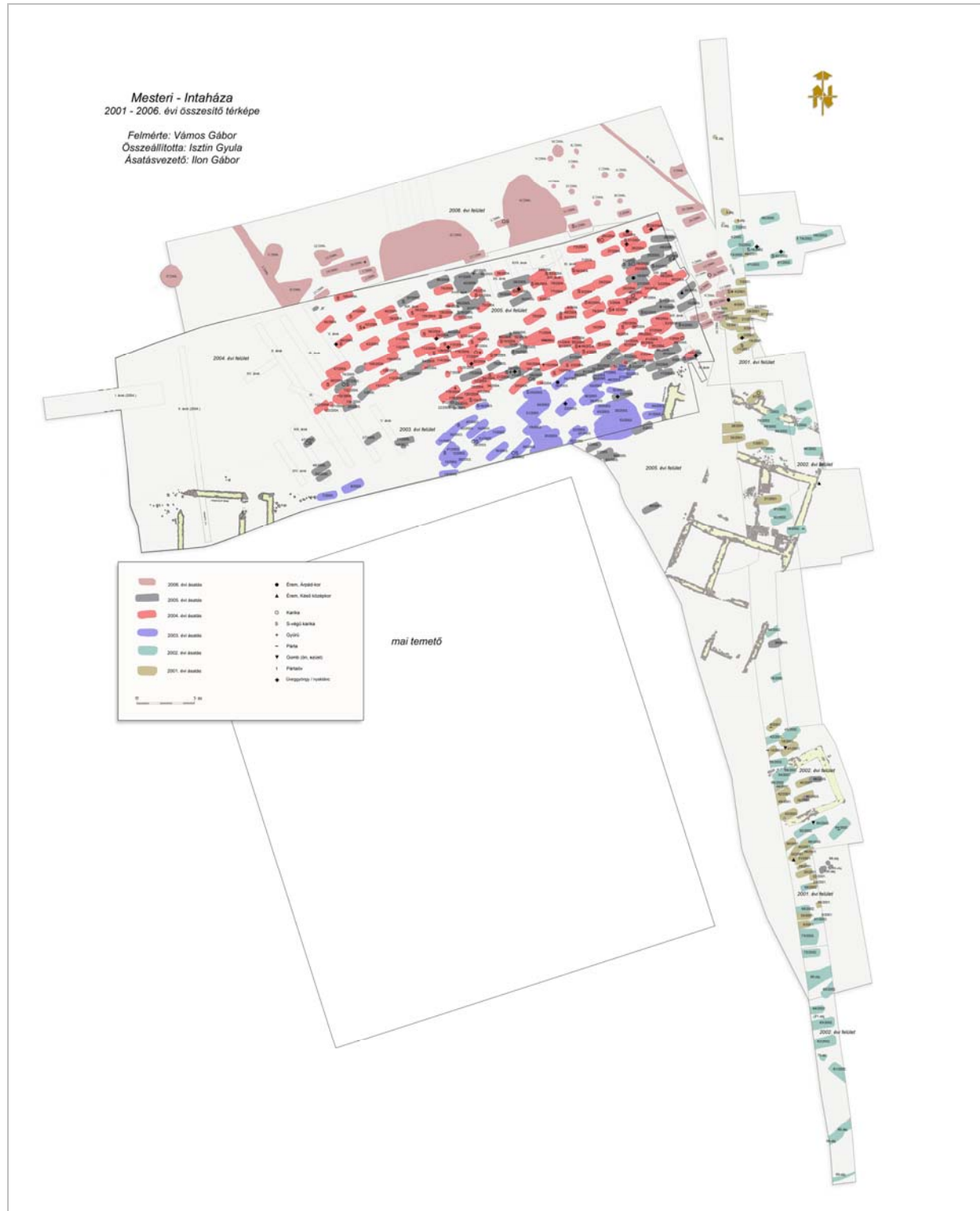
Sajnálatos módon az Ilon 2017. tanulmányba olyan temetőtérkép került, amelyről minden elemzett tárgytípust jelölő szimbólum hiányzott. Ezt itt pótolom (I.G.), és természetesen kiegészítettem a gyöngyök előfordulási helyével. ([nagyobb felbontásban](http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_appendix_1.jpg): http://www.ace.hu/am/2020_2/AM-2020-2-FI_appendix_1.jpg)

Appendix 1. ábra: Temetőtérkép az üveg és ezüsttárgy mellékletes sírokkal, Mesteri (Műszeres felmérés: Vámos G.; Térkép kivitelezése: Isztin Gy.)

Jelmagyarázat: ● – Árpád-kori érme; ○ – karika; S – S-végű karika; + – gyűrű; ◇ – üvegyöngy vagy nyaklánc.

Appendix Fig. 1.: Survey map of the cemetery at Mesteri with the indication of the graves with glass and silver objects. Survey by G. Vámos, map by Gy. Isztin.

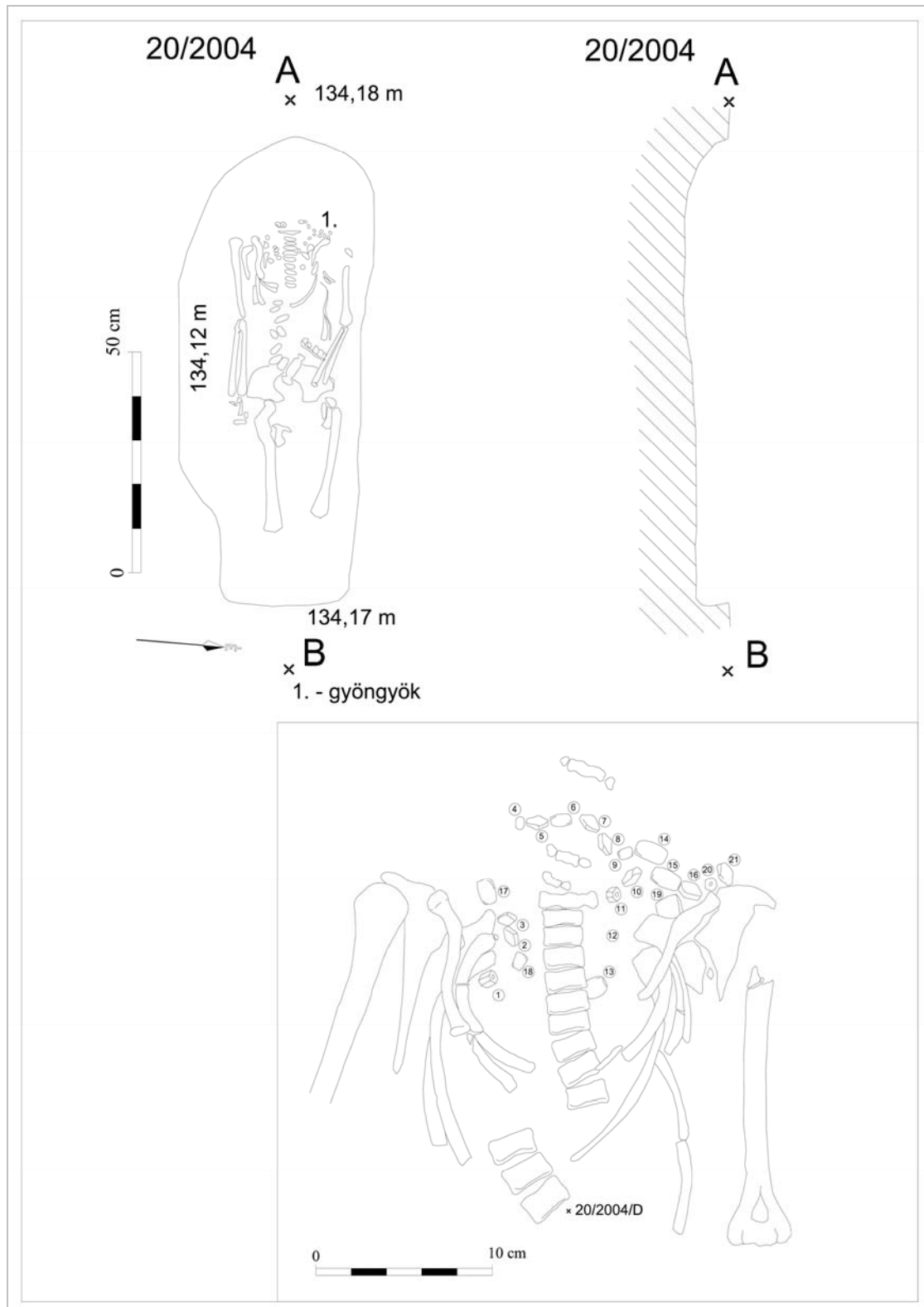
Legend: ● – coin dated to the Arpadian Age; ○ – ring; S – S-terminalled Lockenring; + – ring; ◇ – glass bead or necklace.



A főszöveg egysége miatt az összes gyöngyöt tartalmazó sír (lásd **1. táblázat, Appendix 1. ábra**) általános leírása és a leletanyaguk, köztük az üvegek leírása is ott olvasható. Az alábbi ábrákon szereplő sírok üveggyöngyeiből is megtörtént a mintavételezés. Ezek vizsgálata azonban még folyamatban van, és az eredmények csak a későbbiekben kerülnek publikálásra.

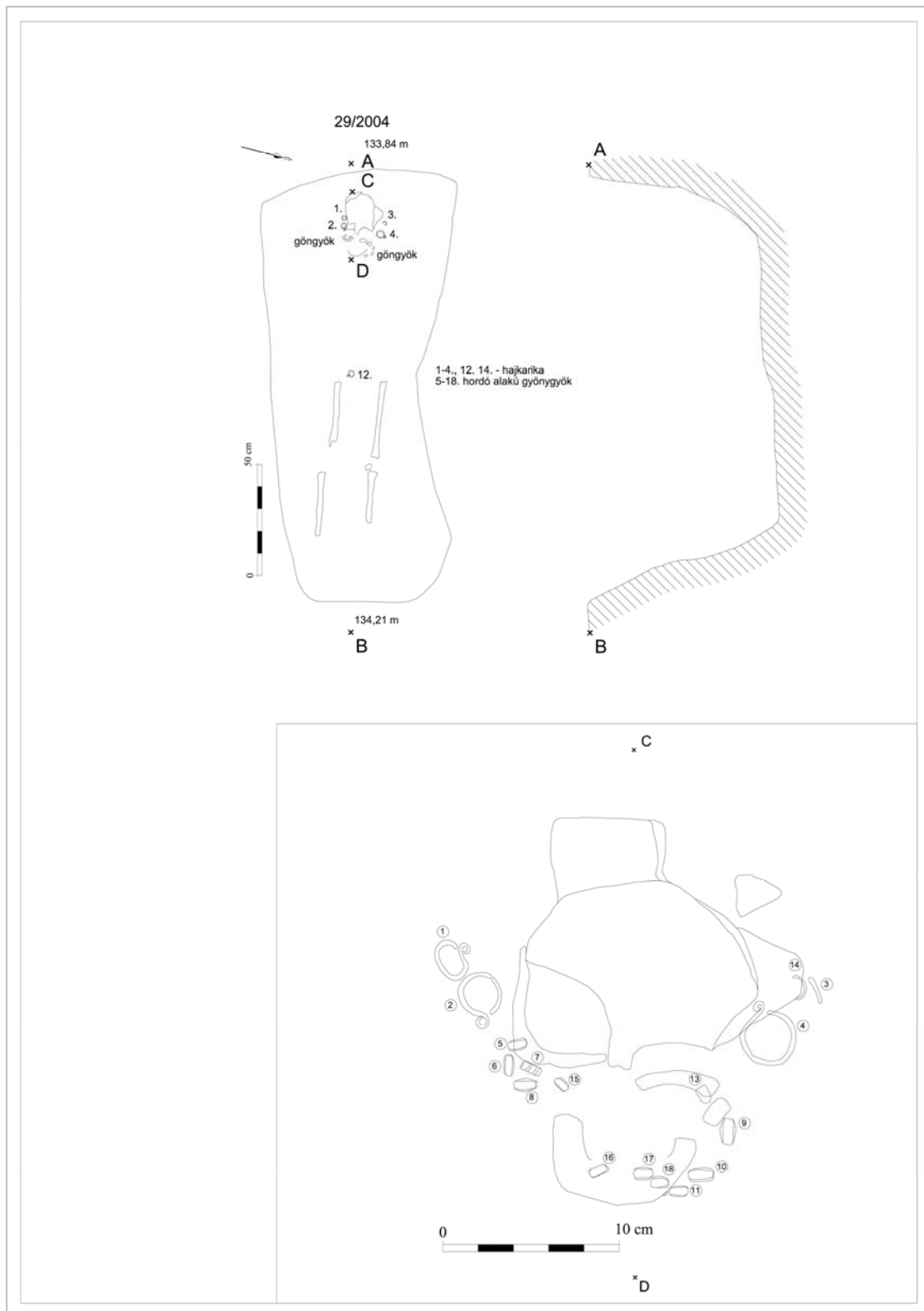
Appendix 2. ábra: A 20/2004. sír és *in situ* részletrajza a gyöngyökkel

Appendix Fig. 2.: Survey and section drawings of grave 20/2004, with a detail showing the *in situ* positions of the beads.



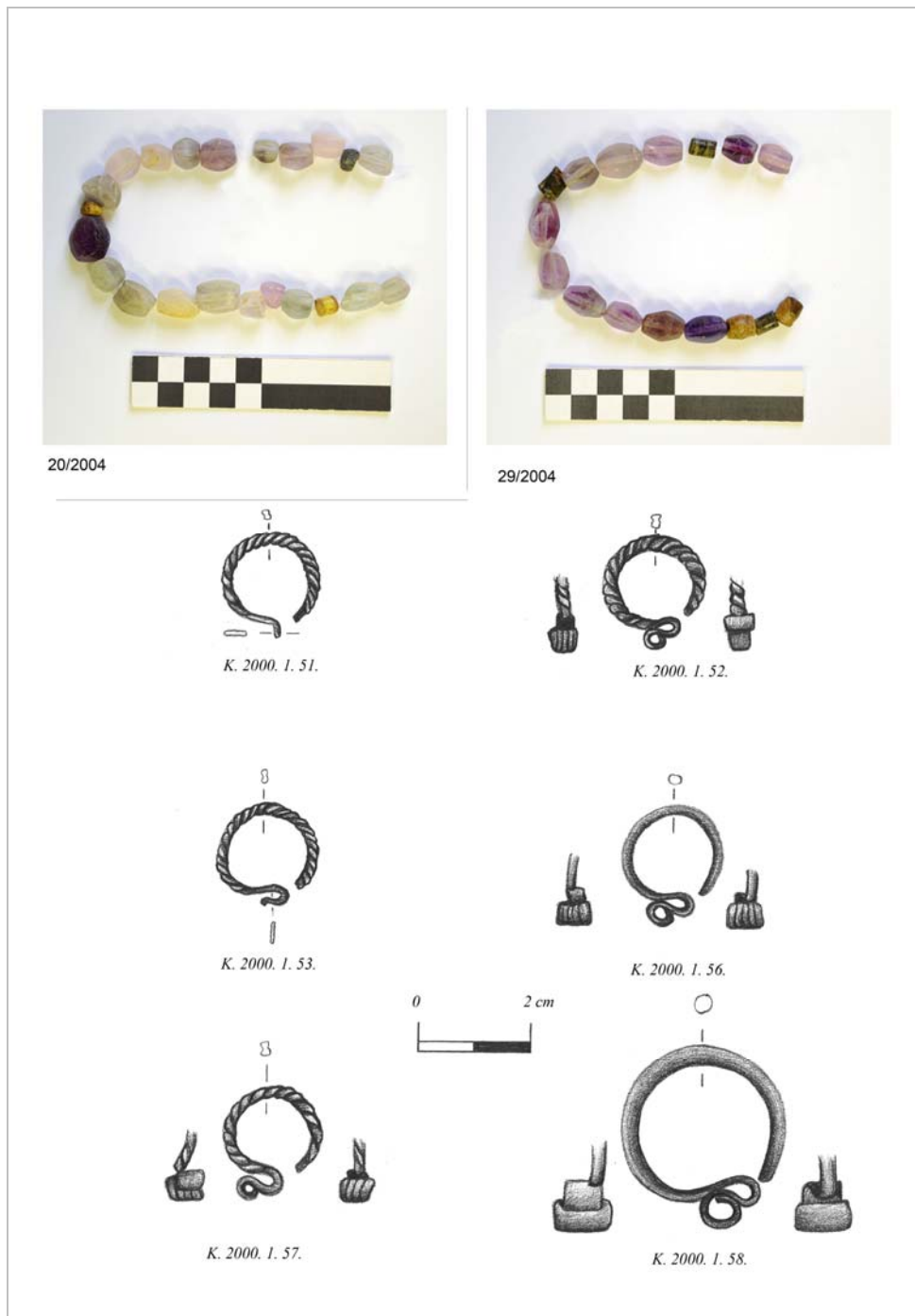
Appendix 3. ábra: A 29/2004. sír és *in situ* részletrajza a gyöngyökkel

Appendix Fig. 3.: Survey and section drawings of grave 29/2004, with a detail showing the *in situ* positions of the beads.



Appendix 4. ábra: 1: A 20/2004. sír gyöngysora, 2–8: A 29/2004. sír gyöngysora és ezüst ékszerei

Appendix Fig. 4.: 1: glass bead necklace from grave 20/2004; 2–8: glass bead necklace and silver S-terminalled Lockenrings from grave 29/2004.



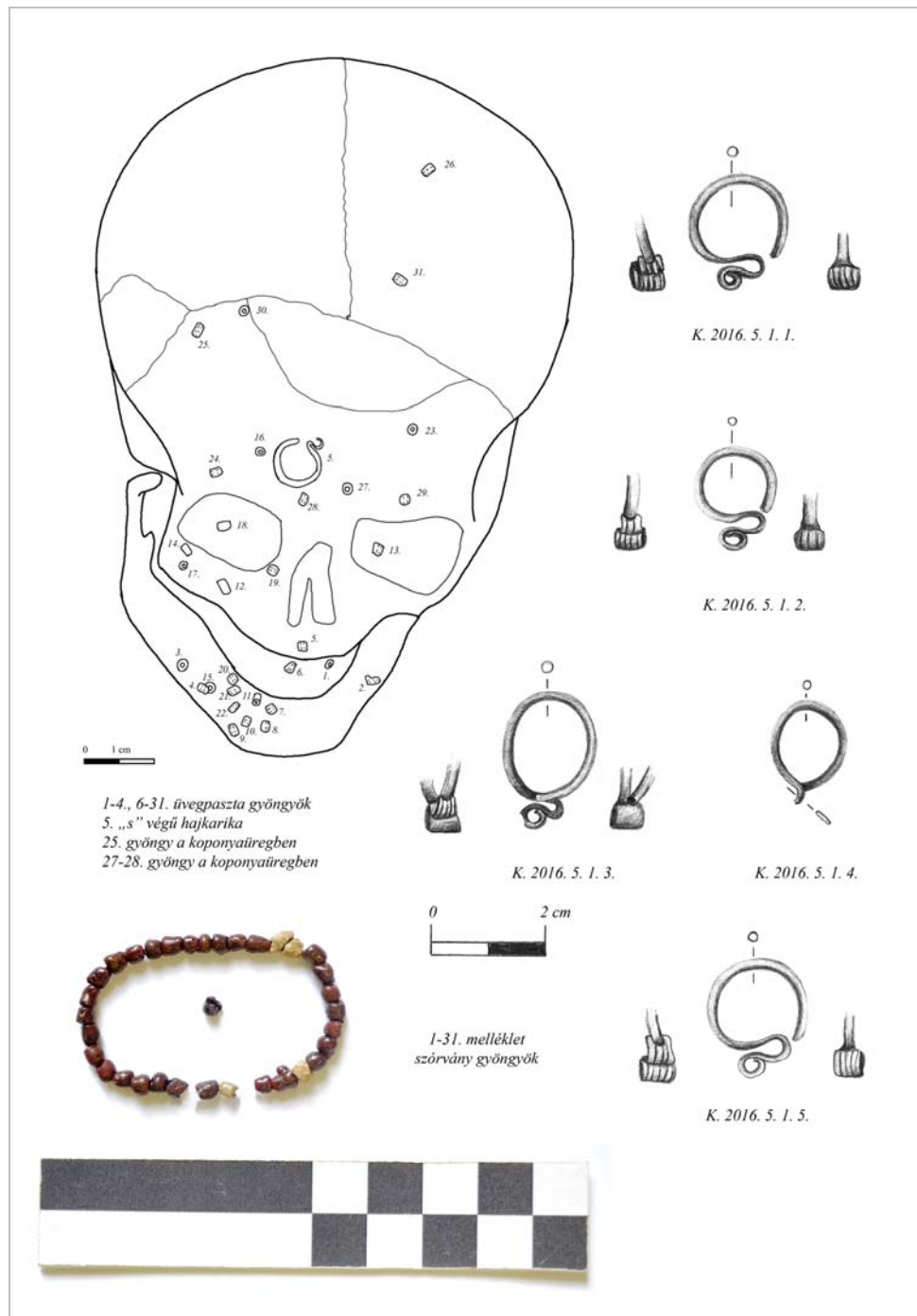
Appendix 5. ábra: A 44, 51, 68/2004. sír gyöngysora

Appendix Fig. 5.: Glass bead necklaces from 1: grave 44/2004, 2: 51/2004, and 3: 68/2004.



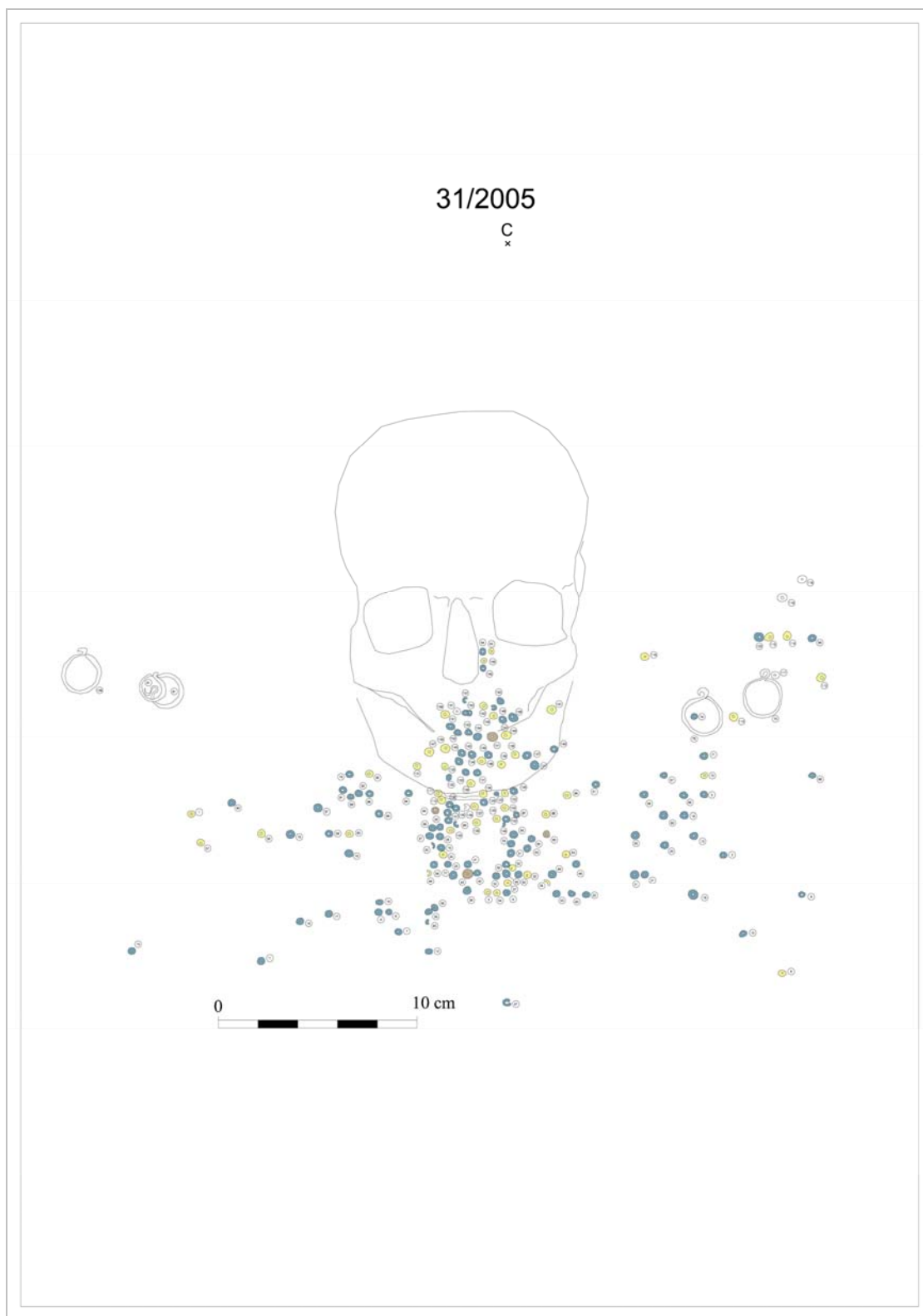
Appendix 6. ábra: A 7/2005. sír *in situ* részletrajza, ezüst ékszerei és gyöngysora

Appendix Fig. 6.: 1: Survey drawing detail of grave 7/2005 showing the *in situ* positions of the glass beads and silver Lockenrings; 2–7: silver S-terminalled Lockenrings and glass bead necklace from the grave.



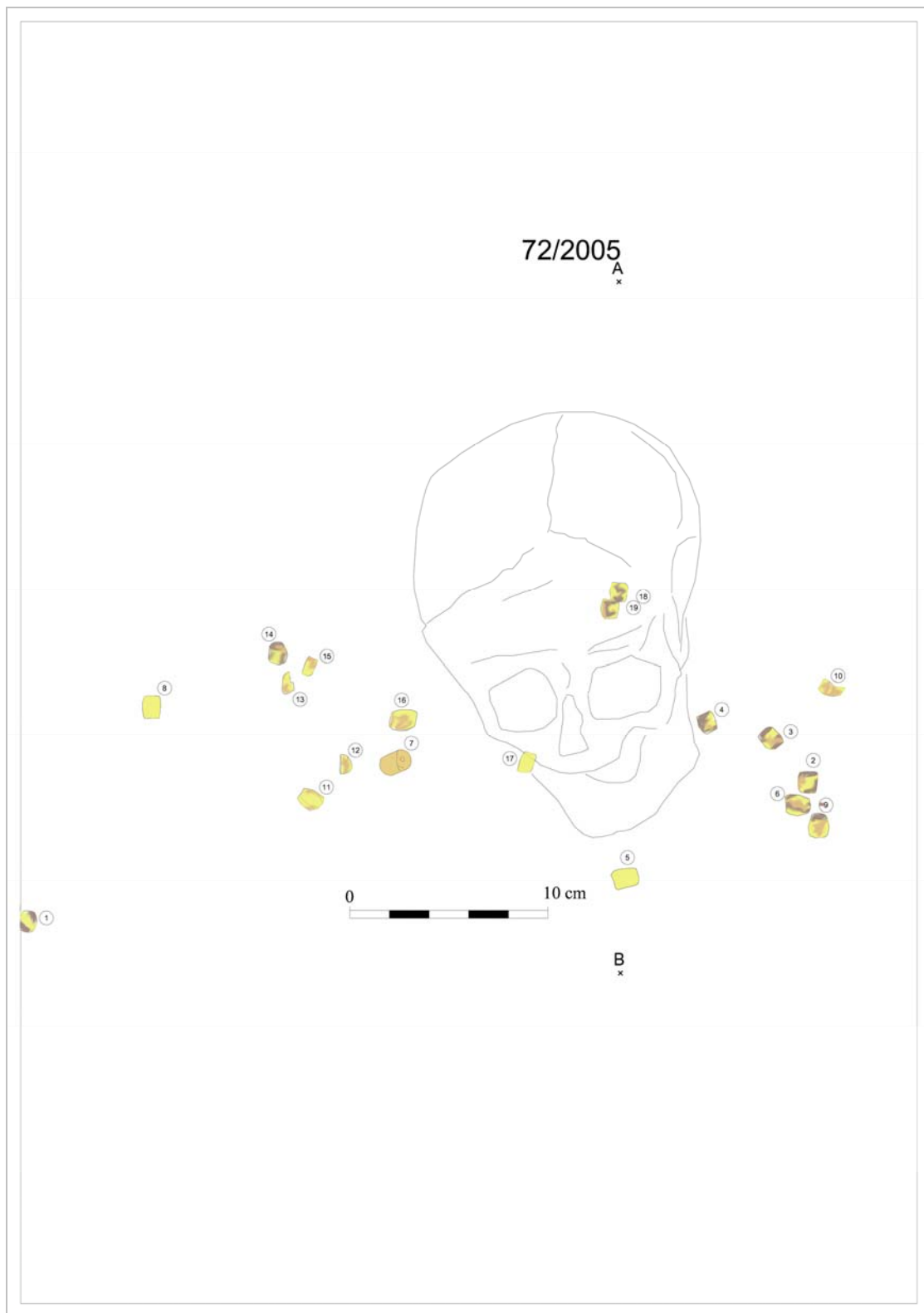
Appendix 7. ábra: A 31/2005. sír *in situ* részletrajza a gyöngyökkel

Appendix Fig. 7.: Survey drawing detail of grave 31/2005 showing the *in situ* distribution of the glass beads.



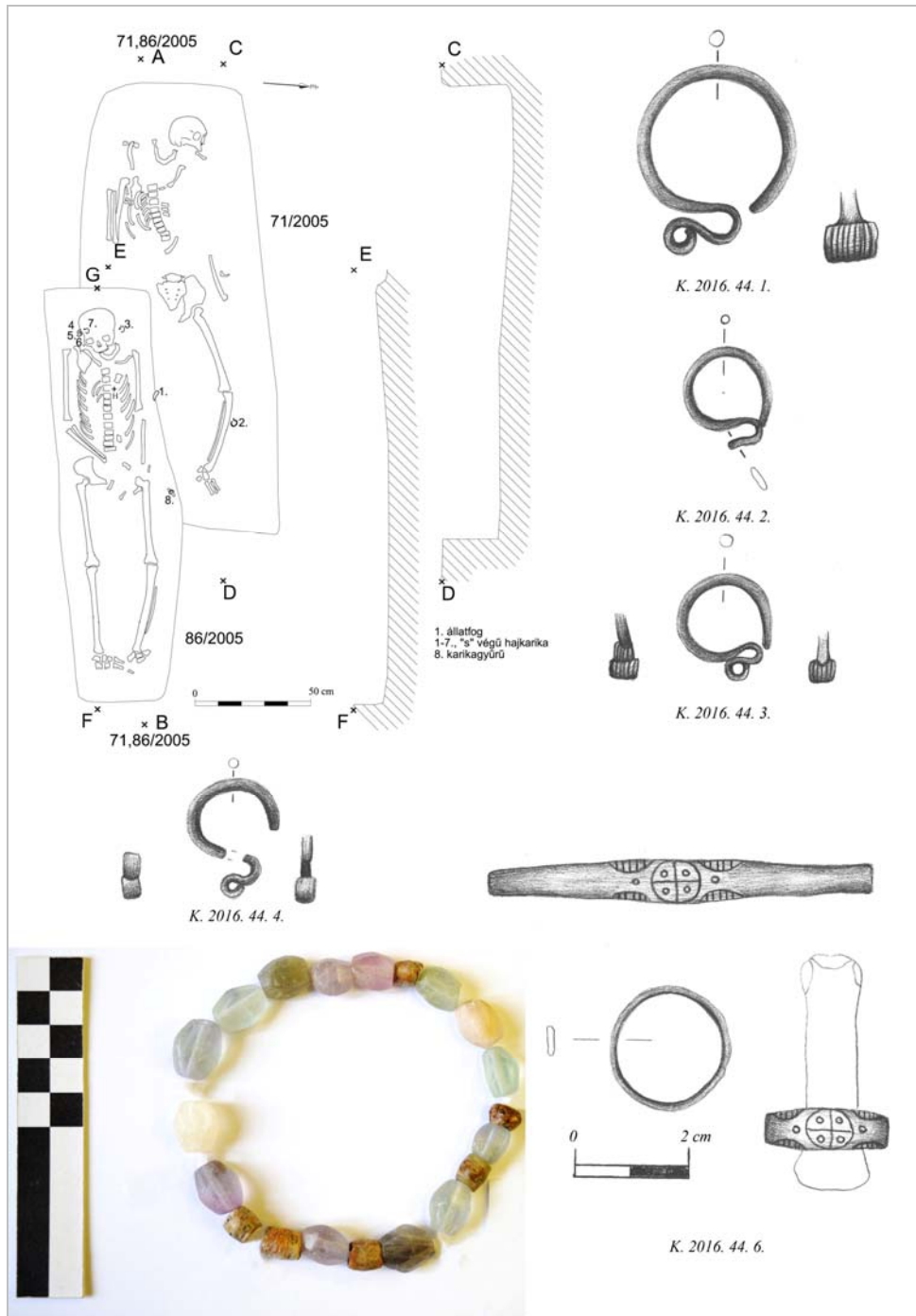
Appendix 8. ábra: A 72/2005. sír *in situ* részletrajza a gyöngyökkel

Appendix Fig. 8.: Survey drawing detail of grave 72/2005 showing the *in situ* distribution of the glass beads.



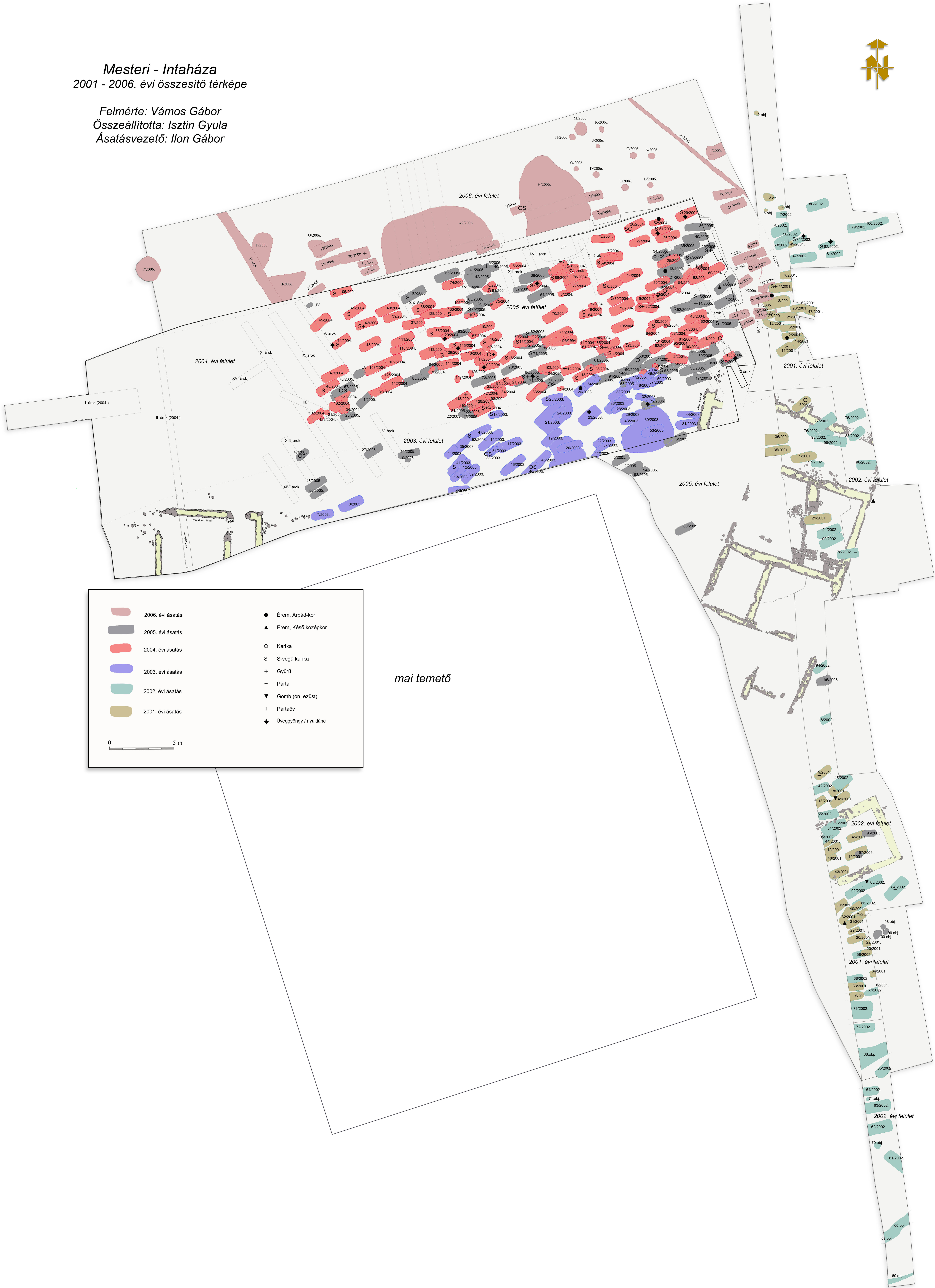
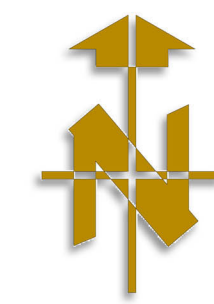
Appendix 9. ábra: A 86/2005. sír rajza, ezüst ékszerei és gyöngysora

Appendix Fig. 9.: 1: Survey and section drawings of grave 86/2005 (with grave 71/2005); 2–5: silver S-terminalled Lockenrings, 6: silver ring with runes, 7: glass bead necklace from grave 86/2005.



Mesteri - Intaháza
2001 - 2006. évi összesítő térképe

Felmérte: Vámos Gábor
Összeállította: Iszti Gyula
Ásatásvezető: Ilon Gábor



	2006. évi ásatás		Érem, Árpád-kor
	2005. évi ásatás		Érem, Késő középkor
	2004. évi ásatás		Kanika
	2003. évi ásatás		S - végű kanika
	2002. évi ásatás		Gyűrű
	2001. évi ásatás		Párta
			Gomb (ón, ezüst)
			Pártaöv
			Üveggyöngy / nyaklánc

0 5 m

mai temető

Table 1.: Basic data and archaeological context of the sampled beads

<i>Sample ID</i>	<i>Grave no.</i>	<i>Age at death, sex*</i>	<i>Bead type/s</i>	<i>Weight of silver items (g)**</i>	<i>Notes</i>
	2/2001.	<i>child, under 6 y.o.</i>	<i>glass</i>	-	
	74/2002.	<i>child, Inf. I/II</i>	<i>glass and fluorite</i>	2.25	
	82/2002.	<i>child, Inf. II.</i>	<i>glass</i>	2.39	
	23/2003.	<i>adult male and child</i>	<i>glass</i>	-	<i>the bead was not found in the original context</i>
MI7, MI8	40/2003.	<i>adult, undetermined</i>	<i>glass and fluorite</i>	8.46	<i>disturbed grave</i>
	20/2004.	<i>child, Inf. I/II</i>	<i>glass and fluorite</i>	-	
	29/2004.	<i>no data</i>	<i>glass, fluorite and silver foiled glass</i>	6.92	
	44/2004.	<i>child, Inf. II. or juvenis</i>	<i>silver foiled glass</i>	0.99	
	51/2004.	<i>child (?)</i>	<i>glass</i>	< 0.1	<i>not determined by anthropologist</i>
	68/2004.	<i>child, Inf. I.</i>	<i>silver foiled glass</i>	0.2	
MI16	92/2004.	<i>male, matusus</i>	<i>glass</i>	-	<i>the bead was found in the sabretache, i.e., in a secondary position</i>
MI17	115/2004.	<i>female, juvenis or adult (+female)</i>	<i>glass, fluorite and gold foiled glass</i>	12.05	<i>disturbed grave?</i>
	7/2005.	<i>child, Inf. II.</i>	<i>glass</i>	2.86	
MI20, MI21, MI23, MI24, MI29, MI30	31/2005.	<i>undetermined juvenis or adult</i>	<i>glass and silver foiled glass</i>	5.34	
	72/2005.	<i>child, juvenis</i>	<i>silver foiled glass</i>	-	
	86/2005.	<i>female, juvenis</i>	<i>fluorite and silver foiled glass</i>	6.57	

*Bötsch & Kovács 2007; ** Table 2 in Ilon 2017

ZRÍNYI-ÚJVÁR RÉGÉSZETI LELŐHELYÉN TALÁLT VASLELETEK ANYAGVIZSGÁLATAINAK EREDMÉNYEI

THE RESULTS OF MATERIAL TESTINGS OF IRON FINDS FROM THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF ZRÍNYI-ÚJVÁR*

BARTHA Tibor¹; TÖRÖK Béla²; BARKÓCZY Péter³ & PADÁNYI József⁴

¹Nemzeti Közszolgálati Egyetem – Katonai Műszaki Doktori Iskola, bartha.tibor@uni-nke.hu

²Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportja (ARGUM), bela.torok@uni-miskolc.hu

³Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportja (ARGUM), peter.barkoczy@gmail.com

⁴Nemzeti Közszolgálati Egyetem – Katonai Műszaki Doktori Iskola, padanyi.jozsef@uni-nke.hu

Abstract

During the last decade, numerous archaeological finds were unearthed at the site of Zrínyi-Újvár. These finds are of interest both to military historians and archaeometallurgists.

The majority of the assemblage including artillery and infantry balls (cannon balls, mortar bombs, musket balls) belongs to the Ottoman siege of the fortress in 1664. During the last excavation in 2017, some other finds, musket balls and nails were found in the well of the fortress. This study presents the material characteristics resulted by the examinations on iron finds carried out to date.

There is also an aim of the current study to reveal the production techniques of the artefacts, and to investigate the technological aspects of the examined iron finds from this period.

Kivonat

A Zrínyi-Újvár területén folyó régészeti kutatómunka eredményeként az elmúlt több mint egy évtized során számos olyan lelet került felszínre, amelyek hadtörténeti vonatkozásuk mellett archeometallurgiai szempontból is érdekességet jelentettek. Ezen leletek döntő többségét a vár 1664-es török ostromához köthető tüzérségi és gyalogsági lövedékek alkotják. De felszínre kerültek a 2017-ben feltárt várkút szerkezetéhez használt különféle ácszegek is.

Ebben a tanulmányban – mintegy összegzőként – az eddigi kutatások során előkerült tárgyak közül néhány vas leletmintát vizsgálati eredményeit mutatjuk be.

A vas tárgyakon végzett vizsgálatok során az volt az elsődleges cél, hogy a kémiai összetétel, valamint makro- és mikroszerkezet-vizsgálatok által választ kapjunk az alábbi kérdésekre: az egyes leletminták milyen anyagból és technológiával készültek, valamint, hogy az egyes mintáknál milyen azonosítható gyártási sajátosságokat lehet megállapítani vagy azokra következtetni.

KEYWORDS: ZRÍNYI-ÚJVÁR, IRON FINDS, MATERIAL TESTING, ARCHAOMETALLURGY, MACRO- AND MICROSTRUCTURE

KULCSSZAVAK: ZRÍNYI-ÚJVÁR, VAS TÁRGYAK, ANYAGVIZSGÁLAT, ARCHEOMETALLURGIA, MAKRO- ÉS MIKROSZERKEZET VIZSGÁLATOK

* How to cite this paper: BARTHA T.; TÖRÖK B.; BARKÓCZY P. & PADÁNYI J., (2020): Zrínyi-Újvár régészeti lelőhelyén talált vasleletek anyagvizsgálatainak eredményei / The results of material testings of iron finds from the archaeological site of Zrínyi-Újvár, *Archeometriai Műhely* XVII/2 157-170.

Bevezetés

Zrínyi-Újvár területén folyó kutatómunka eredményeként az elmúlt több mint egy évtized során számos olyan hadtörténeti szempontból fontos tárgy került felszínre, amelyek – történeti vonatkozásuk mellett – archeometallurgiai szempontból is érdekességet jelenthetnek. Ezen tárgyak döntő többsége Zrínyi-Újvár 1664-es török ostromához köthető tűzérési és gyalogsági lövedékek, illetve azok repeszei voltak. A régészeti kutatásból előkerült anyagok a kaposvári Rippl-Rónai Múzeumba, a hadszíntérkutatás anyagai a Hadtörténeti Intézet és Múzeumba kerültek. A területen zajló, átfogó régészeti kutatásokat Vándor László és Költő László vezetik, hadirégészeti kutatásaink ezt támogatják, ennek kiegészítő elemei. A régészeti kutatásokról szóló fontosabb publikációkat a felhasznált irodalmak között soroltuk fel (Vándor et al. 2018 és Vándor 2019).

A tárgyak kormeghatározását megkönnyítette, hogy a területen csupán egyszer, 1664-ben zajlott ostrom. Ezt követően a várat a török felrobbantotta, amelyet a későbbiek során sem építettek újra. Ezért bizonyos, hogy az emlékek, jól keltezhetően az ostromhoz és az azt megelőző évekhez kapcsolhatók.

Az elmúlt évtizedben a kutatási területről előkerült tárgyak döntő hányadát az ólomlövedékek, ágyúgolyók, mozsárbombák, és azok repeszei alkották. A kutatási területen talált tárgyaknak a vizsgálathoz való előkészítését, a vizsgálatokat és azok kiértékelését a Hadtudományi és Honvédtisztviselői Kar, valamint a Miskolci Egyetem Archeometallurgiai Kutatócsoportja (ARGUM) egy közös kutatás keretében hajtotta végre.

A kémiai összetételre, valamint makro-, és mikroszerkezetre irányuló vizsgálatok elsődleges célja a tárgyak alapvető anyagi tulajdonságainak meghatározása volt. Ezen felül fontos célkitűzés volt, hogy a vizsgálati eredmények által, lehetőség szerint minél pontosabb, részletesebb információkat kapjunk az adott tárgyak készítési, gyártási technológiájáról. Ez egyrészt új információk begyűjtését és elméletek megfogalmazását, másrészt korábbi feltételezések megerősítését jelentette.

Az elmúlt évtized vizsgálati szempontjából egy újabb fejezetet nyitott, amikor a 2017 áprilisában, a régészek által feltárt nyolcszögletű, mintegy 15 méter mély várkútból további, a vizsgálat témaköréhez kapcsolódó tárgyak kerültek a felszínre. A kútból nem csak az annak szerkezetét alkotó kútház-, és béléslemek, pallók, gerendák, valamint a kút ácsolatának egyéb elemei kerültek

elő, hanem a feltárás során a kútból kitermelt földben jelentős mennyiségben megtalálhatóak voltak a kút szerkezetének összeállításához használt kovácsolt szegek is.

Ennek köszönhetően 2018-ban a vizsgálatok kibővültek a kútfeltárás során előkerült, a kút építéséhez használt vasszegek archeometriai vizsgálataival.

A szerzők, jelen összegző tanulmánnyal, az elmúlt bő egy évtizedben előkerült vasleletek kiválasztott példányainak anyagvizsgálati eredményeit kívánják bemutatni. A részeredményekről megjelent fontosabb publikációkat a felhasznált irodalmak között soroltuk fel (Bartha 2013; Bartha 2017 és Barkóczy et al. 2012).

A most bemutatott vizsgálatokat 1 db 14 cm átmérőjű, tömör ágyúgolyón, 1 db félbe vágott mozsárbombán, 1 db mozsárbomba repeszen és 3 db vasszegezen végeztük el. A tömör ágyúgolyó a vár sáncától 200 m-re, keletre került elő, az egyik feltételezett török ágyúállás előtt. A mozsárbomba a vár árkából, a mozsárbomba repesze az ostromterületről, míg a vasszegek a kút feltárása során előkerült faanyagból valók.

Eredmények

Ágyúgolyó

Az ágyúgolyó egy kiálló darabjából vettünk kisméretű mintát, amelyből csiszolat készült. A minta vizsgálatát Zeiss AxioVert40 mikroszkóppal végeztük, a felvételek normál és polarizált fényben készültek. Az ágyúgolyót az **1. ábrán** az a. fénykép, annak mikroszerkezetét a b. fénykép mutatja.

A minta mikroszerkezetét vizsgálva megállapítható, hogy a szövetszerkezet teljes egészében megfelel a vas-karbon rendszer vas-grafit eutektikumának, ami 4,27tömeg% karbontartalomnál képződik a kristályosodás során. A mintában más fázist a grafiton és befoglaló mátrixon kívül nem lehetett látni. A mikroszerkezeti kép egyértelműen mutatja, hogy a mátrix anyaga nem homogén, polarizált fényben az is jól kivehető volt, hogy a mátrix apró szemcsékből áll. Nagyobb nagyításban a grafit mellett nem ferritet (az α -vas minimális karbontartalmú szöveteleme) találtunk, aminek egyensúlyban kellene lennie, hanem perlitet (ferrit és vas-karbid szabályos lemezes eutektoidja, 0,8% karbon-tartalomnál keletkezik 723°C hőmérsékleten a kristályosodást követő lehűlés során). A perlit kolóniák polarizált fényben is jól megfigyelhetők voltak.



1 ábra: (a) A vizsgált ágyúgolyó; (b) az ágyúgolyó mikroszerkezete

Fig. 1.: (a) The examined cannon ball; (b) the microstructure of the cannon ball

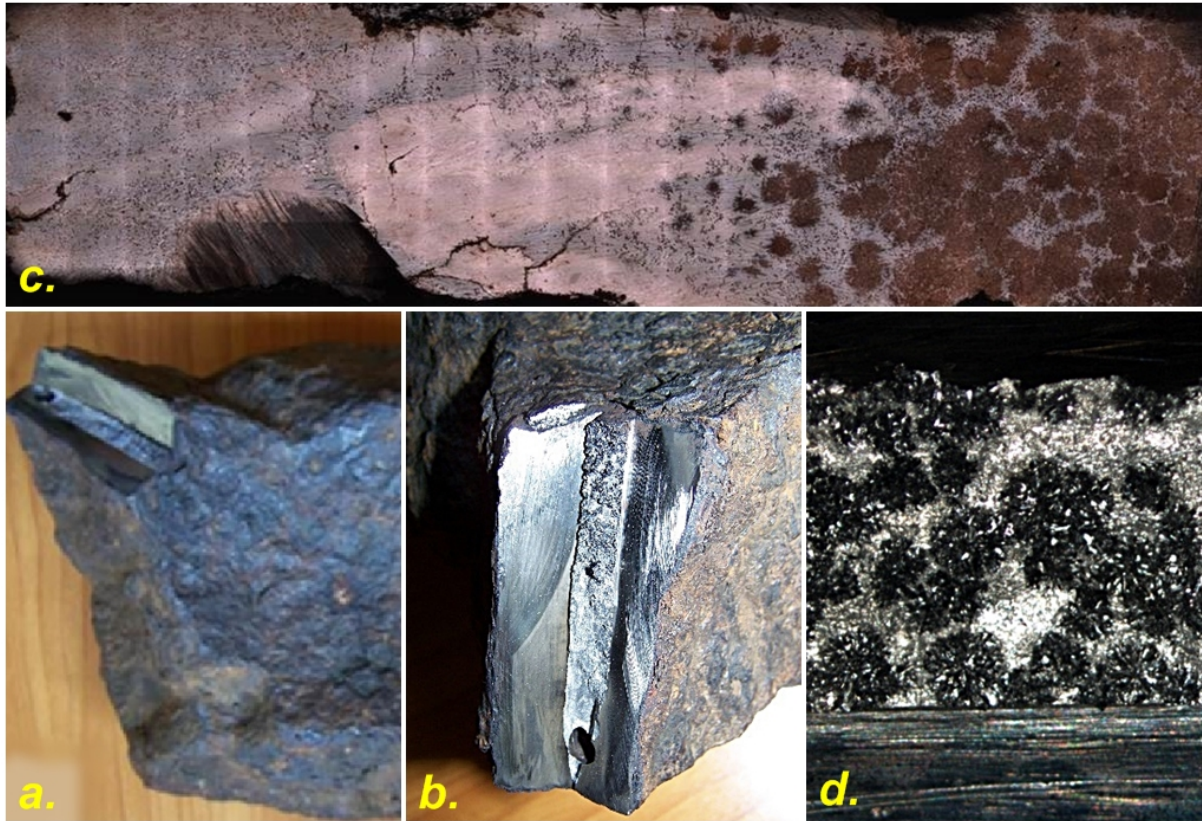
A szövetszerkezet vizsgálat alapján megállapítható, hogy az ágyúgolyó alapanyaga nagy valószínűséggel eutektikus összetételű (4,27tömeg% karbon). A mikroszerkezet alapján következtetni lehet arra, hogy az ágyúgolyó gyártói ismerték ezt az összetételt, miután ez a legalacsonyabb olvadáspontú vas-karbon ötvözet. Ebből és a tárgy jellegéből következik, hogy öntéssel készült. Az ágyúgolyó lassan hűlt, a kristályosodás egyensúlyban volt. Ellenben a hűlés nem elég lassan történt ahhoz, hogy a továbbiakban is egyensúlyi folyamat menjen végbe. Ekkor ugyanis ferritet kellene találnunk a grafit mellett. Ehhez a folyamathoz jelentős karbon diffúzió szükséges, amit – ha gyorsított hűtéssel akadályozunk – akkor az nem megy végbe. Ehelyett perlit kialakulása következik be. A hűlés a kristályosodás után elegendően gyors lehetett, mert sehol nem látható ferrit a mikroszerkezetben. Az így kialakult szövetszerkezetnek, és így az ágyúgolyónak magának is jóval nagyobb a szilárdsága, mint ha ferrit lenne a grafit mellett. Vélemelmezhetően ezzel az ismerettel is rendelkeztek az ágyúgolyó készítői. Ennek megfelelően az ágyúgolyót vagy olyan formába öntötték, ami biztosította számukra ezt a lehülési sebességet, vagy kibontották a golyót a formából, amikor megszilárdult és hagyták, hogy vörösszáz tartományából levegőn hűljön le. Visszatérve a kristályosodásra, – mint később a mozsárbombán és a repeszen is látható lesz – a kristályosodás nem egyensúlyban rideg, alakíthatatlan, a dinamikus

hatásoknak nem ellenálló szövetszerkezetet eredményez. Ebben az esetben vélhetőleg azért igyekeztek a grafitos kristályosodást elérni, hogy az ágyúgolyó a dinamikus hatásoknak jól ellenálljon és hatékonyan betöltse feladatát, a rombolást. Az ágyúgolyón jól kivehető az öntőforma osztósíkjának nyoma (Barkóczy et al. 2012).

Repsz

A mozsárbomba repeszből (**2a ábra**) töretminta és csiszolati minta készült. A töretet Zeiss Stereo Discovery v1.2 sztereo mikroszkóppal és Zeiss EVO MA 10 típusú scanning elektronmikroszkóppal (továbbiakban SEM) vizsgáltuk. A csiszolati mintát SiC-os csiszolóvásznon való csiszolást követően 3µm-es gyémánszemcséket tartalmazó polírozó pasztával políroztuk, majd az elkészült csiszolatot nitallal marattuk. A mikroszerkezetről Zeiss AxioImager M1m mikroszkóppal készültek felvételek.

A repeszből a mintavétel oly módon történt, hogy a külső felülettől a belső felületig láthatóvá váljon a minta mikroszerkezete (**2b ábra**). A mintáról készült mozaikképet a **2c ábra** mutatja. Ezen – de a **2b ábrán** is – jól látható, hogy a repesz belső és külső területe jelentősen eltér egymástól. A töretekéről készült felvételek szintén ezt erősítik meg. A **2d ábrán** eutektikus grafitfészkek láthatók a töretfelületen. Ebből következik, hogy a fénykép kerek sötét foltjait ugyancsak eutektikus grafit alkotja (Barkóczy et al. 2012).



2 ábra: (a) A mozsárbomba repesz; (b) a mintavétel helye a repeszen; (c) a repesz csiszolatáról készített mozaikkép. Jobb oldalon a bomba belső (lőport tartalmazó) részéhez közeli rész; (d) eutektikus grafitfészkek a töretfelületen

Fig. 2: (a) Fragment of mortarbomb; (b) place of sampling on the fragment; (c) mosaic micrograph of the sample of the fragment. The inside surface of the bomb can be seen on the right hand side (where the black powder was placed); (d) eutectic graphite colonies on the surface

Nagyobb nagyításban az is láthatóvá vált, hogy a külső felület közelében ledeburit (vas-karbon 2 tömeg% korbont tartalmazó szilárd oldatának és a vas-karbidnak eutektikuma. 4,3 tömeg% karbon-tartalomnál kristályosodik 1148°C-on) található kevés perlitté átalakult ausztenit (vas-karbon 2 tömeg% korbont tartalmazó szilárd oldata) dendrittel. Ebből következik, hogy a vizsgált repesz öntéssel készült, amire a tárgy jellege is utal. Az összetétele minimális értékkel kisebb, mint az eutektikus összetétel. Vélhetően a mozsárbomba készítői is ezen összetétel elérését tűzték ki célul. A ledeburit befoglaló mátrixa – ami körbe veszi az ausztenit rudakat, – vas-karbid, amelyek később a lehülés során perlitté alakultak át. Ez az elrendeződés nagy keménységet biztosít az anyagnak, ellenben törekeny, a dinamikus hatásokkal szemben nem vagy csak kevésbé ellenálló ötvözet jön létre. A mozsárbomba funkcióját tekintve, a készítőknél vélhetően egy ilyen mechanikai tulajdonságokkal rendelkező ötvözet kialakítása volt a céljuk. Nagy valószínűséggel a készítői is jól ismerték ezt a hatást. Ez a szövetszerkezet csak gyors hűtéssel jön létre, ezért jó hőelvonó képességű formába kellett önteni az öntöttvasat. A mozsárbomba kialakítását

figyelembe véve, a töltéshez alkalmazott üreget mag alkalmazásával kellett létrehozni, ami akkor sem vezet el elég hőt, ha jó hővezető. Ennek megfelelően a belső oldal felé egyre csökkenő lehülési sebesség mellett kristályosodik a fém-tömeg. Így a belső oldal felé haladva a fálvastagság 2/3-ánál megjelenik a perlittel körbe fogott grafit.

Mozsárbomba

A félbevágott mozsárbomba esetén, a bombafalából egy kb. 15x30 mm-es ékalakú minta került eltávolításra. Ebből a már ismertetett módon csiszolat készült, melyet AxioImager M1m mikroszkóppal vizsgáltunk. A mozsárbomba (3. ábra) falából kivett minta szinte mindenben megegyezett a repesznél látható mikroszerkezettel, azzal a különbséggel, hogy kevesebb ausztenit dendrit látható benne. Ebből arra lehet következtetni, hogy ugyanazzal a technikával készítették, mint a repeszt adó mozsárbombát (Barkóczy et al. 2012).



3. ábra: A mozsárbomba metszete

Fig. 3: Full section of mortar bomb

Vasszegek

Miután a vasszegeken is lehetséges volt a roncsolásos anyagvizsgálat, a leletekből mintákat vágunk ki a metallográfiai vizsgálathoz. A minták a vasszegek esetén vékony bakelitárcsával lettek kivágva, ügyelve, hogy azok ne melegedjenek fel kritikus mértékben. A mintákat mechanikusan csiszoltuk, majd políroztuk.

Az előkészített felületről optikai mikroszkópos felvételek és mozaikfelvételek is készültek a Miskolci Egyetem Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében, Zeiss AxioImager mikroszkóppal. Ezen kívül energiadiszperzív spektrométerrel felszerelt pásztázó elektronmikroszkópos (SEM-EDS) vizsgálatok is történtek.

A két kisméretű szeg esetében szabadon lehetett mintát venni, míg a nagy szeg esetében ügyelni kellett arra, hogy a tárgy a későbbiek során restaurálásra kerül. Emiatt a mintavételi stratégia az volt, hogy a kisméretű szegek esetén keresztmetszetben vizsgáljuk meg a szegek fejét és szárát, így elegendő információt kaphatunk a készítésechnikáról, így a nagyméretű szeg végéről vett kicsiny minta is elegendő, hogy meg lehessen foglalmazni annak készítési módját.

A **4. ábrán** látható két kisméretű, négyszög keresztmetszetű szeg hossza 86 mm és 82 mm, a nagyobb szeg hossza pedig 145 mm. A fekete nyilak a mintavételek helyeit mutatják, ahol a szegek keresztmetszete négyszög, méretük pedig 4x3 mm, illetve 5x4 mm. A piros nyíllal jelölt helyen (ahol a feltüntetett méret csupán tájékoztató jellegű) a szeg szárának geometriája szintén négyszög, keresztmetszete 8x6 mm.

A nagyobb szeg az egyik – nagy valószínűséggel a kútházhoz tartozó – faelem 25 mm átmérőjű hengeres csapjának biztosító szege volt (**5. ábra**).



4. ábra: A vizsgált vasszegek, a minták leválasztása után. A méretek az eredeti hosszra vonatkoznak.

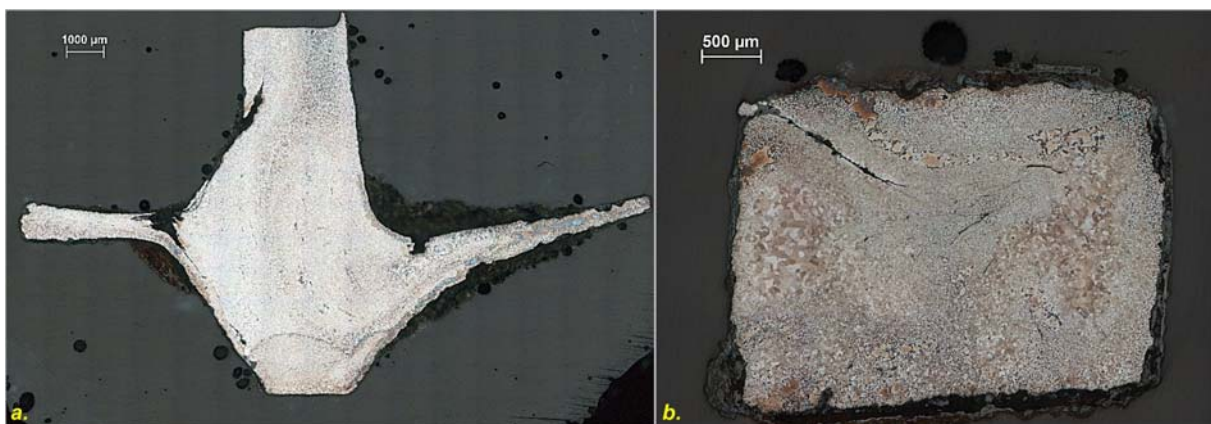
Fig. 4: The examined iron nails, after sampling. Dimensions refer to original length.



5. ábra: A nagyobb szeg, az eredeti fa szerkezeti elemekkel – a facsap és a szeg csapfuratból való kiemelését követően

Fig. 5: The bigger nail with the original wooden structural pieces – wooden peg and iron nail after taking out of the hole

A 86 mm hosszúságú szeg fejrészéről (**6a ábra**) és száráról (**6b ábra**) készültek felvételek. A mozaikfelvételek szemléletesen mutatják a szeg réteges szerkezetét. Látható, hogy különböző karbonattartalmú rétegek kerültek összekovácsolásra, és így alakult ki a réteges szerkezet.

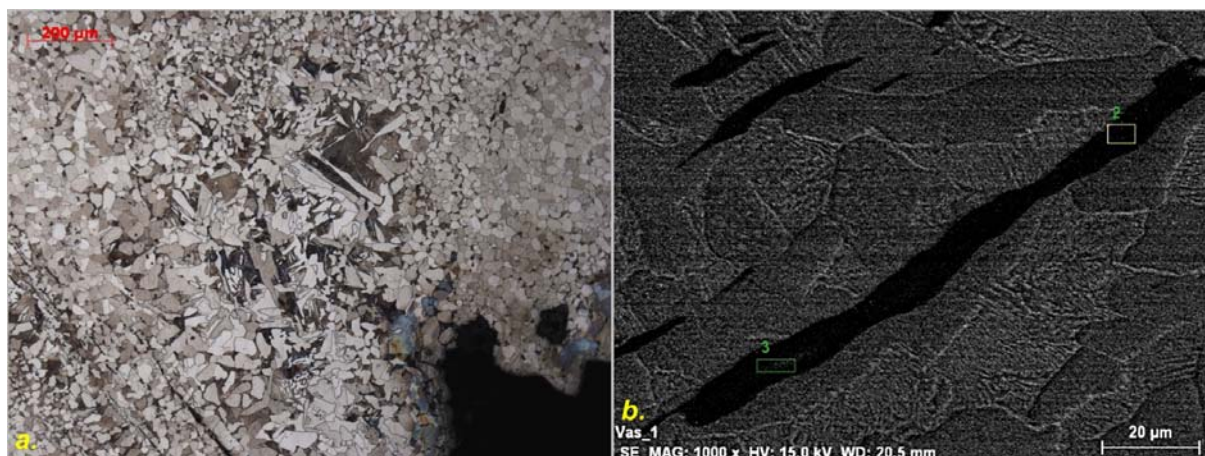


6a ábra: A 86 mm-es vasszeg fejrészéről készült mozaikfelvétel; **6b ábra:** A 86 mm-es szárának keresztmetszetéről készült mozaikfelvétel

Fig. 6a: OM-micrograph of the head of the 86 mm long iron nail; **Fig. 6b:** OM-micrograph of the shank of the 86 mm long iron nail

A teljesen perlitmentes, nagy szemcsés, ferrites területtől a ferrit-perlites sávokig többféle szövetszerkezetet találunk. A ferrit gyakorlatilag az α -vas minimális karbonattartalmú szöveteleme (gyakorlatilag lágyvas), a perlit pedig a ferrit és a cementit (vas-karbid, FeC_3) eutektoidja, az előzőnél keményebb szövetelem, nyilván magasabb karbonattartalommal. A minta nagyon heterogénnek bizonyult, így átlagos karbonattartalomról nemigen van értelme beszélni. Ami azonban szembetűnő, hogy jelentős mennyiségű karbonat tartalmazó területeket nem lehet látni, a teljes keresztmetszetekben a ferrit hányada mindenhol magas. A réteges szerkezetre az ad magyarázatot, hogy a primer alapanyagot, a karbonattartalom eloszlásában rendszerint heterogén, salakzárványokkal igencsak tarkított vasbucát előzetesen próbálták minél jobban homogenizálni. Ez azt jelenti, hogy a tömörített, salaktalanított bucát többször – akár 10-15-ször is – átkovácsolták, hajtogatták, közben kovács-hegesztették, a későbbi kívánt termék könnyebb kialakítását elősegítendő, vékonyabb rudat vagy lemezformájú előgyártmányt készítettek belőle.

Az is előfordult, hogy több vasbucá darabot kovácshegesztettek össze egy darabbá és azt homogenizálták többszörös hajtogatással. A késztermék – jelen esetben maga a vasszeg – elkészítésénél az újbóli felhevítéskor azonban gyakran előfordul, hogy a réteges szerkezet ugyan megmarad, de a kovácshegesztés nyomai diffúzió útján elmosódnak, eltűnnek. Vastagabb keresztmetszetű tárgyknál jellemző, hogy a belső részen még megmaradnak a kovácshegesztés nyomai a viszonylagosan vastagabb rétegeknél, a rétegek pedig a felszín felé egyre vékonyodnak. Így tehát, már maga az előgyártmány alapanyaga heterogén, réteges, amiből azután a szeget a kívánt szárhosszal és keresztmetszettel alakították ki.



7a ábra: A 86 mm-es vasszeg fejrészében, a fejrész „vállában” készült felvétel; **7b ábra:** A 86 mm-es vasszegben található hosszú, megnyúlt (2-es és 3-as számmal jelölt) zárványok SEM-EDS képe

Fig. 7a: OM-micrograph of the „shoulder part” of the head of the 86 mm long iron nail; **Fig. 7b:** SEM-EDS micrograph of elongated inclusion (Nr. 2 and Nr. 3) - 86 mm long iron nail

Főleg a fejről készült felvételen figyelhető meg az érdekes szerkezet, ahol durva és finomszemcsés területek láthatók együtt. Azokon a területeken, ahol sok a perlit (**7a ábra**), részleges ausztenítésből visszaalakuló szövetet látunk. Ez meleg kovácsolásra enged következtetni, ami jellemzőnek mondható hasonló tárgyak készítését tekintve. A részleges ausztenítés és visszaalakulás természetesen máshogy jelentkezik az eltérő karbon tartalmú területeken. A ferrites területeken szinte alig lehet észrevenni a hatását, egyedül a határok lekerekedett volta árulkodik erről. A ferrit-perlites területeken azonban együtt láthatjuk a nem ausztenitesedett és az ausztenit bomlásából keletkezett, valójában minőségében azonos szövetelemeket. Amire tekintettel kell lennünk, hogy az átalakulási hőmérséklet, főleg a perlit melletti ferriszemcsék esetében függ a közvetlen térfogat karbon tartalmától. Emiatt a lehülés a karbon tartalomtól függően más-más erélyességet jelent. Így találtunk a kis karbon tartalmú területeken szabályos szemcséket, mellette tús alakú, ún. Widmanstätten-ferritet a nagy karbon tartalmú, inkább perlites területek határára. A szövetszerkezetet tekintve az alakítási hőmérséklet 750°C és 800°C között lehetett, ami az izzított vas színskáláján a meggyiros fokozat, ahonnan az utolsó alakítási fázis után a tárgy szabad levegőn hűlt.

Érdekes kérdés a szeg fejrészének kialakítása. A fejrészben a szárhoz hasonlóan réteges szerkezetet lehet megfigyelni. A szár jobb oldalán sokkal több a perlit, azon az oldalon a fejrészben is több perlit látható. A fejrész bal oldala szinte teljesen ferrites, akárcsak a szár esetében.

1. táblázat: A 86 mm-es vasszeg alapanyagának elemösszetétele.

Table 1.: Chemical composition of the 86 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,59	2,61
O	1,15	3,82
Fe	98,26	93,56
Total	100,00	100,00

Ha a rétegek futását, mint szálfutást tekintjük, akkor látható, hogy a szár szálfutása egy visszazömülésből eredő kihajlást mutat a fejrészben, és jobb oldal felé hajlik vissza, ahol a fejrész csatlakozása hosszabb és több anyagot tartalmaz. Ez alapján a fejrész kialakításának technológiájaként a zömítést nevezhetjük meg, amely évszázadokon át bevett módszer volt a szegkészítésnél. A SEM-EDS elemzés vason és karbonon kívül nem mutatott ki más elemet a szeg anyagában (1. táblázat).

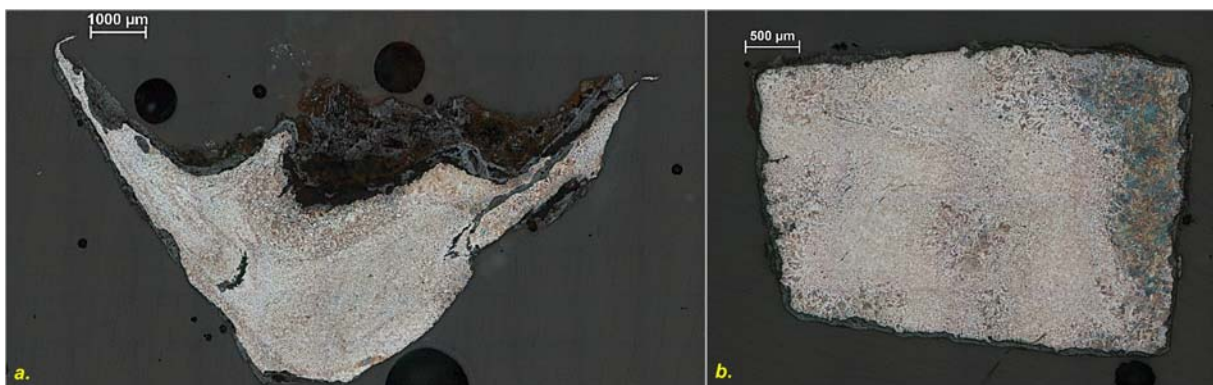
Az anyagszerkezetben viszonylagosan kevés, az alakítás irányában hosszban megnyúlt zárvány volt látható (**7b ábra**). Az **2. és 3. táblázatokban** látható EDS-elemzésekből kiderül, hogy a zárványoknak igen nagy a vas-oxid tartalma. A kohósítás salakjaira általában jellemző fayalit ($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$) itt vélhetően nem domináns, ezek a zárványok a jellemzően Ca-Fe-szilikátos kovácssalakok jellemző összetételét mutatják, ahol jelentős a wüstit fázis (FeO). A viszonylagosan kis mennyiségű alumínium, magnézium és kálium minden bizonnyal komplex oxidok összetevői.

2. táblázat: A 86 mm-es vasszegben kiválasztott zárvány 2-es területének összetétele (EDS-elemzés).

Table 2.: Compositions of the inclusion (Nr.2) in the 86 mm long iron nail (EDS analysis)

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,06	0,19
O	10,40	24,31
Mg	3,68	5,66
Al	3,32	4,60
Si	10,24	13,63
K	1,09	1,04
Ca	10,99	10,25
Fe	60,22	40,31
Total	100,00	100,00

A továbbiakban a 82 mm hosszúságú (kisebb), illetve a 145 mm hosszúságú (nagyobb) vasszeg vizsgálatánál alapvetően a 86 mm-es szegnél kiemelt jellegzetességekhez való hasonlóság, vagy attól való eltérés kerül elemzésre. A 82 mm hosszú szeg fejrészének (**8a ábra**) és szárának (**8b ábra**) tanulmányozásakor még jellegzetesebben mutatkozik a réteges szerkezet, illetve az előgyártmány homogenizálása folytán kialakult speciális szövetszerkezet. Néhol kiterjedt diffúziós zóna látható a kis és nagy perlit-tartalmú sávok között, máshol pedig ez a zóna nagyon keskeny. A nagy diffúziós zóna a bucában kialakult karbon-diffúzióra, a keskeny diffúziós zóna pedig a homogenizáló hajtogatásnál kialakuló határokon a kovácsolás melegeiben meginduló diffúzióra vezethető vissza.



8a ábra: A 82 mm-es vasszeg fejrészéről készült mozaikfelvétel; **8b ábra:** A 82 mm-es vasszeg szárának keresztmetszetéről készült mozaikfelvétel

Fig. 8a: OM-micrograph of the head of the 82 mm long iron nail; **Fig. 8b:** OM-micrograph: of the shank of the 82 mm long iron nail

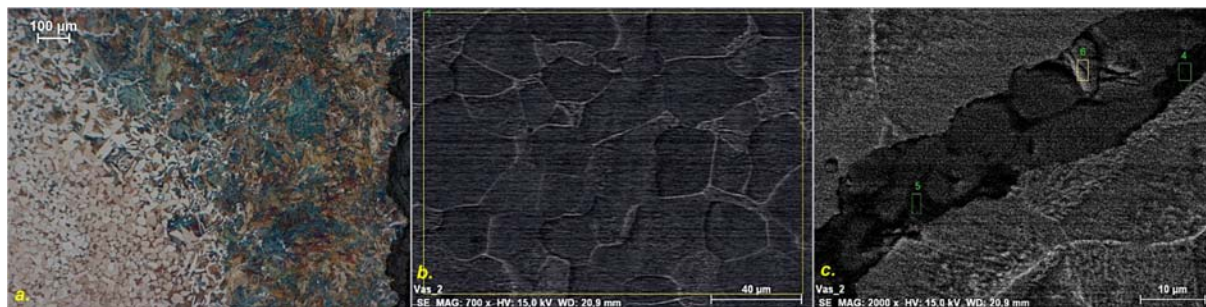
3. táblázat: A 86 mm-es vasszegben kiválasztott zárvány 3-as területének összetétele (EDS-elemzés).

Table 3.: Compositions of the inclusion (Nr.3) in the 86 mm long iron nail (EDS analysis)

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,23	0,74
O	9,80	23,55
Mg	2,83	4,48
Al	2,47	3,52
Si	9,30	12,74
K	0,62	0,61
Ca	10,55	10,12
Fe	64,21	44,23
Total	100,00	100,00

Ebben a szegben is megtalálható annak nyoma, hogy csak félig ausztenitesedett állapotban történt a kovácsolás (**9a ábra**). Ez esetben is a szabad lehülésre találunk bizonyítékokat a ferrit-perlites területeken.

A 82 mm-es szeg szövetszerkezetében tisztán látható, hogy szeg fejrészének kialakítása a saját anyagának zömítésével történt. Ebben a szegben már találunk teljesen perlites területet is, amit az előző esetben nem fedeztünk fel. A mikroszerkezet ez esetben is heterogén, így nem célravezető átlagos karbon tartalmat meghatározni. A SEM-EDS elemzés (**9b ábra és 4. táblázat**) ebben a szegben sem mutatott ki számottevő szennyezőt, tulajdonképpen szinte tiszta vas-karbon ötvözzel állunk szemben.



9a ábra: A 82 mm-es vasszeg szár keresztmetszetéről készült felvétel; **9b ábra:** A 82 mm-es vasszeg jellemző szövetszerkezetének SEM-képe; **9c ábra:** A 82 mm-es vasszegben található hosszú, megnyúlt zárványok (4-6. számokkal jelöltek) SEM-EDS képe

Fig. 9a: OM-micrograph of cross-section of the shank - 82 mm long iron nail; **Fig. 9b:** SEM-micrograph of the typical microstructure of the 82 mm long iron nail; **Fig. 9c:** SEM-EDS micrograph of elongated inclusions (Nr. 4 - Nr. 6) - 82 mm long iron nail

4. táblázat: A 82 mm-es vasszeg alapanyagának elemösszetétele.

Table 4.: Composition of 82 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,62	2,8
Fe	99,38	97,2
Total	100,00	100,00

5. táblázat: A 82 mm-es vasszegben kiválasztott zárvány 4-es területének összetétele

Table 5.: Composition of the inclusion (Nr.4) - 82 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,13	0,36
O	19,57	38,88
Al	5,03	5,92
Si	16,64	18,60
P	0,98	1,00
K	5,12	4,16
Ca	4,65	3,69
Mn	2,30	1,33
Fe	45,77	26,05
Total	100,00	100,00

6. táblázat: A 82 mm-es vasszegben kiválasztott zárvány 5-ös területének összetétele

Table 6.: Composition of the inclusion (Nr.5) - 82 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,29	0,68
O	26,71	47,88
Mg	0,94	1,11
Al	5,21	5,54
Si	16,15	16,49
P	0,77	0,71
K	4,54	3,33
Ca	4,60	3,29
Mn	1,63	0,85
Fe	39,16	20,11
Total	100,00	100,00

Mind a készítése technológiát, mind az anyag alapvető mikroszerkezeti sajátosságait tekintve a két szeg jelentős mértékben hasonlít egymásra.

A 82 mm-es szeg szerkezetében is megjelentek az alakítás irányában megnyúlt zárványok, azonban kisebb, gömbös – azaz nem torzult – formában lévő zárványok is megfigyelhetők. Egy vizsgált zárvány maratás által feltárt mikroszerkezetében két fázis különböztethető meg egyértelműen. Mindkét terület SEM-EDS elemzése megtörtént (**9c ábra és 5-7. táblázat**).

7. táblázat: A 82 mm-es vasszegben kiválasztott zárvány 6-os területének összetétele

Table 7.: Composition of the inclusion (Nr.6) - 82 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	1,12	3,35
O	20,81	46,58
Fe	78,07	50,06
Total	100,00	100,00

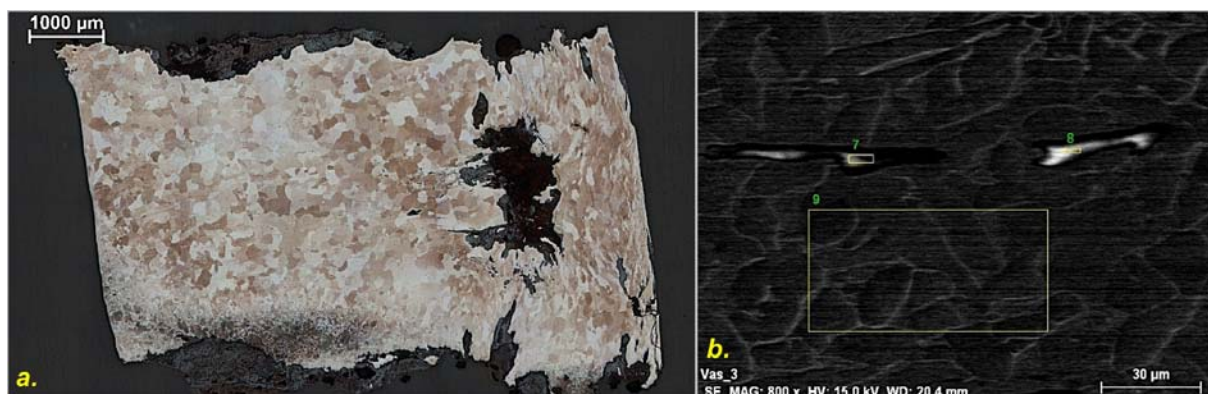
8. táblázat: A nagy (145 mm) vasszeg alapanyagának elemösszetétele

Table 8.: Composition of 145 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,46	2,10
Fe	99,54	97,90
Total	100,00	100,00

A világos fázis gyakorlatilag csak vasoxidból áll. A befoglaló sötét fázisban hasonló összetételt találunk, mint a 86 mm-es szeg esetében, annyi eltéréssel, hogy a szilíciumtartalma nagyobb, és kevesebb kalcium mérhető benne. Mindemellett ez a zárvány is kovácssalak maradványaként kezelhető, ugyanis a nagy vas-oxid tartalom erre utal. A salakzárványok bázikusságának (CaO/SiO₂) változásához, azaz a zárványok egymáshoz képest tapasztalható bizonyos mértékű heterogenitásához hozzájárulhat az egykori kovács salakképző adalék anyagának egyedi mértékű használata is.

A vizsgálati stratégia szerint a legmondosabban és a legkisebb minta a nagy szegből került kivételre. Ez esetben összehasonlításként alapvetően alkalmaztuk az előző két, rövidebb szeg vizsgálatánál szerzett tapasztalatokat. Csak a szár végéről került keresztmetszeti minta kivételre, a szeg hegyéhez közel, hogy könnyen restaurálható legyen. Ez persze azt is jelenti, hogy a minta nem minden szempontból reprezentatív, azonban így is megfelelő mértékben tükrözi a vizsgálat szempontjából fontos jellemzőket. A nagy szeg mozaikképén (**10a ábra**) a keresztmetszet jelentős részében nagy szemcsés ferrit figyelhető meg, ami alacsony karbontartalomra utal. A keresztmetszet alsó részében látható egy nagy karbontartalmú réteg, ami jól párhuzamba állítható az előzőleg vizsgált szegeknél leírtakkal. A keresztmetszet jobb oldalán nyújtott szemcsék figyelhetők meg, amelyeknek hossz tengelyük az adott oldallal párhuzamos. Ez mérsékelt meleg, esetleg hideg alakításra utal. A nyújtott szemcseforma vélhetően a szeg készítésekor alakult ki, de az sem kizárható, hogy a tárgy használatánál keletkezett, már hideg állapotban. A keresztmetszet jobb oldalán zárványsorokkal tarkított üreg látható, amely a készítés alatt keletkezhetett és az egyszerű, valószínűleg egyszerre nagyobb számban elkészítendő termék viszonylagosan gyors, egyszerű és nem különösebben alapos kovácsolásáról árulkodik. Ami bizonyos, hogy a készítésestechnológia azonos a másik két szeg esetében látottakkal. A SEM-EDS elemzés ebben az esetben is tiszta, egyéb ötvözők nélküli vas-karbon ötvözetet mutat, amiben a szennyezők jelenléte nem jelentős (**8. táblázat**).



10a ábra: A nagy (145 mm) vasszeg keresztmetszetéről készült mozaikfelvétel; **10b ábra:** A nagy (145 mm) vasszegben található hosszú, megnyúlt zárványok (7-9. számokkal jelöltek) SEM-EDS elemzése

Fig. 10a: OM-micrograph of the shank of the 145 mm long iron nail; **Fig. 10b:** SEM-EDS micrograph of elongated inclusions (Nr. 7 - Nr. 9) - 145 mm long iron nail

9. táblázat: A nagy (145 mm) vasszegben kiválasztott zárvány 7-es területének összetétele

Table 9.: Composition of the inclusion (Nr.7) - 145 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,01	0,02
O	28,60	50,12
Mg	1,58	1,82
Al	3,62	3,76
Si	14,44	14,42
P	0,54	0,49
K	3,59	2,57
Ca	14,40	10,08
Mn	3,84	1,96
Fe	29,38	14,75
Total	100,00	100,00

10. táblázat: A nagy vasszegben kiválasztott zárvány 8-as területének összetétele

Table 10.: Composition of the inclusion (Nr.8) - 145 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,83	1,92
O	28,03	48,55
Mg	2,57	2,93
Al	2,67	2,74
Si	14,84	14,64
P	0,53	0,48
K	2,88	2,04
Ca	15,47	10,70
Mn	4,12	2,08
Fe	28,06	13,92
Total	100,00	100,00

11. táblázat: A nagy vasszegben kiválasztott zárvány 9-es területének összetétele

Table 11.: Composition of the inclusion (Nr.9) - 145 mm long iron nail

Elem	C [tömeg% / wt%]	C [atom% / at%]
C	0,97	4,34
Fe	99,03	95,66
Total	100,00	100,00

A nagy szeg vizsgált keresztmetszetében főleg az üreghez közel lehetett zárványt találni. Az elemzés eredményei a **10b ábrán** és a **9-11. táblázatokban** láthatók. A zárványvizsgálat SEM-EDS eredményei az előző két, kisebb szegnél tapasztalt összetételekhez képest jóval kisebb vastartalmat mutattak, kis mértékben nagyobb Si-tartalommal, de ugyancsak magas Ca-tartalommal. Az SEM-EDS eredmények által reprezentált relatíve magas CaO/SiO₂ bázikusság nem vall a kohósításból eredő salak zárványára. Valószínűleg ezek is kovácssalakok maradványai, amelyek nagyobb arányban tartalmazzák a salakképző-folyósító anyagot.

Néhány technológiatörténeti ábrázolás

A három szeg készítése technikája azonosnak mondható, és az alapanyagkészítés gondossága is nagyon közel áll egymáshoz. A készítése technika az anyagvizsgálatok alapján a **11. ábrán** bemutatott korabeli munkamódszerekhez köthetők (Barkóczy 2018).

Egy 1482-es német ábrázoláson (**11a ábra**) a szegkovács egy hokedlin ül és kalapácsával vörösen izzó szegen dolgozik. (A megjelölt forrás (<http://www.nuernberger-hausbuecher.de/75-Amb-2-317-101-r>) az ábrázolást egy 1522-es műhöz is datálja.) A szegkovács egy speciális, szegformálásra használt, kilyukasztott szerszamba illesztve, éppen a szeg fejét zömíti. A **11b ábra** (1525-ös német ábrázolás) ugyanazt a műveletet ábrázolja. Itt a háttérben nem csak az épített kovácstűzhely látható az előgyártmányokkal, hanem jól megfigyelhetők a kovácstűzhelyhez alkalmazott fűjtatók is. A bal oldali képen látható szeg nagyon hasonlít az általunk vizsgált nagy vasszeg fejének kialakításához. Az ábrázolás rámutat arra is, hogy a szegfejek ilyenfajta kialakítása a XVII. században már koránt sem volt ismeretlen.



11a-b ábra: Szegkovácsok munka közben ((1482-es és 1525-ös német ábrázolás)); **11c ábra:** Szegkészítő a műhelyében (1572-es német ábrázolás)

Fig. 11a-b: Nailers (Nailsmith) doing their job; **Fig. 11c:** Nailers in his workshop (german portrayal - 1572)

Egy harmadik, 1572-es német ábrázoláson (**11c ábra**) a szegkészítő a műhelyében, az erre kialakított munkablokkjánál ül és az üllőn egy hosszú vasrúd hegyéből szeget kovácsol. A termék mérete miatt a kis üllő mellett közvetlenül használatra készen áll egy ék alakú vágó, amivel a készre kovácsolt hegyet le tudja csapni. A mögötte lévő, szabadon álló tűzhelyben a tűz felszításáról a segédje gondoskodik. A készre kovácsolt szegeket két „eladótáiban” tárolják, mellette pedig a termékpaletta látható.

Összegzés

A vizsgálatok lehetővé tették néhány általánosítható következtetés levonását. Ezek közül talán a legfontosabb az, hogy a lövedékek (ágyúgolyó és a mozsárbombák) készítői tisztában voltak a hűtés gyorsaságának fontosságával. Ahhoz ugyanis, hogy a tömör ágyúgolyó megfelelő romboló hatással rendelkezzen, szívósságot adó szövetszerkezetet kellett elérni. Ezt lassú hűtéssel érték el. Amikor a cél a repeszhatás fokozása volt (mozsárbombák), gyorsabb hűtést alkalmaztak, ami ridegebb szövetszerkezetet hozott létre. Mindezek összhangban vannak más kutatások vonatkozó megállapításaival (Szabó et al. 2013).

A szegekről elmondható, hogy meleg-félmeleg kovácsolással készültek. A vasbuca szerkezetének heterogenitása miatt, annak homogenizálása után is megfigyelhető heterogenitás a tárgyak anyagszerkezetében. A zárványvizsgálatok legmarkánsabb jellemzői a nagy vas-oxid és Ca-tartalom. A zárványok alapvetően az előkovácsolás, alakítás folyamán kialakult melléktermékek maradványai.

Felhasznált irodalom

BARKÓCZY Péter; BARTHA Tibor; KOVÁCS Árpád; PADÁNYI József; & TÖRÖK Béla (2012): Zrínyi-Újvár 1664. évi ostromából származó vas- és ólomlövedékek anyagszerkezeti vizsgálata. *Hadtörténelmi Közlemények*, Hadtörténelmi Intézet és Múzeum, **125/4** 2012. december, Budapest, HU ISSN 0017-6540 p. 1139–1148.

BARTHA Tibor (2013): Jelentés a Zrínyi-Újvár 1664. évi ostromából származó vas- és ólomlövedékek anyagszerkezeti vizsgálatáról. In: HAUSNER Gábor & PADÁNYI József szerk., *Kutatások a hadtudományok és a katonai műszaki tudományok területén*. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, – ISBN 978-615-5305-17-7, 189–230.

BARTHA Tibor (2017): A Zrínyi-Újvárnál talált leletek fémvizsgálatának eredményei és értelmezése. – In: BENE Sándor, HAUSNER Gábor, PADÁNYI József szerk., *Határok fölött – Tanulmányok a költő, katona, államférfi Zrínyi Miklósról*. – MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont – Budapest, 2017 – ISBN 978-963-416-071, 389–399.

SZABÓ Géza; KOVÁCS Árpád & BARKÓCZY Péter (2013): A Szülejmán-kori harcászat és haditechnika a szigetvári ágyú és lövedékek archaeometallurgiai vizsgálatainak tükrében. *Gesta* **XII** 83–115.

VÁNDOR László; KÖLTŐ László & VARGA Máté (2018): Őrtilos – Zrínyi-Újvár régészeti feltárása (2016–2017). *A Kaposvári Rippl-Rónai Múzeum Közleményei* **5** 195–202.

VÁNDOR László (2019): A várkút feltárása. In.: HAUSNER Gábor & NÉMETH András szerk., *Zrínyi-Újvár. Egy 17. századi védelmi rendszer az oszmán hódoltság határán*. Dialóg Campus 123–138.

Internetes források:

Die Hausbücher der Nürnberger Zwölfbrüderstiftungen - Amb. 317b.2° Folio 28 verso (Mendel II) - <https://hausbuecher.nuernberg.de/75-Amb-2-317b-28-v/data> (Letöltve: 2018. december 15.)

Die Hausbücher der Nürnberger Zwölfbrüderstiftungen - Amb. 317.2° Folio 101 recto (Mendel I) - <https://hausbuecher.nuernberg.de/75-Amb-2-317-101-r> (Letöltve: 2018. december 15.)

Die Hausbücher der Nürnberger Zwölfbrüderstiftungen - Amb. 317.2° Folio 140 verso (Mendel I) - <https://hausbuecher.nuernberg.de/75-Amb-2-317-140-v/data> (Letöltve: 2018. december 15.)

**KORAI SZÉKELY ÍRÁSOS FELIRATOK
(HOMORÓDKARÁCSONYFALVA, VARGYAS, SZÉKELYDERZS,
SZÉKELYUDVARHELY) ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA:
ELŐZETES KÖZLEMÉNY**

**ARCHAEOLOGICAL RESEARCH OF SOME EARLY INSCRIPTIONS
(HOMORÓDKARÁCSONYFALVA, VARGYAS, SZÉKELYDERZS,
SZÉKELYUDVARHELY) WRITTEN IN SZÉKELY/SZEKLER SCRIPT:
PRELIMINARIES***

TUBAY Tiziano¹; MOZGAI Viktória²; FÓRIZS István²; SIPOS György³; PÁLL Dávid
Gergely³; FILYÓ Dávid³; TÓTH Mária²

¹1112 Budapest, Vöfélély utca 3.

²Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, 1112 Budapest, Budaörsi út 45.

³Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2–6.

E-mail: tubay.tiziano@gmail.com

Dr. Keszei Ernő egyetemi tanárnak

Abstract

The Székely or Szekler Script is one of the most mysterious phenomena in the Hungarian cultural history. There is no common understanding either about its origin, or about the time of its genesis, editing, or its original function. The age of its certain monuments is still an open question, as only a few can be dated precisely. The researchers agree that the earliest known monuments are the Vargyas and the Homoródkarácsonyfalva Inscriptions (both on carved stone works), and the Székelydávlya Inscription (on wall plaster). Dating these monuments, the archaeologists referred to some material observations. Furthermore, we have inscribed bricks from Székelyderzs and Székelyudvarhely. The arising questions can be answered and the inconsistencies can be elucidated only by using different archaeometric methods.

Here we present the preliminary results of the ongoing archaeometric research on the following monuments: the Vargyas, Homoródkarácsonyfalva, Székelyderzs, and Székelyudvarhely Inscriptions. We sampled not only the materials of the written objects but also their contexts (rocks, mortars, and ceramics) as well. Beyond the mineralogical and petrographic analyses, the suitable samples were dated by thermoluminescence (TL) method. The carbon and oxygen isotopic composition of the mortar, wall plaster and whitewashing samples was also determined.

The Vargyas Inscription is engraved in tuff, tuffite or sandstone containing the fragments of acidic pyroclastic rock. The composition of the rock essentially differs from the composition of the sandstones sampled from other parts of the church. The Homoródkarácsonyfalva Inscription (contrary to the previous expectations) is not sandstone, but weathered pyroxene-andesite.

The depositions observed on the text-bearing carvings were presented as evidence of an early origination (late 13th century) of the Homoródkarácsonyfalva and the Vargyas Inscriptions. The XRD analyses of the white residue seen in the engraving of the Homoródkarácsonyfalva Inscription and on the surface of the carvings clearly exclude that possibility; it is the residue of the material that was used for the separation of the gypsum copy. In the engravings of the Vargyas Inscription we could not find any traces of mortar or whitewash; it can be more likely identified as soil carbonate based on its stable isotopic composition. The mineralogical and isotopic

* How to cite this paper: TUBAY, T.; MOZGAI, V.; FÓRIZS, I.; SIPOS, Gy.; PÁLL, D. G.; FILYÓ, D.; TÓTH M. (2020): Korai székely írásos feliratok (Homoródkarácsonyfalva, Vargyas, Székelyderzs, Székelyudvarhely) archeometriai vizsgálata: előzetes közlemény / Archaeometric Research of Some Early Inscriptions (Homoródkarácsonyfalva, Vargyas, Székelyderzs, Székelyudvarhely) Written in Székely/Szekler Script: Preliminaries (in Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* XVII/2 171-198.

composition of the samples taken from the edge and the side of the carving are different from the characteristics of the whitewash on the rib vault element fragment, which was uncovered during the archaeological excavation.

The results of the TL dating (1390–1520) confirmed the Székelyderzs Inscription's previously supposed age (1490s). The rib-vault element fragment that was recovered during the renewal of the church is coeval (1400–1490) with the inscribed brick. The Székelyudvarhely Inscription was made between 1660 and 1740; therefore, it is much younger than it was presumed.

Kivonat

A székely írás (közismertebb nevén székely vagy magyar rovásírás) kulturális örökségünk egyik legnagyobb talánya. Eredetével, kialakulásának vagy szerkesztésének idejével, egykor betöltött funkciójával, sőt legtöbb esetben az egyes emlékek korával vagy olvasatával kapcsolatban sincsen tudományos közmegegyezés. Az írásrendszernek hozzávetőleg három tucat emléke ismert, ezek nagyobb részt kézíratos forrásokban maradtak fenn. Az eddig ismert leletek közül jelen dolgozatban a Vargyasi, a Homoródkarácsonyfalvai, a Székelyderzsi, illetve a Székelyudvarhelyi Feliratok szöveghordozóiból és azok kontextusából vett minták (kőzet, habarcs, kerámia) archeometriai vizsgálatát mutatjuk be, hozzájárulásként a „talány” mértékének csökkentéséhez. Az ásvány-kőzettani vizsgálatokon túlmenően az alkalmas mintákon (tégla, kerámia bordaívek) lumineszcens kormeghatározást, a habarcs, vakolat, meszelés mintákon stabil szén- és oxigénizotóp-méréseket végeztünk.

A vargyasi feliratos faragvány anyaga tufa, tufit vagy olyan homokkő, melynek anyaga áthalmazott savanyú piroklasztit, míg a helyszínről vizsgált többi kő anyaga ettől eltérő, meszes kötőanyagú homokkő. A homoródkarácsonyfalvai feliratos faragvány kőzetanyaga (szemben a szakirodalomban feltételezett homokkővel) piroxénandezit.

A vargyasi és a homoródkarácsonyfalvai feliratos faragványok felszínén megfigyelt anyaglerakódásokat a szakirodalom a korai, XIII. századi keletkezésük bizonyítékának tekintette. A homoródkarácsonyfalvai feliratos kővön megfigyelt, a szakirodalomban középkori meszelésként azonosított fehér anyaglerakódás a röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok alapján egyértelműen nem tekinthető meszelésnek, hanem az összetétel alapján a gipszmásolat készítésekor használt leválasztó anyag. A vargyasi feliratos faragvány oldalán és peremén látható fehéres anyaglerakódások a röntgen-pordiffrakciós és a stabilizotópos vizsgálatok szerint valószínűleg talajból származó (pedogén) karbonát és nem meszelés maradványa. Erre utal az a tény is, hogy a templomból előkerült bordaívtöredék felszínén látható meszelés- és vakolásmaradványnak tűnő fehéres rétegek stabilizotóp összetétele szignifikánsan eltér a felirathordozóról vett minták értékeitől.

A Székelyderzsi Felirat esetében a TL mérés végeredménye (AD 1390–1520) megerősítette a szakirodalomban olvasható, legtöbb szempontot figyelembe vevő datálást (1490-es évek). A feliratos téglával voltaképpen egyidős a templom körüli munkák során másodlagos helyről előkerült bordaív-töredék (AD 1400–1490).

A Székelyudvarhelyi Feliratot hordozó téglát 1660–1740 között égették ki, vagyis a felirat a szakirodalomban korábban feltételezetténél (XV–XVI. század) jelentősen fiatalabb.

KEYWORDS: SZÉKELY/SZEKLER SCRIPT, PETROGRAPHY, THERMOLUMINESCENCE DATING, STABLE ISOTOPE GEOCHEMISTRY, X-RAY DIFFRACTOMETRY

KULCSSZAVAK: SZÉKELY ÍRÁS, PETROGRÁFIA, TERMOLUMINESZCENS KORMEGHATÁROZÁS, STABILIZOTÓP GEOKÉMIA, RÖNTGENDIFFRAKTOMETRIA

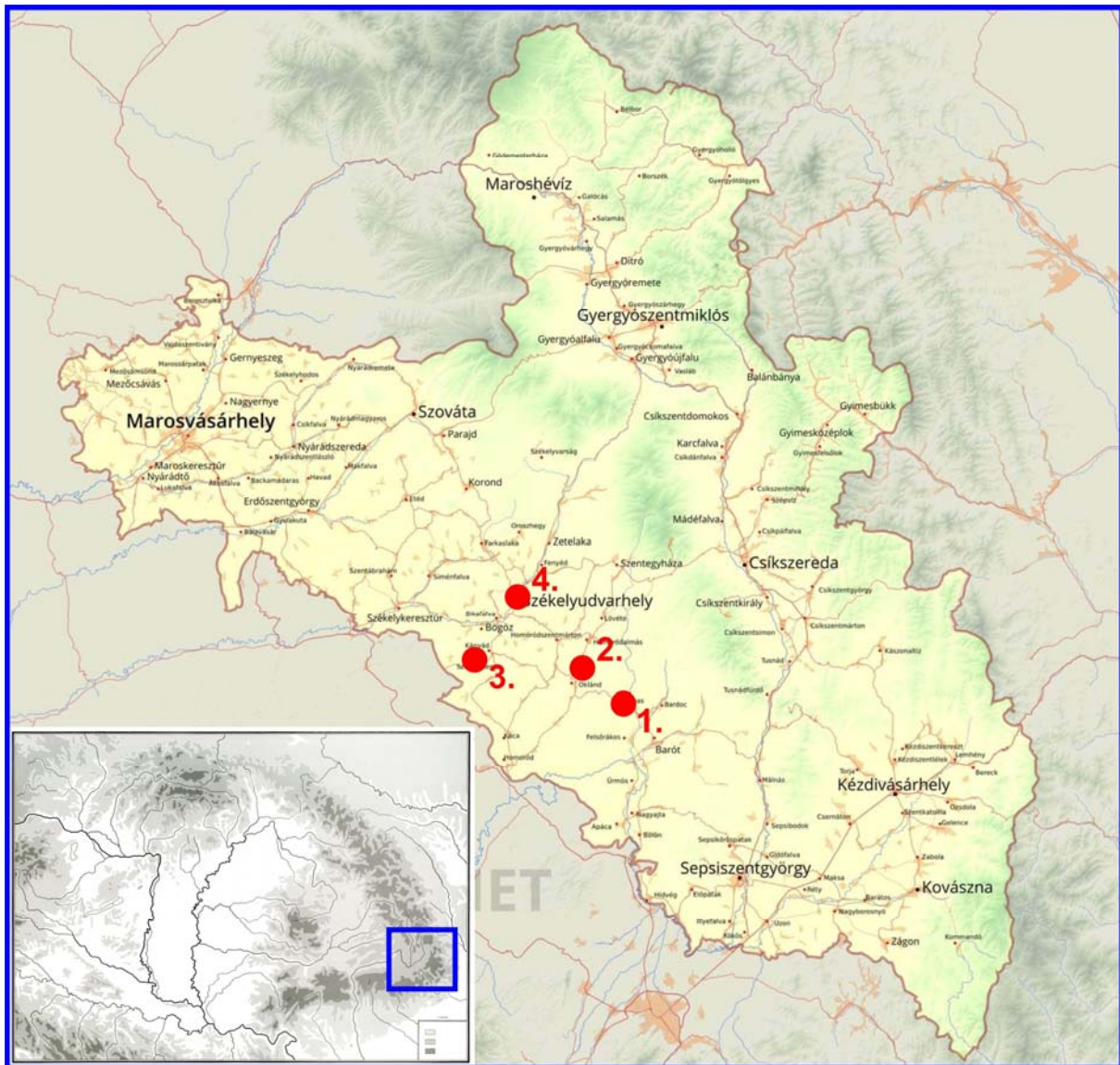
Bevezetés

A székely írás kisszámú feliratos emléke az íráshordozók fajtáját és a szövegek kivitelezését tekintve igen sokszínű. Vannak kőfaragványokon elhelyezett (Vargyas, Homoródkarácsonfalva, Bágy, Alsószentmihályfalva) és kiégetés előtt a még nyers téglába írt feliratok (Székelyderzs, Székelyudvarhely), vakolatba karcolt (Székelydálya, Gelence, Homoródkarácsonfalva, Berekeresztúr) és festett feliratok (Dálnok, Énlaka), illetve van egy, a szakirodalom szerint krétával készült felirat is (Bögöz).

Jelen kutatásban csak az emlékek egy kis részét volt módunkban vizsgálni. Választásunk a

kőfaragványokon elhelyezett Homoródkarácsonfalvai és Vargyasi Felíratra, valamint a kiégetés előtt téglába karcolt Székelyudvarhelyi és Székelyderzsi Felíratra esett, a következő megfontolások miatt (**1. ábra**):

A székely írásos emlékek közül a Homoródkarácsonfalvai és a Vargyasi Felirat archeometriai vizsgálata a legindokoltabb. Ezeknek a kutatók által egységesen legkorábbinak mondott emlékeknek a keltezésében nincsen egyetértés. Az emlékek kormeghatározásában fontos, akár perdöntő szerepet játszhatnak a felirathordozó kőfaragványokon megfigyelhető anyaglerakódások. Ezekkel kapcsolatban csak természettudományos módszerek felhasználásával láthatunk tisztán.



1. ábra: Székelyföld térképe a vizsgált emlékek helyével. 1: Vargyas; 2: Homoródkarácsonyfalva; 3: Székelyderzs; 4: Székelyudvarhely (forrás: <http://szekelyfold.terkepek.net/>).

Fig. 1.: Map of Székely Land with the location of the analysed inscriptions. 1: Vargyas; 2: Homoródkarácsonyfalva; 3: Székelyderzs; 4: Székelyudvarhely (source: <http://szekelyfold.terkepek.net/>).

A közelmúltban a székelyudvarhelyi Székelytámadt-vár ásatásán, feltöltési rétegből került elő egy székely írással feliratozott téglafüggelék töredéke. Egyéb fogódzó híján a jelek paleográfiai sajátosságai alapján becsülték meg a szöveg keletkezési idejét. Égetett kerámiák esetében a termolumineszcens kormeghatározás a kiegészítés abszolút korát szolgáltatja. A székely írásnak a Székelyudvarhelyi Feliraton kívül csak egyetlen másik téglába készült emléke ismert, a

Székelyderzsi Felirat. Érdeemesnek látszott a két emléket együttesen vizsgálni. A termolumineszcens kormeghatározás nemcsak a székely feliratos téglák datálását teszi lehetővé, hanem a felkeresett templomokban begyűjtött kontrollmintákon végzett mérések révén a műemlékek építéstörténetéhez is hasznos adalékokkal szolgál.



2. ábra: A vizsgált székely írásos emlékek. A: Vargyas; B: Homoródkarácsonyfalva; C: Székelyderzs; D: Székelyudvarhely.

Fig. 2.: The analysed inscriptions written in Székely Script. A: Vargyas; B: Homoródkarácsonyfalva; C: Székelyderzs; D: Székelyudvarhely.

A kutatásba bevont feliratos emlékek

Homoródkarácsonyfalva

Az udvarhelyszéki Homoródkarácsonyfalva (ma: Hargita megye, Románia; románul Crăciunel, németül Krötschendorf) unitárius temploma (Dávid 1981, 150–155; Entz 1994, 102; Tóth et al. 2015, 7–8; Sófalvi 2017, 324–328) tornyának második emeleti, északi lőrésablakának szemöldökkövén Debreczeni László fedezett fel székely írásos feliratot 1937 nyarán, felfedezését ugyanakkor nyomtatásban nem közölte (vö. Ferenczi & Ferenczi 1979, 18) (**2b ábra**).

Az emléket először Németh Gyula mutatta be 1945-ben, de azt eredeti helyén, saját szemével nem látta. A feliratról Szőke István történészhallgatótól értesült, tőle kapta meg levélben fényképét és a szöveg rajzát, egy kis ábrát a feliratos kő elhelyezkedéséről és az emlékről készült pacskolatot. A felirat nehezen hozzáférhető helyen, a templomtorny „második emeletének északi lőrésablakában” található, az ablak felső szemöldökkövébe, „egy faragott domború kőbe van belekarcolva, illetőleg belevésve”. A befalazás miatt Szőke szerint a felirat egyik sorának eleje és vége nem is látható. A templom alapja a késő

román korban épült (a XIII. század végén, a XIV. század elején), a középkor folyamán többször is átépítették. 1495-ben [valójában 1496-ban, vö. Benkő 1994a] késő gótikus stílusban kaput nyitottak és tornyot emeltek a templom nyugati oldalába. A templomot és a tornyot a XVIII. században restaurálták és megmagasították (Németh 1945, 11–12).

Németh Gyula szerint az emlék XV. század végi datálásával kapcsolatban figyelemre méltó, hogy „a székely írás legszebb régi emlékei az 1450–1550 közötti korból származnak”. A Homoródkarácsonyfalvai Felirat ennél szerinte korábbi is lehet, különös jelentőségét az a körülmény adja, hogy „kőbe van vésve”, ahogy a bizonyosan későbbi Konstantinápolyi Felirat, amit azonban csak másolatból ismerhetni, illetve az akkor nem kielégítően datált Székelyderzsi Felirat (Németh 1945, 15–16).

Ferenczi Géza és Ferenczi István a homoródkarácsonyfalvai emléket „korai, de bizonytalan keltezésű” feliratként ismertette. A felirathordozó faragvány eredeti funkciójával kapcsolatban felvetették, hogy kapuzat tagja lehetett, melynek „eredeti elhelyezése, rendeltetése ismeretlen”. Mai helyére szerintük a torony

építésekor illeszthették, így adódik a XIII. század vége és (tévesen) 1495 közötti keltezésük. Hangsúlyozták a feliratos kő elhelyezésének szándékosságát, minthogy a „többi öt lőrésablak szemöldökköve egyszerű, faragatlan, lapos kő”. Figyelemre méltó szerintük, hogy a „kötömb a lőrés méreteihez alkalmazkodik, a sorok viszont az írás alkalmas szabad felülethez, melyből arra következtetnek, hogy „a beillesztő láttatni, olvastatni akarta az írást”. Összességében a feliratot a torony építésének idejével, a XV. század utolsó évtizedével tartották egykorúnak (Ferenczi & Ferenczi 1979, 18–22).

Benkő Elek 1994-ben kiigazította a késő gótikus torony kapukeretének évszámát: a kövön 1496 van feltüntetve. Benkő emellett érvelt, hogy a székely felirat nem sokkal későbbi a faragványnál magánál: „a vésetet kipattant szilánkok, karcolások mellett jól érzékelhető kopás is rongálta, ami az emeleti résablak belső záradéknál nem indokolt, továbbá, hogy a vésete alján középkori eredetű meszelésnyomok figyelhetők meg, márpedig a torony belsejét és az ablakmélyedést soha nem vakolták vagy meszelték. Ez utóbbi körülmény arra is utal, hogy a kérdéses feliratot még az egykori kapura szánták, s a kövön látható mészaradványok a kökeret egykori meszeléséből származnak.” Az, hogy a feliratot fejjel lefelé építették be, további érv azzal szemben, hogy a feliratot eredetileg az ablak fölé szánták volna. Benkő összegzése szerint a Homoródkarácsonyfalvai Felirat a „ma ismert székelyföldi társai közül a legrégebb, mely közelebről meghatározhatatlan időben, de mindenképpen a XV. század vége előtt, valószínűleg még az Árpád-korban keletkezett” (Benkő 1994a, 160–161).

Ferenczi Géza 1995-ben megjelent vitacikkében egyetértett abban, hogy a feliratos kötömb a toronyablak szemöldökköveként másodlagos funkcióját nyerte el, és afelől sem volt kétsége, hogy a faragvány eredetileg a félköríves kapukeret része volt. Vitatta ugyanakkor, hogy a feliratot a kapukeretre készítették volna. Noha maga is a legkorábbi emlékek közé sorolta, Ferenczi a Homoródkarácsonyfalvai Felirat születését a templom átalakítása utáni időszakra valószínűsítette. Határozottan cáfolta, hogy a vésetekben megfigyelhető mésznyomok középkoriak volnának, mivel azok állítása szerint „1974-ben kerültek oda a felirat gipszmásolatának” készítésekor (Ferenczi 1995, 182–183).

Benkő Elek Ferenczi Gézához címzett válaszcikkében további vizsgálatokat ítélt szükségesnek annak eldöntésére, hogy „a faragvány betűit tényleg középkori meszelés borítja-e (ami egyértelmű bizonyítéka lenne korai, a 15. század végét megelőző keletkezésének)” vagy csak a Zepezaner Jenő muzeológus készítette másolat

gipsznyomai vannak a vésetekben. A korai keltezést erősíti Benkő szerint az is, hogy a felirat „legjobb analógiája a 14. századnál nem későbbi vargyasi keresztelődmedencén található” (Benkő 1997, 178–180).

Vargyas

Az udvarhelyszéki Vargyas (ma: Kovászna megye, Románia, románul Vârghiș) református gyülekezete a XIX. században lebontott alszegi templom (Dávid 1981, 352–353; Bartók 1996; Bartók 1997; Pap & Bartók 1997; Sófalvi 2017, 364) helyén új templom építésébe kezdett, az épület terveit Makovecz Imre készítette. 1994. július 27-én a meszesgödör mélyítése során egy középkori faragvány bukkant elő a földből, a peremén székely írásos felirattal (**2a ábra**). Kónya Ádám helytörténész, a sepsiszentgyörgyi Székely Nemzeti Múzeum igazgatója a gödörben talált kötömböt a vargyasi unitárius lelkész hivatalába szállíttatta. Kónya a feliratos kötömböt maga is megvizsgálta, rajzot készített róla és néhány napon belül röviden be is mutatta (Kónya 1994).

Ferenczi Géza a lelkészi hivatalban vizsgálta meg a kötömböt és a feliratról rajzot készített. Első ismertetésében a kötömb anyagát kiömléses kőzetnek vélte (Ferenczi 1994a). Későbbi írásában Dénes István közlése után, saját korábbi álláspontját felülbíralva kemény homokkőre pontosított. A székely jelek az elülső oldal lemeztett peremén helyezkednek el. Elképzelhetőnek tartotta, hogy szokatlan méretű szenteltvíztartóként vagy keresztelődmedenceként funkcionált (Ferenczi 1994b, 147). Ferenczi kísérletet tett a jelek megfejtésére. A székely grafémák alakját az általa a XV. század második felére keltezett emlékek, a Nikolsburgi Ábécéⁱ, a Székelyderzsi, a Homoródkarácsonyfalvai és a Székelydályai Feliratⁱⁱ jeleivel rokonította (Ferenczi 1994b, 148–149).

A felirat megfejtésére Ráduly János és Kósa Ferenc is kísérletet tett (Ráduly 1994, 151–152; Kósa 1994, 153–155). Ráduly az emléket legkésőbb a XIV. századra datálta, a lelőhely 1994-es régészeti feltárásakor előkerült 32 érme alapján, melyeket ő XIII. századiaknak vélt, azt is elképzelhetőnek tartotta, hogy a Vargyasi Felirat a XIII. században keletkezett (Ráduly 1994; Ráduly 1995, 79–83).

A Vargyasi Felirat jelentősége Benkő Elek szerint a legfontosabb feliratokéival vetekszik. A faragvány „másodlagosan falba épített” keresztelődmedence, a jelek bevésése egyértelmű, leszámítva a negyedik betű utáni karcolatot. A medencerész peremén és oldalán foltokban „sárgás, középkori meszelés” nyomát fedezte fel. Benkő ebből arra következtetett, hogy a felirat jóval a befalazás előtt a faragványon volt, „nagy valószínűség szerint egykorú magával a faragott kővel”. Benkő felhívta a figyelmet arra a körülményre is, hogy a

másodlagos felhasználás során „fehéres, középkori habarcs” tapadt a meszelés felszínére és helyenként a székely jelek vájatait is kitöltötte. Benkő szerint a keresztelőmedence datálását a lelőhely körülményeinek vizsgálata tenné lehetővé, az előzetes vizsgálat során az addig előkerült, „kivétel nélkül román kori vagy XIII–XIV. századi, provinciális »átmeneti stílusú«” homokkő faragványokat említett. A későbbi, XV–XVI. századi faragványok anyaga Benkő szerint többnyire andezit vagy andezittufa. Eszerint a keresztelőmedence készítése „felső időhatárának a XIII–XIV. század kínálkozik”. Hitelesítő ásatás híján tartózkodott a döntő szó kimondásától. Benkő mindenesetre a vargyasi és a homoródkarácsonyfalvai emléken keresztül a székely írás korábban dokumentálatlan, „korai rétegébe” vélt bepillantani (Benkő 1994b, 487–489).

Ferenczi Géza tagadta a Ráduly Jánostól és Benkő Elektől származó korai datálást. Felhívta a figyelmet arra, hogy Ráduly elméletének egyik fontos elemét a szakirodalom cáfolta: a helyszínen az 1994-ben és 1995-ben előkerült, összesen 55 darab érme egyike sem XIII. századi. Pap Ferenc és Bartók Botond tájékoztatásából tudhatjuk: az érmék közül 53 darab Zsigmond-kori (1430–1437 között készült), 1 darab Hunyadi János kormányzósága (1446–1452) idejéből származik, a késő gótikus diadalív nyugati falának közelében talált érme pedig késő Mátyás-kori, 1489-ban verték (Pap & Bartók 1997; Bartók 1997). Benkő Elek a kőfaragványt és a feliratot tulajdonképpen egy idősnak tekintette. Ferenczi ezzel szemben határozottan állította, hogy a „felirat, elméletileg, a keresztelő kút (?) kifaragása s földbe kerülése között bármikor rákerülhetett a kötömb peremére” (Ferenczi 1997, 41).

A Vargyasi Feliratot hordozó kőfaragványt a Kárpát-medence középkori kő keresztelőmedencéiről készült monográfiájában Tari Edit is kérdőjellel szerepeltette a keresztelőmedencék között, ugyanakkor megállapította, hogy a faragvány „építészeti tagozathoz hasonlatos”. Formai jellemzői alapján az emléket nem datálta. A vargyasi középkori templom régészeti feltárásakor a gótikus sekrestye padlója alól előkerült keresztelőmedencét Tari Edit a késő román korra tette, elképzelhetőnek tartva akár kora gótikus keletkezését is, amit azonban a faragvány élszedése nem támogat (Tari 2018, 291–292).

Székelyderzs

A székelyderzsi (ma: Hargita megye, Románia, románul Dârjiu) unitárius templom (Dávid 1981, 267–279; Entz 1994, 155; Gyöngyössi et al. 1995, 184–195; Entz 1996, 464–465; Botár et al. 2013; Sófalvi 2017, 349–359) külső falának 1929

tavasán folytatott renoválása során, a templom déli falán a portikusztól jobbra, a földtől kb. 1,5 méter magasan találtak rá egy kis méretű, befalazott ablakra. Balázs András derzsi unitárius lelkész nemcsak a vakolatot, hanem a befalazás során használt téglákat is kibontotta. Ezen téglák egyikén székely írásos felirat található (**2c ábra**), amit Szilády Zoltán azonosított két évvel a kibontása után. Az emléket Jakubovich Emil ismertette Szilády részletes leírása, rajzai és fényképfelvételei, valamint Haáz Ferenc Rezső és Balázs András levélváltása alapján (Jakubovich 1932).

A befalazott ablaküregből előkerült téglák közül csak egy téglán van felirat. Jakubovich hangsúlyozza, hogy a feliratot nem pecsételték, hanem a jeleket „a még nedves, lágy állapotban lévő téglára éles eszközzel bekarcolták, s azután kiégették”. A felirat keletkezését a templomnak Huszka Jenő szerint a XVI. századra tehető bővítésével (Huszka 1888, 50–53) hozta kapcsolatba (Jakubovich 1932, 266–267).

Pais Dezső Jakubovich olvasatát és az emlék általa feltételezett keletkezési idejét egyaránt vitatta. Pais szerint a téglá XIII. századi keletkezése feltételezhető. Továbblépést ez ügyben a további részletek megismerésétől remélt. Ezek között említette a téglá anyagát, típusát és azoknak a templomi „átépítések szerint bizonyára változó téglafajtaikhoz” való viszonyát, a téglá kibontás előtti elhelyezkedését, valamint, hogy a befalazott falrészlet eredetileg ablak vagy fülke volt-e (Pais 1932).

1952-ben Cs. Sebestyén Károly fűzött megjegyzést a székelyderzsi téglához, ami Pais Dezső hozzászólásával együtt jelent meg. Cs. Sebestyén cáfolta Pais felvetését, hogy a téglát esetleg alapító okmányként helyezték volna el az eredeti templomfal külső fülkéjében. Cs. Sebestyén szerint ilyesmi mindig az alapfalba került. Úgy vélte, hogy a téglá nem emlékként, hanem „közönségesen fáltörmelékek kerültek a helyére” és az „egy régebbi falrészletből”, talán az elbontott régi szentélyből származik (Cs. Sebestyén 1952).

Pais mellékelt hozzászólásában felelevenítette a felirat olvasata és datálása kapcsán Jakubovich Emillel folytatott vitáját. Kiállván a Cs. Sebestyén által megtámogatott korábbi álláspontja mellett, Pais Dezső ötlete jelentőségét főleg abban látta, hogy így „van egy rovásírásos emlékünknél a XIII. századból” és hogy a „rovásírás adatolásának ideje ennyivel korábbra tolható, éppen nem közömbös a magyar művelődés- vagy népiségtörténet szempontjából sem” (Cs. Sebestyén 1952, 88–89).

Míg Ferenczi Géza testvérével, Ferenczi Istvánnal közölt, az emlékek korpuszát összefoglaló 1979-es tanulmányában még csak a korábbi elképzelések ismertetésére szorítkozott, 1981-ben már új hipotézist állított fel (Ferenczi & Ferenczi 1979,

15–18; Ferenczi 1981). Ferenczi szerint a gyámkövek és a boltozás vizsgálata vezethet eredményre: a templomhajóban és szentélyben található gyámkövek és boltozótéglák összehasonlítása alapján úgy vélte, a hajó és a szentély boltozása nem egyszerre készült. Míg a Petky-család címere a hajóban teljesen hiányzik, addig a család címerével díszített gyámkő a szentélyben kiemelt, középső pozíciót foglal el. Ferenczi Géza ebből, valamint okleveles adatokból arra következtetett, hogy a család székelyderzsi áttelepülése az 1470 utáni évekre tehető, ezek alapján pedig elmondható szerinte, hogy „a templom hálós boltozata az 1470–1478 közötti nyolc évet megelőzőleg épült, a szentélyé viszont 1478 körül: kevéssel előbb vagy inkább valamivel utóbb. Azaz eddigi eredményeink alapján a téгла az 1478 körüli évek valamelyikében készült” (Ferenczi 1981, 110–112).

A téгла kiégetése előtt készült, vagyis a téglával egyidős székely feliratot a késő gótikus átépítéssel kapcsolta össze Benkő Elek is. Ehhez az unitárius templom 1980-ban kivitelezett felújítása során talált felirat kínál további adalékot. A templom szentélyének délkeleti támpilléren hiányos évszám (149[0?]) olvasható, ami Benkő szerint az 1490-es évekre keltezi a templom késő gótikus átépítését. A téгла méretével kapcsolatban Benkő megállapította, hogy az a templomhajó boltozótégláinak méretével megegyezik. Benkő rendkívül valószínűnek tartja, hogy a székely írásos felirat „a XV. század végi boltozáshoz helyben kivetett téglák egyikére készült, melyet – több, a boltozásból megmaradt téglával együtt – a feleslegessé vált kora gótikus ablakok befalazására használtak” (Benkő 1994a, 161–164).

Ferenczi Géza vitacikkében úgy vélekedett, hogy a téglák méretei „sajnos, nem vitathatatlan kormeghatározók”, egyazon templom egykorú téglái esetében is lehetnek különbségek, vagyis Benkő Elek csak tágabb kormeghatározásra juthat, saját állítása pedig, minthogy beleilleszkedik a tágabb keltezésbe, „mégiscsak elfogadható” (Ferenczi 1995, 183–184).

Benkő Elek válaszában elismerte a téglák méret szerinti keltezésének bizonytalanságát. A feliratos téгла Jakubovich közölte eredeti méretei szerint csupán annyit mondhatna róla, „biztosan nem Árpád-kori, de még csak nem is 14. századi, hanem valamikor a 15. század közepétől a 16. század első harmadáig terjedő időből származik”. A délkeleti támpilléren előkerült építési felirat ennél pontosabb kormeghatározást tesz lehetővé, így Benkő számára érthetetlen Ferenczi ragaszkodása az 1478 körüli keltezéshez (Benkő 1997).

Székelyudvarhely

A székelyudvarhelyi (ma: Hargita megye, Románia, románul Odorheiu Secuiesc, németül Oderhellen)

Székelytámadt-várⁱⁱⁱ területén a Haáz Rezső Múzeum folytatott ásatásokat 2015 júniusa–júliusa között. Az ásatás során egy székely írásos feliratú téglatöredék is előbukkant (**2d ábra**). A téglatöredékről a múzeum 2015. augusztus 5-én, hivatalos FacebookTM-oldalán tett közzé fényképet (HRM közlemény 2015). Szász Tibor András úgy véli, a székely jelekkel írt szöveg „bármikor készülhetett a 14. és 17. század között, de akár régebbi is lehet”. A téglafelirat Szász szerint „kökemény, hiteles archeológiai bizonyíték arra nézve, hogy a 15–16. században a rovás élő írásmód volt Székelyföld szívében” (Szász 2015a, 2015b). A felirat Ráduly János szerint 13, Sándor Klára szerint 11 jelből áll. Végleges olvasatot egyikük sem javasolt (Ráduly 2015; Sándor 2015).










A Székelyudvarhelyi Feliratról eddig megjelent egyetlen tudományos dolgozatot Ráduly János jegyzi. Az emlék a grafémák alakja szerint többségében XV. századi székely írásos emlékekkel mutat hasonlóságot, Ráduly ezek közül is kiemeli a Nikolsburgi Ábécét. Mindezek alapján Ráduly szerint „a székelyudvarhelyi téglatöredék rovásfelirata a 15–16. században keletkezett” (Ráduly 2015).

Minták és alkalmazott vizsgálati módszerek

A közetminták szövetét vékonycsiszolatokon, polarizációs mikroszkóppal (Nikon Eclipse E600) tanulmányoztuk. A közet-, kerámia-, valamint habarcsminták fázisösszetételét röntgen-pordiffrakciós vizsgálattal, RIGAKU MINIFLEX 600 típusú, Bragg-Brentano elrendezésű diffraktométerrel határoztuk meg (műszerparaméterek: Cu K α sugárzás, 45 kV feszültség, 35 mA áramerősség, 0,05°–0,01° 2 θ léptetés, 1 sec időállandó, 1° detektor-, illetve divergenciarés, grafit monokromátor, szcintillációs számláló detektor). A stabilizotóp mérések Finnigan Delta Plus XP tömegspektrométeren készültek a hagyományos foszforsavas feltárást követően, a nemzetközi NBS-19 és HIS sztenderdekkel kalibrált házi sztenderdek felhasználásával.

A téglák készítése idejének meghatározásához termolumineszcens (TL) módszert alkalmaztunk. A TL módszer segítségével a kiégetés óta eltelt idő adható meg a téгла anyagában elnyelt összes dózis (paleodózis, azaz egyenértékűdózis) illetve a környezetében egységnyi idő alatt termelődő dózis (dózisletjesítmény) hányadosaként (Aitken 1985, Sipos & Papp 2009). A beépített téglákból a helyszínen sötétben, a korábban kiemelt darabokból laboratóriumi megvilágítás mellett gyűjtöttünk 0,2–0,5 g porított furatmintát. A minták előkészítése a Sipos et al. (2010) által ismertetett módon történt.

1. táblázat: Az archeometriai kutatás mintái és az alkalmazott vizsgálati módszerek**Table 1.: Samples of the archaeometric research and the used analytical methods**

Lelőhely/ Mintaszám	Minta	Leírás	XRD	PM	Stabil- izotóp	TL	
Vargyas							
2017.1.24.1	kőzetanyag	A késő gótikus templom nyugati homlokzatának hozzáférhető alapozásából	+	+			
2017.1.24.2a	kőzetanyag	A késő gótikus templom nyugati homlokzatának hozzáférhető alapozásából	+	+			
2017.1.24.2b	kőzetanyag	A késő gótikus templom nyugati homlokzatának hozzáférhető alapozásából	+	+			
2017.1.24.3	kőzetanyag +habarcs	A régészeti feltárás során előkerült (nem <i>in situ</i>) minta a késő gótikus templom alapozásából	+				
2017.1.24.4a	kőzetanyag	A késő gótikus sekrestye padlóelemei közül előkerült román kori kő keresztelőmedence (felirat nélküli)	+	+			
2017.1.24.4b	kőzetanyag	A késő gótikus sekrestye padlóelemei közül előkerült román kori kő keresztelőmedence (felirat nélküli)	+	+			
2017.1.24.5	vakolás?	A késő gótikus sekrestye padlóelemei közül előkerült román kori kő keresztelőmedence (felirat nélküli)	+		+		
2017.1.24.6a,b	kőzetanyag	A székely írással feliratozott keresztelőmedence kőzetanyaga	+	+			
2017.1.24.7	talajmaradvány	A székely írással feliratozott keresztelőmedence oldaláról gyűjtött talajmaradvány	+		+		
2017.1.24.8	fehér lerakódás	A székely írással feliratozott keresztelőmedence belső pereméről gyűjtött fehér színű lerakódás	+		+		
2017.1.24.9a,b	fehér lerakódás	A székely írással feliratozott keresztelőmedence oldaláról gyűjtött fehér színű lerakódás	+		+		

1. táblázat, folyt. / Table 1. cont.

OSZ 1456	kerámia	A régészeti feltárás során előkerült (nem <i>in situ</i>), késő gótikus bordaív idomtégla töredék	+		+	+	
Homoródkarácsonyfalva							
2017.1.24.10	habarcs	A templomtorony 5. szintjéről (harangszintjéről) gyűjtött habarcs	+		+		
2017.1.24.11	vakolat	A templomtorony 5. szintjéről (harangszintjéről) gyűjtött vakolat	+				
2017.1.24.12	tégla	A templomtorony 5. szintjéről (harangszintjéről) gyűjtött téglá	+			+	
2017.1.24.13	habarcs	A templomtorony 3. szintjéről, a székely írásos feliratot hordozó faragvánnyal azonos magasságban lévő gerendafészekből gyűjtött habarcs	+		+		
2017.1.24.14	korhadrt faanyag	A templomtorony 3. szintjén, a székely írásos feliratot hordozó faragvánnyal azonos magasságban lévő gerendafészekből gyűjtött, a torony építése során használt gerenda maradványa					
2017.1.24.15	habarcs	A templomtorony 3. szintjén, a székely írásos feliratot hordozó faragvánnyal azonos magasságban lévő gerendafészekből, a torony építése során használt gerendamaradvány mellől gyűjtött habarcs	+		+		
2017.1.24.16	kőzetanyag	A templomtorony 3. szintjén, a déli lőrésablak szemöldökkövéből gyűjtött minta	+	+			
2017.1.24.17	kőzetanyag	A templomtorony 3. szintjén, a nyugati lőrésablak szemöldökkövéből gyűjtött minta	+	+			
2017.1.24.18	kőzetanyag	A templomtorony 3. szintjén, az északi lőrésablak székely írással feliratozott szemöldökkövéből gyűjtött minta	+	+			
2017.1.24.19	fehér anyag	A székely írással feliratozott faragványról, a felirat feletti fehér színű anyagból gyűjtött minta	+				
2017.1.24.20	habarcs	A székely írással feliratozott faragvány mellől gyűjtött minta	+		+		

1. táblázat, folyt. / Table 1. cont.

2017.1.24.21	fehér anyag?	A székely írásos felirat (Homoródkarácsonyfalvai Felirat) jeleiből gyűjtött fehér anyag	+				
Székelyderzs							
2017.1.25.1	tégla	A templom régészeti feltárása során a talajból előkerült (nem <i>in situ</i>) bordaív idomtégla	+			+	
2017.1.25.2a	meszelés	A 2017.1.25.1 mintáról gyűjtött minta	+			+	
2017.1.25.2b	meszelés	A 2017.1.25.1 mintáról levett minta	+			+	
2017.1.25.3	vakolat	A 2017.1.25.1 mintáról levett minta	+				
2017.1.25.4	tégla	A Székelyderzsi Felirat felirathordozó téglájából leválasztott minta	+			+	
Székelyudvarhely (Haáz Rezső Múzeum)							
2017.1.25.5	tégla	A székelyudvarhelyi Székelytámadt-vár régészeti feltárása során előkerült, székely írással feliratozott téglá (Székelyudvarhelyi Felirat) anyagából leválasztott minta	+			+	

A TL mérések során az ún. additív módszer segítségével állítottuk fel a radioaktív dózisok és a TL intenzitások közötti összefüggést (Aitken 1985). A mérések során kalibrált $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ β sugárforrással ellátott RISØ TL/OSL DA-20 típusú műszert alkalmaztunk. A fenti módon meghatározott egyenértékdózisok esetében a nem lineáris kezdeti jelnövekményt regenerációs mérésekkel korrigáltuk (Feathers & Rhodes 1998; Sipos & Papp 2009). Mivel poliminerális, azaz földpátokat is tartalmazó mintákat vizsgáltunk, ezért szükség volt ez utóbbi ásványokra jellemző spontán kioltódás laboratóriumi számszerűsítésére is (Sipos et al. 2010).

A dózisteljesítmény számításához szükséges radionuklid koncentrációk (U, Th, K) mérése a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat laboratóriumában történt LiBO_2 -os ömlesztéses eljárással és Perkin Elmer ELAN DRC II típusú ICP-MS műszer segítségével. Mivel a téglaminták álló falakból származtak, ezért nedvesség tartalmukat alacsonynak, $2,5 \pm 2,5$ %-nak vettük. Az elemkoncentrációkból Adamiec & Aitken (1998) konverziós együtthatói segítségével adtuk meg a mintákat érő belső (α és β) és külső (γ)

dózisteljesítmény értékét. Az α -sugárzás határfokát (a -érték) egy, a TL műszerbe épített, kalibrált ^{241}Am sugárforrással (Sipos et al. 2019) határoztuk meg egy besugárzott α dózis és a vele egyenértékű TL intenzitást eredményező β dózis hányadosából (Aitken 1985; Bajnóczi et al. 2018). A külső γ dózisteljesítmény megállapításához a téglák, illetve a megmintázott oldaluk falsíkhöz viszonyított helyzetét vettük figyelembe. A kozmikus sugárzás tekintetében átlagos, beltéri körülményekre jellemző értékkel számoltunk.

A vizsgált mintákat és az alkalmazott módszereket az **1. táblázat** összesíti.

Eredmények és értelmezés

Ásvány-kőzettani vizsgálatok

Kőzetminták

Vargyas

A késő gótikus templom nyugati homlokzatának hozzáférhető alapozásából (*in situ*) kőzetmintákat vizsgáltunk. A mintákban néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klaszterek figyelhetők meg.

2. táblázat: A vizsgált minták röntgen-pordiffrakcióval meghatározott ásványos összetétele (ny=nyomnyi mennyiség)

Table 2.: Mineralogical composition of the analysed samples determined by X-ray diffraction analysis (ny=trace amount)

Lelőhely/ Mintaszám	Minta	Fázisösszetétel	Égetési hőmérséklet T (C°)
Vargyas			
2017.1.24.1	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > gipsz > amfibol	
2017.1.24.2a	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > amfibol (ny)	
2017.1.24.2b	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > gipsz > amfibol (ny)	
2017.1.24.3	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő) +habarcs	kvarc >> kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > klorit > amfibol (ny)	
2017.1.24.4a	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > káliföldpát	
2017.1.24.4b	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc >> kalcit >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), plagioklász > káliföldpát	
2017.1.24.5	vakolás?	kalcit >> kvarc >> káliföldpát > plagioklász	
2017.1.24.6a	kőzetanyag (tufa/tufit/homokkő, áthalmazott savanyú piroklasztit homokja)	plagioklász >> kvarc > kalcit, dolomit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) kőzetüveg	
2017.1.24.6b	kőzetanyag (tufa/tufit/homokkő, áthalmazott savanyú piroklasztit homokja)	plagioklász > kvarc > 10Å-ös filloszilikát (szericit- illit) > kalcit > dolomit > amfibol, klorit, káliföldpát (ny) kőzetüveg	
2017.1.24.7	talajmaradvány	kvarc >>> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > klorit > amfibol, szmektit (?) (kvarc rendezetlen!)	
2017.1.24.8	fehér lerakódás	kalcit >> kvarc ≥ plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > dolomit (?)	
2017.1.24.9a	fehér lerakódás	kalcit, kvarc > plagioklász > káliföldpát >> klorit (ny), 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit)	
2017.1.24.9b	fehér lerakódás	kvarc, kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), klorit > dolomit (?) > szmektit (?)	
OSZ 1456a	idomtégla (durva kerámia)	kvarc >> plagioklász, káliföldpát > hematit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > gehlenit	850–900
OSZ 1456b	fehér meszelés	kalcit >>> kvarc, plagioklász > klorit	
Homoródkarácsonyfalva			
2017.1.24.10	habarcs	kvarc >>> kalcit > plagioklász > káliföldpát > amfibol > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > dolomit, klorit (ny)	
2017.1.24.11	vakolat	kvarc >>> kalcit > plagioklász > káliföldpát > amfibol > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > dolomit, klorit (ny)	

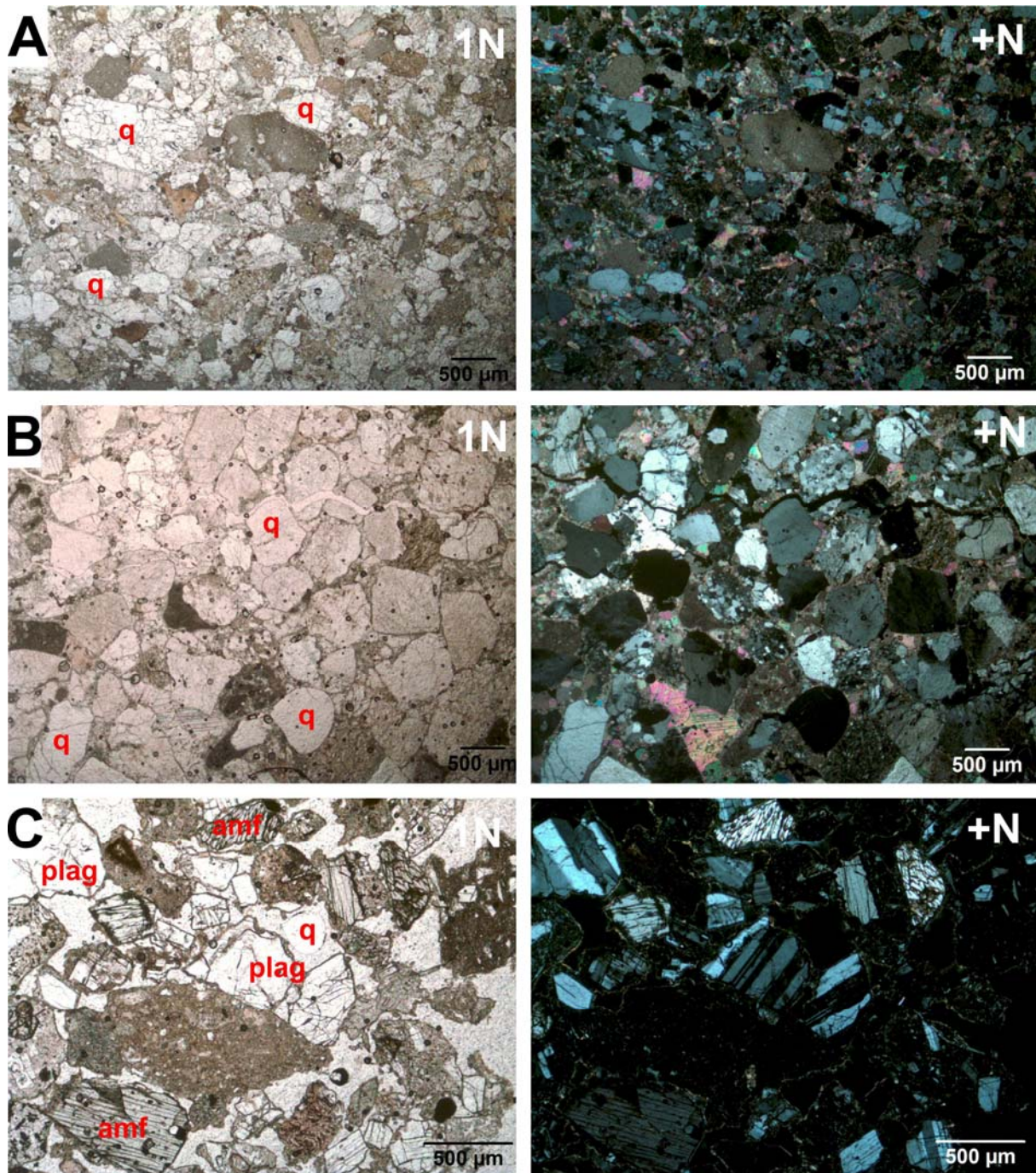
2. táblázat, folyt. / Table 2. cont.

2017.1.24.12a	tégla	kvarc >>> 10 Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > plagioklász > kálicit > gipsz > klorit (001)	< 800
2017.1.24.12b	tégla	kvarc >>> kalcit > plagioklász > kálicit > amfibol, 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit)	< 800
2017.1.24.13	habarcs	kvarc >> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > klorit (ny), kálicit (ny), dolomit (?)	
2017.1.24.15	habarcs	kvarc >> kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), klorit > amfibol > kálicit	
2017.1.24.16	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc, kalcit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit), > gipsz, klorit	
2017.1.24.17	kőzetanyag (meszes kötőanyagú homokkő)	kvarc, kalcit > plagioklász > kálicit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) >> klorit	
2017.1.24.18	kőzetanyag (mállott piroxénandezit)	plagioklász >>>>kalcit > hematit	
2017.1.24.19	fehér anyag	plagioklász, talk, félhidrát, kvarc Mg-laurát, glicerol, Na-tartarát hidrát (?)	
2017.1.24.20	habarcs	kalcit > kvarc > plagioklász > dolomit > 10Å filloszilikát > gipsz > kaolinit?	
2017.1.24.21	fehér anyag	plagioklász, talk, félhidrát, kvarc Mg-laurát, glicerol, Na-tartarát hidrát (?)	
Székelyderzs			
2017.1.25.1	bordaív idomtégla (durva kerámia)	kvarc >>> kálicit > plagioklász > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > gehlenit > kalcit > amfibol > dolomit (?)	750–850
2017.1.25.2a	meszelés az idomtéglán	kalcit >>>kvarc > plagioklász >> 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) ny	
2017.1.25.2b	meszelés az idomtéglán	kalcit >>> kvarc > gipsz > gehlenit	
2017.1.25.3	habarcs az idomtéglán	kvarc >>> plagioklász > kalcit > 10Å-ös filloszilikát (szericit-illit) > amfibol > klorit (ny), dolomit?	
2017.1.25.4	írásos tégl	kvarc >>> kalcit, plagioklász > klorit	< 800
Székelyudvarhely (Haáz Rezső Múzeum)			
2017.1.25.5	tégla	(vörös) plagioklász > kvarc > diopszid > kálicit > hematit, kalcit (fekete) kvarc > plagioklász > diopszid > maghemit > wüstit > 10Å-ös filloszilikát	800–850

A klasztok mérete változó: néhány 10 µm–néhány mm (közepesen osztályozott). A klasztok anyaga uralkodóan kvarc és kvarcit, továbbá alárendelten ősmaradványos (krinoideás?) mészkötőrmelékek is megfigyelhetők az egyik mintában. A mikroszkópi megfigyelések alapján kevés csillám (főképp szericit), földpát (plagioklász), klorit és gipsz szemcse is előfordul (polimikt). A klasztok közti teret finomszemcsés (néhány µm–néhány 10 µm) kalcitkristályok töltik ki. Egy vékony ~500 µm vastagságú kalcitér is átszeli az egyik mintát. A 2017.1.24.2a jelű minta egy nagyméretű (néhány mm-es) kalcitkristályokból álló, az alapozás közetanyagát átszelő durvakristályos kalcitéből

származik. A peremek felé a szemcseméret csökken (néhány 10 µm). A megfigyelések alapján az alapozáshoz meszes kötőanyagú, közepesen osztályozott, polimikt homokkővet használtak (**3a ábra, 2. táblázat**).

A késő gótikus sekrestye padlóelemei közül előkerült román kori kő keresztelomedence (nem feliratos) közetanyagát is vizsgáltuk. A minták nagy hasonlóságot mutatnak az alapozás anyagához. Néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők itt is meg. A klasztok mérete változó: néhány 100 µm–néhány mm (közepesen jól osztályozott).



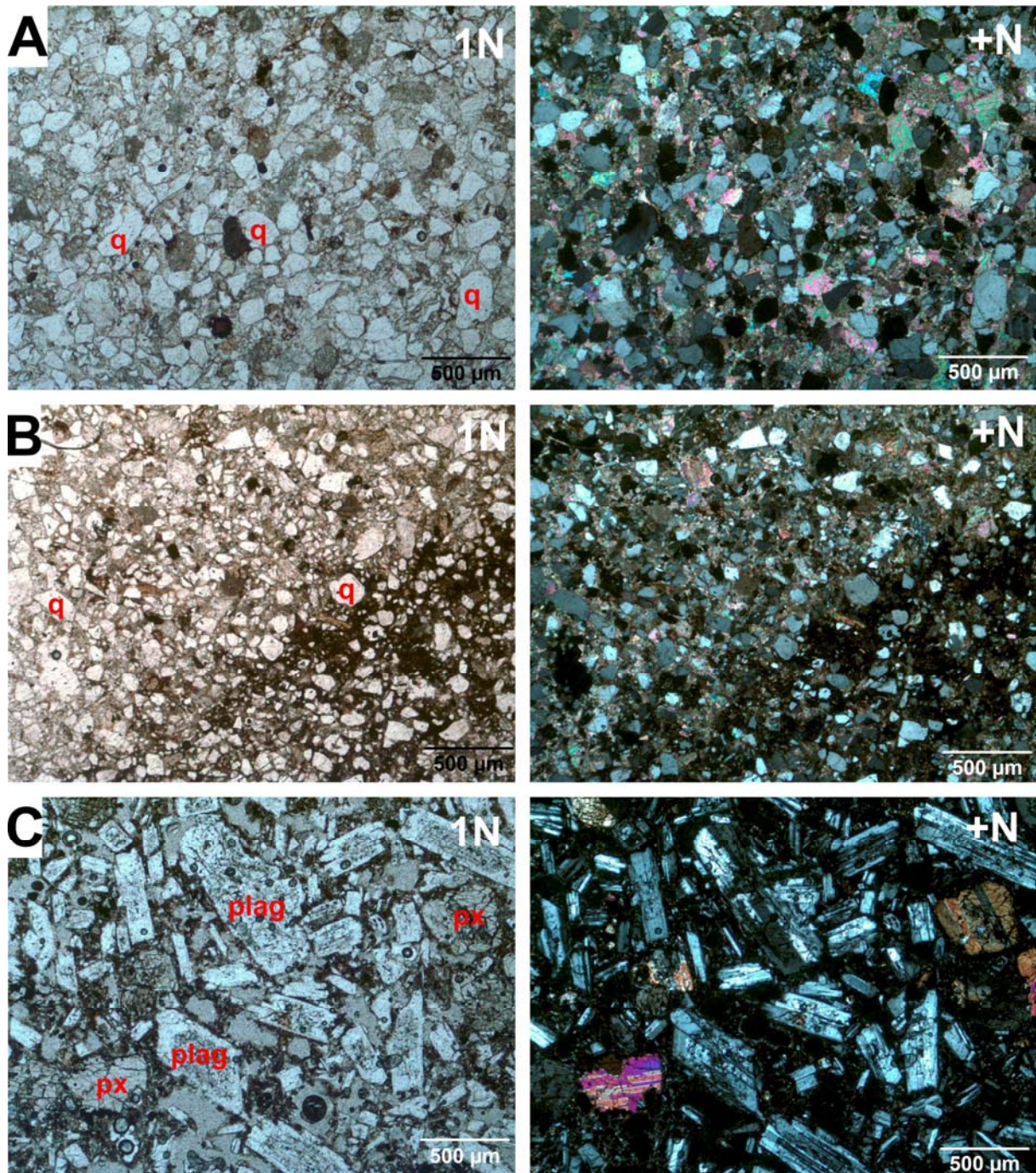
3. ábra: A vargyasi kőzetminták polarizációs mikroszkópi képei. A: 2017.1.24.1; B: 2017.1.24.4; C: 2017.1.24.6. Rövidítések: q=kvarc; plag=plagioklász; amf=amfibol.

Fig. 3.: Polarized light microscopy images of the rock samples from Vargyas. A: 2017.1.24.1; B: 2017.1.24.4; C: 2017.1.24.6. Abbreviations: q=quartz; plag=plagioclase; amf=amphibole.

A klasztok uralkodóan kvarc és kvarcit törmelékek, emellett mészkőtörmelék (krinoideás?) is megjelenik. Egy-egy csillám, földpát, klorit szemcse is előfordul (polimikt). A klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm –néhány 10 μm) kalcitkristályok töltik ki. A nem felírtos keresztelőmedence anyaga is meszes kötőanyagú,

polimikt, közepesen osztályozott homokkő (**3b ábra, 2. táblázat**).

A székely írásos medence kőzetanyaga az előző kőzetmintáktól mind szövetileg, mind ásványos összetételében eltérő. Uralkodóan sajátalakú, zónás plagioklász- és kvarckristályok alkotják. Az ásványok mérete néhány 10 μm –néhány 100 μm .



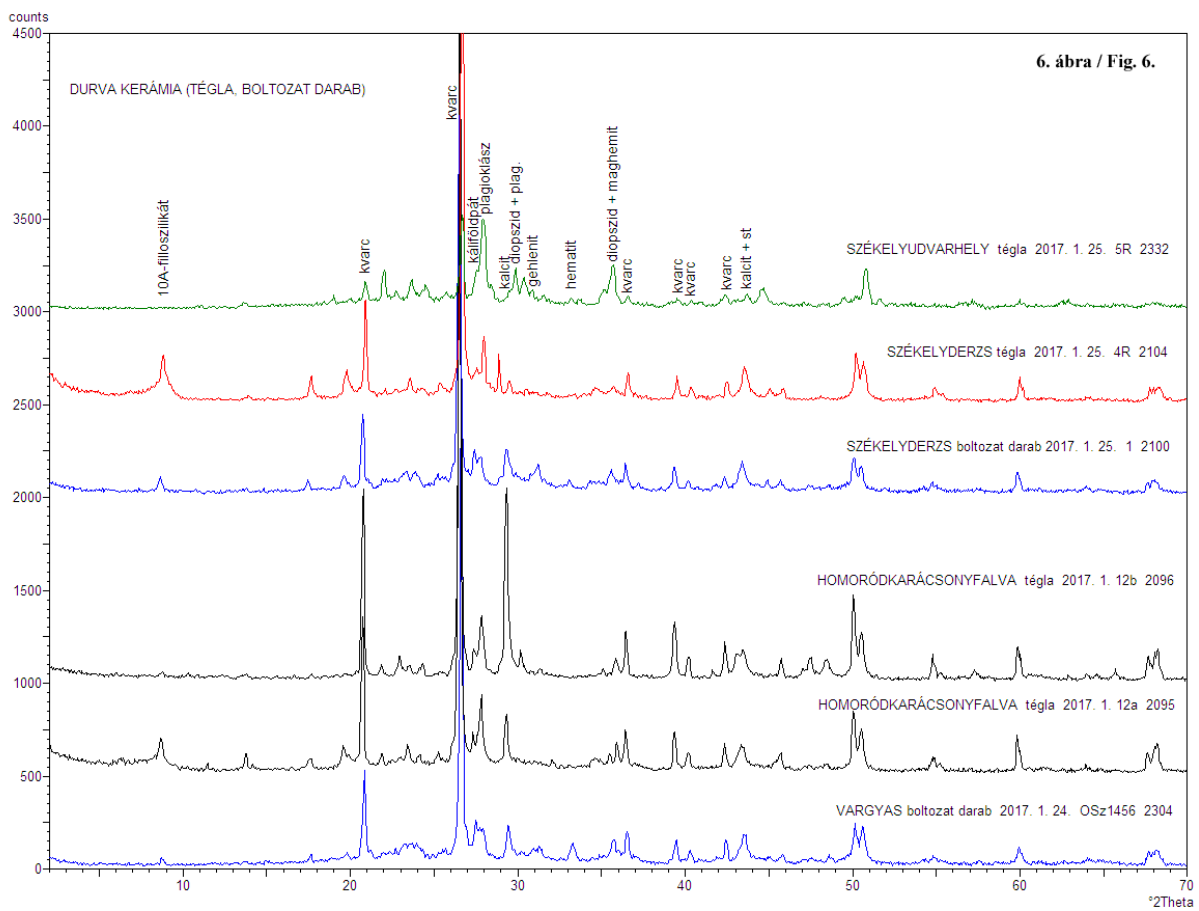
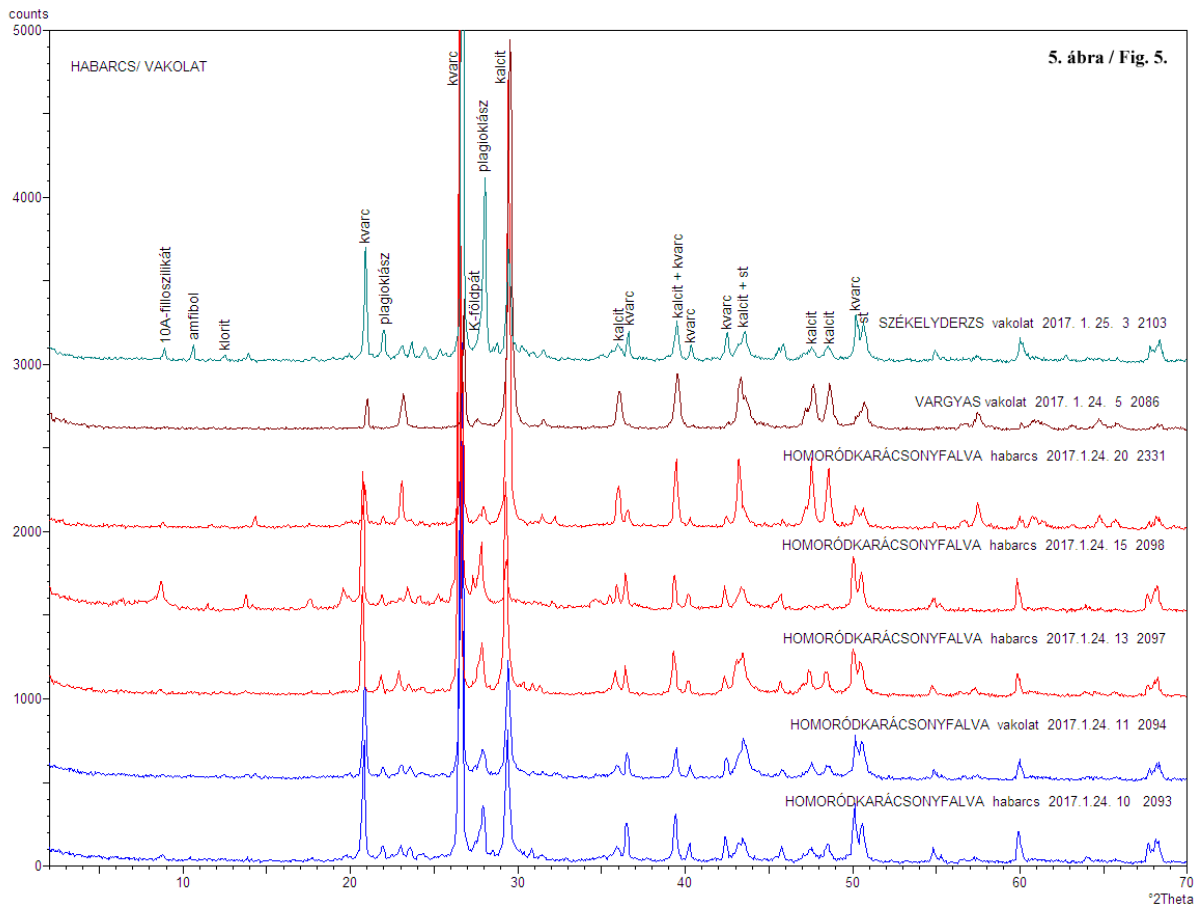
4. ábra: A homoródkarácsonyfalvai kőzetminták polarizációs mikroszkópi képei. A: 2017.1.24.16; B: 2017.1.24.17; C: 2017.1.24.18. Rövidítések: q=kvarc; plag=plagioklász; px=piroxén.

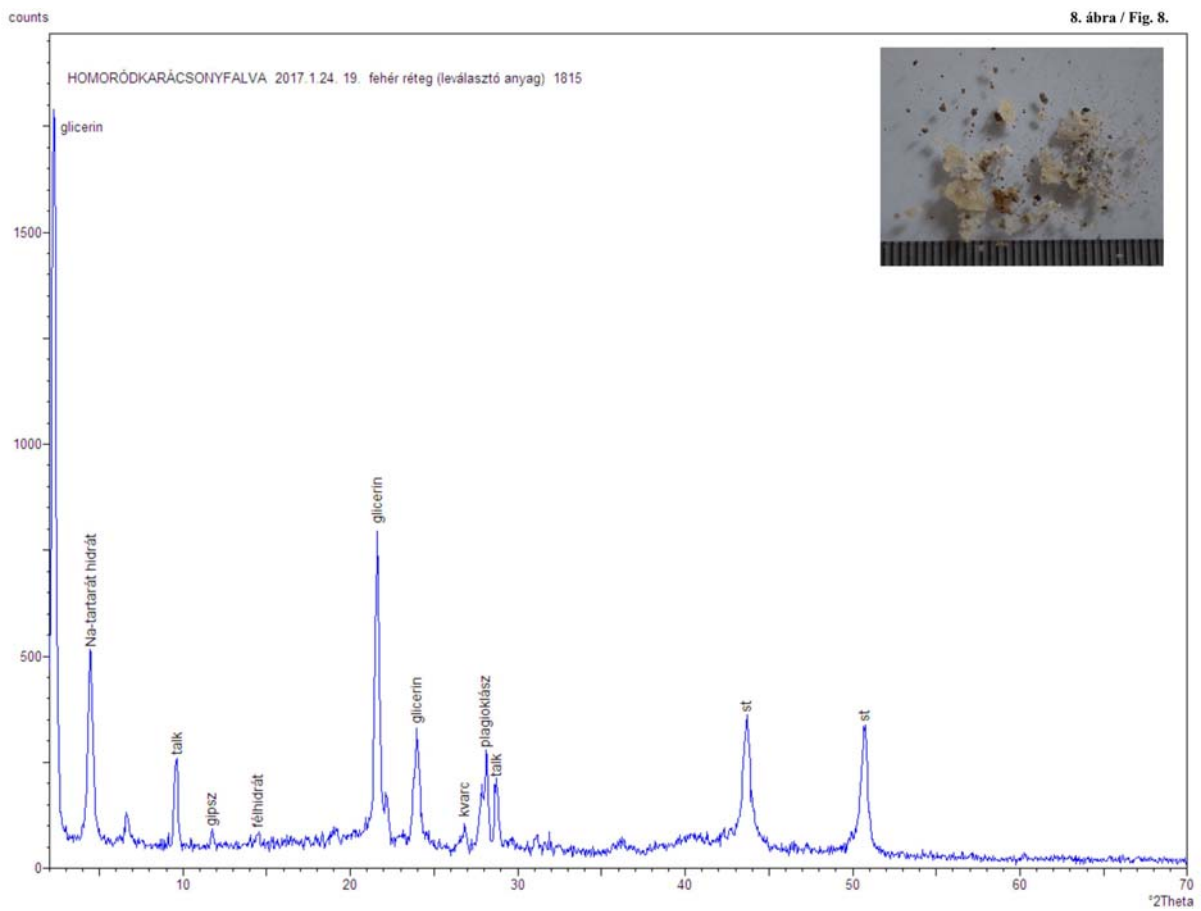
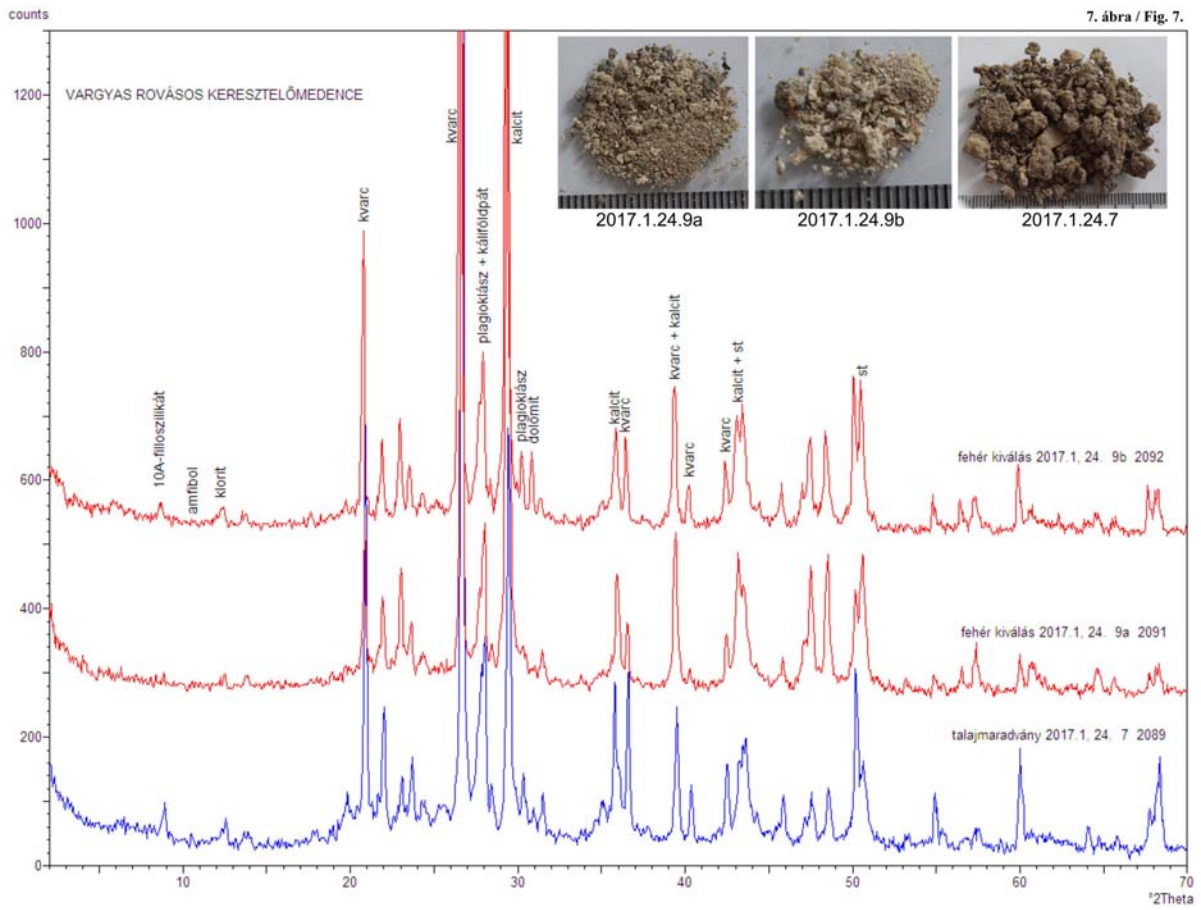
Fig. 4.: Polarized light microscopy images of the rock samples from Homoródkarácsonyfalva. A: 2017.1.24.16; B: 2017.1.24.17; C: 2017.1.24.18. Abbreviations: q=quartz; plag=plagioclase; px=pyroxene.

A mikroszkópi megfigyelések alapján néhány amfibol, klorit és szericit is található a mintában. A szemcsék közti teret kőzetüveg (?) tölti ki. A megfigyelések alapján a kőzet tufa, tufit vagy áthalmazott savanyú piroklasztit anyagából álló homokkő (**3c ábra, 2. táblázat**).

Homoródkarácsonyfalva

A templomtorony 3. szintjén található lőrésablakok szemöldökkövének kőzetanyagát is elemeztük. A déli és nyugati lőrésablakok szemöldökkövének (nem feliratos) anyagában néhol sarkos, de uralkodóan lekerekített klasztok figyelhetők meg. A vargyasi homokkövekhez képest finomabb szemcseméret jellemző.





Ábrafeliratok az 5-8 ábrához / Captions for Figs. 5-8:**5. ábra:** Habarcs/vakolat minták röntgendiffraktogramjai**Fig. 5.:** XRD patterns of the mortar and plaster samples**6. ábra:** Durvakerámia (tégla, bordaív idomtégla) minták röntgendiffraktogramjai**Fig. 6.:** XRD patterns of the coarse ceramics (brick, rib vault element)**7. ábra:** Vargyasi rovásos keresztelomedencéről levett fehér anyagok és talajmaradvány röntgendiffraktogramjai**Fig. 7.:** XRD patterns of the white materials and soil remnants from the baptismal font with Székely Script from Vargyas**8. ábra:** Homoródkarácsonyfalva fehér „leválasztó” réteg röntgendiffraktogramja**Fig. 8.:** XRD pattern of the white layer from Homoródkarácsonyfalva

A klasztok mérete változó: néhány 10 μm –néhány 100 μm (viszonylag jól osztályozott). A klasztok anyaga uralkodóan kvarc. Egy-egy csillám, földpát (plagioklász), klorit szemcse is megfigyelhető (oligomikt). A klasztok közti teret finomszemcsés (néhány μm –néhány 10 μm) kalcitkristályok töltik ki. Ellentétben a korábbi mintákkal kvarcittörmelékek nincsenek. A megfigyelések alapján a minták meszes kötőanyagú, viszonylag jól osztályozott, oligomikt homokkövek (**4a-b ábrák, 2. táblázat**).

Az északi, feliratos szemöldökkő anyaga az előző két kőzetmintától mind szövetileg, mind ásványos összetételében eltér, azonban vulkáni eredetét tekintve hasonlít a vargyasi székely írásos kő (2017.1.24.6) anyagához. Uralkodóan sajtalakú/törmelékes, zónás plagioklász kristályok, valamint mállott augit (piroxén) alkotják. Az ásványok mérete néhány 10 μm –néhány 100 μm . Néhány kalcit és hematit szemcse is megfigyelhető, mint másodlagos elegyrész. A szemcsék közti teret kőzetüveg (?) tölti ki. A kőzet átalakult, mállott neutrális vulkanit (piroxénandezit) (**4c ábra, 2. táblázat**).

Habarcs/vakolat minták

A helyszíni mintagyűjtéskor megkülönböztettünk „vakolat” (nagyobb felületre kiterjedő), illetve a kövek közötti térből, fugából kipreparálható „habarcs” jellegű anyagokat. A homoródkarácsonyfalvai minták fázisösszetétele nem mutatja ennek a megkülönböztetésnek az egyértelműségét, ugyanis a „vakolat” (2017.1.24.11) és a „habarcs” (2017.1.24.15, 2014.1.24.20) mintákban is találunk példát a homok:mész arány és összetétel eltérő voltára. A továbbiakban a mintákat egyértelműsítve habarcsnak tekinthetjük. A vargyasi (2017.1.24.5) és székelyderzsi (2017.1.25.3) „vakolatok” (**5. ábra**) nagyobb karbonáttartalmúak, megfelelnek egy középkori keverési aránynak. A két minta eltérő plagioklász tartalommal jellemezhető. A székelyderzsi habarcs minta kiugróan nagy plagioklász tartalmú, míg a vargyasi csak kálicföldpátot tartalmaz. A homoródkarácsonyfalvai

minták kissé változó kvarctartalom mellett eltérnek a plagioklász : kálicföldpát arányban. A továbbiakban érdemes lenne szisztematikus mintavétellel a rétegződés, a szövetszerkezet és összetétel módosulatait megfigyelni. Ez lehetőséget adna a habarcsbeli mésztartalom stabilizotóp vizsgálati eredményeinek pontosítására is.

Kerámia (tégla) minták

A durvakerámia (tégla, boltozati elemek) anyag több szempontból fontos már a kutatás jelenlegi szakaszában is. TL vizsgálatokkal alapadatokat nyerhetünk a készítési korokról. A röntgenpordiffrakcióval meghatározott fázisösszetétellel égetési hőmérsékletet és nyersanyag-jellemzőket határoztunk meg.

A durvakerámia leletek (**6. ábra**) mindegyike meszes nyersanyagból, de eltérő égetési körülmények között készült. A fekete magvas téglák (Homoródkarácsonyfalva: 2017.1.24.12a, 2017.1.24.12b., Székelyudvarhely: 2017.1.25.5) gyors felfűtéssel, viszonylag rövid hőtartással készültek. Maximális égetési hőmérsékletük nem haladta meg a 700–850 °C-ot. A boltozati elemek (Székelyderzs: 2017.1.25.1, Vargyas: OSZ 1456) valószínűsíthetően egyenletesebb felfűtéssel, hosszabb hőtartással készültek, ezeknél a hőmérséklet elérte a gehlenit és diopszid képződés hőmérsékletét. Az eddig vizsgált darabok potenciális nyersanyagai közötti különbség nem haladja meg egy-egy nyersanyaglelőhely természetes geológiai változékonyságát, jelenlegi adataink még nem elegendőek provenienciára meghatározáshoz, de azt nagy biztonsággal állíthatjuk, hogy az egyes települések közeli agyaggyerő helyeit bányászhatták.

Egyéb minták: lerakódás, talajmaradvány, meszelés

A vargyasi meszelés, illetve fehér lerakódás minták mindegyike tartalmaz a tiszta kalcium-karbonáton kívül több-kevesebb mennyiségű kvarc, plagioklász, filloszilikát, klorit fázist is. Ezek alárendelt mennyiségben szennyeződésként is rákerülhetnek a fehér rétegre, de részben

származhatnak a hordozó kőzetből is, ugyanis a rétegek változó vastagsága miatt elkerülhetetlen volt a mintavételkor az alaptest anyagának hozzákeveredése (7. ábra). Ugyanakkor az írásos keresztelőmedence oldaláról levett talajmaradványban (2017.1.24.7) a kalcit már csak másodlagos összetevő, a fő alkotó a kvarc (2. táblázat, 7. ábra), mely utóbbi általában jellemző a talajokra.

Székelyderzsről két fehér meszelés mintát vizsgáltunk (2017.1.25.2a, 2017.1.25.2b). Ezek mindegyike megfelel a klasszikus meszelés fogalmának. Kalcit mellett kis mennyiségű plagioklász, 10Å-ös filloszilikátot, gipszet, gehlenitet tartalmaznak. A 2017.1.25.2b. jelű minta gehlenitje a hordozóból származik. A Homoródkarácsonyfalván talált fehér anyag, „kiválás” különbözik az eddig tárgyalt fehér meszelésektől. Nem látványban, hanem az alkotó fázisokban. Fázisazonosítás nélkül meszelésnek azonosítható lenne, de az elemzés eredményeként megállapítható, hogy gipsz másolat készítéséhez alkalmazott „leválasztó réteg” anyagmaradványait találtuk a rovásos felületen (8. ábra). Az

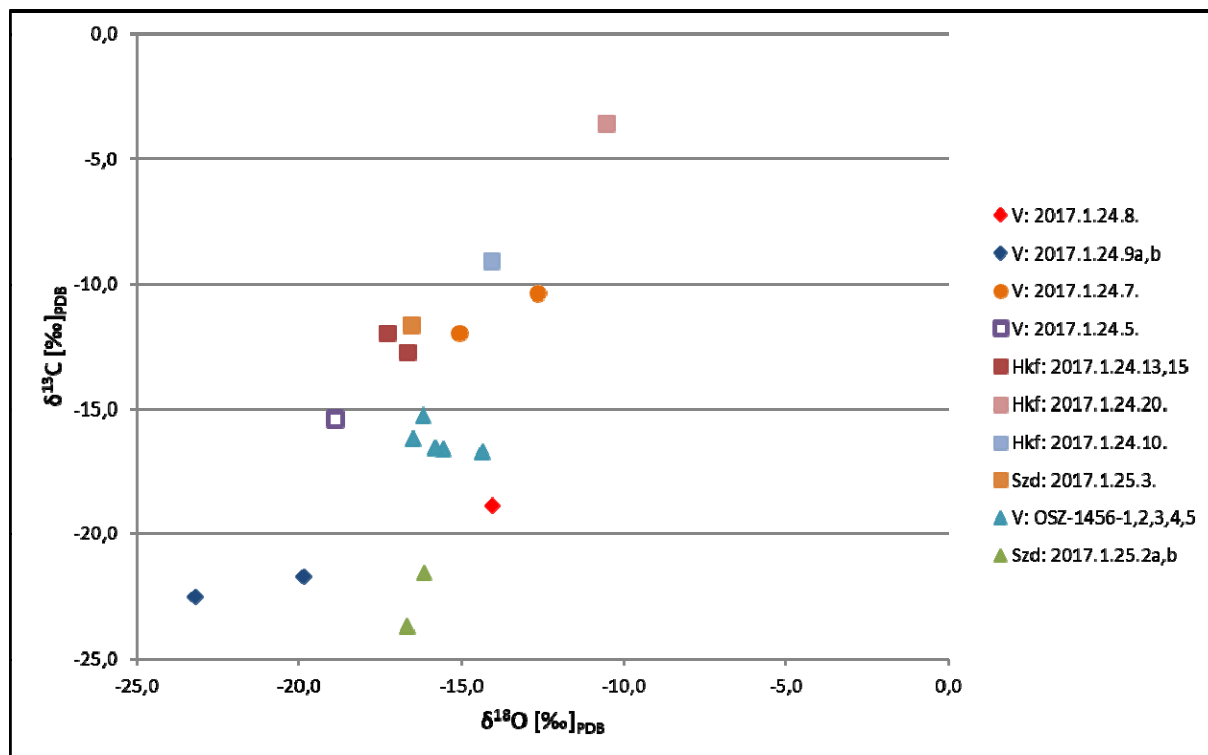
összetételben glicerint (uralkodó fázis), Na-tartarát hidrátot, Mg-laurátot, félhidrátot, talkot, illetve alárendelten kvarcot és plagioklászot mutattunk ki.

A vizsgált minták röntgendiffrakcióval kimutatott fázisösszetételét a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Stabilizotóp vizsgálatok

Karbonátok stabil szén- és oxigénizotóp-arányából a karbonát eredetére, vagyis a karbonát képződésekor uralkodó körülményekre, illetve a karbonátot létrehozó anyagok forrására lehet következtetni.

Zamanian et al. (2016) áttekintették a pedogén (talajban képződött) karbonátok keletkezését és stabilizotópos jellemzőit. Arra a következtetésre jutottak, hogy a C3 növényekkel (a Kárpát-medencében a növények több mint 90%-a C3) borított talaj esetében a talajban abiogén úton keletkezett karbonát (pedogén karbonát, alapvetően kalcit) $\delta^{13}\text{C}$ értéke leginkább a -9‰ – -13‰ tartományba esik. Ugyanitt a biogén karbonát $\delta^{13}\text{C}$ értéke -2‰ – -35‰ , vagyis nagyon széles tartományban mozog.



9. ábra: A vizsgált minták karbonátjának stabilizotópos összetétele a $\delta^{13}\text{C}$ – $\delta^{18}\text{O}$ diagramon. Jelölések: V = Vargyas, Hkf = Homoródkarácsonyfalva, Szd = Székelyderzs; rombusz = fehér kirakódás az írásos keresztelőmedencén; kör = talajmaradvány az írásos medencén; üres négyzet = vakolat; kitöltött négyzet = habarcs; háromszög = meszelés idomtéglaikon.

Fig. 9.: Stable isotopic composition of the carbonate of the samples on $\delta^{13}\text{C}$ – $\delta^{18}\text{O}$ biplot. V = Vargyas, Hkf = Homoródkarácsonyfalva, Szd = Székelyderzs; rhomb = white precipitation on the baptismal font with script; circle = soil residue on the baptismal font with script; open square = plaster; solid square = mortar; triangle = whitewashing on shaped bricks.

Min et al. (2016) kriminológiai módszertani vizsgálatot végzett Dél-Koreában. Egymástól néhány száz méterre, illetve 1–2 kilométerre lévő 8 helyszínen 10-10 talajmintát vizsgáltak meg, többek között meghatározták a talajkarbonát $\delta^{13}\text{C}$ értékét is. Azt találták, hogy a $\delta^{13}\text{C}$ értékek szórása helyről-helyre nagymértékben változik. A legkisebb változás (max-min különbség) 0,9‰, míg a legnagyobb 6,4‰ volt. Mindezek azt mutatják, hogy talajokban a karbonát stabilizotópos összetétele még egy kicsi, pl. építési teleknyi területen is széles tartományban változhat, nem lehet vizsgálatok nélkül, előre megbecsülni a $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékeket. Mivel esetünkben nem készültek talajvizsgálatok, ezért a következőkben megfogalmazott következtetéseinket inkább hipotézisként kell kezelni, mintsem jól megalapozott állításként.

3. táblázat: A stabilizotópos mérésekre felhasznált minták ásványos (tömeg%) és stabilizotópos ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) összetétele (ny = nyomnyi mennyiség)

Table 3.: Mineralogical (m/m %) and stable isotopic ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) composition of the samples selected for stable isotopic investigation (ny = trace amount)

Mintaszám	kvarc	plagioklász + káliföldpát	10 Å-os rétegszilikát	klorit+ szmektit	kalcit	dolomit	$\delta^{13}\text{C}$ [‰] _{PDB}	$\delta^{18}\text{O}$ [‰] _{PDB}
2017.1.24.7	77	6	1	1	15	ny	-11,95	-15,08
2017.1.24.7 szeparált karbonát							-10,35	-12,66
2017.1.24.8	19	17	3	-	60	< 1	-18,86	-14,05
2017.1.24.9a	30	23	< 1	-	46	-	-21,72	-19,86
2017.1.24.9b	38	20	5	4	31	2	-22,52	-23,19
2017.01.24.5	16	6	ny	-	78	-	-15,37	-18,89
OSZ-1456-1	5	3	2	-	86	2	-15,24	-16,16
OSZ-1456-2	1	< 1	-	-	97	< 1	-16,18	-16,49
OSZ-1456-3	2	ny	-	-	98	-	-16,57	-15,56
OSZ-1456-4	2	2	-	-	85	-	-16,53	-15,81
OSZ-1456-5	2	ny	12	-	86	-	-16,72	-14,36
2017.1.24.10	52	17	5	2	23	< 1	-9,07	-14,07
2017.1.24.13	47	16	4	ny	32	< 1	-11,95	-17,28
2017.1.24.15	48	17	3	2	30	-	-12,72	-16,66
2017.1.24.20	20	7	3	ny	68	1	-3,58	-10,56
2017.1.25.2a	8	2	ny	ny	90	-	-23,69	-16,66
2017.1.25.2b	4	ny	1	-	93	-	-21,56	-16,14
2017.1.25.3	41	37	5	2	12	< 1	-11,63	-16,54

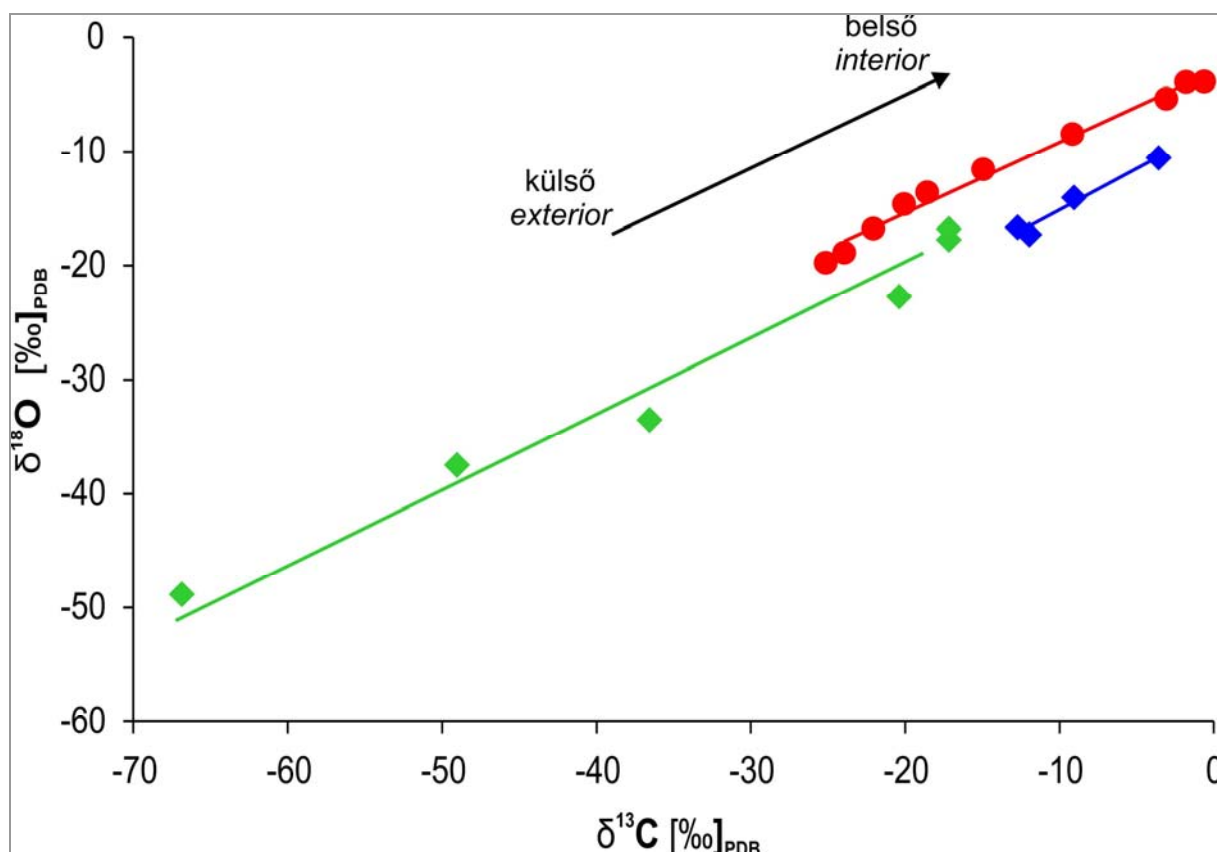
Vargyas

A székely írásos keresztelődmedence oldaláról levett, nagyon vékony, fehéres lerakódás (2017.1.24.9a-9b) $\delta^{13}\text{C}$ értéke -22,52‰ és -21,72‰ (**9. ábra**), ami tulajdonképpen a Zamanian et al. (2016) féle értelmezésben a biogén karbonátok tartományába esik. Ettől pozitívabb a peremről vett minta (2017.1.24.8) $\delta^{13}\text{C}$ értéke, -18,86‰. Ugyanakkor ennek a mintának a $\delta^{18}\text{O}$ értéke is pozitív irányban mozdult el az előző kettőhöz képest. A változás elég jelentős, de láttuk, hogy talajokban széles sávban változhat a $\delta^{13}\text{C}$ érték, másrészt elképzelhető, hogy némi por rakódott a medence peremére, ami okozhatta ezt a pozitív irányú eltolódást. Por a medence oldalára is tapadhat, de a tetejéhez képest elhanyagolható mértékben.

Az írásos medence oldaláról vett talajmaradvány (2017.1.24.7.) $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei (-11,95 ‰ és -15,08‰) az eddigiekénél is pozitívabbak, aminek valószínűleg az a magyarázata, hogy a talaj jelentős mértékben tartalmaz nem helyben képződött, hanem máshonnan származó, olyan behordott karbonátot, amelynek az eddigiekhez képest pozitívabbak a δ értékei. Ezt a hipotézist támasztja alá az a megfigyelés, hogy a mintából szeparált karbonát szemcse δ értékei még pozitívabbak (3. táblázat).

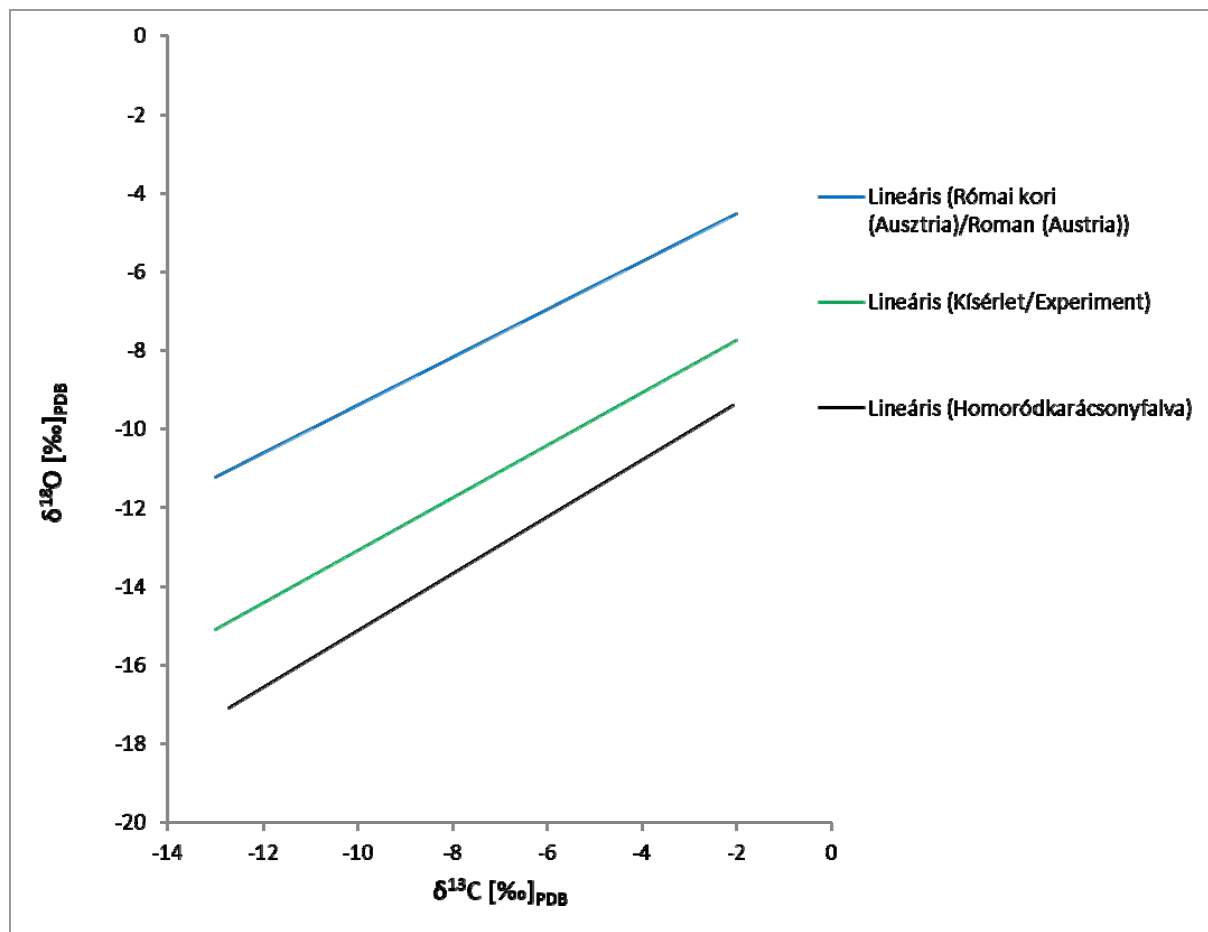
A vargyasi templomban található egy másik keresztelőmedence is, amit látható módon vakoltak és valószínűleg festettek vagy meszeltek. Az ebből vett minta (alapvetően vakolat) (2017.1.24.5) $\delta^{13}\text{C}$ értéke -15,37‰, ami szignifikánsan pozitívabb az előző mintáknál. Ez a keresztelőmedence is földből került elő. Sajnos nem tudni, hogy mennyire őrződött meg az eredeti izotópos összetétel és mennyire alakult át a talajban. Vargyasról

vizsgáltunk még egy bordaív idomtéglat is, amin meszelés és vakolat vagy habarcs rétegeket véltünk azonosítani. Innen öt mintát mértünk meg (OSZ-1456-1–5), amelyek összetétele egy szűk tartományban mozog (lásd a 9. ábrát). Mindenesetre ezek $\delta^{13}\text{C}$ értékei azonosak a „nem székely írásos” keresztelőmedence vakolatából vett minta $\delta^{13}\text{C}$ értékével és pozitívabb, mint a székely írásos medencéről vett mintáké. Összefoglalva: valószínűleg a székely írásos medence oldaláról és pereméről vett nagyon vékony fehér lerakódások nem meszelés nyomai, hanem a talajban kicsapódott karbonáté, amit alátámaszt a mintázáskor tett megfigyelés, hogy meglepően vékony rétegről van szó, ami nem folyamatos, a felületnek csak nagyon kis részét borítja. Jobban megalapozott állítást csak a helyi talaj alapos vizsgálata után lehet tenni.



10. ábra: A homoródkarácsonyfalvai habarcs minták stabilizotópos összetétele (kék), összehasonlításként Kosednar-Legenstein et al. 2008 közleményéből római kori habarcs (piros) és laborkísérletről származó habarcs (zöld) stabilizotópos összetétele a külső szélétől a belseje felé.

Fig. 10.: Stable isotopic composition of mortar samples of Homoródkarácsonyfalva (blue), and for comparison historical Roman mortar from Austria (red) and experimental mortar (green) (Kosednar-Legenstein et al. 2008) on the $\delta^{13}\text{C}$ – $\delta^{18}\text{O}$ biplot.



11. ábra: A homoródkarácsonyfalvai (fekete), az ausztriai római kori (kék) és a kísérletből származó (zöld) habarcs trendvonalainak összehasonlítása.

Fig. 11.: Comparison of the $\delta^{13}\text{C}$ – $\delta^{18}\text{O}$ trend-lines of mortars from Homoródkarácsonyfalva (black), Roman time (blue) and experimental study (green).

Székelyderzs

A templom felújítása során előkerült egy bordaív idomtégla, amelyen vakolat és meszelés nyomait véltük azonosítani. Ezt a feltételezést az ásványos összetétel megerősítette (**3. táblázat**): a vakolatban (2017.1.25.3 minta) jelentős mennyiségű kvarc és földpát található, míg a meszelésnek vélt minták (2017.1.25.2a-2b) alapvetően kalcitból állnak. Érdekes módon a vakolatnak vélt minta $\delta^{13}\text{C}$ értéke $-11,63\%$, míg a meszelésnek vélt rétegé $-21,56\%$ és $-23,69\%$. Vagyis nagyon nagy a különbség a „vakolat” és a „meszelés” között, holott nagyon közelinek kellene lenni. Ennek az lehet a magyarázata, hogy a „meszelés” valójában talajban kivált biogén karbonát, vagy átalakult meszelés. Ez utóbbi azonban kérdéses, mert a karbonát átalakulása rendszerint abiogén úton történik, és a fentiekhez képest pozitívabb δ értékek jellemzik.

Továbbá, ha a meszelés átalakult, akkor a vakolat miért nem alakult át. A legvalószínűbb magyarázat az, hogy legfölül egy vékony biogén karbonát-réteg rakódott ki a talajban a vakolatból és esetleg

meszelésből származó karbonátos részre és a meszelésnek vélt réteg mintázásakor ebből a biogén rétegből vettünk mintát.

Homoródkarácsonyfalva

Ezen a településen a templomtorony két szintjén (3. és 5. szint) vettünk habarcs mintákat, összesen négyet. Stabilizotópos összetételüket a **9. ábra** mutatja. Az 5. szint később készült. A 3. szinten vett három minta közül kettő (2017.1.24.13 és 2017.1.24.15) stabilizotópos összetétele egymás közelébe esik, míg a harmadiké (2017.1.24.20) – és ez éppen a székely írásos kő mellől való – távol.

A négy minta gyakorlatilag egy egyenesen helyezkedik el (**10. ábra**).

Kosednar-Legenstein et al. (2008) római kori, és kísérletből származó habarcsokon kimutatták, hogy a habarcs stabilizotópos összetétele a külső szélétől a belseje felé folyamatosan változik egy egyenes mentén (**10. ábra**). A jelenséget azzal magyarázták, hogy a habarcs felszíne érintkezik először a levegővel, ahonnan szén-dioxidot vesz föl [$\text{CO}_2 +$

$\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$] és a reakció olyan izotóp-frakcionációval jár, ahol az izotóposan könnyebb szén-dioxid nagyobb valószínűséggel vesz részt a reakcióban, vagyis a keletkezett karbonát $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékei negatívabbak, mint a szén-dioxidé volt. A maradék szén-dioxid izotóposan dúsul, és ez a dúsult szén-dioxid diffundál befelé a habarcsba, ott újból frakcionálódik, és a folyamat folytatódik, vagyis a delta értékek a kívülről befelé fokozatosan növekednek. Megadták továbbá a római kori habarcsra mért trendvonal ($\delta^{18}\text{O} = 0,61 \cdot \delta^{13}\text{C} - 3,3\text{‰}$), és a kísérletből származó habarcs ($\delta^{18}\text{O} = 0,67 \cdot \delta^{13}\text{C} - 6,4\text{‰}$) egyenletét.

Meghatároztuk a homoródkarácsonyfalvai mintákon a trendvonal egyenletét (**10. ábra**): $\delta^{18}\text{O} = 0,73 \cdot \delta^{13}\text{C} - 7,9\text{‰}$, $R^2 = 0,968$. A **11. ábrán** összehasonlítottuk a homoródkarácsonyfalvai egyenletet a római kori és a kísérletből származó habarcsok egyenletével. A három egyenlet gyakorlatilag párhuzamos egymással. Tulajdonképpen a kezdeti $\delta^{18}\text{O}$ értékben különböznek egymástól. A karbonát $\delta^{18}\text{O}$ értékének kialakulásában valószínűleg a víz szerepet játszik, legalábbis Kosednar-Legenstein és munkatársai is feltételezik, ugyanakkor bizonyítani nem bizonyították. Ebben az esetben a székelyföldi csapadékvíz átlagos $\delta^{18}\text{O}$ értéke valószínűleg negatívabb, mint az osztrák esetben. Erre abból is lehet következtetni, hogy az ausztriai római kori habarcs Leibnitzben található, amely település 275 m tszf. helyezkedik el, míg Homoródkarácsonyfalva 550 m tszf., és az izotóphidrológiai magassági hatás miatt a magassággal csökken a csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}$ értéke, vagyis szinte bizonyos, hogy Homoródkarácsonyfalván negatívabb a csapadékvíz $\delta^{18}\text{O}$ értéke, bár erre vonatkozó mérésből származó adataink nincsenek.

Figyelemreméltó azonban az a megfigyelés, hogy a székely írásos kő mellől vett habarcs (2017.1.24.20) ásványos összetétele jelentősen eltér a másik három habarcsétól. Az előbbiben a kalciumtartalom 68% (**3. táblázat**), míg az azonos szinten lévő másik két habarcs mintában 30 és 32%, vagyis kevesebb, mint a fele, az 5. szinten levőben pedig 23%, vagyis harmada (**3. táblázat**). Ez két módon magyarázható: 1) eltérő mészhomok arányt alkalmaztak, vagy 2) a „homok” különböző mértékben tartalmazott mészkőport, vagy tudatosan keverték bele. A mészkőpor vagy mészkőzúzalék a habarcs $\delta^{13}\text{C}$ és $\delta^{18}\text{O}$ értékét pozitív irányban tolja el és ugyanolyan trendvonalat hoz létre, mint amit tapasztaltunk. Akármelyik magyarázat is igaz, az biztos, hogy a székely írásos kő melletti habarcsot másképpen készítették (más alapanyagból vagy más arányban keverték az alkotókat), mint a falazókövek közti habarcsot. Elképzelhető, hogy a

lőrésüket más mester rakta, mint a falat és másképpen keverte ki a habarcsot. Ezt a hipotézist a többi lőrés melletti habarcs vizsgálatával lehetne ellenőrizni.

Termolumineszcens kormeghatározás

A vizsgált téglaminták dózisteljesítmény értékeit a **4. táblázat** részletezi. Az elemkoncentrációk egyikét kivételtől eltekintve átlagosak. Ugyanakkor az α -sugárzás hatásfoka (a-érték) két mintánál jelentősen magasabb volt az átlagosnál, ami rámutat a paraméter közvetlen mérésének fontosságára, hiszen értéke nagyban befolyásolja az összes dózisteljesítményt is. A β dózisteljesítmény tekintetében egy mintánál tapasztalható magasabb érték, ami a kiugró K-tartalomnak köszönhető.

A fentiekre visszavezethető dózisteljesítmény különbségek a kapott korokat is jelentősen meghatározták (ld. **5. táblázat**). A TL mérésekkel meghatározott egyenértékdózisok tekintetében egy nagyobb (OSZ1452, OSZ1453, OSZ1456) és egy kisebb (OSZ1454, OSZ1455) értékekkel jellemezhető csoport különíthető el. A spontán fákulás mértéke két esetben volt átlag feletti, összességében ez a korrekció 10–15 %-kal növelte az egyenértékdózisok nagyságát. A kapott korok relatív hibája 7–13 % között alakult, ami megfelel a módszertől elvárható értéknek. A korok alapján a minták szintén két csoportba rendeződnek, a székelyderzsi és a vargyasi téglák kiegészítése a XV–XVI. századra tehető, míg a székelyudvarhelyi és homoródkarácsonyfalvai téglák a XVIII. és a XIX. század fordulójára keltezhetők (**5. táblázat**).

A TL vizsgálatok eredményeinek első közlésében (Tubay 2018) szereplő korok a jelen dolgozatban közölt koroktól kis mértékben eltérnek. Az újabb adatokat tekintjük relevánsnak, mivel időközben minden egyes minta esetében közvetlenül is meghatároztuk az ún. alfa hatásfok értékét, s ennek segítségével az adatokat korrigáltuk.

Összefoglalás

Az archeometriai vizsgálatokhoz a mintavételezés szempontja volt a felirathordozók és építészeti kontextusuk jellemzése, a feliratokban és a szöveghordozókon lévő anyaglerakódások elemzése, a téglák kiegészítési korának meghatározása és szövetének leírása, valamint az emlékek közötti hasonlóságok és különbségek természettudományos módszerekkel történő feltárása.

A vargyasi és homoródkarácsonyfalvai kőzetminták petrográfiai és ásványtani vizsgálatából az alábbi következtetések vonhatók le:

4. táblázat: A termolumineszcens vizsgálatoknak alávetett téglákra vonatkozó belső, külső és összes dózisteljesítmény értékek. ¹belső dózisteljesítmény, mely a téglá anyagából érkező α és β dózisteljesítmény összege, ²az alfa sugárzás hatásfoka, ³külső dózisteljesítmény, mely a téglá és a környezetéből származó γ dózisteljesítmények, valamint a kozmikus sugárzásból adódó dózisteljesítmény összege.

Table 4.: Internal, external and total dose rates determined for the brick samples under investigation. ¹internal dose rate, being the sum of α and β dose rates originating from the brick itself, ²a-value, i.e. the efficiency of α - radiation in generating TL, ³external dose rate, being the sum of the cosmic dose rate and the γ dose rate originating from the brick and its surroundings.

Mintaszám/Azonosító		D^* belső ¹					D^* külső ³	D^* összes	
		U (ppm)	Th (ppm)	K (%)	a-érték ²	$D^*\alpha$ (Gy/ka)	$D^*\beta$ (Gy/ka)	(Gy/ka)	(Gy/ka)
Székelyderzs									
2017.1.25.4	OSZ1452	1,95±0,20	9,46±0,95	2,19±0,22	0,14±0,03	1,49±0,25	2,20±0,18	0,97±0,06	4,65±0,31
2017.1.25.1	OSZ1453	2,33±0,23	10,60±1,06	2,38±0,24	0,10±0,02	1,30±0,22	2,43±0,20	1,03±0,06	4,75±0,30
Székelyudvarhely									
2017.1.25.5	OSZ1454	2,11±0,21	10,20±1,02	2,26±0,41	0,25±0,05	2,93±0,48	2,29±0,19	1,00±0,06	6,22±0,52
Homoródkarácsonyfalva									
2017.1.24.12	OSZ1455	3,01±0,04	10,02±0,10	1,91±0,05	0,13±0,03	1,84±0,27	2,14±0,08	1,00±0,04	4,98±0,29
Vargyas									
	OSZ1456	2,82±0,05	10,90±0,12	2,55±0,07	0,24±0,05	2,99±0,44	2,41±0,09	1,03±0,04	6,44±0,45

5. táblázat: A termolumineszcens vizsgálatok során meghatározott egyenértékdózisok, azok spontán kioltódással korrigált értékei, valamint az egyenértékdózis és az összes dózisteljesítmény hányadosából meghatározott TL korok. ¹a TL mérések során meghatározott egyenértékdózis, ²a minták spontán kioltódásának laboratóriumi úton meghatározott értéke, ³a spontán kioltódás értékével korrigált egyenértékdózis, ⁴az egyenértékdózis és a dózisteljesítmény hányadosából számított kor.

Table 5.: Equivalent dose values before and after applying corrections on anomalous fading, and TL ages calculated as the ratio of equivalent doses and corresponding total dose rates. ¹equivalent dose measured by TL, ²g-value characterising the rate of anomalous fading, ³equivalent dose corrected with anomalous fading, ⁴TL age, given as the ratio of equivalent dose and total dose rate.

Mintaszám/Azonosító		D_e^1 (Gy)	g-érték ²	D_e korr ³ (Gy)	Kor ⁴ (ka)	naptári kor
Székelyderzs						
2017.1.25.4	OSZ1452	2,33±0,22	3,42±1,03	2,61±0,26	0,56±0,06	AD 1390–1520
2017.1.25.1	OSZ1453	2,51±0,10	2,44±0,27	2,72±0,11	0,57±0,04	AD 1400–1490
Székelyudvarhely						
2017.1.25.5	OSZ1454	1,68±0,15	6,01±0,42	1,99±0,18	0,32±0,04	AD 1660–1740
Homoródkarácsonyfalva						
2017.1.24.12	OSZ1455	0,86±0,09	3,58±0,11	0,96±0,10	0,19±0,02	AD 1800–1850
Vargyas						
	OSZ1456	2,68±0,07	4,50±0,05	3,09±0,08	0,48±0,04	AD 1500–1570

A vargyasi feliratos faragvány (keresztelőmedence) anyaga tufa, tufit vagy olyan homokkő, melynek anyaga áthalmazott savanyú piroklasztit. A vargyasi templom régészeti feltárásakor felszínre került falak közül az épület helyén álló református templomban csak a késő gótikus kapu alapzata hozzáférhető. Ennek kőzetanyaga a begyűjtött

három minta alapján meszes kötőanyagú homokkő. Keménységét tekintve mindkettőtől különbözik a templom területéről, a sekrestye padlóelemei közül előkerült másik keresztelőmedence, mely a mintavételkor sokkal kevésbé ellenállónak bizonyult, mállott, morzsalékos volt. A kőzetani vizsgálatok alapján a felirat nélküli

keresztelömedence anyagának mind ásványos összetétele, mind szövete megegyezik a késő gótikus kapu alapját alkotó meszes kötőanyagú homokkővel. A látszólagos ellentmondás magyarázata lehet, hogy az azonos közettípusba eső kövek más-más geológiai kifejlődésből származnak: a környéken többféle homokkő-kifejlődés is megtalálható (pl. miocén homokkővek, kréta homokkővek stb.). A kőzetek provenienciájának meghatározásához további vizsgálatok szükségesek.

A homoródkarácsonyfalvai feliratos faragvány kőzetanyaga piroxénandezit, szemben a szakirodalomban feltételezett homokkővel. Az azonos toronyszint másik két (nyugati és déli) lőrésablakának szemöldökkőve meszes kötőanyagú homokkő, tehát különbözik a felirathordozó anyagától, de eltér a vargyasi templom késő gótikus bővítéskor használt meszes kötőanyagú homokkőtől is. Ugyan a homoródkarácsonyfalvai és a vargyasi feliratos kövek ásványos összetétele igen hasonló, de a kőzetek szövete eltér. A vizsgált kőzetek mindegyike megtalálható a környéken. A torony látvány szerint vegyes kőzetanyagának, és az évszámok (1496) késő gótikus kapu kőzetanyagának meghatározásához további részletes vizsgálatok szükségesek. Szintén feldolgozásra vár a templomban fellelhető középkori kő keresztelömedence is (Tari 2018, 42–43; 54–55; 70–71).

A vargyasi feliratos faragvány oldalán és peremén látható fehéres anyaglerakódásokból vett mintákat röntgen-pordiffrakciós vizsgálata szerint alapvetően kalcit alkotja. A minták stabilizotóp-elemzése alapján valószínűsíthető, hogy a faragvány felszínén a talajból származó (pedogén) karbonát található és nem meszelés maradványa. Erre utal az a tény is, hogy a templomból előkerült bordaív-töredék felszínén látható meszelés- és vakolásmaradványnak tűnő fehéres rétegek stabilizotópos összetétele szignifikánsan eltér a felirathordozóról vett minták értékeitől, az eltérés a Homoródkarácsonyfalván a torony 3. és 5. szintjéről vett, in situ habarcsok összetételének irányába mutat.

A homoródkarácsonyfalvai templom 3. szintű habarcsainak vizsgálata arról tanúskodik, hogy a feliratos kő közvetlen környezetéből vett minta mind ásványos, mind izotópos összetételét tekintve jelentősen eltér az egyazon szintről, megegyező magasságból, de más pozícióból begyűjtött másik két habarcsmintától. A megfigyelés értelmezéséhez további elemzések szükségesek a torony falából és a szemöldökkövek környezetéből vett habarcsmintákon.

A homoródkarácsonyfalvai feliratos kővön megfigyelt, a szakirodalomban középkori meszelésként azonosított fehér anyaglerakódás a

röntgen-pordiffrakciós vizsgálatok alapján egyértelműen nem tekinthető meszelésnek. Az anyag fázisai: plagioklász, talk, félhidrát, kvarc, Mg-laurát, glicerol, Na-tartarát-hidrát. Ez az összetétel megfeleltethető a gipszmásolat készítésekor használt leválasztó anyagnak. A feliratról a szakirodalom szerint kétszer is vettek le mintát, előbb 1944-ben, utóbb 1974-ben (Németh 1945; Ferenczi 1995). Messziről szemlélve, anyagvizsgálat híján, könnyen meszelésnek tűnhetett.

A Székelyderzsi és a Székelyudvarhelyi Feliratot hordozó téglák, valamint a vargyasi és a székelyderzsi templomból előkerült boltozati bordaív-töredék kiégetési idejét termolumineszcens kormeghatározással vizsgáltuk. A székely feliratos emlékek esetében ezek az első természettudományos módszerrel történt kormeghatározások.

A Székelyderzsi Feliratot hordozó téglá esetében a TL mérés végeredménye (AD 1390–1520) megerősítette a szakirodalomban olvasható, legtöbb szempontot figyelembe vevő datálást (1490-es évek). A feliratos téglával voltaképpen egyidős a templom körüli munkák során másodlagos helyről előkerült bordaív-töredék (AD 1400–1490). A két, egyidős durvakéreg (feliratos téglá, bordaív) nyersanyaga nagy hasonlóságot mutat, mindkettő illites-kloritos, meszes agyag. A röntgenpordiffrakciós vizsgálatokat összefoglaló táblázatban (**2. táblázat**) látható fázisösszetételi-különbséget magyarázhatja az eltérő funkciót kiszolgáló technikai (égetési hőmérséklet) különbség. A két mintán végzett vizsgálatok eredményei alapján nagy biztonsággal állítható, hogy a bordaív idomtégla és a székely feliratos téglá nagyjából egy időben került kiégetésre, azok felhasználását a támpilléren feltüntetett 1490-es évekre mutató hiányos évszám keltezi. Mindez egybevág a székelyderzsi templom faszervezeteti dendrokronológiai vizsgálatának eredményeivel is, ami a szentély feletti fedélszék építését 1495-re vagy azt követő évekre, a hajó feletti fedélszék kialakítását pedig 1500-ra vagy az azt közvetlenül követő időre keltezte (Botár et al. 2013).

A Székelyudvarhelyi Feliratot más fogódzó híján a jelek paleográfiai sajátosságai alapján a XV–XVI. századra datálták. A termolumineszcens kormeghatározás ettől jelentősen eltérő értéket adott: a téglát 1660–1740 között égették ki.

Vargyas középkori templomának késő gótikus bővítését az építkezés utolsó fázisának, a hajó beboltozásának *terminus ante quem*-jével határozható meg. A szakirodalmi feltételezéseket (XV. század vége, XVI. század eleje) megerősíti a régészeti feltárás során felszínre került boltozati bordaív-töredék termolumineszcens kormeghatározásának AD 1500–1570 értéke.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás és a kutatóút a Nemzetstratégiai Kutatóintézet anyagi támogatásával valósult meg, szállást a székelyudvarhelyi Haáz Rezső Múzeum biztosított. Nagylelkű támogatásukat e helyütt is hálásan köszönjük! Köszönetet mondunk továbbá a korai emlékeket őrző egyházközségek vezetőinek, hogy engedélyezték a nyelvemlékek természettudományos vizsgálatát. Hálával adózunk nagytiszteletű Demeter Sándor székelyderzsi és nagytiszteletű Benedek Mihály homoródkarácsonyfalvai unitárius lelkész úr, valamint nagytiszteletű Bod Péter vargyasi-székelyszáldobosi lelkész úr támogatásáért és engedélyéért, továbbá fülei Trinfa Miklós vargyasi gondnok úr segítségével.

Irodalomjegyzék

- ADAMIEC, G. & AITKEN, M. J. (1998): Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL* **16/2** 37–49.
- AITKEN, M. J. (1985): Thermoluminescence Dating. Academic Press, London. 351 p.
- ALBERT D. (1991): A székelyudvarhelyi vár. *Múzeumi Füzetek* **3** Haáz Rezső Múzeum, Székelyudvarhely. 29 p.
- BAJNÓCZI, B.; NAGY, G.; SIPOS, G.; MAY, Z.; VÁCZI, T.; TÓTH, M.; BOROS, I.; PATTANTYÚS, M. (2018): Material analysis and TL dating of a Renaissance glazed terracotta Madonna statue kept in the Museum of Fine Arts, Budapest. *Journal of Cultural Heritage* **33** 60–70.
- BARTÓK B. (1996): Leletmentő ásatások a 15–16. századi vargyasi gótikus templomnál (Kovácsna megye). In: KÓNYA Á. & BOÉR H. szerk. Acta 1995. Aluta – XIX. *Acta Hargitensia* **II** A Csíki Székely Múzeum és a Székely Nemzeti Múzeum Évkönyve. Csíki Székely Múzeum – Székely Nemzeti Múzeum, Csíkszereda – Sepsiszentgyörgy, 145–146.
- BARTÓK B. (1997): Ruinele bisericilor romanice și gotice târzii de la Vârghiș (j. Covasna). In: KÓNYA Á. & BOÉR H. szerk. Acta 1996. Aluta – XX. *Acta Hargitensia* **III** A Székely Nemzeti Múzeum, a Csíki Székely Múzeum és az Erdővidéki Múzeum Évkönyve. T3 Kiadó, Sepsiszentgyörgy, 175–180.
- BENKŐ E. (1994a): Régészeti megjegyzések székelyföldi rovásfeliratokhoz. *Magyar Nyelv* **XC/2** 157–168.
- BENKŐ E. (1994b): Középkori rovásfelirat Vargyasról. *Magyar Nyelv* **XC/4** 487–489.
- BENKŐ E. (1996): A székely rovásírás korai emlékei. A székelydályai felirat, *Magyar Nyelv* **XCII/1** 75–80.
- BENKŐ E. (1997): Módszer és gyakorlat a székely rovásírás kutatásában. Válasz Ferenczi Gézőnak. *Nyelv- és Irodalomtudományi Közlemények* **XLI/2** 177–182.
- BOTÁR I., GRYNÆUS A. & TÓTH B. (2013): Dendrokronológiai vizsgálatok és építéstörténeti megfigyelések a székelyderzsi unitárius templom épületegyüttesében. *Transsylvania Nostra* **VII/2** 2–26.
- CS. SEBESTYÉN K. (1952): A székely-derzsi rovásírásos téglakora, PAIS D. utószó. *Magyar Nyelv* **XLVIII** 86–89.
- DÁVID L. (1981): *A középkori Udvarhelyszék művészeti emlékei*. Kriterion, Bukarest, 396 p. 40 t.
- ENTZ G. (1994): *Erdély építészete a 11–13. században*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár. 260 p., [32] t. + [2] fol. térkép.
- ENTZ G. (1996): *Erdély építészete a 14–16. században*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár. 684 p. 206 t.
- FEATHERS, J. K. & RHODES, D. (1998): Luminescence Dating of Protohistoric pottery from the Great Basin. *Geoarchaeology* **13/3** 287–308.
- FERENCZI G. & FERENCZI I. (1979): Magyar rovásírásos emlékekről. In: CSETRI E., JAKÓ Zs. & TONK S. szerk. *Művelődéstörténeti tanulmányok*. Kriterion, Bukarest, 9–32, 212–215.
- FERENCZI G. (1981): A székelyderzsi rovásírásos téglakora s felirata. *Keresztény Magvető* **LXXXVII** 108–120.
- FERENCZI G. (1994a): A Vargyasi Rovás emlék. Romániai *Magyar Szó* 1994. 10. 8–9 (Szabad Szombat Melléklet, 40 c).
- FERENCZI G. (1994b): A vargyasi székely rovásírásos emlék. *Nyelv- és Irodalomtudományi Közlemények* **XXXVIII/2** 147–150.
- FERENCZI G. (1995): Elmékedés a régészetről és a székely rovásírásról. *Nyelv- és Irodalomtudományi Közlemények* **XXXIX/2** 181–186.
- FERENCZI G. (1997): *Székely rovásírásos emlékek*. Erdélyi Gondolat Könyvkiadó, Székelyudvarhely, 64 p.
- FERENCZI G. (2002): *Lapok Erdély múltjából. Tanulmányok*. Erdélyi Gondolat, Székelyudvarhely. 142 p.
- GYÖNGYÖSSY J., KERNY T. & SARUDI SEBESTYÉN J. (1995): Székelyföldi vártemplomok. *Tájak – Korok – Múzeumok Könyvtára* **5** Budapest. 240 p.
- HORVÁTH I., HARANGOZÓ Á., NÉMETH N. & TUBAY T. (2011): A Nikolsburgi Ábécé hitelességének kérdése: Előzetes közlemény. In:

- BOKA L. & P. VÁSÁRHELYI J. szerk. *Szöveg – Emlék – Kép*. OSZK–Gondolat, Budapest, 76–90.
- HRM közlemény (2015): Segíthet megfejteni Székelyudvarhely első rovás emlékét. Hálózati közlés: <http://www.hrmuzeum.ro/segithet-megfejteni-szekelyudvarhely-elso-rov-as-emleket> (letöltés: 2018. 07. 21.)
- HUSZKA J. (1888): A derzsi (Udvarhely m.) falképek. *Archeológiai Értesítő* U.f. VIII/1 50–53.
- JAKUBOVICH E. (1932): A székely-derzsi rovásírási téglák. *Magyar Nyelv* XXVIII/9–10 264–274.
- JAKUBOVICH E. (1935): *A székely rovásírás legrégebbi ábécéi*. Magyar Nyelvtudományi Társaság, Budapest. 16 p. 2 t.
- KÓNYA Á. (1994): Vargyas újabb kincsei, *Háromszék* 1994. 07. 30.
- KÓSA F. (1994): Kísérlet a vargyasi rovásfelirat megfejtésére. *Nyelv- és Irodalomtudományi Közlemények* XXXVIII/2 153–155.
- KOSEDNAR-LEGENSTEIN, B., DIETZEL, M., LEIS A. & STINGL, K., (2008): Stable carbon and oxygen isotope investigation in historical lime mortar and plaster – Results from field and experimental study. *Applied Geochemistry* XXIII 2425–2437.
- LUKINICH I. (1903): Az udvarhelyi vár története. *Erdélyi Múzeum* XX/8 425–446.
- MIN J., KIM K., HEO S. & JANG Y. (2016): Forensic Comparison of Soil Samples. In: KARS, H. & VAN DEN EIJKEL, L. eds., *Soil in Criminal and Environmental Forensics* Springer, 71–105.
- NÉMETH GY. (1945): A székely írás egy új emléke: a homoródkarácsonyfalvi felirat. *Magyar Nyelv* XLI 11–16.
- PAIS D. (1932): Derzs apa-pap. *Magyar Nyelv* XXVIII/9–10 274–277.
- PAP F. & BARTÓK B. (1997): Tezaurul monetar de la Vârghiș, j. Covasna (sec. XV). In: KÓNYA Á. & BOÉR H. szerk. *Acta* 1996. *Aluta – XX Acta Hargitensia* III A Székely Nemzeti Múzeum, a Csíki Székely Múzeum és az Erdővidéki Múzeum Évkönyve. T3 Kiadó, Sepsiszentgyörgy, 181–196.
- RÁDULY J. (1994): A vargyasi rovásémlék olvasta. *Nyelv- és Irodalomtudományi Közlemények* XXXVIII/2 151–152.
- RÁDULY J. (1995): *Rovásíró őseink*. Firtos Művelődési Egylet, Korond, 143 p.
- RÁDULY J. (2015): A székelyudvarhelyi feliratos rovásémlék. *Lustra* II/2 18–20.
- SÁNDOR K. (2015): Új székely írásos nyelvemlék – szenzációs lelet? nyest.hu, 2015. 08. 25. Hálózati közlés, elérése: <http://www.nyest.hu/hirek/uj-szekely-irasos-emlek-szekelyudvarhelyrol> (letöltés: 2015. 08. 26.)
- SIPOS, Gy. & PAPP, Sz. (2009): Terrakotta műalkotások eredetiségvizsgálata és kormeghatározása termolumineszcens módszerrel, Szépművészeti Múzeum, Budapest. *Archeometriai Műhely* VI/1 61–74.
- SIPOS, Gy., KISS, T., PÁLL, D. G., TÓTH, O., SCHUBERT, G., TÓTH, M. (2010): Mintagyűjtés, minta-előkészítés, mintavesztés TL kormeghatározás során. *Archeometriai Műhely* VII/2 131–136.
- SIPOS, Gy., SCHMIDT C., FILYÓ D. & BARTYIK T. (2019): Calibration transfer between alpha sources using different samples and protocols. 13th international Conference „Methods of Absolute Chronology”, 5-7 June 2019, Tarnowskie Góry, Poland, *Geochronometria Conference Abstracts Series* 2 p. 85.
- SÓFALVI A. (2007): A székelyudvarhelyi Csonkavár. *Castrum* 2007/2 63–80.
- SÓFALVI A. (2017): *Hadakozás és önvédelem a középkori és fejedelemség kori Udvarhelyszéken*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 616 p.
- SZÁSZ T. A. (2015a): A rovástégla üzenetei. *Udvarhelyi Híradó* 2015. 08. 13., 6.
- SZÁSZ T. A. (2015b): A rovás élő írásmód volt Székelyföldön a 15–16. században. Székelyfold.ma, 2015. 08. 13. Hálózati közlés, elérése: <http://szekelyfold.ma/hirek/a-rov-as-elo-irasmod-volt-szekelyfoldon-1516-szazadban> (letöltés: 2015. 08. 16.)
- SZELP Sz. (2011): A Nikolsburgi ábécé szerzősége és keletkezési ideje. Művelődéstörténeti megjegyzésekkel. *Magyar Nyelv* CVII/4 407–428.
- SZELES J. (1898): Székely-Udvarhely története. *Erdélyi Múzeum* XV/7 384–402.
- SzOkl I: *Székely oklevéltár*. I. Kötet. 1211–1519, SZABÓ K. szerk. Magyar Történelmi Társulat kolozsvári bizottsága, Kolozsvár, 1872. 360 p.
- TARI E. (2018): *Kőbe faragott liturgia: A Kárpát-medence középkori kő keresztelődendecéi*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. 400 p.
- TÓTH B., SÓFALVI A., BOTÁR I. & GRYNÆUS A. (2015): Udvarhelyszéki templomtornyok és történeti faszervezetek dendrokronológiai keltezése.: Az „udvarhelyszéki tölgykronológia” (1.), *Lustra* II/1 4–13.
- TUBAY T. (2015): A székely írás kutatásának története, *Információtörténeti műhely* 2 OSZK, Budapest. 242 p.

TUBAY T. (2018): Székely írás és humanizmus. Doktori (PhD) értekezés. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.

DOI: 10.15476/ELTE.2018.011

VASS M. (1906): Az udvarhelyi vár történetéhez. *Történelmi Tár* VIII/2 314–320.

VOFKORI Gy. (1995): *Székelyudvarhely. Város történet képekben*. Polis, Kolozsvár, 147, [3] p.

ZAMANIAN K., PUSTOVOYTOV K. & KUZJAKOV, Y. (2016): Pedogenic carbonates: Forms and formation processes. *Earth-Science Reviews* 157 1–17.

Jegyzetek

ⁱ A Nikolsburgi Ábécé (OSZK Kézirattár, jelzete: MNy 70) a székely írás legkorábbi ábécéje, amit Jakubovich Emil a Gilhofer & Ranschburg könyvkereskedő cég budapesti képviselője, Ranschburg Gusztáv könyvkereskedő megkeresésére azonosított és mutatott be 1933-ban. A pergamenlapot őrző ősnymtatvány a herceg Dietrichstein-család nikolsburgi vára (ma Mikulov, Csehország) árverésre került könyvtárának volt része. Végül az ősnymtatványt nem, csak az abból leválasztott pergamenlapot vásárolta meg az Országos Széchényi Könyvtár (Jakubovich 1935, 2–6). A pergamenlapot hordozó kötet hosszú időig lappangott, míg 2010-ben a nürnbergi Germanisches Nationalmuseum gyűjteményében sikerült a nyomára bukkanni, ennek bejelentésére Horváth Ivánnak a Történelemtanárok Egylete által „Őseinket felhozád...” – Magyar őstörténet címen megrendezett Történelemtanárok (20.) Országos Konferenciáján elhangzott előadásában került sor, 2010. október 9-én. Az ősnymtatvány hollétét, és a Nikolsburgi Ábécé hitelességét bemutató közlemény 2011-ben jelent meg (Horváth et al. 2011, 76–90). Nagyjából ezzel egy időben, a fenti

szerzőktől függetlenül Szelp Szabolcs is közölte az ősnymtatvány mai fellelhetőségét. Szelp érdeme, hogy a nyomtatvány margináliáinak elemzésével bizonyította, a Nikolsburgi Ábécé lejegyzője azonos az ősnymtatvány első possessorával, Philippus de Penchicz-cel (Szelp 2011; Tubay 2015, 7–8, 14, 87, 134–143).

ⁱⁱ A felirat az udvarhelyszéki Székelydála (ma: Hargita megye, Románia) református templomának 1993-as felújítása során bukkant elő, mai terjedelmében az 1995-ben lefolytatott munkálatok során vált ismertté. Első részletes leírása Benkő Eleknek köszönhető, aki az emléket építéstörténeti összefüggések alapján a XIII/XIV. század fordulójától a XV. század második feléig terjedő időszakra, azon belül a XIV. század végére vagy a XIV/XV. század fordulójára datálta (Benkő 1996). Ferenczi Géza vitatta Benkő datálását, és az emléket a XV. század első felére vagy közepére keltezte (Ferenczi 1997, 18–19; Tubay 2015, 120–121). A szakirodalmi ellentmondások tisztázása érdekében Székelydályai Felirat archeometriai vizsgálata indokolt.

ⁱⁱⁱ Székelyudvarhely történetéről: Szeles 1898; Vofkori 1995. A székelyudvarhelyi várral kapcsolatban: Lukinich 1903; Vass 1906; Albert 1991; Sófalvi 2007. A várban a jelenlegi feltárásokat megelőzően, a közelmúltban is többször folytattak ásatásokat: 1981 és 1985 között Ferenczi István vezetésével, valamint 2002-ben Daniela Marcu-Istrate megbízásából, Szöcs Péter Levente irányítása alatt. Előbbiről röviden beszámolt: Ferenczi 2002, 60–61. A 2002-es ásatásokról román nyelvű szakirodalom áll rendelkezésre vö. Sófalvi 2007, 63. A székelyudvarhelyi várral kapcsolatos legfrissebb eredményekről, köztük a Haáz Rezső Múzeum 2009-ben, 2014 és 2015-ben folytatott, Sófalvi András vezette ásatásairól: Sófalvi 2017, 215–227.

A LITHIC ASSEMBLAGE FROM PUEBLO SAJAMA (ORURO DEPARTMENT, BOLIVIA)*

PATTINTOTT KŐESZKÖZ LELETEGYÜTTES PUEBLO SAJAMA TELEPÜLÉSRŐL (ORURO MEGYE, BOLÍVIA)

PÉNTEK, Attila¹; SÁGI, Tamás²; SZAKMÁNY, György² & FARAGÓ, Norbert³

¹Independent researcher, Kistarcsa, Hungary

²Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University, Pázmány P. sétány 1/c, 1117 Budapest, Hungary

³ELTE BTK Institute of Archaeological Sciences, Budapest, Hungary

E-mail: attila.pentek@yahoo.com

*“Some circumstantial evidence is very strong,
as when you find a trout in the milk.”*

Henry David Thoreau (1817-1862)

Abstract

In the following article, some volcanic rock finds from Pueblo Sajama (Oruro Department, Bolivia) will be presented. This small lithic assemblage contains 18 lithic artefacts, consists mainly of flakes without any culture-specific finds, therefore it is not possible to focus on the cultural relations of the assemblage. However, some typological and taphonomic features suggest an ancient origin of the finds. The available archaeological information on the study area is rather poor, the narrower environment of the Nevado Sajama is barely known. The short review should be regarded as a tool for raising awareness about the finds.

Kivonat

Az alábbi cikkben néhány Pueblo Sajama településen (Oruro megye, Bolívia) talált, vulkanikus kőzetből készült lelet kerül bemutatásra. A 18 leletből álló kis leletegyüttes főleg szilánkokból áll, és egyáltalán nem tartalmaz kultúra-specifikus leleteket. Az utóbbiak hiányában nem lehetséges a leletegyüttes kulturális kapcsolataira összpontosítani. Vannak azonban olyan tipológiai jellemzők, továbbá néhány tafonómiai sajátosság, amelyek inkább a leletek esetlegesen archaikus származását sugallják. A tanulmányozott területről rendelkezésre álló régészeti információk meglehetősen szegényesek, a Nevado Sajama szűkebb környezete kevésbé ismert, a leletanyag ismertetését egyfajta figyelemfelkeltésnek kell tekinteni.

KEYWORDS: BOLIVIAN ALTIPLANO, ARCHAIC PERIOD, RAW MATERIAL PROCUREMENT, BASALT

KULCSSZAVAK: BOLÍVIAI-MAGASFÖLD, ARCHAİKUS PERIÓDUS, NYERSANYAGBESZERZÉS, BAZALT

Environment and topography of the area of focus

The main focus area of this paper is the immediate surroundings of the Nevado Sajama, the highest peak in Bolivia. The mountain lies in the Western Andes of Bolivia in front of the Western Cordillera. It rises about 2.2 kilometres from the surrounding terrain to a height of 6,542 metres, making it the highest mountain of Bolivia.

It is an extinct composite volcano with a stratovolcano on top of several lava domes. Nevado Sajama is part of the Central Volcanic Zone of the Andes, where volcanism is triggered by the subduction of the Nazca Plate beneath the South American Plate.

Changes in the subduction regime took place during the Oligocene and directed an increase of volcanic activity in the region.

* How to cite this paper: PÉNTEK, A.; SÁGI, T.; SZAKMÁNY, Gy. & FARAGÓ, N., (2020): A lithic assemblage from Pueblo Sajama (Oruro Department, Bolivia), *Archeometriai Műhely* XVII/2 199-224.

Volcanoes in the region have ages ranging from Pleistocene to Miocene and grew on top of earlier ignimbrites; the whole volcanic activity was controlled by faults. The volcano has erupted rocks ranging from andesite to rhyodacite, with the main stratovolcano formed by andesites that contain hornblende and pyroxene and various phenocrysts. The terrain is characterized by a continuous ice cover in the central sector of the mountain, exposures of bedrock, deposits and rock glaciers in some sites, alluvial fans and scree in the periphery and moraines forming a girdle around the upper sector of Sajama. At lower elevations, the whole volcano features glacially deepened valleys. Starting in the lake Laguna Huaña Kkota on the north-western foot of Nevado Sajama, the Tomarapi River flows firstly eastward, then east, south and southeast around the northern and eastern flanks of the volcano; the Sicuyani River which originates on Nevado Sajama joins it there. The southern flanks give rise to the Huaythana River which flows directly south and then makes a sharp turn to the east. Sajama River originates on the western side of the volcano, and it flows to the south and increasingly turns southeast before joining the Lauca River. Other rivers draining Nevado Sajama and its ice cap also eventually join the Lauca River and end in the Salar de Coipasa (Vuille 1999, 1579-1580; Javier & Rafael 2011, 163-168; MISS 2016).

Geological background

The names and terminology applied to several igneous rocks can be quite confusing for archaeologists. Various terms may refer to rock texture, mineral constituents, or chemical composition. Many names with vague or poorly defined meanings have been applied over the years to the great variety of rocks formed by cooling down from magma or lava. That is why sometimes incorrect terms can be found in the literature based on classifications made by naked eye concerning the igneous rocks (mostly volcanites). Below, we give a short, sketchy review on the known geological availability of several vulcanite types, other than basalt.

There are three monogenetic volcanic fields in which small volcanic centres containing a wide range of igneous rocks (basalt to dacite types) in the Bolivian Altiplano (Davidson & da Silva 1992; 1995, 388, Fig. 1b). The centres near Nevado Sajama are small cinder cones. They have a composition between trachyte and alkaline basalt. From the point of interest, there are two basalt occurrences which are very closely linked to the region of Nevado Sajama.

In connection with the Neogene magmatism (20.0–1.6 Ma) in the Bolivian Andes, Alain Lavenu and colleagues (1989) collected several samples from

pyroclastic flows. According to the authors in the so-called Mauri Formation, in the Berenguela–Charaña region of the North-western Altiplano, basalts and basaltic andesites are common in the lower part, whereas dacitic tuffs and dacitic pumice clasts are dominant in the middle and upper parts. The Abaroa Formation crops out in the same area as the Mauri Formation and consists mainly of dacitic lava flows. As regards the Abaroa Formation, Néstor Jiménez and colleagues (1993) mentioned the presence of basalts and andesites, which have SiO₂ content ranging between 46 and 56%.

In **Fig. 1.** (see also Péntek & Faragó 2019, 120, Figure 4), after Alain Lavenu and colleagues (1989, 36-37, Fig. 1, Fig. 2) a simplified geological map of the Western Cordillera with the foothills near Charaña can be seen. Dot patterns show the Oligocene-Miocene sediments, the Mauri and Abaroa Formations separated. Numbered stars indicate the location of analyzed samples taken from pyroclastic lava flows.

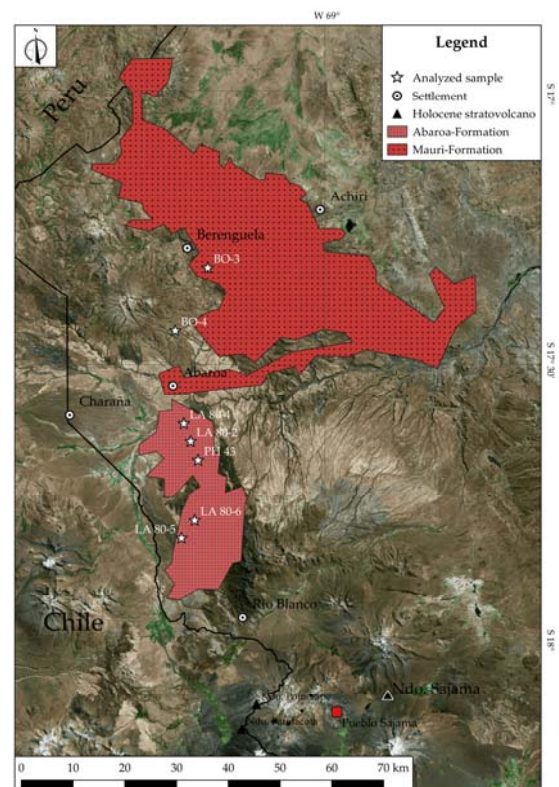


Fig. 1.: Analyzed volcanic samples by A. Lavenu and colleagues (1989) in Central Bolivia of the Abaroa and Mauri Formations. The analyzed volcanic samples are: BO-3 = E. Kusima, BO-4 = E. Sacacani, LA 80-2 = E. Abaroa, LA 80-4 = C. Lupijcala, LA 80-5 = E. Kolkhe Uma, LA 80-6 = E. Kolkhe Uma, PH 43 = Co. Canasita.

1. ábra: A. Lavenu és kollegái (1989) által vizsgált vulkanikus minták Középső-Bolívia területén az Abaroa és Mauri geológiai formációkból

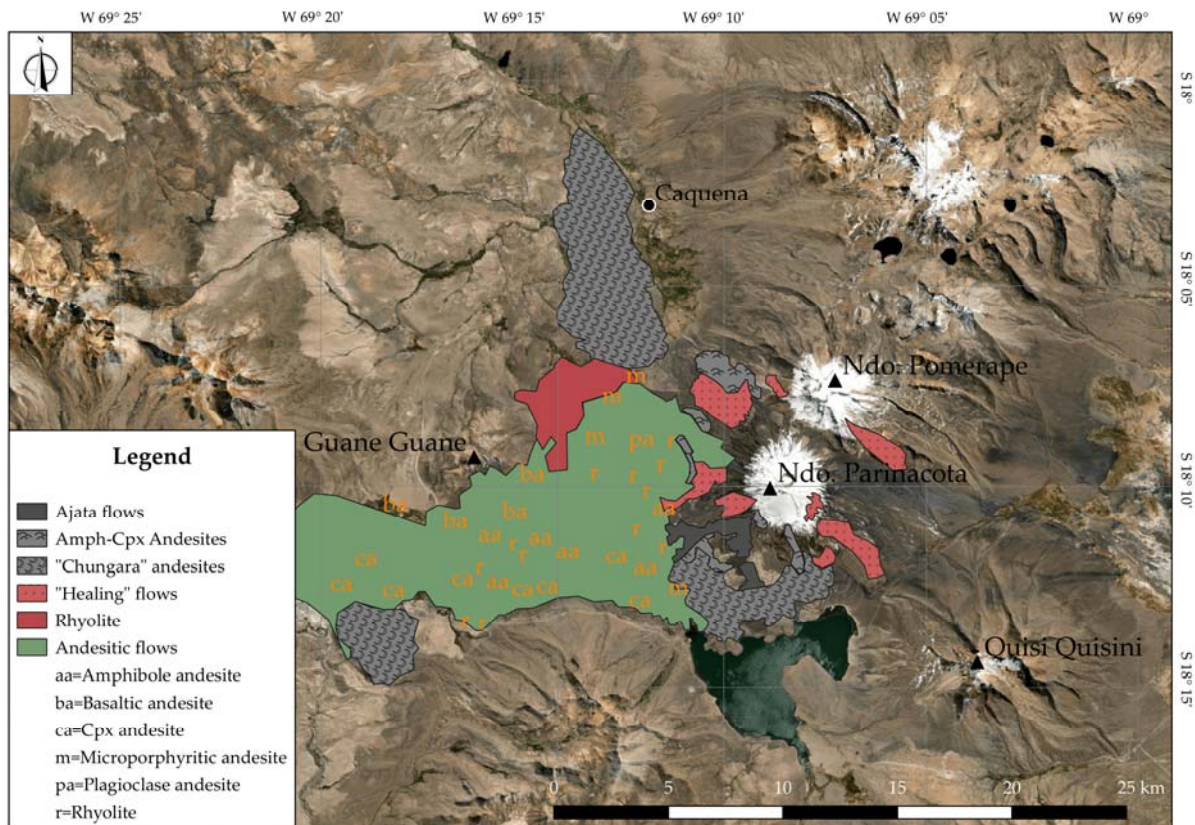


Fig. 2.: A simplified geological map of the subduction-related volcanism in the Nevados de Payachata region after G. Wörner and colleagues (1988)

2. ábra: A Nevados de Payachata régió szubdukciós vulkanizmusának egyszerűsített geológiai térképe G. Wörner és kollégái (1988) nyomán

The samples from top to bottom are as follows BO-3 (basalt lava flow), BO-4 (andesite lava flow), LA 80-4 (dacite lava flow), LA 80-2 (basalt dike), PH 43 (amphibolitic dacite lava flow), LA 80-6 (andesite lava flow), LA 80-5 (andesite lava flow).

In **Fig. 2.** (see also Péntek & Faragó 2019, 120, Figure 5), after Gerhard Wörner and colleagues (1988) a simplified geological map of the subduction-related volcanism in the Nevados de Payachata region of the Central Andes can be seen. According to the authors, this region "...comprises two temporally and geochemically distinct phases. An older period of magmatism is represented by glaciated stratocones and ignimbrite sheets of Late Miocene age. The Pleistocene to Recent phase (≤ 0.3 Ma) includes the twin stratovolcanoes Volcan Pomerape and Volcan Parinacota (the Nevados de Payachata volcanic group) and two small centres to the west (i. e. Caquena and Vilacollo)." The two Nevados de Payachata stratovolcanoes display continuous major- and trace-element trends from high- K_2O basaltic andesites through rhyolites (53-76% SiO_2) that are well defined and distinct from those of the older volcanic centres.

Archaeological background

Several archaeological chronologies of the Americas include an Archaic Period. According to Mark S. Aldenderfer's (2009, Fig. 5.1) chronological scheme for the South Central Andes, the term "Archaic Period" refers to human occupations situated approximately between 10,950 and 3,900 cal BP. Geologically, this period ranges from the Late Pleistocene (Younger Dryas) to the beginning of the Late Holocene (Sub-Boreal). In his study, Marcos Michel (2000) shortly referred to the results of the field surveys of Jorge Arellano López and Danilo Kuljis (1986). These field surveys were carried out along the banks of the Mauri River, at a distance of about 60-75 km to the northwest from Pueblo Sajama. There lithic workshops and shelters in rocky eaves were located on old terraces of the Mauri River and in the Pampa de Charaña. The lithic material of the workshops is scattered on the surface of the pampas. On a location of up to two hundred square metres secondary flakes, fragmented bifaces, end-scrapers, and side-scrapers were identified. The collected artefacts were classified into the preceramic period with some doubts because they were found together

with remains of the Late Intermediate period (Arellano & Kuljis 1986, 11). The artefacts in the sites of Pando and General Campero were identified with a wide formal typological diversity that would imply that the place was successively occupied. A detailed typology describes the lanceolate and triangular forms of this complex made of various raw materials, such as opal, dacite, basalt, rhyolite, and other raw materials possibly brought from the south. Recently, Vanessa Jiménez Balderrama (2013) reviewed the archaeological background of the Mauri River area in more details and described the lithic material of 24 Archaic Period sites, which were localized at the two PAM (Proyecto Arqueológico Mauri) Archaeological Complexes in the Markanasa Valley near Charaña. According to Vanessa Jiménez, a large variety of igneous rocks (andesite, silicified hornblende andesite, basalt, olivine basalt, dacite, silicified dacite, rhyolite, trachyte, trachyandesite) could have been found at the 24 archaeological sites; moreover, these volcanites dominated the raw material utilization. These types can be associated with the above-mentioned Mauri and Abaroa Formations.

The Archaic Period was followed by the Terminal Archaic (3,000-1,500 BC) and the Formative Period (1,500 BC-300 AD). In the direct surroundings of Pueblo Sajama, there is no clear evidence from this long period. However, it can be a possible result of a lack of field research.

The chiefdom of the Aymara tribe Caranga was one of the first developed cultural entities in the Altiplano of Bolivia. The Carangas Period lasted between 300 AD and 1200 AD, and it had its cultural foundation in the Formative tradition of the antecedent Formative Wankarani Cultural Complex. The study of Marcos Michel (2000) intended to be an introduction to the complex problem of the regional cultural developments of the Bolivian highlands. The study was based on archaeological field survey carried out in 1993. The roads to the Sajama region were taken as a reference for the evaluation, considering that these roads are crossing the region in different directions thus forming transects. A stratified sampling work was carried out in the vicinity of these roads which allowed the identification of 43 archaeological sites. Among the localized sites, there were some with lithic archaeological assemblages which correspond to the first hunter-gatherers of the Altiplano. Since the archaeological material is generally mixed on the surface without any sediment present or stratigraphic position, the chronological interpretation of the sites has

encountered many problems. However, the comparisons of the lithic materials, to get comparative-typological dates, were always made concerning distant regions.

In **Fig. 3.**, beside the archaeological sites of the Sajama region, some archaeological sites belonging to the Archaic Period and the Formative Period Wankarani Cultural Complex are shown. The radiocarbon-dated sites and the basalt quarry sites at Lago Poopó are indicated. Chilean sites are signed by white site labels. According to this map, it is obvious that the archaeological sites are distributed rather sparsely over the central part of the Bolivian Altiplano.

There are only two radiocarbon-dated archaic sites in the wider environment of Pueblo Sajama. The site of Pumiri, URR-001, which is a rock shelter, was dated from a charcoal sample and resulted in a date of 4,846-5,271 cal BP (1 σ) (AA96432) (Capriles & Albarracín-Jordan 2013, 52, Table 1). The site of Iroco KCH20, near Oruro, is significantly older and has two radiocarbon dates made from bone collagen. The date of AA91568 is 9,032-9,288 cal BP (1 σ), the date of AA91569 is 8,728-9,087 cal BP (1 σ) (Capriles & Albarracín-Jordan 2013, 52, Table 1).

Almost all archaeological sites belonging to the Archaic Period in North Chile are radiocarbon dated. The AMS date of 11,240–11,600 cal BP (UGAMS2953) indicates that the cave site of Hakenasa is the earliest known occupation site in the Altiplano of northernmost Chile. There is a complete list of the available radiocarbon dates in Santoro et al. 2011, 359-360, Table 1.

In **Fig. 4.**, the tight environment of Nevado Sajama and only the archaeological sites in the Sajama region described by Michel (2000) are represented. Blue lines indicate watercourses, rivers and streamlets. Since the available study of Michel does not contain any geographical information, the locations of the sites cannot be regarded as accurate, they are only indicative. At some of the sites, lithic material was also found.

Among the cave sites, the double-cave of Tomarapi should be highlighted. Both caves were used as habitat sites. A lithic workshop for the production of hoes, knives, arrowheads and other tools made of black basalt was located in the larger cave. The ceramics and lithic artefacts represent local characteristics of continuous occupation from a hunter's epoch to the times of Carangas and even of Inca occupation.

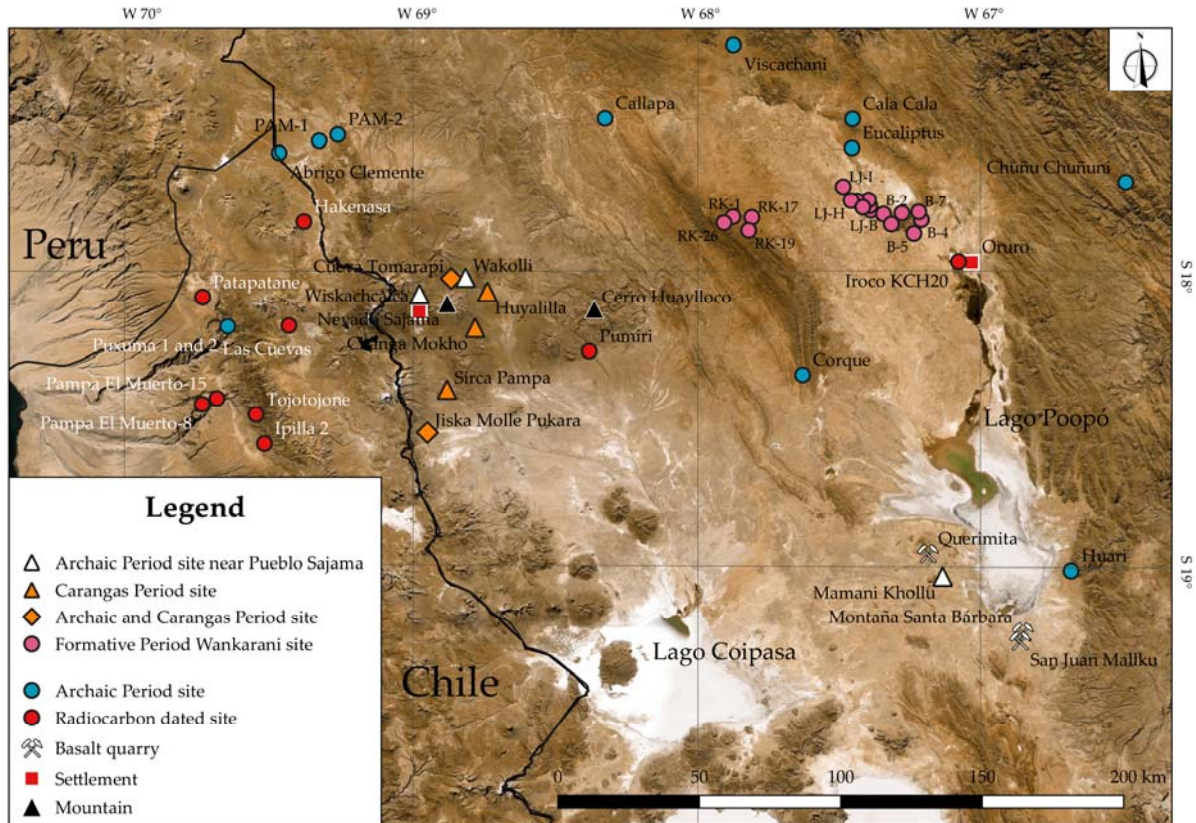


Fig. 3.: Archaeological sites in the Sajama region and some archaeological sites on the Altiplano belonging to the Archaic Period and the Formative Period Wankarani Cultural Complex

3. ábra: Régészeti lelőhelyek a Sajama térségben és az Altiplano területén található néhány, az Archaikus periódusba illetve a Formative periódusba (Wankarani kultúráis komplexum) sorolt lelőhely

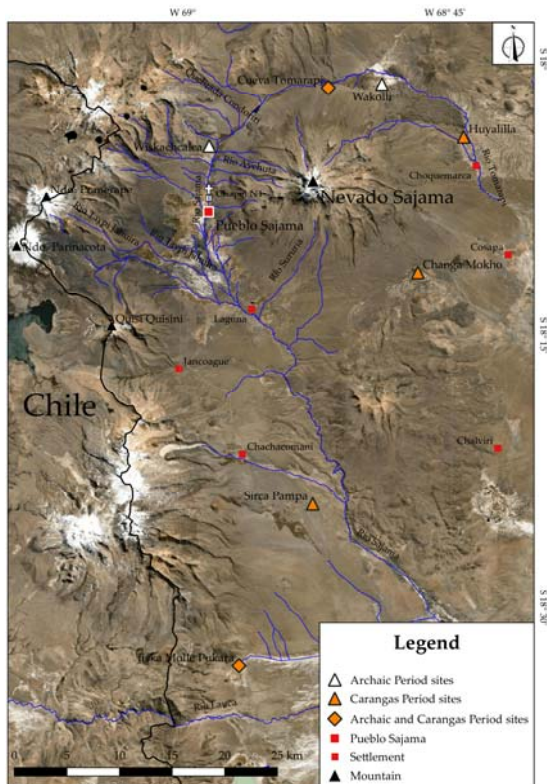


Fig. 4.: Archaeological sites in the Sajama region after M. Michel (2000).

4. ábra: Régészeti lelőhelyek a Sajama térségben M. Michel (2000) nyomán.

The lithic workshop at the foothills of the hill Jiska Molle Pukara is located south of Nevado Sajama. The site, covering an area of about one hectare (10,000 m²), presents abundant remains of lithic material worked in black basalt: knives, side-scrapers, hoes, arrowheads, and remains of slabs and manufacturing waste: cores, flakes, debitage products. According to the characteristics of the lithic and ceramic material, it can be said that the site was occupied from the Archaic Period until the Carangas times.

Northwest of Patokho, at the small settlement of Wiskachalca located at the lower part of a hill formed by several rocky outcrops, a projectile point was discarded during elaboration. It has a triangular form, stemmed with shoulders, made of volcanic quartz, and being similar to those associated to the „Patapatane” (Osorio et al. 2017a, 7, Fig. 3, A, Fig. 3, C; 2017b, 48, Fig. 4, 1-7) and „Tojo Tojone” (Dauelsberg 1983; Osorio 2013, 97, Fig. 17, 3-5; Osorio et al. 2016) phases in Northern Chile, which

are dated by radiocarbon method from 9,500 to 6,000 BP. The projectile point of Wiscachcalca corresponds to the type of 1A, 1B in the typological list of C. Klink and M. S. Aldenderfer (2005, 29, Fig. 3.3, A-E).

At the site of Wakolli (Estancia Huacolli), although the majority of the archaeological finds are dated to the colonial period, several projectile points from the Archaic Period were also collected. The shapes of the collected projectile points are varied, but the majority are oval and elongated forms worked with bifacial retouching made by percussion technique, triangular forms with a semicircular base, or with a rectangular tongue and large ovoid forms with double wings and a central notch. This material has similar characteristics as the projectile points of the Archaic Period of Northern Chile. There are many large and small knives obtained by retouching and micro-retouching at the edge of the flakes.

The lithic workshop Changa Mokho (or Changa Moco) was a production area of lithic tools located in the lower southwest skirt of the pucara de Changa Moco (near a cave), the size of the site is 10 × 10 m. At that place, there are abundant remains of black basalt cores and flakes. This site possibly corresponds to the Carangas era (Michel 2000).

Regarding the lithic material from the archaeological field surveys carried out in 1993, M. Michel wrote (2000, 63) that the existence of lithic "batanes" (grindstones) made of sandstones and volcanic rocks is important in places such as "pucaras" (forts) and places of permanent habitation. Batanes and grinders were usually made from large rocks by knapping and polishing and vary in shape and size; some are very worn by use. They were probably used for the grinding of grains such as corn and quinoa (*Chenopodium quinoa*, a species of goosefoot grown as an edible crop). The majority of lithic artefacts such as arrowheads, hoes, polishers, knives, scrapers and the remains of debitage products (cores, flakes, etc.) were made of black basalt. At the same time, the presence of flakes and some artefacts made of flint, chalcedony, and silex is also important. The ease of access to basalt sources in the region, in addition to a long tradition of using this material (since the Archaic Period), makes its presence abundant in all sites that have lithic material. As in the preceding Formative Period, hoes or "tacllas" (spade/shovel) were the most common lithic tools of the Carangas territory. These bifacial tools were used for several functions, in tasks related to agricultural practices, for tilling, planting, cultivating activities, but the most important was presumably as hoes. The tools were used in other activities carried out in the residential base, like cleaning of garbage dumps and places of habitation, digging wells for storage of various products, and they were also used in

activities related to fodder practices, such as pasture cutting. They were manufactured usually from black basalt slabs, and less commonly from other volcanic rocks. Some hoes reach sizes greater than 18 cm (up to 30 cm), but usually, they measure between 7 and 12 cm. They have an oval shape, with the lower end thinned almost in the shape of a tongue and the upper end in the form of a semicircle. Generally, the distal ends were bifacially abraded by the technique of direct percussion flaking. Sometimes, as a result of wear, the implements present polish on the upper end. The hoes were used for agriculture, being hafted at the top to a shaft. In some cases, fragments of lithic basalt hoes were used as polishers.

Adam Birge (2016; 2017) dealt with the issue of the so-called Sajama Lines in western Bolivia. The Sajama Lines are a web-like network of thousands of nearly perfectly straight paths etched into the ground continuously for more than 3,000 years by the indigenous people living near the volcano Sajama. During his field surveys in the environment of Pueblo Sajama, mainly in the valley of the Tomarapi River, 13 lithic artefacts were documented. Among these finds, there are five modified flakes, three preforms, and one core. The most common type of raw material was basalt, but two examples of obsidian and two white chert preforms are also reported. The lithic artefacts were distributed across different types of sites (Birge 2016, 87). In connection with the site of "Chapel N1", Birge mentioned (2017, 7), that: "The site was also the only place where we found possible lithic projectile points."

Description of the lithic assemblage

First of all, some terminological remarks, concerning technological and morphological characteristics of lithic artefacts and the issue of the natural alterations should have been taken.

Offset (déjeté) artefacts

According to the consensus in the technological research on chipped stones, artefacts are defined as offset (déjeté) pieces when the debitage axis is different from the morphological axis (Inizan et al. 1999, 138-145). Bryan F. Leach wrote (1969, 55-56) that there are many flakes which; when viewed dorsally with the striking platform in the horizontal, illustrate an angular displacement of the longitudinal axis either to the left or right (left and right skew respectively). Concerning the character of the axis displacement, the definition of Amèlia Bargalló and Marina Mosquera (2014, 44-45, Fig. 1) will be followed. When the detaching axis (debitage axis) from the impact point to the end of the piece leans to the right, the flake will be referred to as right-oriented, and if it leans to the left then left-oriented.

Creation of a lip

During knapping, especially when “direct percussion with soft hammer” technique is applied, the detached artefact may happen to remove a larger amount of material in the butt area. As a possible result, the proximal part shows a very broad butt (flake platform), an extremely diffuse bulb with a concave profile and a post-bulbar constriction. The slight projection of the ridge formed by the butt and the lower, the ventral face of the detached artefact, is called “lip”. The specific cause of this knapping phenomenon is that the fracture initiates far behind the impact point of the hammer (Inizan et al. 1999, 36; 144). According to Jacques Pelegrin (2000, 77), the lip is more marked if the “angle de chasse” that is the angle between the striking platform and the upper (dorsal) surface of the artefact is more acute. This technique results in small butts, a flaking angle more than 90 degrees, and a diffuse bulb (Inizan et al. 1999, 74).

Measurement of the artefacts

Following the argumentation of Michael J. Shott (1994), flake morphology, as expressed in size and shape, is an essential aspect of variation to be investigated in lithic technological studies. The variation of blank morphology can be used to infer differences in core types (morphologies), which can further reveal technological traditions. Although the metric data of the small lithic assemblage to review have little statistical relevance, all lithic artefacts were measured. When the axis of flaking and axis of symmetry diverge from each other, the so-called “long axis method”, proposed by Bryan F. Leach (1969), can be useful for the measurement. In other words, the length is taken as the distance on the interior face between the point of percussion (or apex) and the last point of detachment from the core (or vertex). The assumption is that the long axis method is a better reflection of the true outline than other measurement schemes.

The lithic assemblage from Sajama contains several flakes of irregular shape, so, despite the obvious presence of offset flakes, the so-called “box method” was used (Debénath & Dibble 1994, 19), by taking the maximum length and width measurements (Dogandžić et al. 2015, 7, Fig 3b). The maximum length represents the distance from the point of percussion to the distal end, following the axis of percussion (the debitage axis sensu Inizan et al. 1999, 138) (perpendicular to the striking platform width). Maximum width is taken at the widest point perpendicular to the length axis, and maximum thickness is recorded at the thickest point along the third dimension. Hereinafter, the measured maximum dimensions will be referred to in short form, only as length, width, and thickness. To get derived data, the length:width (L/W) and

thickness:width (T/W) ratios were computed. In the case of an undamaged flake platform (butt), two additional morphometric data, platform width and thickness were measured as well.

Remarks on the quantitative descriptive attributes

The following descriptive attributes could be determined for the majority of the artefacts: length, width, thickness, interior and exterior platform angles (Whittaker 1995, 90-91), flake platform width and thickness.

All measured and derived data can be found in **Table 1.**; here some short explaining remarks will be made.

As John R. Cross stated (1993, 71), standardization and uniformity also emerge when we compare ratios of measurements (length, width, and thickness). Similarities and differences between collections are more often perceived by considering proportions and ratios rather than single measurements. There is a possibility to largely compare the morphometric data of the Sajama assemblage with analyzed assemblages from the Formative Period. In a detailed study, Martín Giesso (2010) tried to explain changing patterns in the organization of stone tool production among different social groups that occurred with the emergence and expansion of the Tiwanaku state. The focus of the research was to determine the characteristics of stone production and consumption in different social contexts during the Tiwanaku IV and V periods (ca. 400 to 1100 A.D.). The gathered information was compared to pre-Tiwanaku periods.

A) All measured basic data; length, width, thickness, flake platform width, and thickness are varied in rather wide ranges.

The length varies between 26.2 mm and 84.8 mm, with a mean value of 51.26 mm and a standard deviation of 14.6 mm. The coefficient of variation (also known as relative standard deviation) is 28.48.

The width varies between 21.7 mm and 69.0 mm, with a mean value of 46.1 mm and a standard deviation of 11.86 mm. The coefficient of variation is 25.72.

The thickness varies between 6.5 mm and 19.7 mm, with a mean value of 13.12 mm and a standard deviation of 3.36 mm. The coefficient of variation is 25.58.

In Table 8.1 (Giesso 2010, 160), there are average measurements of complete flakes from two Formative Period sites having the largest collections from the Tiwanaku III occupation of Lukurmata.

Table 1.: Quantitative, measurable data of the lithic artefacts**1. táblázat:** A leletek mennyiségi, mérhető adatai

No	Maximum length (L) in mm	Maximum width (W) in mm	Maximum thickness (T) in mm	L/W	T/W	PW (Platform width in mm)	PT (Platform thickness in mm)	PW/PT	L/PW	W/PW
1	84.80	50.75	17.70	1.67	0.35	26.00	15.00	1.73	3.26	1.95
2	73.00	41.00	16.40	1.78	0.40	18.00	11.00	1.64	4.06	2.28
3	64.70	40.20	14.80	1.61	0.37	22.00	8.00	2.75	2.94	1.83
4	56.40	48.50	14.80	1.16	0.31	11.00	6.00	1.83	5.13	4.41
5	51.00	64.00	14.00	0.80	0.22	31.00	14.00	2.21	1.65	2.06
6	65.40	51.80	13.20	1.26	0.25	9.00	6.50	1.38	7.27	5.76
7	48.30	56.50	12.60	0.85	0.22	-	-	-	-	-
8	43.00	56.00	15.00	0.77	0.27	42.00	16.00	2.63	1.02	1.33
9	43.00	37.00	12.00	1.16	0.32	26.00	11.00	2.36	1.65	1.42
10	43.50	48.00	12.20	0.91	0.25	-	-	-	-	-
11	46.00	46.70	9.70	0.99	0.21	19.00	6.00	3.17	2.42	2.46
12	39.00	44.30	13.50	0.88	0.30	31.00	10.00	3.10	1.26	1.43
13	57.50	24.80	12.50	2.32	0.50	12.00	6.00	2.00	4.79	2.07
14	59.00	69.00	9.00	0.86	0.13	28.00	4.00	7.00	2.11	2.46
15	30.50	47.80	14.80	0.64	0.31	25.00	9.00	2.78	1.22	1.91
16	43.00	21.70	7.80	1.98	0.36	11.00	5.00	2.20	3.91	1.97
17	26.20	37.50	6.50	0.70	0.17	-	-	-	-	-
18	48.40	44.30	19.70	1.09	0.44	22.00	12.00	1.83	2.20	2.01
Min	26.20	21.70	6.50	0.64	0.13	9.00	4.00	1.38	1.02	1.33
Max	84.80	69.00	19.70	2.32	0.50	42.00	16.00	7.00	7.27	5.76
Mean	51.26	46.10	13.12	1.19	0.30	22.20	9.30	2.57	2.99	2.36
Std. deviation	14.60	11.86	3.36	0.48	0.10	9.16	3.80	1.34	1.76	1.18
Coeff. of variation	28.48	25.72	25.58	40.72	31.82	41.26	40.83	51.94	58.90	50.26

Both Formative Period sites are characterized by a very high density of quartzite (more than 90% of the lithic assemblage), while the Lukurmata site is more diverse in raw materials. The table contains data of length, width, thickness, weight, and platform width in millimetre and exterior platform angle (the angle between the platform surface and exterior surface) in degree. Unfortunately, the standard deviations of the measured data were not given. According to M. Giesso, comparing flakes from the Formative Period sites, it is obvious that their flakes are larger and heavier than those of Tiwanaku IV-V occupations. This phenomenon is parallel with changes that occurred in preceramic sequences in other regions of the Central Andes when flake size was diminished with time.

The greatest average values for length, width, and thickness vary between 37.0 mm and 41.2 mm, 39.6 mm and 41.0 mm, and 13.1 and 16.2 mm

respectively. The flakes from the Formative sites have about the same average length and width. Interestingly enough, the flakes of the Tiwanaku III occupation of Lukurmata have a larger width than length; they are rather wide in form.

While the average thickness in the Sajama assemblage is less or equal than those given by M. Giesso, the average length and width are greater. That is, on the whole, the artefacts at Sajama are greater and more elongated. Even M. Giesso stated (2010, 183) that there is no formal blade industry in the Tiwanaku heartland. Very few cores have blade negatives and there are very few blades. The percentage of blades present in each area/site suggests technical expertise. The evidence indicates that blades were exceptional in the range of Tiwanaku knapping practices.

Table 1., cont.**1. táblázat, folyt.**

No	Interior platform angle (degree)	Exterior platform angle (degree)	Figure	Petrological sample id.	Rock name	Texture
1	100	80	Fig. 5:1			
2	115	75	Fig. 6:1			
3	108	75	Fig. 6:2			
4	105	78	Fig. 7:1			
5	> 90	-	Fig. 7:2	PS 5	basaltic andesite	porphyric hialopilitic
6	90	90	Fig. 5:2			
7	115	85	Fig. 12			
8	> 90	-	Fig. 8:1	PS 14	andesite	porphyric hialopilitic
9	> 90	-	Fig. 8:3	PS 9	andesite	porphyric pilotaxitic/microholocrystalline
10	107	83	Fig. 9:1			
11	105	77	Fig. 9:3			
12	113	85	Fig. 10:2			
13	115	85	Fig. 11:1			
14	> 90	-	Fig. 10:1	PS 8	andesite	porphyric pilotaxitic
15	100	82	Fig. 8:2			
16	100	80	Fig. 9:2			
17	102	80	Fig. 11:2			
18	120	80	Fig. 11:3			

Ninety percent of all primary flakes found in Tiwanaku are either quartzite or metamorphic rock. This evidence suggests that other raw materials, both the finer- and coarser-grained materials, were more heavily reduced at the quarry. Table 10.11 (Giesso 2010, 183) illustrates the dimensions of primary flakes at Tiwanaku. There are few primary flakes, and they are generally short (90% measure less than 40 mm) and thin (62% measure less than 10 mm). These facts suggest that the removal of the first large primary flakes took place at the quarry.

B) The exterior platform angle (angle de chasse), the angle between the butt and the upper (dorsal) face was measurable for the same 14 artefacts. It is almost always acute, varying between 75 degrees and 90 degrees, with a mean value of 81.7 degrees, and a standard deviation of 4.25 degrees. The exterior platform angles given by M. Giesso vary in a narrower range, between 72.7 degrees and 80.6 degrees. As M. Giesso noted, short flakes have platform angles closer to 90 degrees. There is an inverse relation between exterior platform angle and flake length. As John D. Speth suggested (1981, 16), "For a given platform angle (measured between striking platform and exterior surface of prism or flake), a decrease in the size of the prism is accompanied by a decrease in terminal flake length, terminal flake width, and terminal platform

thickness, and by an increase in the minimum ball diameter required to remove a flake." In general, the closer the exterior platform angles to 90 degrees, with everything else held constant, the longer the flakes. If the exterior platform angle is around 90 degrees, the extracted flakes are likely short, and thick with pronounced hinge terminations (Whittaker 1995, 91-93). According to Martin Magne and David Pokotylo (1981, 36), "Dorsal angle reflects the morphology and the "core" of flake detachments rather than the angle of percussion used to detach the flake."

In the Sajama assemblage, the above-mentioned suggestion of J. D. Speth could not be observed, there is only an irrelevant very weak negative statistic correlation between exterior platform angle and flake length.

C) The interior platform angle (flaking angle, angle d'éclatement), the angle between the butt and the lower (ventral) face was measurable for 14 artefacts. It is almost always obtuse, varying between 90 degrees and 120 degrees, with a mean value of 106.79 degrees, and a standard deviation of 8.16 degrees. Controlled experiments by Harold L. Dibble and John C. Whittaker (1981, 284-287) suggested that production factors such as the angle of the blow, impact force, and platform thickness

had no significant effect on interior platform angle. Brian Cotterell and Johan Kamminga (1987, 686-691) have observed that interior platform angles are close to 90 degrees for flakes with bending initiations and greater than 90 degrees for flakes with Hertzian initiations. Andrew W. Pelcin (1997, 1110) has subsequently demonstrated a bimodal distribution of flakes according to interior platform angle, which supports the claim that this variable can help to distinguish between bending and Hertzian (conchoidal) flakes (Cochrane 2003, 15). David Pokotylo (1978, 184) suggested that: “This angle should increase as the force is directed to the outer surface of the core and vice versa for inward force applications. The result of an inward-directed force would be the removal of a substantial flake mass, which would necessitate the application of a large amount of force. On the other hand, the results of outward-directed force are best reflected by bifacial thinning flakes which would exhibit the largest angles. Therefore, one would expect this angle to increase through the reduction sequence”.

This suggestion implicates that there is an inverse relationship between the interior platform angle and flake length. In the Sajama assemblage, there is only an irrelevant very weak negative statistic correlation between interior platform angle and flake length. Furthermore, in the Sajama assemblage, no statistically relevant relation between the exterior and platform angle could be observed.

D) The platform width varies between 9.0 mm and 42.0 mm, with a mean value of 22.2 mm and a standard deviation of 9.16 mm. The coefficient of variation is 41.26, extremely high. As mentioned above, the application of “direct percussion with soft hammer” technique can result in a very broad platform. According to Carl J. Phagan (1976, 45), reduced platform width is indicative of platform treatment before force application, and lower values can be interpreted as more careful attention to such platform preparation. The platform width was found useful by D. Pokotylo (1978) in estimating where flakes occur within the reduction sequence. That is, flakes in late stages should be small and exhibit small striking platforms (butts) (Magne & Pokotylo 1981, 36).

According to M. Giesso (2010, 182-183), 69% of the primary flakes at Tiwanaku have platforms that are less than 10 mm wide, and 93% have platforms less than 15 mm wide. Wide platforms are extremely rare. This confirms that most of the cortex was removed at the quarry and that the products that were brought to the site were in advanced stages of processing. In the rural sites, there were few primary flakes, all of them of local raw materials, quartzite (70%), and metamorphic rock (22%). The types of most of the platforms suggest that these primary flakes were not the first

to be extracted from the core, but there was previous preparation. Most primary flakes have narrow platforms, 72% of the platforms are less than 10 mm wide. This, together with the flat platforms (56%), suggests that several of these flakes were extracted in a later stage of core reduction (Giesso 2010, 192). In the Sajama assemblage, between the platform width and length values, no tendency was observable.

Platform thickness is measured from the interior to the exterior surface of the platform at the point of percussion. It represents neither maximum platform thickness nor the shortest distance from the point of percussion to the exterior surface (Dibble 1997, 153). In the Sajama assemblage, the platform thickness varies between 4.0 mm and 16.0 mm, with a mean value of 9.3 mm and a standard deviation of 3.8 mm. The coefficient of variation is 40.83, also very high. Platform thickness is an independent variable in flake formation because it is controlled by the knapper. It is highly correlated with maximum flake thickness (Speth 1981, 17). According to Harold L. Dibble (1997, 154), various controlled experiments have demonstrated that two aspects of flake platforms – platform thickness and exterior platform angle – have significant effects on flake size.

E) From the derived data, only the L/W ratio will be mentioned. It varies between 0.64 and 2.32, with an average of 1.19, and a rather high standard deviation of 0.48. The coefficient of variation is very high since its value is 40.72%.

The surface collection of the lithic artefacts at Sajama was not selective, so the lithic assemblage can be regarded as random, with some statistical relevance. Based on the above-described characteristics, no standardization in the manufacturing procedure seems to be indicated. On the contrary, the assemblages analyzed by M. Giesso show more or less clear evidence of standardization.

Natural alteration

Two important weathering processes can be differentiated, which can influence the surface conditions of a lithic artefact, these are the physical and chemical weathering. The mechanical or physical weathering involves the breakdown of part or parts of the lithic artefact through direct contact with atmospheric conditions, such as heat, water, ice, and pressure. At the same time, the chemical weathering involves the direct effect of atmospheric chemicals or biologically produced chemicals also known as biological weathering in the breakdown of part or parts of the artefacts. While physical weathering is accentuated in very cold or very dry environments, chemical reactions are most intense where the climate is wet and hot. However, both types of weathering occur together, and each tends

to accelerate the other. The degree of surface modification (patina) is extremely variable; it may imply a change in colour, with or without a possible modification of the granularity of the texture, either solely on the surface (film) or more deeply (Inizan et al. 1999, 91). Gloss patina is a natural post-depositional surface alteration frequently present on lithic artefacts. Features of this patina include reduced surface topography, smoothness, and a pronounced lustre. The gloss is a shiny surface condition, which can have natural origin such as water, wind, friction due to vibration, etc. The gloss patina is distinct from the so-called desert polish, which is created by a combination of wind and sand (Perry et al. 2005). Although, there is a considerable amount of literature on the above-mentioned phenomena on flint (e. g. Glauber & Thorson 2012, with a detailed reference list), comparatively little is known on these phenomena on volcanic rocks. Furthermore, as Lena Asryan and colleagues noted (2014), while many experimental studies have been done on siliceous and metamorphic rocks both use-wear and post-depositional surface modification events, little is known about such experiments on volcanic materials (other than obsidian), and on basalt in particular. Few authors have dealt with functional and micro-wear analyses on basalt or basaltic rocks (e. g. Rodríguez Rodríguez 1998; Clemente & Gibaja 2009) but little experimental work has been published, and the phenomenon of the natural alteration has not been discussed at all.

Qualitative, non-measurable descriptive attributes

The following descriptive attributes could be determined for the majority of the artefacts: the form and type of the butt, the presence of a bulb, the presence of bulb scars (Inizan et al. 1999, 36), the presence of a lip, the general form of the artefact, the presence of damaged and/or rounded edge(s), the presence of rounded ridges, and the relation of the debitage axis and morphological axis. We focus especially on two attributes, the presence of bulb scars (negatives of removal, Inizan et al. 1999, 146; flake scars, Whittaker 1994, 15; negative bulb force; Crabtree 1972, 48) on the upper face and finally, the presence of a weathering layer or a shiny surface or rather their connection to each other. Due to the subjective nature of such attributes, in some questionable cases, no decision had been made and the determination remained open.

All qualitative, non-measurable data can be found in **Table 2**. The presence or existence of a given feature is signed by “x”, the lack of that one by “ ” (unfilled field). The fact if a given feature could not be determined is signed by “n.d.”, meaning no data.

Below some short summarizing remarks will be made.

A) For all artefacts but one, the type of the butt could be determined. Most of the artefacts have trapezoid or sub-trapezoid butts (13 pcs.), four butts have an irregular form, and one butt is oval. Most of the butts bear no traces of preparation. The plain (flat) butt has a clear dominance (10 pcs.), followed by the cortical (four pcs.), dihedral (two pcs.) and faceted (one pc.) butt.

B) If the bulb of the artefacts is present, it is generally very diffuse (10 pcs.). These flat undetermined bulbs are poorly defined and do not stand out on the ventral surface. In five cases the bulb is absent, in three cases it is almost absent, only slightly visible.

C) One-third (six pcs.) of the artefacts have flat bulb scar of variable size, in 12 cases there are no bulb scars visible by naked-eye.

D) The so-called lip is in 16 cases present, two artefacts have no lip. It is a strong implication for the application of the “direct percussion with soft hammer” technique.

E) There are some artefacts, which have a somewhat irregular silhouette viewed from above. This irregularity in the form is expressed by the diverging ends and the supposed bending/snap fractures (see e. g. **Fig. 7/2**; **Fig. 8/1**; **Fig. 10/1**). If there is no opposing force directly under the point of impact, a bending fracture will cause the flake to snap transversely. The force travels straight down from the impact point creating a 90-degree fracture angle (Jennings 2011, 3645, 3647, Fig. 2, b, d, e, and f). That is, the breakage surface is perpendicular to one of the main surfaces of the artefact. In the Sajama assemblage, the edges of the supposed broken parts are rounded, which can be the result of post-depositional mechanical effects. Bend-breaks or bending fractures via sediment consolidation occurs at high frequencies (Eren et al. 2011, 201).

F) Only one-third (six pcs.) of the artefacts have sharp, undamaged edges. The damaged edges are notched (scalloped), and usually rounded. These phenomena might have been caused by mechanical or physical weathering. Settling of the soil (due to solifluction, soil creep or simply compaction), does modify the surface of the artefact to a considerable extent. It is not only the abrasion which occurs, but also edge-damage and, in extreme conditions such as periglacial environments, the development of deep scratches, pressure cones, and cryoturbation retouch (Stapert 1976; Van Gijn 1989, 54).

Table 2.: Qualitative, non-measurable data of the lithic artefacts**2. táblázat:** A leletek minőségi, nem mérhető adatai

No	Interior platform angle in degree	Exterior platform angle in degree	General form	Butt	Form of the bulb	Bulb	Bulb scar	Demaged edge	Rounded edge	Rounded ridge
1	100	80	regular	plain	sub-trapezoid	almost absent	x	x		x
2	115	75	regular	cortical	trapeze	absent		x	x	x
3	108	75	regular	plain	trapeze	diffuse	x			
4	105	78	regular	plain	oval	absent				
5	> 90	n.d.	irregular	plain	trapeze	diffuse	x	x		
6	90	90	irregular	plain	trapeze	diffuse	x	x		
7	115	85	regular	cortical	trapeze	almost absent		x	n.d.	n.d.
8	> 90	n.d.	irregular	dihedral	irregular	absent		x		x
9	> 90	n.d.	regular	dihedral	sub-trapezoid	diffuse		x		x
10	107	83	regular	n.d.	irregular	diffuse		x		
11	105	77	regular	plain	irregular	almost absent	x	x		x
12	113	85	regular	plain	trapeze	diffuse		x		x
13	115	85	regular	plain	trapeze	absent				
14	> 90	n.d.	irregular	plain	trapeze	diffuse		x		x
15	100	82	regular	cortical	trapeze	diffuse	x			x
16	100	80	regular	plain	sub-trapezoid	absent				x
17	102	80	regular	facetted	irregular	diffuse		x		
18	120	80	regular	cortical	sub-trapezoid	diffuse				x

No	Shiny surface	Grayish weathering layer	General form	Debitage axis	Lip	Bulbar scar (Negative bulb force)	Figure
1	upper face	lower face	regular	right-skewed	x		Fig. 5/1
2		lower face	regular	left-skewed	x	x	Fig. 6/1
3		both faces	regular	centered	x	x	Fig. 6/2
4			regular	right-skewed	x	x	Fig. 7/1
5	n.d.	n.d.	irregular	centered	x	x	Fig. 7/2
6	both faces		irregular	left-skewed		x	Fig. 5/2
7	upper face		irregular	right-skewed	x	x	Fig. 12
8	n.d.	n.d.	irregular	right-skewed	x		Fig. 8/1
9	n.d.	n.d.	regular	left-skewed	x		Fig. 8/3
10	upper face	lower face	regular	centered			Fig. 9/1
11		both faces	regular	left-skewed	x	x	Fig. 9/3
12	upper face	lower face	regular	left-skewed	x	x	Fig. 10/2
13		lower face	regular	left-skewed	x		Fig. 11/1
14	n.d.	n.d.	irregular	right-skewed	x	x	Fig. 10/1
15	upper face	lower face	regular	centered	x		Fig. 8/2
16	upper face	lower face	regular	right-skewed	x		Fig. 9/2
17			regular	centered	x		Fig. 11/2
18	upper face	lower face	regular	centered	x	x	Fig. 11/3

Without use-wear analysis on the Sajama assemblage, it is hard to decide if some of the tiny splintering along the edges could have been created as a result of usage. The chipped, ragged edges might have been used for several functions, such as cutting, scraping, even without having been retouched.

G) Two-third of the artefact (12 pcs.) is offset, six of them are right-oriented (right-skewed) the other six are left-oriented (left-skewed). The variance between the debitage axis and morphological axis (the axis of flaking and the axis of symmetry) is varying approximately in the range of 20 degrees and 35 degrees. A probable cause of the presence of many offset flakes can be the fact that the flakes may have been struck from unprepared cores or raw material pieces. The plain (natural) and cortical butts of the flakes support this assumption.

H) Ten artefacts have clear observable bulbar scars (negatives of removal or flake scars) on their upper face, in most cases, there is only one scar. On **Fig. 11/3** the end-scraper made on a very thick, massive flake bears clean-cut traces of more than one small bulb scar. In the remaining cases, the determination is ambiguous. Bulbar scars are a very useful indication of the applied flaking techniques. Counts of the number of bulbar scars can provide a broad indication of the intensity of core reduction. Many scars and irregular distribution on the upper face of a flake suggest expedient technology. One or two straight-line scars indicate an advanced degree of core and blank preparation (Giesse 2010, 144).

The number of artefacts without bulbar scar may be explained by the fact that they were struck as primary flakes from raw material blocks of suitable size. It would suggest expedient strategy, tool manufacturing on the spot from raw material sorts of possibly local origin.

I) Eight artefacts have a greyish weathering layer (patina) on the lower face, two artefacts have both faces patinated. Four artefacts show no traces of patination and in four cases the presence of patina is questionable. Without having a detailed geochemical analysis, it is impossible to determine the cause and origin of this patina.

J) One-third of the artefacts (six pcs.) have a shiny upper face, and in one case both faces are shiny. One-third of the artefacts (six pcs.) have relatively dull, unglazed faces, and four cases are questionable. As regards a possible connection between the patinated and shiny faces, without having a detailed geochemical analysis, it is impossible to determine the cause and nature of the formation of the above-mentioned greyish weathering layer. It should be noted, however, that in five cases the artefacts have a shiny upper face and weathered lower face. In two cases, both faces

have the greyish weathering layer. Taking into consideration the fact that the shiny surface is very likely the result of physical and mechanical weathering, such as eolic effects (referring to the action or the power of the wind), we should assume that the majority of the artefacts laid on the soil-surface on its lower, weathered or relatively matt face. Due to the wind erosion, which is very selective, carrying the finest particles particularly sand grains, the upper face of the artefacts might have been polished by these particles, creating a shiny, glossy surface. If the upper face of the artefacts is shiny then the ridges are rounded.

Some highlighted artefacts

It is important to review some artefacts in detail.

In **Fig. 5/1**, there is the largest artefact of the assemblage. Its dimensions are 84.8 mm × 50.75 mm × 17.7 mm. It has a plain butt with lip, the bulb is almost absent, but there is an oblong bulb scar. The artefact is a right-oriented offset piece; the degree of inclination is 20 degrees. On the upper face, there is a slightly curved, rounded ridge, so that the artefact has a sub-triangular cross-section. The upper face is shiny; the lower face has a moderate greyish patination layer. Both worn edges are bifacially retouched, but the retouch is irregular. The retouching detachments are not continuous. The edges are slightly rounded, either due to the usage or due to taphonomic effects. From a typological point of view, the artefact can be classified as an atypical double side-scraper or knife.

In **Fig. 6/1**, there is a large-sized artefact. Its dimensions are 73 mm × 41 mm × 16.4 mm. It has a cortical butt with lip, the bulb is absent, and there is no visible bulb scar. The artefact is a left-oriented offset piece; the degree of inclination is 30 degrees. On the upper face there is no continuous ridge, but two oblong flake scars, so that the artefact has a sub-trapezoid cross-section. The lower face has a very moderate greyish patination layer. The straight-lined left edge is relatively sharp. The curved right edge is partly rounded, that may be the result either of usage as unretouched knife or side-scraper, or taphonomic effects.

In **Fig. 6/2**, there is a large flake with dimensions of 64.7 mm × 40.2 mm × 14.8 mm. The conventional criterion for a flake of being a blade is that its length is at least equal to twice its width. Mainly in the English literature, there is a distinction between the true blade and blade-like flakes. A true blade shows traces of previous parallel removals on its upper face, and also has more or less parallel edges (Crabtree 1972, 42; Inizan et al. 1999, 130-131).

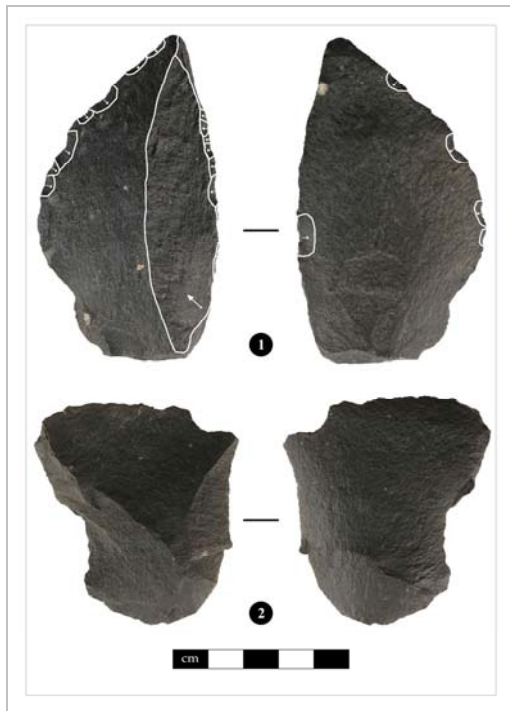


Fig. 5.: Selected artefacts. 1=Atypical double side-scraper or knife

5. ábra: Válogatott leletek. 1=Atipikus kettős kaparó vagy kés

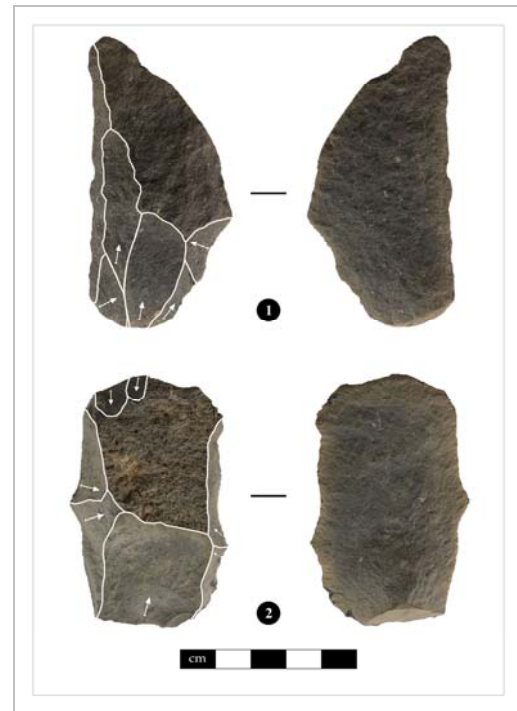


Fig. 6.: Selected artefacts. 1=Unretouched knife or side-scraper, 2= Elongated blade-like flake.

6. ábra: Válogatott leletek. 1=Retusálatlan kés vagy kaparó, 2=Nyújtott, pengeszerű szilánk

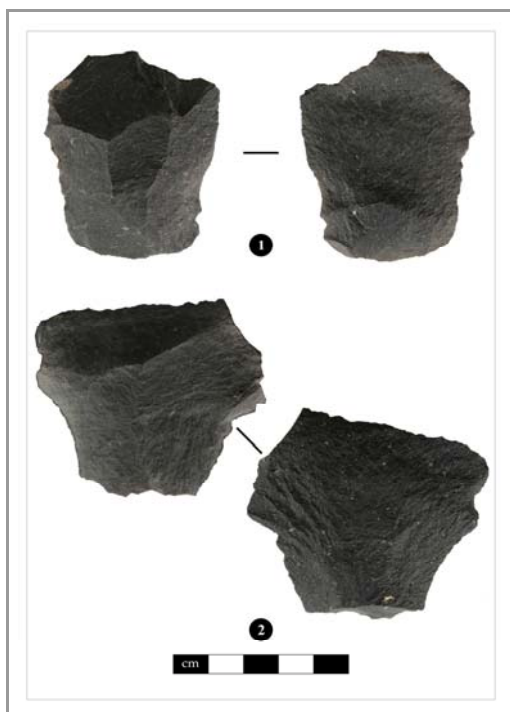


Fig. 7.: Selected artefacts

7. ábra: Válogatott leletek

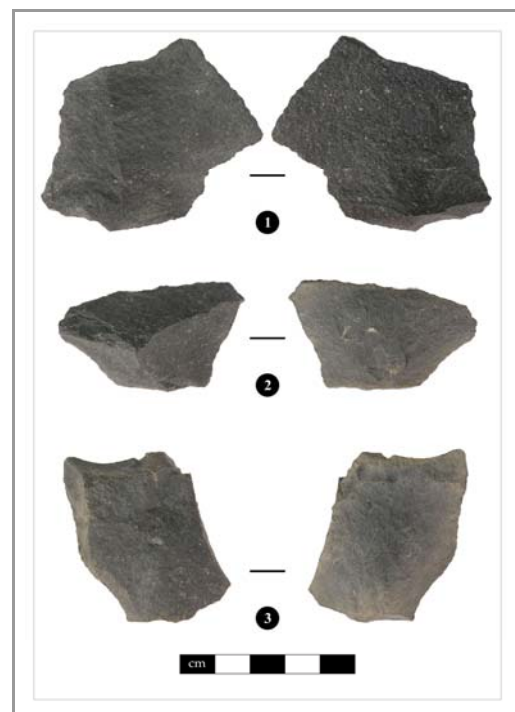


Fig. 8.: Selected artefacts

8. ábra: Válogatott leletek

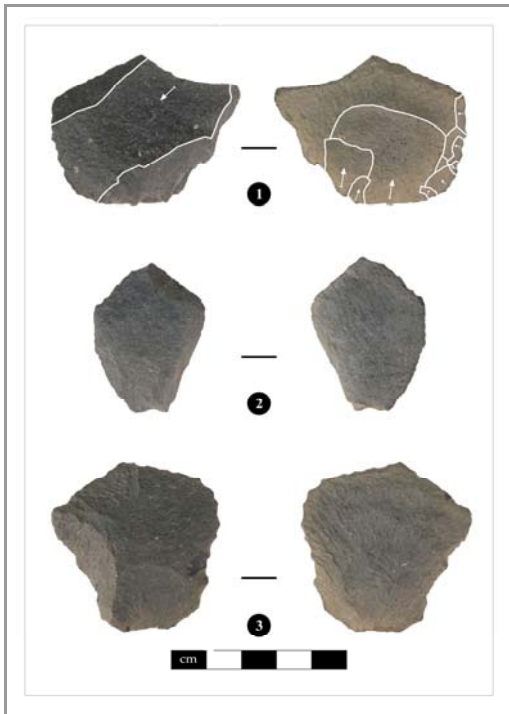


Fig. 9.: Selected artefacts. 1=End-scrapers-like retouched tool.

9. ábra: Válogatott leletek. 1=Vakaró-szerű retusált eszköz.

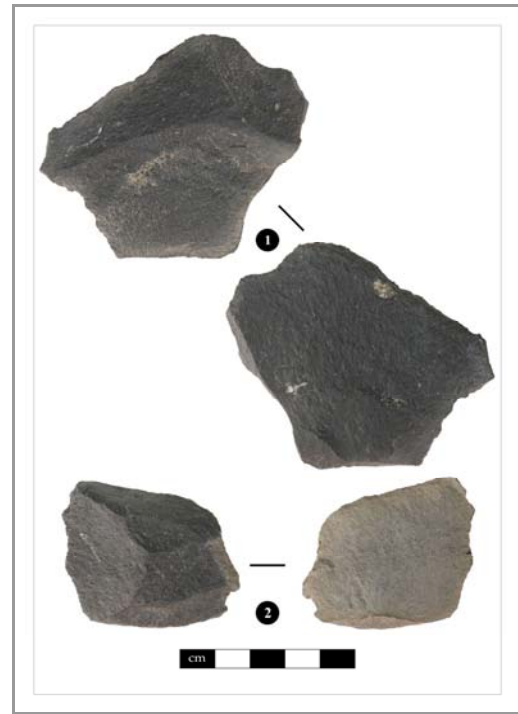


Fig. 10.: Selected artefacts. 1=Unretouched knife or side-scraper.

10. ábra: Válogatott leletek. 1=Retusálatlan kés vagy kaparó.

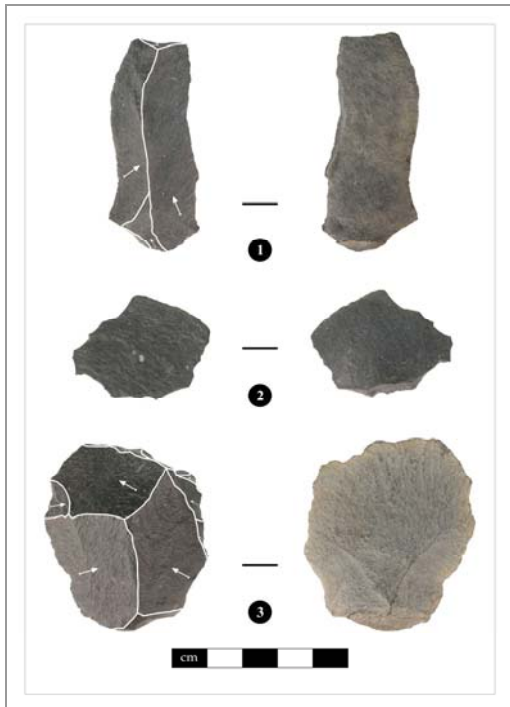


Fig. 11.: Selected artefacts. 1=Blade, 2=Core end-scrapers

11. ábra: Válogatott leletek. 1=Penge, 2=Magkővakaró

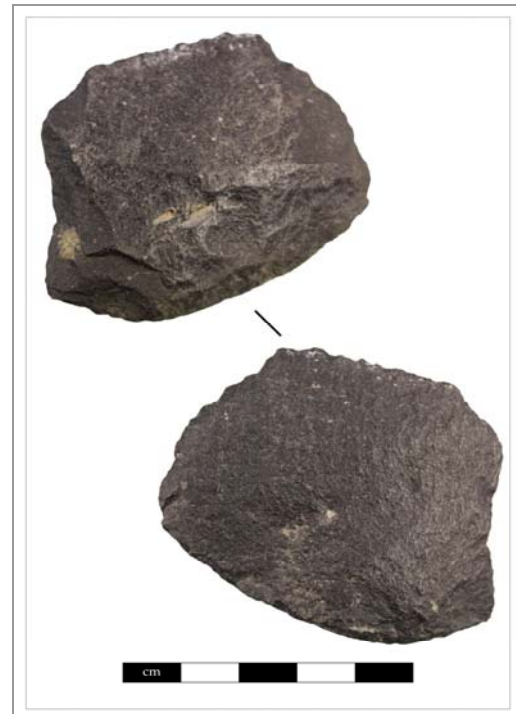


Fig. 12.: Large-sized chunky flake

12. ábra: Nagyméretű vaskos szilánk

The represented flake from Pueblo Sajama does not fulfil the criteria for being a blade (the L/W ratio is only 1.61), but from a technological point of view, it can be considered as a blade-like flake. The artefact was seemingly struck from an angular raw material block. It has a cortical butt with lip, the bulb is diffuse, and there is a small bulb scar to be seen. On both faces, there is a greyish patination layer. On the distal part of the artefact, there is the rest of the original cortex of the raw material block. The somewhat pitted surface may be the result of the above-mentioned sandblasting.

In **Fig. 9/1**, there is an intensely offset flake. The degree of inclination is about 35 degrees. The distal end of the artefact is broken a long time ago. Its dimensions are 43.5 mm × 48 mm × 12.2 mm. It has a hardly perceptible lineal butt without a lip. The bulb is absent, and there is no bulb scar. On the upper face, there is no obvious ridge; the artefact tends to follow the ridges on the surface of the raw material block. The artefact has an irregular trapezoid cross-section. The upper face is shiny, the lower face and the breakage surface at the distal end have pronounced greyish patination layer. The left edge originally may have been straight-lined. At the same time, the right edge is bent in 105 degrees. The rest of the left edge is damaged. The upper part of the right edge is chipped (scalloped), that may be the result of the use of the edge or taphonomic effects. On the lower face, near the base, the right edge shows some tiny inverse detachments in a length of 25 mm. Through these detachments, a scraper-like potentially working edge was created.

In **Fig. 11/1**, there is the sole blade in the assemblage. Its dimensions are 57.5 mm × 24.8 mm × 12.5 mm, the L/W ratio is 2.32. It is not clear enough whether the uneven distal end is broken or if it is the surface of the raw material block or core. Some kinds of raw material lend themselves to making blades. The edges and corners of tabular raw material often provide good ridges for starting a blade core (Whittaker 1995, 221). The represented artefact, despite its sinuous longitudinal profile, can be regarded as such a starting, primary blade. There is no bulb, but a lip. The right edge is damaged. On the lower face, there is a greyish patination layer.

Lastly, the artefact in **Fig. 11/3** should be mentioned. On the somewhat rounded edges, rough-and-ready traces of elaboration (retouch) can be seen, which allows the classification of the artefact as an end-scraper. It was made on a massive, chunky flake with dimensions of 48.4 mm × 44.3 mm × 19.7 mm. The flake is the thickest piece in the assemblage and may be the result of a knapping accident, because of which, due to an

uncontrolled detachment an entire core-side was struck. The upper face is shiny, the lower face has pronounced greyish patination layer.

Petrology of the artefacts

Four rock samples, small-sized or mid-sized flakes having the least archaeological relevance have been studied (samples of PS5, 8, 9 and 14) to reveal their possible petrological connections. Macroscopically all samples have fine-grained aphanitic texture. Based on their dark greyish-black colour a mafic-neutral lava rock origin of the samples can be suggested. Samples of PS8 and 14 show stronger while PS5 and 9 weaker weathering crust.

Petrographic descriptions were carried out on polished thin sections with a Nikon YS2-T polarizing microscope (using NIS-Elements Br software) at the Department of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University (Budapest, Hungary).

Petrographical characteristics of the investigated samples

Terminological notes

Macrocryst: all kind of mineral crystals larger than 500 µm with a maximal size of ~1 mm are called as macrocrysts because their exact denomination (e.g. phenocryst, megacryst, xenocryst) and origin cannot be determined.

Microphenocryst: a considerable amount of mineral crystals which cannot be denominated as phenocrysts because of their smaller size ranging between 100-450 µm. Except for size parameters, they show strong similarities with macrocrysts.

Groundmass: the dominant component (~65-87 %) in all samples, it is made up of tiny crystals (usually smaller than 100 µm) and various amount of volcanic glass.

Minerals are listed in decreasing abundance in all case. Modal composition of each sample is shown in **Table 3**.

Sample PS5 (Fig. 7/2)

Rock name: basaltic andesite

Texture: porphyric hialopilitic

The rock consists of macrocrysts and cumuloaphyric clusters of plagioclase, augite, olivine, amphibole, biotite and magnetite (~2%); microphenocrysts of plagioclase, augite, olivine, magnetite and orthopyroxene (~33-34%) and groundmass made-up by plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene, apatite and volcanic glass (~65%) (**Fig. 5a-b**).

Table 3.: Modal composition of the investigated rock fragments. Three main categories are distinguished by size, they are indicated with bold characters, their detailed composition is given by italic characters. All components are given in volume %.

3. táblázat: A vizsgált közettöredékek modális összetétele. Méret szerint három fő kategóriát különböztünk meg (félkövérrel szedve), az egyes kategóriákat alkotó fázisok arányát és nevét dőlt betűvel szedtük. Az egyes mennyiségek minden esetben térfogat %-ot jelentenek.

SAMPLE	PS5	PS8	PS9	PS14
Macrocrysts and cumulophyric clusters	1.83	0.95	1.81	0.9
<i>plagioclase</i>	<i>46</i>	<i>84</i>	<i>40</i>	<i>68</i>
<i>olivine</i>	<i>28</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>orthopyroxene</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
<i>augite</i>	<i>19</i>	<i>9</i>	<i>56</i>	<i>32</i>
<i>amphibole</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>biotite</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>magnetite</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
Microphenocrysts	33.7	23.8	17.1	12.5
<i>plagioclase</i>	<i>82</i>	<i>93</i>	<i>92</i>	<i>90</i>
<i>olivine</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>orthopyroxene</i>	<i><1</i>	<i><<1</i>	<i><<1</i>	<i><<1</i>
<i>augite</i>	<i>14</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>9</i>
<i>magnetite</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Groundmass	64.5	75.3	81.1	86.6
<i>Glass in the groundmass</i>	<i>25</i>	<i>6-8</i>	<i><2</i>	<i>15</i>

Macrocrysts and cumulophyric clusters

Most common macrocryst is the subhedral-euhedral plagioclase. They often have a resorbed core or middle rim with strongly sieved texture and a euhedral, unaltered outermost rim. Oscillatory zonation is common. Augites are usually normal- and rarely sector-zoned, unaltered euhedral grains with a pale pinkish-brown colour. Olivines are eu- and subhedral, unaltered crystals often with a fine-grained clinopyroxene-plagioclase corona. Both augites and olivines contain small inclusions of magnetite, few olivine grains have Cr-spinel inclusions too.

Biotites are resorbed, partially or completely opacitized, anhedral grains. Amphiboles are anhedral, strongly resorbed and partially opacitized. The least common macrocryst is anhedral magnetite. Cumulophyric clusters consist of olivine+augite±plagioclase±magnetite; amphibole+plagioclase and biotite+plagioclase.

Microphenocrysts

The most common microphenocryst is plagioclase. They often have a sieved core and a euhedral outer rim, almost square-shaped sections are very common, largest grains show oscillatory zonation. Augites and olivines are eu- and subhedral, except their size (100-400 µm) they have the same characteristics as similar macrocrysts. Orthopyroxene is the least common microphenocryst; its columnar crystals have a maximal length of 150 µm. Augite overgrowth on orthopyroxene is common. Magnetite microphenocrysts (100-110 µm) are mostly anhedral, sometimes euhedral crystals, they are often connected to augite.

Groundmass

Plagioclase, augite, magnetite, olivine, orthopyroxene and accessory apatite can be found in the groundmass besides volcanic glass. Plagioclase and pyroxenes form dominantly elongated, euhedral crystals. Augite overgrowth on orthopyroxene is common. Euhedral-subhedral magnetite is evenly dispersed in the groundmass

and it is often connected to augite. Euhedral-subhedral apatite has two types, a brownish-smoky and a colourless one. Volcanic glass is very abundant (~25 %), it has an orange-brown colour and it is rich in crystallites of clinopyroxene, plagioclase, magnetite and orthopyroxene.

Sample PS8 (Fig. 10/1)

Rock name: andesite

Texture: porphyric pilotaxitic

The rock consists of macrocrysts and cumuloxyphic clusters of plagioclase, augite, amphibole and biotite (~1%); microphenocrysts of plagioclase, augite, magnetite and orthopyroxene (~23-24%) and groundmass made-up by plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene, apatite and volcanic glass (~75%) (Fig. 5c-d).

Macrocrysts and cumuloxyphic clusters

Macrocrysts and cumuloxyphic clusters of subhedral-euhedral plagioclase often have a slightly resorbed core with sieved texture and a euhedral, unaltered outer rim. Oscillatory zonation is common. Augite macrocrysts are unaltered subhedral-anhedral grains with a pale pinkish-brown colour. They rarely show normal or patchy zonation, most of them are unzoned and all of them contain small inclusions of magnetite. Biotite and amphibole show strong resorption and they have an opacitized rim. Cumuloxyphic clusters consist of plagioclase; amphibole+biotite and plagioclase+augite.

Microphenocrysts

Plagioclase microphenocryst often has a sieved core and a euhedral outer rim, larger grains show oscillatory zonation. Almost square-shaped sections of plagioclase are common. Augites are sub- and euhedral, except their size (100-180 µm) they have the same characteristics as similar macrocrysts. Magnetite microphenocrysts (100-150 µm) are mostly anhedral, sometimes euhedral crystals; they are often connected to augite. Euhedral orthopyroxene is the least common microphenocryst with a maximal length of 110 µm.

Groundmass

Plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene and accessory apatite can be found in the groundmass besides volcanic glass. Plagioclase and pyroxenes form dominantly elongated, euhedral crystals. Euhedral-subhedral magnetite is evenly dispersed in the groundmass and it is often connected to augite. Apatite is euhedral-subhedral; it has two types, a brownish-smoky and a colourless one. Volcanic glass is less abundant in the groundmass (~6-8%) than in sample PS5, it has a light orange-brown colour and it is rich in crystallites of plagioclase, clinopyroxene and magnetite.

Sample PS9 (Fig. 8/3)

Rock name: andesite

Texture: porphyric pilotaxitic/microholocrystalline

The rock consists of macrocrysts and cumuloxyphic clusters of augite, plagioclase, orthopyroxene and magnetite (~2%); microphenocrysts of plagioclase, augite, magnetite and orthopyroxene (~17%) and groundmass made-up by plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene, apatite and volcanic glass (~81%) (Fig. 5e).

Macrocrysts and cumuloxyphic clusters

Augite macrocrysts are unaltered subhedral-anhedral grains with a pale pinkish-brown colour. They rarely show normal or patchy zonation, most of them are unzoned and all of them contain small inclusions of magnetite. Macrocrysts and cumuloxyphic clusters of subhedral-euhedral plagioclase often have a fresh core, a slightly resorbed middle rim with sieved texture and occasionally a fresh euhedral outer rim. Anhedral, resorbed, slightly pleochroic (with a very pale pinkish-brown colour) orthopyroxene crystals are rare.

Cumuloxyphic clusters consist of plagioclase; plagioclase+augite+magnetite and augite+orthopyroxene. There are fine-grained, brownish patches in the groundmass around macrocrysts and cumuloxyphic clusters; they probably resemble completely opacitized crystals of amphibole or biotite.

Microphenocrysts

Plagioclase microphenocrysts often have a sieved core and a thin euhedral rim. The largest grains show oscillatory zonation. Almost square-shaped sections of plagioclase are rare. Augites are eu- and subhedral, except their size (100-380 µm) they have the same characteristics as similar macrocrysts. Magnetite microphenocrysts (100-250 µm) are mostly anhedral, sometimes euhedral; they are often connected to augite. Euhedral orthopyroxene is the least common microphenocryst with a maximal length of 200 µm.

Groundmass

Plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene and accessory apatite can be found in the groundmass besides volcanic glass. Plagioclase and pyroxenes form dominantly elongated, euhedral crystals. Euhedral-subhedral magnetite is evenly dispersed in the groundmass and it is often connected to augite. Apatite is euhedral-subhedral; it has two types, a brownish-smoky and a colourless one. Volcanic glass is rare (<2%), it has a light greyish-brown colour and it is rich in crystallites of clinopyroxene, plagioclase and magnetite.

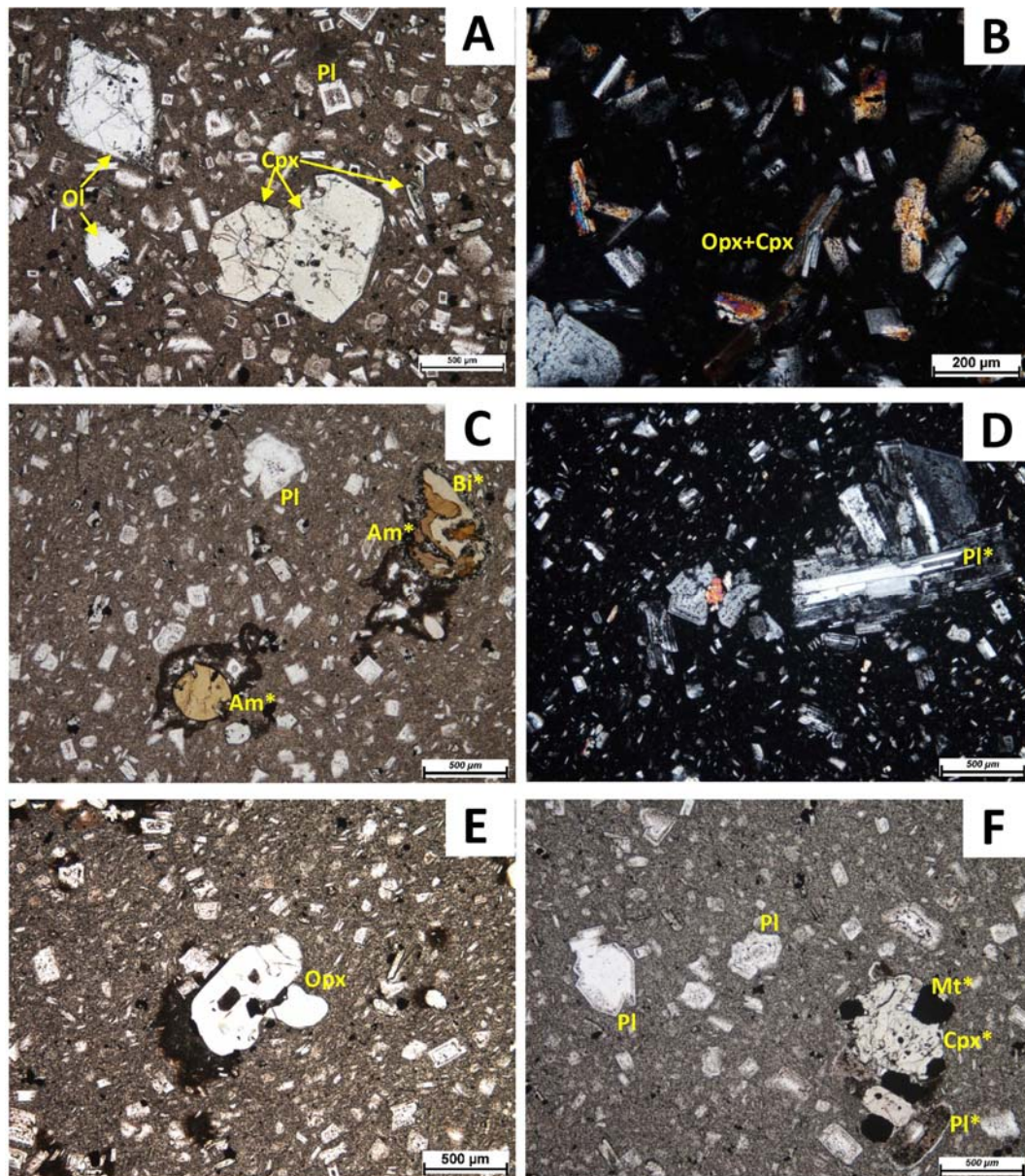


Fig. 13.: Characteristic microphotographs of the investigated samples. A – Large olivine and augite macrocrysts (possibly megacrysts), plagioclase microphenocrysts with sieved core and euhedral rim. Volcanic glass is very abundant in the groundmass (PS5). B – Clinopyroxene (augite) overgrowth on orthopyroxene microphenocrysts in the groundmass (PS5). C – Partially resorbed and opacitized amphibole and biotite megacrysts (PS8). D – Large plagioclase cumulo-phyric cluster of crystals with a more or less fresh core and a sieved rim (PS8). E – Large and resorbed orthopyroxene megacryst. Dark brownish areas in the groundmass could be completely opacitized crystals of amphibole and/or biotite (PS9). F – Cumulo-phyric cluster of augite, magnetite and plagioclase. Two generations of plagioclase microphenocrysts can be observed (fresh vs sieved core) (PS14).

A, C, E and F: PPL; B and D: XPL micrographs, Am – amphibole, Bi – biotite, Cpx – clinopyroxene, Mt – magnetite, Ol – olivine, Pl – plagioclase, * - crystal in cumulo-phyric cluster.

13. ábra: A vizsgált minták jellemző szöveti bélyegeit bemutató mikrofotók. A – Nagyméretű olivin és augit makrokristályok (feltehetően megakristályok), szivacsos magvú plagioklász sajtá alakú peremmel. Az alanyanyag kifejezetten üveggazdag (PS5). B – Klinopiroxén (augit) ránövekedés ortopiroxén mikrofenokristályokon az alanyanyagban (PS5). C – Részlegesen visszaoldódott és opacitosodott amfibol és biotit megakristályok (PS8). D – Nagyméretű plagioklász kumulokristályokból álló “csomó”, többé-kevésbé üde maggal és szivacsos szövetű peremi részekkel (PS8). E – Nagyméretű, rezorbeált ortopiroxén megakristály. Az alanyanyagban megjelenő sötétbarna területek feltehetően teljes mértékben opacitosodott amfibolok és/vagy biotitok maradványai lehetnek (PS9). F – Augit, magnetit és plagioklász kumulokristályokból álló “csomó”. A plagioklász mikrofokristályok két generációsak (szivacsos vagy üde mag) (PS14).

A, C, E and F: 1N; B and D: +N felvételek, Am – amfibol, Bi – biotit, Cpx – klinopiroxén, Mt – magnetit, Ol – olivin, Pl – plagioklász, * - kumulokristályok ásványcsomóban.

Sample PS14 (Fig. 8/1)

Rock name: andesite

Texture: porphyric hialopilitic

The rock consists of macrocrysts and cumuloiphyric clusters of plagioclase and augite (~1%); microphenocrysts of plagioclase, augite, magnetite and orthopyroxene (~12-13 %) and groundmass made-up by plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene, apatite and volcanic glass (~86-87%) (Fig. 5f). A small dioritic xenolith (with plagioclase, clinopyroxene, magnetite and biotite) is observable in the sample.

Macrocrysts and cumuloiphyric clusters

The macrocrysts and cumuloiphyric clusters of subhedral-euhedral plagioclase often have a quite fresh, slightly resorbed core, a middle rim with sieved texture and a fresh euhedral outer rim. Oscillatory zonation is common. Augites are usually normally zoned, unaltered euhedral-subhedral grains with pale pinkish-brown colour and they contain small inclusions of magnetite. Cumuloiphyric clusters consist of plagioclase and augite±plagioclase±magnetite.

Microphenocrysts

Plagioclase microphenocrysts often have a sieved core and a euhedral rim; almost square-shaped sections of plagioclase are rare. The largest grains show oscillatory zonation. Augites are eu- and subhedral, except their size (100-420 µm) they have the same characteristics as augite macrocrysts. Magnetite microphenocrysts (100-150 µm) are mostly anhedral, sometimes euhedral crystals; they are often connected to augite. Euhedral orthopyroxene is the least common microphenocryst with a maximal length of 120 µm.

Groundmass

Plagioclase, augite, magnetite, orthopyroxene and accessory apatite can be found in the groundmass besides volcanic glass. Plagioclase and pyroxenes form dominantly elongated, euhedral crystals. Euhedral-subhedral magnetite is evenly dispersed in the groundmass and it is often connected to augite. Apatite is euhedral-subhedral, it has two types, a brownish-smoky and a colourless one. Volcanic glass is abundant (~15%), it has a light greyish-brown colour and it is rich in crystallites of clinopyroxene, plagioclase and magnetite.

Discussion and petrological conclusions

The investigated rock samples have important common textural properties, namely the presence of various type cumuloiphyric clusters and relatively large individual grains called “macrocrysts”, the dominance of plagioclase in all scale and the two-generation plagioclase crystals (fresh, euhedral

overgrowth on sieved±resorbed cores in larger grains). The mineral assemblage of the rock samples is quite similar; however, there are some differences that could be crucial from petrogenetic point of view.

Textural features of macrocrysts and cumuloiphyric clusters (e.g. relatively large size, often strong resorption, sieved cores or middle zones of plagioclase, opacitization of amphibole and biotite) indicate that most of them were not in equilibrium with the melt (Fig. 13c-f). This suggests that these crystals represent a different geochemical environment and they were incorporated by the ascending magma. Olivine and augite in PS5 are the only macrocrysts which are almost completely fresh (Fig. 13a). Additionally, sample PS5 is unique in several other ways: it is the only that contains olivine (in all scales), olivine and augite cumuloiphyric clusters are fresh and slightly or not resorbed, augite overgrowth on orthopyroxene (Fig. 13b) is common and the groundmass is rich in orange-coloured volcanic glass.

Fresh olivine macrocrysts and the considerable amount of orange-coloured volcanic glass (Fig. 13a) in PS5 suggest that its parental melt was basaltic in composition and “dry”; it ascended very fast and cooled rapidly on the surface. The textural complexity of plagioclase- and the resorption and opacitization of biotite- and amphibole macrocrysts/clusters show that they were not in equilibrium with that basaltic melt, most likely they were incorporated by the ascending magma from the crust (dioritic rock fragments or crystal mush). The abundance of square-shaped sections of plagioclase microphenocrysts (Fig. 13a,c) may indicate a flow direction perpendicular to the plane of the thin section and more importantly a lava flow origin of the rock.

As it was written above, olivine is absent in all other rock slides. There are other important compositional differences between individual samples. The abundance of plagioclase microphenocrysts is increasing in the order of PS5, PS14, PS9 and PS8, whereas the abundance of clinopyroxene microphenocrysts is decreasing in the order of PS5, PS14, PS9 and PS8. In the case of macrocrysts and clusters, amphibole and biotite are resorbed and opacitized partially in PS8, completely in PS9 and absent in PS14. Plagioclase has a sieved core in PS5 and PS8 whereas they have a fresh core in PS9 and PS14.

Based on the petrogenetic assumptions of PS5 and the compositional/textural variations between the samples, the origin of the three other samples could be explained by differences in crustal contamination, magma ascent and cooling rate. We suggest that the ratio of the primary basaltic melt and the incorporated crustal material decreases in

the order of PS5, PS14, PS9 and PS8 – following the augite and plagioclase content of the rocks. Ascent rate could be relatively fast of PS5, PS8 (based on unaltered olivines and not completely altered amphiboles and biotites) and could be slower of PS9, PS14 (based on the absence or total breakdown of amphibole and biotite). Lava cooling rate could be the fastest of PS5 and PS14, slower of PS8 and the slowest of PS9 (based on glass content). Orthopyroxene macrocrysts in PS8 and PS9 (Fig. 13e) could imply slight differences in the composition of the incorporated crustal material.

In conclusion, the four investigated rock samples are fragments of differently cooled lava flows with petrogenetically close origin characterized dominantly by various crustal contamination of a basaltic primary magma. Most probably they are parts of the same volcanic series and they were erupted by a single volcano in different eruptions or different stages of an eruptive phase.

There are three Quaternary monogenetic volcanic fields behind the Central Andean Arc in Bolivia and on the Bolivian Altiplano. Their little volcanic centres consist mostly of mafic or neutral rocks (basalt, andesite, basaltic trachyandesite, trachyandesite, rarely picrite) while more silicic rocks (dacite) are less frequent. None of them represents the primitive basaltic melt due to different degree of crustal contamination and/or fractional crystallization (Davidson & Silva 1992). The monogenetic fields (and their dominant rock types) are the following: 1) the northernmost field lies on the eastern flanks of the Nevado Sajama stratovolcano (olivine-augite-phyric trachyandesites); 2) the largest field lies on the south, around the Salar de Uyuni and Salar Coipasa basins (dacites and olivine-phyric basalts); 3) the smallest field lies to the west of the Lago Poopo (olivine-phyric basalts). In the basaltic rocks of the second monogenetic volcanic field, large plagioclase phenocrysts are abundant (probably from the underlying andesitic and dacitic formations), while the rocks of the third monogenetic field contain xenocrysts of quartz, orthopyroxene, apatite, kyanite, alkali feldspar and xenoliths of sillimanite gneiss (Davidson & Silva 1992).

Since all rock names mentioned by Davidson & Silva (1992) are based on geochemical analyses and more detailed petrographic descriptions of the formations cannot be found, the origin of the investigated lithic artefacts cannot be stated by absolute certainty. The lack of the metamorphic xenocryst assemblage in the basaltic and andesitic artefacts excludes the third monogenetic field (to the west of Lago Poopo) as provenance area. The second volcanic field is also not very likely as a source region because it consists dominantly of dacitic volcanoes. On the other hand, the basic mineralogical characteristics of the rocks from the

northernmost volcanic field and of the artefacts are very similar. Additionally, the proximity of the archaeological site suggests that the monogenetic volcanic field on the eastern flank of the Nevado Sajama could be the most likely provenance of the artefacts; however, the exact location of the quarrying site cannot be named.

Discussion

According to Yara Lizarraga-Mehring (2004, 90), it is possible to formulate hypotheses about the production process of lithic artefacts, although the surface artefacts may come from different periods. Besides, the rounded edges or patina of some artefacts reveal processes, to which they were subjected during sedimentation. In the cores, flakes and other stone artefacts, the production technique can be recognized. This theoretical approach is proper in a case of a relatively large lithic assemblage of some hundreds of artefacts, but it is hardly applicable for the little collection of Pueblo Sajama. However, there is an indirect possibility to try to determine the age and cultural affiliation of this assemblage, by taking into consideration some circumstantial evidence, such as the question of the utilized raw material, technological features, traceable typological features in the surrounding area that can imply cultural connections, and taphonomical aspects.

1) Concerning the raw material utilization, it is important to emphasize the fact that generally, the lack of cores and corticated primary flakes at a given archaeological site indicates rather the non-local origin of the utilized raw material. In the case of the small lithic assemblage of Pueblo Sajama, the indication of the non-local origin of the utilized basaltic-andesite cannot be stated with certainty. Both in the Archaic Period and the Formative Period, there are some lithic assemblages from archaeologically significant sites (e. g. Viscachani (Lizarraga-Mehring 2004); Tiwanaku heartland (Giesse 2010); Jachakala (Beaule 2002)), where raw materials from 100 to 200 kilometres were often used. According to M. Michel (2000), the utilization of black basalt, as a typically long-distance raw material was common even during the Carangas Period.

2) In connection with the quantitative attributes, it was already mentioned that based on the characteristics, no standardization in the manufacturing procedure seems to be indicated. Neither the measured data nor the derived data show any statistical tendency. No correlation between any two of the attributes was observed. The assemblage seems to be a random collection of artefacts. The mentioned irregularities in the silhouette, aside from the supposed breaks, implicate that the flakes had not been struck off from prepared cores. On the contrary, it is very

likely that most of the flakes were core preparation and/or shaping flakes. It would by all means suggest that the collected little assemblage is only part of a greater lithic assemblage.

3) It is necessary to mention, as an important typological feature, the presence of the so-called “Patapatane” type leaf-points in the Nevado Sajama Region from the Wiscachcalca site and several projectile points from the Archaic Period at the site of Wakolli. These facts suggest that despite the certain research hiatus concerning the Nevado Sajama region, there are obvious traces of human occupation during the Archaic Period. The late phase within the Early Archaic period, located temporarily between 9,500 and 8,000 BP. According to some authors (Santoro & Núñez 1987; Santoro 1989, 40-46; Klink & Aldenderfer 2005, 32-33), the Patapatane projectile point is a strong indicator of a highly specialized bifacial and curator technology. This particular type of projectile point persisted for most of the early Holocene, suggesting some form of stability over time. The use of long-distance lithic raw materials, indicating distinct cultural connections and the obvious resemblance of projectile points gives a larger dimension to the sharing of technological know-how, subsistence strategy, settlement organization, and other cultural patterns of these early highland hunter-gatherer groups (Osorio et al. 2017a, 9).

4) As regards the surface alteration of the artefacts, such as the shiny, smooth, polished surfaces or the greyish weathering layer, the origin, and cause of these phenomena are unknown for the time being. It is not even possible to denominate properly these given phenomena. Recently, Paula C. Ugalde (2015) dealt with the issue of the weathering of superficial lithic assemblages in arid environments. In this case study, lithic assemblages of Holocene archaeological sites from different microenvironments in the Atacama Desert of Northern Chile were analyzed. Changes in polish, texture, shine, and colour were used as descriptive attributes to establish significant differences in weathering between different locations, such as interfluves and canyon sites. In our point of interest, this study is important due to the analyzed raw material, which is an igneous rock, supposedly having some similarities to the basaltic-andesite used at Pueblo Sajama. To control for internal factors of weathering and to facilitate comparisons between sites, only silicified ignimbrite lithic artefacts were selected. Ignimbrite is a high temperature acidic welded volcanic ash, composed of 70-75% SiO₂. Ignimbrite is a fine-grained vitreous raw material, and well suitable for knapping. The results suggested that for interfluve (a region between the valleys of adjacent watercourses, especially in a dissected upland;

these environmental conditions are highly comparable with those of Pueblo Sajama) assemblages, three principal variables are positively and significantly correlated (polishing and texture, polishing and shine, and shine and texture are all significantly associated). This implies that as edges and ridges are further polished, the artefact surfaces become shinier and smoother. The same does not occur for canyon assemblages, for which only shine and texture variables are positively and significantly correlated, whereas polishing and shine are negatively correlated (Ugalde et al. 2015, 360). According to the authors, the sampled archaeological surface lithics were very likely deposited between 6,000 and 500 cal yr BP. Observations of “natural” clasts present in the interfluves surrounding the archaeological sites indicate that these are more extensively weathered than the archaeological artefacts. The differential weathering between the interfluves and canyon sites may be explained firstly by the fact that wind intensity is a major driver of the differences in weathering degree and type, as it is less intense within the canyon than on the interfluves. The conclusion of the authors was, that

“... relative chronological sequences can be constructed within specific localities based on artifact weathering, as long as they are complemented with other lines of evidence such as stratigraphy, technological features, typologies, and detailed knowledge of past environmental conditions.” (Ugalde et al. 2015, 364).

The cultural traits provide that the earliest human occupation belongs to the Late Archaic Period (ca. 6,000 to 4,000 cal yr BP). An AMS 14C age obtained from an excavation performed at the lithic cluster Chacarilla 15 places the very first human occupation at 5,529 cal yr BP (UCIAMS 84354; Santoro et al. 2011, 359, Table 1).

5) Based on petrological descriptions of the artefacts and on literature data (Davidson & Silva 1992) the most likely provenance of the stone flints is the mafic monogenetic volcanic field on the eastern flanks of the Nevado Sajama volcano.

In conclusion, we believe that the actual age and cultural affiliation of the artefacts can only be decided on a significantly larger lithic assemblage containing some characteristic culture-specific artefacts as well. To this end, it would be desirable to carry out systematic collection and documentation activities at the site and its direct vicinity.

References

- ALDENDERFER, M.S., (2009): Key Research themes in the South-Central Andean Archaic. In: MARCUS, J., WILLIAMS, P.R. eds., *Andean Civilization: a Tribute to Michael E. Moseley*. Cotsen Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles, 75–88.
- ARELLANO LÓPEZ, J., KULJIS, D. (1986): Antecedentes preliminares de las investigaciones arqueológicas en la zona circuntitkaka de Bolivia (sector occidental sur). Universidad Mayor de San Andrés (La Paz), *Prehistóricas* **1** 9–28.
- ASRYAN, L., OLLÉ, A., MOLONEY, N. (2014): Reality and confusion in the recognition of post-depositional alterations and use-wear: an experimental approach on basalt tools. *Journal of Lithic Studies* **1/1** 9–32.
- BARGALLÓ, A., MOSQUERA, M. (2014): Can hand laterality be identified through lithic technology? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition*, **19/1** 37–63 DOI: [10.1080/1357650X.2013.769559](https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.769559)
- BEAULE, C. (2002): Late Intermediate Period Political Economy and Household Organization at Jachakala, Bolivia. *PhD Dissertation* University of Pittsburgh, Pittsburgh 334 p.
- BIRGE, A. (2016): Ritualized Memory and Landscape at Pueblo Sajama, Bolivia: A Study of a Sacred Landscape and Colonial Encounter. (*MA Thesis*). The University of Texas at San Antonio. 149 p.
- BIRGE, A. (2017): Mapping Lines and Lives at the Sajama Lines, Bolivia: A Model for Ritualized Landscapes. *Paper presented at the 82nd Annual Meeting of the SAA in Vancouver*, BC, March 29th–April 2nd. Presentation after the MA Thesis of BIRGE, A. (2016).
- CAPRILES, J. M., ALBARRACIN-JORDAN, J. (2013): The earliest human occupations in Bolivia: A review of the archaeological evidence. *Quaternary International* **301** 46–59.
- CLEMENTE, I., GIBAJA, J. F. (2009): Formation of use-wear traces in non-flint rocks: the case of quartzite and rhyolite. Differences and similarities. In: STERNKE, F., EIGELAND, L. & COSTA, L.-J., eds., *Non-flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions*. UISPP - Proceedings of the World Congress (Lisbon, 4-9 September 2006), vol 11. *BAR. International Series* Archaeopress, Oxford **1939** 93–98.
- COCHRANE, G. W. G. (2003): On the Measurement and Analysis of Platform Angles, *Lithic Technology* **28/1** 13–25 DOI: [10.1080/01977261.2003.11720999](https://doi.org/10.1080/01977261.2003.11720999)
- COTTERELL, B., KAMMINGA, J. (1987): The Formation of Flakes. *American Antiquity* **52** 675–708.
- CRABTREE, D. E. (1972): An introduction to Flintworking. *Idaho State University Museum Occasional Papers* Pocatello, Idaho, **28** 1–98.
- CROSS, J. R. (1993): Craft Specialization in Nonstratified Societies. In ISAAC, B.L. ed., *Research in Economic Anthropology* Greenwich, Connecticut, JAI Press **14** 61–84.
- DAUELSBERG, P. (1983): Tojo-Tojone: un paradero de cazadores arcaicos (características y secuencias). *Chungara, Revista de Antropología Chilena* **11** 11–30.
- DAVIDSON, J. P., DE SILVA, S. L. (1992): Volcanic rocks from the Bolivian Altiplano: Insights into crustal structure, contamination, and magma genesis in the central Andes. *Geology* **20** 1127–1130.
- DAVIDSON, J. P., DE SILVA, S. L. (1995): Late Cenozoic magmatism of the Bolivian Altiplano. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **119** 387–408.
- DEBÉNATH, A., DIBBLE, H. L. (1994): *Handbook of Paleolithic Typology: Lower and Middle Paleolithic of Europe*. Philadelphia, University Museum Press, 1–256.
- DIBBLE, H. L. (1997): Platform variability and flake morphology: A comparison of experimental and archaeological data and implications for interpreting prehistoric lithic technological strategies. *Lithic Technology* **22** 150–170.
- DIBBLE, H. L., WHITTAKER, C. (1981): New Experimental Evidence on the Relation between Percussion Flaking and Flake Variation. *Journal of Archaeological Science* **8** 283–296.
- DOGANDŽIĆ, T., BRAUN, D. R., & McPHERRON, S. P. (2015). Edge Length and Surface Area of a Blank: Experimental Assessment of Measures, Size Predictions and Utility. *PLoS ONE*, **10/9** e0133984 DOI: [10.1371/journal.pone.0133984](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133984)
- EREN, M. I., BOEHM, A. R., MORGAN, B. M., ANDERSON, R., ANDREWS, B. (2011): Flaked Stone Taphonomy: a Controlled Experimental Study of the Effects of Sediment Consolidation on Flake Edge Morphology. *Journal of Taphonomy* **9/3** 201–217.
- GIESSO, M. (2003): Stone tool production in the Tiwanaku heartland. In: KOLATA, A.L. ed., *Tiwanaku and its Hinterland: Archaeology and Paleocology of an Andean Civilization: Vol. 2 Urban and Rural Archaeology*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C, 363–383.

- GIESSO, M. (2011): La producción de instrumental lítico en Tiwanaku (Stone tool production in the Tiwanaku) El impacto del surgimiento y expansión del estado en las unidades domésticas locales (The impact of state emergence and expansion on local households). *BAR International Series* **2244** 274 p.
- GLAUBERMAN, PH.J ., THORSON, R. M. (2012): Flint Patina as an Aspect of “Flaked Stone Taphonomy”: A Case Study from the Loess Terrain of the Netherlands and Belgium. *Journal of Taphonomy* **10/1** 21–43.
- INIZAN M.-L., REDURON-BALLINGER M, ROCHE H, TIXIER J. (1999): Technology and terminology of knapped stone. *Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistoriques*, Nanterre, France. 1–193.
- JAVIER, S. C. M. F., RAFAEL, M. O. (2011): Caracterización fisiográfica de la Puna de Sajama, cordillera occidental de los Andes (Bolivia) = Puna Physiographic Characterization of Sajama (West Of The Andes Mountains). *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía* **4-5** 159–176. [DOI:10.5944/etfvi.4-5.2011.13728](https://doi.org/10.5944/etfvi.4-5.2011.13728).
- JENNINGS, T. (2011): Experimental production of bending and radial flake fractures and implications for lithic technologies. *Journal of Archaeological Science* **38** 3644–3651.
- JIMÉNEZ, N., BARRERA, L., FLORES, O., LIZECA, J. L., MURILLO, S., SANJINÉS, O., HARDYMAN, R. F., TOSDAL, R. M., WALLACE, A. R. (1993): Magmatic evolution of the Berenguela-Charaña region, northwestern Altiplano, Bolivia, *2nd International Symposium on Andean Geodynamics* Paris, Extended abstract 377–380.
- JIMÉNEZ, V. (2013): La Movilidad de los Cazadores-Recolectores en el Valle de Markanasa durante el Período Arcaico (7700-3200 AP). *Licenciatura thesis*, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 314 p.
- KLINK, C., ALDENDERFER, M. S. (2005): A Projectile Point Chronology for the South Central Andean Highlands. In: STANISH, C.; COHEN, A. E. & ALDENDERFER, M. S. eds., *Advances in Titicaca Basin Archaeology*, Los Angeles California, Costen Institute of Archaeology. 25–54.
- LAVENU, A., BONHOMME, M. G., VATIN-PERIGNON, N., DE PACHTERE, P. (1989): Neogene magmatism in the Bolivian Andes between 16°S and 18°S: Stratigraphy and K/Ar geochronology. *Journal of South American Earth Sciences* **2** 35–47.
- LEACH, B. F. (1969): The concept of similarity in prehistoric studies: a test case using New Zealand stone flake assemblages. *Anthropology Department, University of Otago. Studies in Prehistoric Anthropology* **I** 318 p.
- LIZARRAGA-MEHRINGER, Y. (2004): Viscachani y el Prececerámico de Bolivia. *Ph.D. Dissertation* University of Cologne, Cologne. Tomo 1 (Texto), 493 p.; Tomo 2 (Ilustraciones), 130 p.
- MAGNE, M., POKOTYLO, D. (1981): A Pilot Study in Bifacial Lithic Reduction Sequences, *Lithic Technology* **10/2-3** 34–47.
- MICHEL, M. (2000): *El Señorío prehispánico de Carangas*. Diplomado Superior en derechos de los Pueblos Indígenas, Universidad de la Cordillera. 95 p.
- MISS (2016): *Manejo integral de la sub-cuenca Sajama*. Gobierno Autónomo del Departamento de Oruro. 1–259.
- OSORIO, D. (2013): *Reevaluación del Arcaico Temprano de la Puna Seca: (~12.000 años cal. AP-9.000 años cal. AP) Implicancias para el Poblamiento Inicial del Altiplano del Norte Grande de Chile*. Universidad de Chile, 235 p.
- OSORIO, D., JACKSON, D., UGALDE, P.C., LATORRE, C., DE POL-HOLZ, R., SANTORO, C.M. (2011): Hakenasa Cave and its relevance for the peopling of the southern Andean Altiplano. *Antiquity* **85** 1194–1208.
- OSORIO, D., SEPÚLVEDA, M., CASTILLO, C., CORVALÁN, M. (2016): Análisis lítico y funcionalidad de sitios de los aleros de la Precordillera de Arica (Centro-Sur Andino) durante el período Arcaico (ca. 10.000-3700 años a.p.). *Intersecciones en Antropología* **17** 77–90.
- OSORIO, D., CAPRILES, J. M., UGALDE, P. C., HERRERA, K. A., SEPÚLVEDA, M., GAYO, E. M. LATORRE, C., JACKSON, D., DE POL-HOLZ, R., SANTORO, C. M. (2017a): Hunter-Gatherer Mobility Strategies in the High Andes of Northern Chile during the Late Pleistocene-Early Holocene Transition (ca. 11,500–9500 cal b.p.), *Journal of Field Archaeology* **42/3** 228–240. <http://dx.doi.org/10.1080/00934690.2017.1322874>
- OSORIO, D., STEELE, J., SEPÚLVEDA, M., GAYO, E. M., CAPRILES, J. M., HERRERA, K. A., UGALDE, P. C., DE POL-HOLZ, R., LATORRE, C., SANTORO, C. M. (2017b): The Dry Puna as an ecological megapatch and the peopling of South America: Technology, mobility, and the development of a late Pleistocene/early Holocene Andean hunter-gatherer tradition in northern Chile. *Quaternary International* **461** 41–53.
- PELCIN, A. W. (1997): The Formation of Flakes: the Role of Platform Thickness and Exterior Platform Angle in the Production of Flake

Initiations and Terminations. *Journal of Archaeological Science* **24** 1107–1113.

PELEGRIN, J. (2000): Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions: In: VALENTIN, B.; BODU, P. & CHRISTENSE, M. eds., L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire. Actes de la table-ronde de Nemours (13-16 mai 1997). éd. A.P.R.A.I.F. *Mémoires du Musée de Préhistoire d'île de France* **7** 73–86.

PÉNTEK, A., FARAGÓ, N. (2019): Basalt utilization in the Archaic Period of Bolivia. Geological and Archaeological background. *Archeometriai Műhely* **XVI/2** 109–126.

PERRY, R. S., KOLB, V. N., LYNNE, B. Y., SEPTON, M. A., MCLOUGHLIN, N., ENGEL, M. H., OLENDZENSKI, L., BRASIER, M., AND STALEY, J. T. (2005): How desert varnish forms?, In: HOOVER, R. B.; LEVIN, G. V.; ROZANOV, A. Y. & GLADSTONE, G. R. eds., *Astrobiology and Planetary Missions IX* SPIE, Bellingham 276–287.

PHAGAN, C. (1976): A Method for the Analysis of Flakes in Archaeological Assemblages: A Peruvian Example. *PhD dissertation*, Ohio State University, Columbus, 127 pp.

POKOTYLO, D. (1978): Lithic Technology and Settlement Patterns in Upper Hat Creek Valley, B.C. *PhD dissertation*, University of British Columbia, Vancouver. 375 p.

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. C. (1998): Primeras experiencias de análisis funcional en los instrumentos de basalto tallado de Canarias. El ejemplo del material prehistórico de la isla de La Palma. *Veguetia* **3** 29–46.

SANTORO, C. M. (1989): Antiguos Cazadores de la Puna (9000–6000 A.C.). In: HIDALGO, J., SCHIAPPACASSE, V., NIEMEYER, H., ALDUNATE, C. & SOLIMANO, I. eds., *Culturas de Chile. Prehistoria, Desde sus Orígenes Hasta los Albores de la Conquista*. Santiago, Editorial Andrés Bello, 33–55.

SANTORO, C. M., NÚÑEZ, L. (1987): Hunters of the Dry Puna and Salt Puna in Northern Chile. *Andean Past* **1** 57–110.

SANTORO, C. M., LATORRE, C., SALAS, C., OSORIO, D., UGALDE, P., JACKSON, D., GAYÓ, E. M. (2011): Ocupación humana

pleistocénica en el Desierto de Atacama. Primeros resultados de la aplicación de un modelo predictivo interdisciplinario. *Chungara, Revista de Antropología Chilena* **43** 353–366.

SHOTT, M. J. (1994): Size and form in the analysis of flake debris: Review and recent approaches. *Journal of Archaeological Method and Theory* **1/1** 9–110.

SPETH, J. D. (1981): The Role of Platform Angle and Core Size in Hard-Hammer Percussion Flaking. *Lithic Technology* **10/1** 16–21.

STAPERT, D. (1976): Some natural surface modifications on chert in the Netherlands. *Palaeohistoria* **18** 7–41.

UGALDE, P., SANTORO, C., GAYO, E., LATORRE, C., MALDONADO, S., DE POL HOZ, JACKSON, D. (2015): How do surficial lithic assemblages weather in arid environments? A case study from Atacama Desert, Northern Chile. *Geoarchaeology: An International Journal* **30** 352–368.

VAN GIJN, A. (1989): Post-depositional surface modifications. *Analecta Praehistorica Leidensia* **22** 51–58.

VUILLE, M. (1999): Atmospheric circulation over the Bolivian Altiplano during dry and wet periods and extreme phases of the Southern Oscillation. *International Journal of Climatology* **19/14** 1579–1600.

[DOI: 10.1002/\(SICI\)1097-0088\(19991130\)19 :14<1579::AID-JOC441>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(19991130)19:14<1579::AID-JOC441>3.0.CO;2-N)

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

WÖRNER, G., DAVIDSON, J., MOORBATH, S., TURNER, T.L., MCMILLAN, N., NYE, C., LÓPEZ-ESCOBAR, L., MORENO, H. (1988): The Nevados de Payachata Volcanic Region 18°S/69°W, Northern Chile. I. Geological, geochemical and isotopic observations. *Bulletin of Volcanology* **30** 287–303.

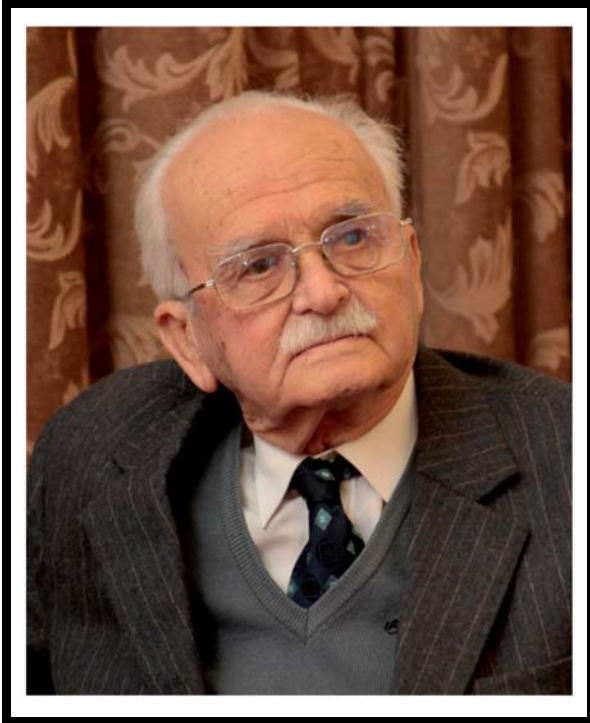
YACOBACCIO, H. D., ESCOLA, P. S., PEREYRA, F. X., LAZZARI, M., M. D. GLASCOCK (2004): Quest for Ancient Routes: Obsidian Sourcing Research in Northwestern Argentina. *Journal of Archaeological Science* **31/2** 193–204.

KÖZLEMÉNYEK

*

Patay Pál

1914. december 8. – 2020. október 4.



2020. október 4-én, életének 106. évében elhunyt Patay Pál, a magyar régészet és az európai ősrégészet doyenje. Kivételesen hosszú és termékeny életutat járt be. Munkássága az őskortól a modern (újkor) történeti kutatásokig, a régészet, ipartörténet, agrártörténet széles spektrumában folytatott tanulmányokig terjed. Századik születésnapjára a Magyar Nemzeti Múzeum életművének legfontosabb állomásait bemutató kiállítást rendezett: azóta is évente tisztelettel és szeretettel megünnepeltük ezt a napot.

Patay Pál munkássága a magyar régészet élő története. Érdeklődése, szakterülete elsősorban az őskor kutatása, de pályája során a régészet és ipartörténet szinte minden korszakának megismerését gazdagította.

Tudományos munkásságát a Pázmány Péter Tudományegyetem Ősrégészeti Tanszékén kezdte, Budapesten. 1950-től 1957-ig a balassagyarmati Palóc Múzeum régész-muzeológusaként dolgozott, majd a Magyar Nemzeti Múzeumban folytatta pályáját. 1967–1975 között a MNM Adattárának osztályvezető-helyettesi posztját töltötte be. Nyugdíjba vonulása után is folyamatosan dolgozott a múzeum munkatársaként, mint régész, később pedig mint tudományos tanácsadó.

Számtalan ásatás és leletfeldolgozás kötődik a nevéhez. Néhány a legfontosabbak közül: Korlát (őskőkori és újkőkori kőeszköz-készítő műhelytelep), Fényeslitke (rézkori temető); Tiszavalk-Kenderföld (rézkori telep és temető); Tiszavalk-Tetes (rézkori telep és temető); Tiszalúc-Sarkad (rézkori telep). Poroszló-Aponhát (újőkori és bronzkori telep); Mátraszőlős (késő vaskori kelta temető); Alsótelekes (kora vaskori szkíta temető).

Az ásatásokon kívül kiemelkedő a szarmata kori Csörsz-árok nyomvonalának azonosításában végzett terepi munkája és a magyarországi történeti értékű harangok összegyűjtése, tudományos dokumentálása tárgyában végzett kutatásai.

Szakmai munkáját 15 önálló monográfia és több mint kétszáz szakcikk és tanulmány teszi elvülhetetlenné. Legutóbbi őskori monográfiája az egyetlen magyarországi teljes mértékben feltárt, erődített rézkori telep, Tiszalúc-Sarkad anyagközlése, amely 2005-ben jelent meg *Kupferzeitliche Siedlung von Tiszalúc* címmel, az *Inventaria Praehistorica Hungariae* sorozatban.

Amíg egészsége engedte, személyesen is gyakran bejárt a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményeibe és könyvtárába, ahol alapvető feldolgozó munkát végzett, jóval túl kilencvenedik életévén is. Kivételes szorgalmával, precizitásával és szakmai alázatával példát mutat a mai generáció kutatóinak.

A régészeti leletek feldolgozásának természettudományos ismereteihez elsősorban mint szakértő régész partner járult hozzá. Részt vett a rézkori fémtárgyak európai szintű spektroszkópiai vizsgálatának előkészítésében (SAM program, Jungmans és munkatársai, 1960). Precíz és jelentős ásatásainak anyaga kitűnő kiindulási alapot jelentett modern archeometriai vizsgálatokhoz, így kerámia és kőanyag származási hely vizsgálatokhoz. Szerzőtársként vett részt további spektroszkópiai vizsgálatokban, archeobotanikai és geodéziai vizsgálatokban.

Szakkönyvtárát 100 évesen maga állította össze: ezt a közelmúltban megjelent tanulmányai, könyvei alapján kiegészítettük.

T. Biró Katalin

Magyar Nemzeti Múzeum

Svingor Éva

Életének 72 évében, 2020. október 2-án, elhunyt Sudár Sándorné Svingor Éva, az Atommagkutató Intézet Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratóriumának nyugalmazott vezetője, egykori tudományos főmunkatársa. Éva 1971-ben szerzett fizikus diplomát Debrecen, az akkori Kossuth Lajos Tudományegyetemen, majd ugyanitt egyetemi, illetve PhD doktori címet is. 1977-ben kezdte meg kutatói munkáját az MTA Atommagkutató Intézetében a Rb/Sr Laboratórium munkatársaként, ahol kezdetben geokronológiai kutatásokat végzett, illetve ehhez kapcsolódóan stabilizotóp-arány mérési módszereket fejlesztett. Kitartó, lelkiismeretes, alapos és magas színvonalú munkája során érdeklődési köre gyorsan bővült a komplex környezetkutatási témák irányába, minek eredményeként 1994-től már a Környezetanalitikai Laboratórium munkatársaként a mérési adatok

feldolgozásában és kiértékelésében, valamint azok alkalmazásaiban környezeti és hidrológiai modellezésben végzett úttörő munkát. Elévülhetetlen érdemeket szerzett a hazai nukleáris környezetvédelem számára végzett szennyeződésterjedési modellszámítások megalapozásában, azok izotópanalitikai szemléletű fejlesztésében és értelmezésében, többek között a Paksi Atomerőmű és a hazai radioaktív-hulladék lerakók számára. Számos sikeres diplomamunka, TDK dolgozat és PhD fokozatot szerzett diák rendkívül türelmes és segítőkész témavezetője volt, elültetve mindjűkbe a rendszerszemléletű izotópos környezetkutatás iránti elhivatottságot. Munkásságának jelentős részében Hertelendi Edével (1950-1999) együtt dolgozott, akivel közösen teremtették meg az Atommagkutató Intézet mára nemzetközi hírű Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratóriumának az alapjait. Több mint 100 tudományos közleménye jelent meg, melyek témái felölelik a földtani kormeghatározás mellett a felszíni és felszín alatti vízbázisok kutatásának és védelmének területét, a nukleáris környezetvédelem problémáit és radiokarbon kormérés alkalmazásait régészeti és környezeti kutatásokban. Alapító tagja, majd szerkesztőbizottsági tagja volt a hazai kiadású Archeometriai Műhely szakmai folyóiratnak. Egy fiatalos, energiával teli, melegszívű, mindig segítőkész, rendkívüli munkabírási és felkészült munkatársat veszítettünk el Svingor Éva személyében, aki mind emberi, mind szakmai értelemben nagyon fog hiányozni.

Molnár Mihály

ATOMKI, Debrecen

Patay Pál tudományos munkássága (forrás: 1-222 Patay Pál saját jegyzéke; 223-232 kiegészítés, Patay 100 kiállítás alkalmából; 233-240 OSZK katalógusok).

1. Patay Pál, 1932. Újabb ősemléknyomok Magyarországon [Neuere Urmenschens Spuren in Ungarn]. *Természettudományi Közöny* **64** 239–242.
2. Patay Pál, 1935. Európa földművelésének őstörténete. (német kivonat) "Új erővel" a debreceni m.kir. Gazdasági Akadémia ifjusága "Széchenyi" Gazdasági Osztálya Eredményei 1934-35. évi évkönyve 21 p. kivonat 1.
3. Patay Pál, 1935. Agarászat az ó-korban. *Országos Agártörzskönyv* **24** 1–7.
4. Patay Pál, 1937. A korláti paleolitikok kérdéséhez. - Zur Frage des Paläolithikums von Korlát. *Archaeológiai Értesítő* **50** 139–141, 229–230.
5. Patay Pál, 1938. Korai bronzkori kultúrák Magyarországon. - Frühbronzezeitliche Kulturen in Ungarn. *Dissertationes Pannonicae. Ex Instituto Numismatico et Archaeologico Universitatis de Petro Pázmány Nominatae Budapestiensis Provenientes*. Ser. Budapest 1938 **III/13** 103 p. ill. 118. p. 13 tábla, 14 térkép (Külön magyar, német és kétnyelvű kiadásban).
6. Patay Pál, 1940. Vučedoli-stílusú talpas tálak elterjedése Magyarországon. - La répartition des plats à pied du type de Vučedol en Hongrie. *Archaeológiai Értesítő* **III/I** 1–12, I-II. tábla.
7. Patay Pál, 1940. Dombay, J., A zengővárkonyi őskori telep és temető [The prehistoric settlement and cemetery at Zengővárkony]. *Arch. Hung.* 23. Budapest 1939. (német kivonat) *Archaeológiai Értesítő* **III/I** 274–283.
8. Patay Pál, 1941. Kapcsolatok a bükki és a körösi kultúra között - Zusammenhänge zwischen der Bükker- und der Körös-Kultur. *Archaeológiai Értesítő* 1941 **III/II** 1–3. I. tábla.
9. Patay Pál, 1941. Sarródi bronzkori sírleletek - Bronzezeitliche Grabfund aus Sarród. *Folia Archaeologica* **3-4** 62–68.
10. Patay Pál, 1942. Roska, M., A Torma Zsófia Gyűjtemény az Erdélyi Nemzeti Múzeum Érem- és Régiségtárából - Die Sammlung Zsófia von Torma in der Numismatisch-Archäologischen Abteilung des Siebenbürgischen Nationalmuseums. Kolozsvár 1941. *Archaeológiai Értesítő* **III/II** 100–109.
11. Patay Pál, 1942. Erdély bronzkoráról. - Bronzezeit Siebenbürgens. *Archaeológiai Értesítő* **III/III** 110–118.
12. Patay Pál, 1943. Szentesvidéki rézkori temetők. - Kupferzeitliche Gräberfelder aus der Gegend von Szentes. *Archaeológiai Értesítő* 1943 **III/IV** 26–40, I-V. tábla.
13. Patay Pál, 1943. Tallózások Vas megye őskorából. - Aus der Urzeit des Komitates Vas. *Dunántúli Szemle* **10** 265–272.
14. Patay Pál, 1942-1943. Rézkori lelet Mezősasról - Kupferzeitliche Funde aus Mezősas. *Dolgozatok (Szeged)* **19** 135–142. L. tábla.

15. Patay Pál, 1943. Lóspört és Lótenyésztés. Agarászat c. fejezet 371–379.
16. Patay Pál, 1944-1945. Rézkori temető leletei Jászladányból - Les trouvailles archéologiques du cimetière de l'âge du cuivre á Jászladány. *Archaeológiai Értesítő* **5-6** 1–22, I-VIII. tábla.
17. Patay Pál, 1944-1945. Néhány őskori tárgy kormeghatározása - Zeitbestimmung einiger Gegenstände aus der Urzeit. *Archaeológiai Értesítő* **5-6** 23–28. IX. tábla 1–8.
- 17a. Patay Pál, 1944-1945. Fettich, N., A népi és kulturális kotinuitás a Kárpátdencében a régészeti adatok alapján. Budapest 1943 *Archaeológiai Értesítő* **5-6** 23–28.
18. Patay Pál, 1946-1948. A bodrogkeresztúri kultúra emlékei a Kecskeméti Városi Múzeumban - Funde der Bodrogkeresztúr-Kultur im Städtischen Museum von Kecskemét. *Archaeológiai Értesítő* **75-76** 75–78., XCVI tábla.
19. Patay Pál, 1950. A bodrogkeresztúri kultúra emlékei a Szabolcsmegyei Jósa András múzeumban - Some finds belonging to the Bodrogkeresztúr culture in the Jósa András Museum. *Archaeológiai Értesítő* **77** 110–116, XXX-XXXV. tábla.
20. Patay Pál, 1950. Ásatás Alpáron [orosz kivonat]. *Archaeológiai Értesítő* **77** 134–135.
21. Patay Pál, 1951. Egy kiállítás tanulságai. *Múzeumi Hiradó* **3** 32–35.
22. Patay Pál, 1954. Előzetes jelentés a nagybátonyi temető ásatásának eredményeiről - Vorbericht über die Ausgrabungsergebnisse des Gräberfeldes von Nagybátony. (angol kivonat?) *Archaeológiai Értesítő* **81** 33–49.
23. Patay Pál, 1954. Megyénk őslakossága. *Palócföld* 4-6.
24. Patay Pál, 1954. Nógrád megye régészeti emlékei. In: Magyarország *Műemléki Topográfiája III. Nógrád megye műemlékei I.* Budapest, 13–34.
25. Patay Pál, 1955. Szkíta leletek a nógrádi dombvidéken - Scythian finds in the Nógrád hill region. (orosz kivonat) *Folia Archaeologica* **7** 61–74, 232–236. XII.-XVIII. tábla.
26. Patay Pál, 1955. A tiszaszőlősi kincs - Schatz von Tiszaszőlős. *Jászkunság* **2/5** október 38–41.
27. Patay Pál, 1955. Palóc Múzeum Balassagyarmat. *Régészet és történelem*; Madách Imre; Mikszáth Kálmán c. fejezetek. Budapest, 6–14, 33–38.
28. Patay Pál, 1956. Újabb kőkori és kelta leletek Nógrádkövesden és a nógrádi dombvidéken. - Late Neolithic and Celtic finds at Nógrádkövesd and in the Nógrád hills. *Archaeológiai Értesítő* **83** 186–191., XVIII-XIX. tábla.
29. Patay Pál, 1956. A Szerencs-hajdúrési rézkori temető. *A miskolci Herman Ottó Múzeum Közleményei* **3** 4–14.

30. Korek József, Patay Pál 1956. A herpályi halom kőkorvégi és rézkori települése - The Settlement at Herpályhalom from the late Neolithic and the Copper Age. *Folia Archaeologica* **8** 23–42, II.-IX. tábla.
31. Patay Pál, 1956. Szőtttest utánzó díszítések a rézkori kerámián. *A miskolci Herman Ottó Múzeum Közleményei* **4** 5–14.
32. Patay Pál, 1956. Válasz Mozsolics Amália megjegyzéseire. *Archaeológiai Értesítő* **83** 85–87.
33. Patay Pál, 1956. A bronzkorszak népei - Völker der Bronzezeit. Budapest, 24 p.
- 34a Patay Pál, 1956. Jüngere Steinzeit. In: *Archäologische Funde in Ungarn*. Hrsg. E. B. Thomas. Budapest 43–65.
- 34b Patay Pál, 1956. Kupferzeit. In: *Archäologische Funde in Ungarn*. Hrsg. E. B. Thomas. Budapest 67–85.
- 34c Patay Pál, 1956. Bronzezeit. In: *Archäologische Funde in Ungarn*. Hrsg. E. B. Thomas. Budapest 87–111.
- 34d Patay Pál, 1956. Die frühe Eisenzeit. In: *Archäologische Funde in Ungarn*. Hrsg. E. B. Thomas. Budapest, 113–135.
- 34e Patay Pál, 1956. Die Skythen. In: *Archäologische Funde in Ungarn*. Hrsg. E. B. Thomas. Budapest, 137–151.
35. Patay Pál, 1957. Adatok a nógrádi dombvidék X-XI. századi településtörténetéhez. - Contributions a l'histoire du peuplement aux Xe et XIe siècles de la région de collines de Nógrád. *Archaeológiai Értesítő* **84** 58–66, X-XIV. tábla.
- 36a Patay Pál, 1957. Újabb kőkor [Jungsteinzeit]. In: *Magyarország régészeti leletei*. Szerk. B. Thomas E. Budapest, 43–66.
- 36b Patay Pál, 1957. Rézkor [Kupferzeit]. In: *Magyarország régészeti leletei*. Szerk. B. Thomas E. Budapest, 67–87.
- 36c Patay Pál, 1957. Bronzkor [Bronzezeit]. In: *Magyarország régészeti leletei*. Szerk. B. Thomas E. Budapest, 87–112.
- 36d Patay Pál, 1957. Korai vaskor [Früheisenzeit]. In: *Magyarország régészeti leletei*. Szerk. B. Thomas E. Budapest, 113–136.
- 36e Patay Pál, 1957. Szkíták [Die Skythen]. In: *Magyarország régészeti leletei*. Szerk. B. Thomas E. Budapest, 137–151.
37. Patay Pál, 1957. A neolitikum a bodrogkeresztúri Kutyasoron - The Neolithic Period at Bodrogkeresztúr-Kutyasor. *Folia Archaeologica* **9** 25–37. I-IV. tábla.

38. Patay Pál, 1957. Rézkori temető Tiszakeszin - Gräberfeld aus der Kupferzeit bei Tiszakeszi. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **1** 31–44., I-IV. tábla.
39. Patay Pál, 1958. Rézkori aranyleletek - Kupferzeitliche Goldfunde *Archaeológiai Értesítő* **85** 37–46, XV-XIX. tábla.
40. Patay Pál, 1958. Pest megye régészeti emlékei II . In: Dercsényi Dezső szerk., *Pest megye műemlékei I. Magyarország műemléki topográfiája V.* Budapest, 1958 16–35, 50–54.
41. Korek József, Patay Pál 1958. A bükki kultúra elterjedése Magyarországon - Die Verbreitung der Bükker Kultur in Ungarn. *Régészeti Füzetek* **II/2** 1–53., 31 tábla, 1 térkép.
42. Patay Pál, 1958. Nógrád megye harangjai. *Művészettörténeti Értesítő* **7** 149–177.
43. Patay Pál, 1958. Kupferzeitliches Gräberfeld in Polgár am Bacsókert genannten Hügel. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **9** 141–154.
44. Patay Pál, 1958. La pointe de lance de Szelevény. *Folia Archaeologica* **10** 29–33. IV. tábla.
45. Patay Pál, 1958. Príspevky k spracúvaniu kovov v dobe medenej na Slovensku - Beiträge zur Metallverarbeitung in der Kupferzeit auf dem Gebiet der Slowakei. *Slovenská Archeológia* **6/2** 301–313., I-III. tábla.
46. Patay Pál, 1958. Tanulmányok Debrecen vidékének rézkoráról - Contributions to the history of the environs of Debrecen in the Chalcolithic. *Déri Múzeum 1957 évi Évkönyve* 15–28., I-II. tábla.
47. Patay Pál, 1958. Archäologische Funde in Ungarn. Pál Patay, Das Neolithikum, die Kupferzeit, Die Bronzezeit, Die frühe Eisenzeit, Die Skythen c. részek. *Bibliotheca classica orientalis* Berlin, 159–162.
48. Patay Pál, 1959. Újabb rézkori aranyleletek ismertetése a Kárpát-medence területéről - Publikationen neuer kupferzeitlicher Goldfunde aus dem Karpathenbecken. *Archaeológiai Értesítő* **86** 94.
49. Patay Pál, 1959. Válasz Mozsolics Amália bírálatára. *Archaeológiai Értesítő* **86** 95–97.
50. Patay Pál, 1959. Nyilatkozat. *Archaeológiai Értesítő* **86** 97.
51. Patay Pál, 1959. Késő-vaskori ház Acsán - Une maison du deuxième âge du fer à Acsa. *Folia Archaeologica* **11** 39–45. II. tábla.
52. Patay Pál, 1959. Über die Fundumstände des Goldfundes von Tizzaszölös. *Germania* **37/4** 84–89.
53. Patay Pál, 1959. A bujági vár. In: Pásztói Margit.szerk., *Műemlékeink.* Budapest, 35 p.
54. Patay Pál, 1959. Értékes lelet Alsótelekesen. Köszönet két falusi dolgozó kulturmunkájáért *Északmagyarország* 1959. október 14.

55. Patay Pál, 1960. Mozsolics Amália és Patay Pál vitája (viszontválasz). *Archaeológiai Értesítő* **87** 88.
56. Patay Pál, 1960. A harangedény kultúra leletei Almásfüzitőn - A find of the bell-beaker culture at Almásfüzitő. + orosz kivonat *Archaeológiai Értesítő* **87** 194–198. XXXII. tábla.
57. Patay Pál, 1960. Ornamente der Keramik der ungarländischen kupferzeitlichen Bodrogheresztúrer Kultur. *Swiatowit* **23** 363–387.
58. Alice Sz. Burger & Pál Patay, 1960. Archaeologische Forschungen im Jahre 1956. *Bibliotheca classica orientalis* Berlin **5** 229.
59. Patay Pál, 1960. A kállói köpenge lelet - La trouvaille de lames de pierre près de la commune Kálló. *Folia Archaeologica* **12** 15–20, II-V. tábla.
60. Patay Pál, 1961. A bodrogheresztúri kultúra temetői - Die Gräberfelder der Bodrogheresztúr-Kultur. Budapest, RégFüz Ser. **II/10** 1–107. 36 tábla, 19. kép.
61. Patay Pál, 1961. Az alsótelekesi vaskori temető - Cimetière de l'âge du fer à Alsótelekes. *Folia Archaeologica* **13** 27–50. III-IX. tábla.
62. Patay Pál, 1961. Archaeologische Forschungen im Jahre 1957. *Bibliotheca classica orientalis* Berlin **6** 193.
63. Patay Pál, 1961. Cmentarzysko scytyjskie w Alsótelekes w Karpatach węgierskich. - Nécropole scythe à Alsótelekes dans les Carpathes hongroises. *Odbitka ze sprawosdan z posiedzen Komisji Odzialu PAN w Krakowie*. 60–61.
64. Zimmer K., Szabó Z. L., Patay P. 1962. Réz- és bronzkori régészeti leletek spektrográfias vizsgálata. - Spectrographic investigation of archaeological findings from the Copper and Bronze Age. *Magyar Kémiai Folyóirat* **68** 515–519.
65. Patay Pál, 1962. Újabb szkíta sírok Mátraszele mellett - Nouvelles tombes scythes près de Mátraszele. [orosz kivonat] *Archaeológiai Értesítő* **89** 72–76.
66. Patay Pál, 1962. Újabb ásatás az alsótelekesi vaskori temetőben - Nouvelles fouilles au cimetière de l'âge du fer à Alsótelekes. *Folia Archaeologica* **14** 13–21. III-IV. tábla.
67. Patay Pál, 1962. Cmentarzysko scytyjskie w Alsótelekes w Karpatach węgierskich. - Nécropole scythe à Alsótelekes dans les Carpathes hongroises. [orosz kivonat] *Acta Archaeologica Carpathica* **4** 223–226.
68. Patay Pál, 1962. Ujkőkör és rézkor; vaskor, 6-10. tárló. Vezető a Magyarország népeinek története a Honfoglalás koráig c. kiállításához. Budapest, 21–30, 45–49.
69. Patay Pál, 1963. Évszázados harangok. Budapest, 1–35.
70. Patay Pál, 1963. Bodrogheresztúr - Dudince - Ludanice [német kivonat] *Musaica Sbornik Filozofickej Fakulty University Komenského* **14/III** 11–21. II-III. tábla.

71. Patay Pál, Zimmer Károly, Szabó Zoltán, Sinay G. 1963. Spektrographische und metallographische Untersuchungen kupfer- und frühbronzezeitlicher Funde. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **15** 37–64.
72. Patay Pál, 1963. Adatok egy késő vaskori fazekasműhely termékeinek elterjedéséhez - Donées relatives à la diffusion des produits d'un atelier de poterie de l'âge du fer. *Archaeológiai Értesítő* **90** 64–68.
73. Patay Pál, 1963. Kínai fal az Alföldön. *Szolnok megyei Néplap*, 1963. október 20.
74. Patay Pál, 1964. A bokodi bronzelelet - Der Bronzefund von Bokod. *Folia Archaeologica* **16** 7–23.
75. Patay Pál, 1965. Szécsény műemlékei. In: *Műemlékeink*. [német kivonat] Budapest 1965 1–64.
76. Patay Pál, 1965. Bisherige Ergebnisse der Erforschung der Längswälle in der Ungarischen Tiefebene. *Acta Universitatis Szegediensis. Acta Antiqua et Archaeologica* **8** 97–105.
77. Patay Pál, Patay Árpád 1965. A nagyrévi kultúra leletei Diósdon - Funde der Nagyrév-Kultur in Diósd. *Archaeológiai Értesítő* **92** 163–167.
78. Patay Pál, 1965. A homokbödögei harang. - [német kivonat] Veszprém Megyei Múzeumok Közlményei **3** 37–42.
79. Patay Pál, 1965. Kalicz, N., Die Pécelér (Badener) Kultur und Anatolien. StudArch 2. Budapest 1963. *Archaeológiai Értesítő* **92** 103–105.
80. Patay Pál, 1966. Vorläufiger Bericht der Ausgrabungen des kupferzeitlichen Gräberfeldes von Magyarhomorog. *A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve* 1964-1965-ről 11-23.
81. Patay Pál, 1966. Alte Glocken der evangelischen Kirchen in Burgenland. *Burgenländische Heimatsblätter* **28** 19–24., 55–65.
82. Patay Pál, 1966. Behrens, H., Die neolithisch-frühmetallzeitlichen Tierskelettfunde der Alten Welt. Berlin 1964. *Archaeológiai Értesítő* **93** 126–127.
83. Patay Pál, 1966. Der Bronzefund von Fancsika. *Acta Universitatis Szegediensis. Acta Antiqua et Archaeologica* **10** 75–85., I.-II. tábla.
84. Patay Pál, 1967. Egy miniatúr bronz diadém - A miniature bronze diadem. [orosz kivonat] *Archaeológiai Értesítő* **94** 53–58.
85. Patay Pál, 1966-1967. Adatok Budapest környékének újkőkoraéhoz és rézkoráéhoz. - Angaben zum Neolithikum und zur Kupferzeit der Umgebung von Budapest. *Folia Archaeologica* **18** 7–26.
86. Patay Pál, 1967. Scollar, I., Archäologie aus der Luft. *Archaeológiai Értesítő* **94** 253.

87. Patay Pál, 1967. Jüngere Steinzeit und Kupferzeit; Eisenzeit, 6-10 Schaukasten. In: *Führer durch die Ausstellung 'Die Geschichte der Völker Ungarns'*. Budapest, 19–28., 45–48.
88. Patay Pál, 1967-1968. Gräber von Sippenoberhäuptlinge aus der Kupferzeit. *A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve* 49–55.
89. Patay Pál, 1968. Utóbronzkori bronzedényekről. - On the bronze vessels from the Urnfield age. *Archaeológiai Értesítő* **95** 66–81.
90. Patay Pál, 1968. A tiszavalki rézfokos - Copper battle-axe from Tiszavalk. *Folia Archaeologica* **19** 9–23.
91. Patay Pál, 1968. Theiss-Kultur – Lengyel-Kultur. In: *Studien zur europäischen Vor- und Frühgeschichte*. Hrsg. M. Claus, W. Haarnagel und K. Raddatz. Neumünster, 10–15.
92. Patay Pál, 1968. A régészeti jelentős területek védelme. *Múzeumi Közlemények* **1** 90–94.
93. Patay Pál, 1968. Recherche d'archéologie aerielle en Hongrie. *Hungarian report on the IIth International Congress for Photogrammetry, Lausanne 1968*. Budapest, 77–80.
94. Patay Pál, 1968. Goguey, R., Az időjárás és technikai körülmények a régészeti fényképezésre gyakorolt hatása területén végzett kutatások. *Geodéziai és Kartográfiai Tájékoztató* **1** 23.
95. Patay Pál, 1968. Soyer, I. Különböző agrár-formák tanulmányozásának módoszatai. *Geodéziai és Kartográfiai Tájékoztató* **1** 30.
96. Patay Pál, 1968. Az Érmelléki Traktus harangjai 1825 körül. [német kivonat] *A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1966-1967-ről* 305–317.
97. Patay Pál, 1969. Neuere Ergebnisse in der topographischen Untersuchung der Erdwälle in der Tiefebene. *A Móra Ferenc Múzeum Évkönyve* **2** 105–112.
98. Patay Pál, 1968. Urnenfelderzeitliche Bronzeschilde im Karpathenbecken. *Germania* **46/2** 241–248.
99. Patay Pál, 1969. Der Bronzefund von Mezőkövesd. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **21** 167–216., XLI-LII. tábla.
100. Patay Pál, 1969. A Csörsz árka. *A Természet Világa* **100** 409–411.
101. Patay Pál, 1969. Csörsz árka - Ördög árka. *Múzeumi Magazin* **1** 22–23.
102. Patay Pál, 1969. Bronz szitula a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében - Bronzesitula aus der Sammlung des Ungarischen Nationalmuseums. *Folia Archaeologica* **20** 11–24.
103. Patay Pál, 1969. A fényeslitkei rézkori temető - Das kupferzeitliche Gräberfeld von Fényeslitke. *A Jósa András Múzeum Évkönyve* **11** 15–62, I., XVI. tábla.

104. Patay Pál, 1970. Dilettáns régész - vagy múzeumbarát? *Magyar Hírlap* 1970 március 20.
105. Patay Pál, 1969. Beziehungen der Bodrogkeresztúr-Kultur und der Ludanice-Gruppe. [szlovák kivonat] *Študijné zvesti AÚ SAV* **17** 315–323.
106. Patay Pál, 1970. Néhány, a borsod-derékegyházi újkőkori telepen talált lelet időrendjének revíziója - Zeitliche Überprüfung einiger Funde aus der Siedlung Borsod-Derekegyház. *Archaeológiai Értesítő* **97** 94–96.
107. Patay Pál, 1970. Ember és folyó. Mozaik a Duna történetéből. *Magyar Hírlap* 1970 július 25.
108. Patay Pál, 1970. A javarézkor néhány etnikai és időrendi kérdéséről - Some ethnical and chronological problems of the Middle Copper Age. *Folia Archaeologica* **21** 7–26.
109. Patay Pál, 1969-1970. Über ein Bronzgefäß des Fundes von Niedzieliska. Zur transkarpatischen Kulturbeziehungen in der Bronzezeit. [lengyel kivonat] *Acta Archaeologica Carpathica* **11** 171–185.
- 109a Hartyányi Borbála, Patay Pál 1970. A dunaföldvári öregtoronynál előkerült régészeti növények vizsgálata. *A Szekszárdi Béni Balogh Ádám Múzeum Évkönyve* **1** 209–222.
110. Patay Pál, 1971. Völkerwanderungszeitliche Erdwälle um die Tiefebene in Ungarn. *Actes du VIIe Congress International des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, Prague 1966*. Hrsg. Jan Filip. Praha, 1009–1012.
111. Patay Pál, 1971. Neue Ergebnisse der Luftbildinterpretation in der ungarischen archäologischen Forschung. *Berichte des III. Internationalen Symposiums für Photointerpretation, Dresden 1970*. Leipzig-Markkleeberg, 519–523.
112. Patay Pál, 1971. A kelta leletanyag Északkelet-Magyarországon. A magyarországi kelta kutatás újabb eredményei. Budapest.
113. Patay Pál, 1971. Die jüngere Stein- und Kupferzeit im südlichen Teil des Komitates Borsod. *Acta Universitatis Szegediensis. Acta Antiqua et Archaeologica* **14** 7–16.
114. Patay Pál, 1972. Bemerkungen zu dem Situlenpaar von Granzin Kreis Lübz. *Jb. Bodendenkmalpflege in Mecklenburg* 1971 265–272.
115. Patay Pál, 1972. Celtic finds in the mountainous region of Northern Hungary. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **24** 353–358.
116. Patay Pál, 1972. A Szahara őskora. *Magyar Hírlap* 1972 február 18.
117. Patay Pál, 1973. Vasi harangok. [német kivonat] *Savaria – A Vas Megyei Múzeumok értesítője, 1966-1970-ről* **4** 188–192.
118. Patay Pál, 1973. Régészeti kutató úton a Szaharában. *A Természet Világa* 1973 április **104** 178–182.

119. Patay Pál, 1973. A magyar harangok történetéből. *Reformátusok Lapja* 1973 április 15.
120. Patay Pál, 1973. Régi harangok feliratai. *Reformátusok Lapja* 1973 május 6.
121. Patay Pál, 1973. Chronologische Fragen der Kupferzeit (Aeneolithikum) des Karpathenbeckens. Actes du VIIIe Congrès des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques, Beograd 1971. Hrsg. M. Garašanin, A. Benać und N. Tasić. **II** 339–343.
122. Patay Pál, 1973. Spiritza, Spišské zvoný. *A miskolci Herman Ottó Múzeum Közleményei* **12** 150–151.
123. Patay Pál, 1973. Probleme der Beziehungen der Bodrogkeresztúrer und der Badener Kultur. *Symposium über der Entstehung und Chronologie der Badener Kultur, Bratislava, 1969*. Hrsg. B. Chropovský. 353–366.
124. Patay Pál, 1974. Szarmata sánrendszer az Alföldön. A népvándorláskor gátja. *Magyar Hírlap* 1974 január 19.
125. Patay Pál, 1974. A csíkszentkirályi bronzserpenyő. - Die Bronzefanne von Csíkszentkirály. *A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1973-ról* 81–94.
126. Patay Pál, 1975. Károli Gáspár harangja. *Reformátusok Lapja* 1975 március 2. ?.
127. Patay Pál, 1974-1975. Die hochkupferzeitliche Bodrogkeresztúr-Kultur. *Bericht der Römisch-Germanischen Kommission* **55** 1–71.
128. Patay Pál, 1975. Dabas és környéke régészeti emlékei. *Tanulmányok a 700 éves Dabas történetéből*. Dabas, 9–29.
129. Patay Pál, 1975. Harangöntők, harangok. *Budapest* **13** 24–25.
130. Patay Pál, 1975. Másfélszáz év kutatásai Nógrád megyében. (Kubinyi Ferenc halálának 100. évfordulójára.) - 150 years of research in Nógrád County. On the 100th anniversary of Ferenc Kubinyi's death]. *Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve* **21** 16–22.
131. Patay Pál, 1975. Kőkorszak a homokban. - Magyar Régész a Szaharában. *Magyar Hírlap* 1975 október 25.
132. Patay Pál, 1976. Régészeti állandó kiállítás. *A szécsényi Múzeum állandó kiállításai*. Nógrád Megyei Múzeumok Igazgatósága, Salgótarján, 22–51.
133. Patay Pál, 1976. Alltäglicher Gebrauch einiger kupferzeitlichen Gefäße. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* **60** 365–372.
134. Patay Pál, 1976. Harangszó. *Múzsák* **2** 8–9.
135. Patay Pál, 1976. Les matières premières lithiques de l'âge du cuivre en Hongrie. [lengyel kivonat] *Acta Archaeologica Carpathica* **16** 229–238.

136. Patay Pál, 1976. Vinski-Gasparini, K., Kultura polja sa žarama u sjevernoj Hrvatskoj [Die Urnenfelderkultur in Nordkroatien]. Zadar 1973. *Archaeológiai Értesítő* **103** 139–142.
137. Patay Pál, 1976. Vorbericht über die Ausgrabungen zu Poroszló-Aponhát. *Folia Archaeologica* **27** 193–201.
138. Patay Pál, 1977. A magyarhomorogi rézkori temető [Das Kupferzeitliche Gräberfeld von Magyarhomorog]. *A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1975-ről* 173–254.
139. Hellebrandt Magdolna, Patay Pál 1977. Újabb rézkori temetők Dél-Borsodban. - Neuere Friedhöfe aus der Kupferzeit in Süd-Borsod. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **16** 43–76.
140. Patay Pál, 1977. Régi harangok. Budapest, 1–55, 48 kép.
141. Patay Pál, 1977. Alte Glocken in Ungarn. Budapest, 1–71, 48 kép.
142. Patay Pál, 1978. Das kupferzeitliche Gräberfeld von Tiszavalk-Kenderföld. *Fontes Archaeologici Hungariae* Budapest, 1–60, 17 t.
143. Patay Pál, 1978. Háromezer éves bronzedények. *Múzsák* **2** 4–5.
144. Patay Pál, 1978. Újabb ásatások Békés megyében. *Békési Élet* **1** 98–101.
145. Patay Pál, 1977. A Magyar Nemzeti Múzeum haranggyűjteménye I. *Folia Historica* **5** 43–77.
146. Patay Pál, 1978. A magyarországi harangöntés vázlatos története. *Bányászati és Kohászati Lapok* **29/4** 73–82.
147. Patay Pál, 1978. A Tassili Nemzeti Park. *A Természet Világa* **109** 137–140.
148. Patay Pál, 1978. Bauten der Kupferzeit in der Ungarischen Tiefebene. *Forschungen für Ur- und Frühgeschichte* **10** 23–24.
- 148a Patay Pál, 1978. Gesellschaftliche Fragen der Kupferzeit der ungarischen Tiefebene aufgrund der Gräberfelder. *Pulpudeva* **3** 86–118.
149. Patay Pál, 1979. A szabadságharc harangjai. *Magyar Nemzet* 1979 március 15. ?.
150. Patay Pál, 1979. A tiszavalk-tetesi rézkori temető és telep. I. - Kupferzeitliches Gräberfeld und Siedlung von Tiszavalk-Tetes. *Folia Archaeologica* **29** 21–58.
151. Patay Pál, 1979. Régészeti kutatások, régi és új lelőhelyek Szécsény határában és környékén. *Tanulmányok Szécsény múltjából* **2** 17–27.
152. Patay Pál, 1979. A Magyar Nemzeti Múzeum haranggyűjteménye II. [német kivonat] *Folia Historica* **6** 39–51.

153. Patay Pál, 1979. A Tiszavalk-tetesi rézkori temető és telep. II-III. A telep - Kupferzeitliches Gräberfeld und Siedlung von Tiszavalk-Tetes. *Folia Archaeologica* **30** 27–53.
154. Patay Pál, 1978-1979. Harangok Somogy földjében [német kivonat}. *Somogyi Múzeumok Közleményei* **3** 235–242.
155. Patay Pál, 1980. Szécsény. Szécsény története, Körbe Szécsényben, Kirándulások Szécsény környékén. In: Antal K., Patay P. Praznovszky M., Sólyomi J. Szécsény. 4–19.
- 155a Patay Pál, 1980. A rézkori bodrogkeresztúri kultúra [The Copper Age Bodrogkeresztúr culture]. *Kézirat*. Budapest. 1980.
156. Patay Pál, 1981. Die Bronzefanne von Kurd. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte 1. Hrsg. H. Kaufmann und K. Simon. *Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege Beiheft* Berlin, **16** 419–423.
157. Patay Pál, 1981. Über einige spätäneolithische und frühbronzezeitliche Metallgeräte im Karpatenbecken. / orosz rezumé *Slovenská Archeológia* **29** 149–156.
158. Patay Pál, 1981. Die Eimer des Typus Kurd. Studien zur Bronzezeit. In: *Festschrift für W. A. von Brunn*. Hrsg. H. Lorenz. Mainz/Rhein, 317–326.
159. Patay Pál, 1981. Három bronzüst - Drei Bronzeeimer. *A debreceni Déri Múzeum Évkönyve 1979-ről* 59–78.
160. Patay Pál, 1981. Ein Grab der Schnurkeramik aus der Ungarischen V.R. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte* **64** 237–239.
- 160a Patay, P., Kovács, L. 1981. Tiszalúc-Sarkadpuszta. *Régészeti Füzetek* 34.
161. Patay Pál, 1983. Angaben zur relativen Cronologie der Kupferzeit im Karpatenbecken östlich der Donau. In: *Il passaggio del Neolitico all 'età del Bronzo nell'Europa centrale e nella Regione Alpina*. Hrsg. A. Aspes. – Verona, 107–115.
162. Patay Pál, 1983. Gesellschaftliche Fragen der Kupferzeit der Ungarischen Tiefebene aufgrund der Analysen der Gräberfelder. *Thracia Praehistorica. Supplementum Pulpudeva*, Sofia, **3** 86–97.
163. Patay Pál, Garam Éva, Soproni Sándor 1984. Sarmatisches Wallsystem im Karpathenbecken. *Régészeti Füzetek* Budapest, **II/23** 7–46.
164. Patay Pál, 1984. Emlékezés Tompa Ferencre. *Archaeológiai Értesítő* **110** 125–27.
165. Patay Pál, 1984. Gondolatok a rézkor fémművességéről és társadalmáról - Gedanken über die Metallurgie der Kupferzeit und ihre Gesellschaft. [orosz kivonat] *Archaeológiai Értesítő* **110** 247–251.
166. Patay Pál, 1984. H. Todorova: Die Kupferzeitlichen Äxte und Beile in Bulgarien (PBF, 1981) *Archaeológiai Értesítő* 1984 110 322–323.

167. Patay Pál, 1984. Anno 1334 (1334 május 6.-án kapta meg Szécsény a városi kiváltságokat). *Szécsényi Honismereti Híradó* **1** 43–49.
168. Patay Pál, 1984. Kupferzeitliche Meißel, Beile und Äxte in Ungarn. München, *Prähistorische Bronzefunde* **IX/15** 1–119, 69 T.
169. Patay Pál, 1984. Les habitats fortifiées et l'évolution sociale de l'âge du Bronze dans le Bassin des Carpathes. In: *Éléments de pré- et protohistoire européenne. Hommage à Jacques-Pierre Millotte*. Paris, 601–603.
170. Patay Pál, 1985. Über die Bauten des Neolithikums und der Kupferzeit im Karpathenbecken. *Studi di paleontologia in onore di Salvatore M. Puglisi*. Hrsg. M. Liverani, A. Palmieri und R. Peroni. Roma, 547–553.
171. Patay Pál, 1986. 400 éves a vámosoroszi egyház harangja. *Reformátusok Lapja* 1986 március 16.
172. Patay Pál, 1986. 300 éves a szamosbecsi harang. *Reformátusok Lapja* 1986 április 20.
173. Patay Pál, 1986. Beszámoló a tiszalúc-sarkadi rézkori telep ásatásáról. - Bericht über die Ausgrabung der kupferzeitlichen Siedlung von Tiszalúc-Sarkad. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **24** 5-9.
174. Patay Pál, 1987. A tamási bronzcsészelelet - Bronzeschalefund von Tamási. *Archaeológiai Értesítő* **112** 210–214.
175. Patay Pál, é.n. Cim nélkül, Jeney Tibor és Oborzil Edit Harang-program c. szórólapján 1–2.
176. Patay Pál, 1987. Szécsény. Szécsény története, Séta a városban, Kirándulások Szécsény környékén. In: Antal K., Patay P. Praznovszky M., Dávid R. Salgótarján, 5–20.
177. Patay Pál, 1987. Topographische Verbreitung der Grabhügel in der Tiefebene des Karpathenbeckens. In: *Hügelbestattung in der Karapeten-Donau-Balkan Zone während der aeneolithischen Periode*. Hrsg. D. Srejić und N. Tasić. Beograd, 87–90.
178. Patay Pál, 1988. Über die Tracht der kupferzeitlichen Goldanhänger. *Slovenská Archeológia* **36** 169–173.
179. Patay Pál, 1987 (1988). A Tiszalúc-sarkadi rézkori telep ásatásának eddigi eredményei - Bisherige Ergebnisse der Ausgrabung in der kupferzeitlichen Siedlung von Tiszalúc-Sarkad. *Folia Archaeologica* **38** 84–120.
180. Patay Pál, 1987 (1988). Einige Worte über die Zisten von Kurd. [magyar kivonat] *Folia Archaeologica* **38** 129–140.
181. Patay Pál, 1988. Vorläufiger Bericht über die Ausgrabungen von Tiszalúc. In: Gomolava. Chronologie und Stratigraphie der vorgeschichtlichen und antiken Kulturen der Donauniederung und Südosteuropas. Ruma 1986. Hrsg. N. Tasić und J. Petrović. Novi Sad, 151–153.

182. Patay Pál, 1989. Corpus campanarum antiquarum Hungariae. (Magyarország régi harangjai és harangöntői 1711 előtt) [német kivonat] Budapest 1–132, 88 t. + 12 oldal kivonat.
183. Patay Pál, 1990. Die Bronzegefäße in Ungarn. *Prähistorische Bronzefunde München* **II/10** 1–109, 81 t.
184. Patay Pál, 1989-1990. Zwei glocken aus den ersten Jahrhunderten des Christentums in Ungarn. *Jahrbuch für Glockenkunde* **1-2** 9–12.
185. Patay Pál, 1990. 350 éves a nyírbátori harang. *Reformátusok Lapja* 1990 október 7. 5.
186. Patay Pál, 1990. Tausend Jahre Glockengiesskunst in Ungarn. *Das Münster*, München **43** 253–257.
187. Patay Pál, 1990. Magyarország nevezetes harangjai. (Magyarázó szöveg - angol nyelven is - a hasonló című hanglemezhez, illetve magnókazettához) Budapest 1990 ?.
188. Patay Pál, 1990. Fritz Rincker in Ungarn. In: *Vier Jahrhunderte Rincker*. Sinn, 7–8.
189. Patay Pál, 1990. Die kupferzeitliche Siedlung von Tiszalúc-Sarkad JMV Jahreschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte **73** 131–135.
190. Patay Pál, 1988-1989 (1991). Beiträge zur Kunst der Kupferzeit. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* **118-119** 33–43.
191. Patay Pál, 1988-1989 (1991). A hevesi harang és középkori harangok Heves megyében. - Die Glocke von Heves und mittelalterliche Glocken im Komitat Heves. **XXV-XXVI** 395–406.
192. Patay Pál, 1991. Harangszó. *Európa* 1991 december 19, 76–79.
193. Patay Pál, Székely Kinga 1991. Az első tudós nő a magyar barlangkutatásban. Karszt és Barlang, 53–56 (mit Kinga Székely). – Englische Version in Proceedings of the ALCADI '92 International Conference on Speleohistory. *Karszt és Barlang* 1991, 53–56., *Karszt és Barlang, Special Issue* 1992, 93–94.
194. Patay Pál, 1992. Két harang az Árpád-ház korából. [német kivonat] *Folia Historica* **17** 7–17.
195. Patay Pál, 1993. O. Kytliczová, Die Bronzegefäße in Böhmen. *Prähistorische Bronzefunde*, Abt. II. Bd. 12., Jindra Nekvasil, Vladimir Podborsky, Die Bronzegefäße in Mahren. *Prähistorische Bronzefunde*, Abt. II. Bd. 13., Gerlinde Prüssing, Die Bronzegefäße in Österreich, *Prähistorische Bronzefunde*, Abt. II. Bd. 5. *Germania* 2. halbband **71** 559–566.
196. Patay Pál, 1992. M. Novotná, Die Bronzegefäße in der Slowakei. PBF II. 11. München *Archaeologische Értesítő* **119** 128–130.
197. Patay Pál, 1993. Megemlékezés Tompa Ferencről születésének 100. évfordulóján [Commemorating the 100th birthday of Ferenc Tompa]. *Archaeologische Értesítő* **120** 90–95.

198. Patay Pál, 1995. Die Miniaturbronzen der Pilinyer Kultur. In: *Festschrift für Hermann Müller-Karpe zum 70. Geburtstag*. Bonn, 103–108.
199. Patay Pál, 1995. Bronzeschalen von Typ Blatnica. Ein karpatenländischer Gefässtyp und seine Mittel- und Nordeuropäische Entstehung. In: *Trans Europam. Beiträge zur Bronze- und Eisenzeit zwischen Atlantik und Altai. Festschrift für Margarita Primas. Antiquitas* Bonn, **3/34** 89–92.
200. Patay Pál, 1995. Die kupferzeitliche Siedlung Tiszalúc–Sarkad. In: *Symposium Settlements patterns between the Alpes and the Black Sea from 5th to 2th millennium B.C.* Verona 93–98.
201. Patay Pál, 1993-1994 (1995). Glockenguss in Ungarn im 18. Jahrhundert. *Jb. für Glockenkunde* **5-6** pp.103–106.
202. Patay Pál, 1995. Jiřy Rihovsky: Die Äxte, Beile, Meißel und Hämmer in Mähren. PBF IX. 17. **73** 527–532.
203. Patay Pál, 1995. Die kupferzeitliche Siedlung Tiszalúc–Sarkad und die Hunyadi-halom-Kultur. Neuere Daten zur Siedlungsgeschichte und Chronologie der Kupferzeit des Karpatenbeckens. Hrsg. T. Kovács. Budapest, *Inventaria Praehistorica Hungariae* **7** 107–115.
204. Patay Pál, 1993. J. P. Thevenot, L'âge du bronze en Bourgogne. Le dépôt de Blanot (Cote d'Or). *Revue Archéologique de l'Est et du Centre-Est*. Dijon 1991 *Archaeológiai Értesítő* **120** 137–139.
205. Patay Pál, 1996. Egy muzeológus pályakezdete. *Magyar Múzeumok* **2** 25–28.
206. Patay Pál, 1996. Csörsz árka. *Műemlékvédelem* **40** 102–105.
207. Patay Pál, 1996. Einige Worte über die Bronzegefäße der Bronzezeit In: Kovács T. ed., *Studien zur Metallindustrie im Karpatenbecken und den benachbarten Regionen. Festschrift für Amalia Mozsolics zum 85. Geburtstag* Budapest 405–419.
208. Patay Pál, 1997. Die Ergebnisse der Archäologischen Höhlenforschungen in Ungarn. *Acta Carsologica* **26/2** 159–166.
209. Patay Pál, 1995-1996. Stahlglocken in Ungarn. *Jb. für Glockenkunde* **7-8** 221–223.
210. Módy György, Patay Pál 1995-1996. A herpályi monostor XII. század végi harangja [német kivonat] *Déri Múzeum Évkönyve* 159–164.
211. Patay Pál, 1997-1998 Ungarische Wandergießer. *Jb. für Glockenkunde* **9-10** 115–120.
212. Patay Pál, 1998. Besonderheiten bei der Anschaffung von Glocken im 17. bis 19. Jahrhundert in Ungarn. *Glocken und Glockenspiele. Michaelsteiner Konferenzenberichte* **56** 188–192.

213. Patay Pál, 1997-1998. Szatmári harangok. [német kivonat] *A Jósa András Múzeum Évkönyve* **XXXIX-XL** 397–399.
214. Patay Pál, 1999. A badeni kultúra ózd-pilinyi csoportjának magaslati telepei / Höhensiedlungen der spätbadener Ózd-Piliny Gruppe. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **37** 45–56.
215. Patay Pál, 1998. Metallverarbeitung. In: Joachim Preuß szerk., *Das Neolithikum in Mitteleuropa*. Weissbach, 158–167.
216. Patay Pál, 1999. Harangok, harangöntők, ágyúk az 1848/49 évi szabadságharcban. In: *Tanulmányok a természettudományok, a technika és az orvoslás történetéből*. Budapest. 1999 141–143.
217. Patay Pál, 1999. Beregi harangok. [német kivonat] *A Jósa András Múzeum Évkönyve* **XLI** 441–443.
218. J. Dankó Katalin, Patay Pál, 2000. Régészeti leletek a Sárospataki Református Kollégium tudományos gyűjteményeiben. *Borsod-Abauj-Zemplén megye régészeti emlékei* **2**. Miskolc, 1–70.
219. Patay Pál, 1996-1997. Nagy Sándor (1912-1995) *Archaeológiai Értesítő* **123-124** 185–186.
220. Patay Pál, 1996-1997. Gallus Sándor (1907-1996) *Archaeológiai Értesítő* megjel. 2000 1996 - 1997 123 – 124 194–195.
221. Patay Pál, 1996-1997. Lenneis, E.,-Neugebauer-Maresch, Chr.-Ruttkay, E., Jungsteinzeit im Osten Österreichs. *Archaeológiai Értesítő* **123-124** 279–282.
222. Patay Pál, 1996-1997. Nemejcová-Pavuková, V., Svodín. Band I. Zwei Kreisgraben der Lengyel-Kultur. *Archaeológiai Értesítő* **123-124** 282–284.
223. Patay Pál, Szathmári Ildikó 2001. Über einen seltenen urzeitlichen silbernen Blechenanhänger aus dem Karpatenbecken. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **5–13**.
224. Patay Pál, 2005. Jártam mint régész Hajdút meg Bihart... *Déri Múzeum Évkönyve* 471–477.
225. Patay Pál, 2005. Kupferzeitliche Siedlung von Tiszalúc *Inventaria Praehistorica Hungariae* **11** 1–207.
226. Patay Pál, 2005. Római út Bácskában? / Römerstrassen in der Bácska? *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (2005) 393–406.
227. Patay Pál, 2006. A Bácska-Kiskunság-Körösmenti Ördög Árka / Der Ördög Árka (Teufelsgraben) in der Batschka, in Kleinkumanien und an der Körös. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (2006) 107–122.

228. Patay Pál, 2007. A Bácska-Kiskunság-Körösmenti Ördög Árka II. / Ördög Árka (Teufelsgraben) in der Batschka, in Kleinkumanien und an der Körös II. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (2007) 111–140.
229. Patay Pál, 2006. Drei kleine kupferzeitliche Gefässe *Communicationes Archaeologicae Hungariae* (2006) 5–9.
230. Patay Pál, 2008. A bodrogkeresztúri kultúra belső időrendjéről *Archaeológiai Értesítő* **133** 21–49.
231. Patay Pál, 2011. Telep a javarézkor végéről Panyolán. *A Jósa András Múzeum Évkönyve* **53** 43–67.
232. Patay Pál, 2013. Későrézkori sírok a mezőberényi Tücsökhalom alatt / Spätkupferzeitliche Gräber unter dem Tücsökhalom von Mezőberény *Archaeológiai Értesítő* **138** 281–292.
233. Patay Pál, Millisits Máté, 2009. Zempléni harangok Miskolc : HOM, *Officina musei*. 155 p.
234. Patay Pál, 2011. Kiegészítés a Corpus campanarum antiquarum Hungariae-hez. *Folia historica* **27** 197–205.
235. Patay Pál, 2012. Rézkori raktárlelet Balkány-Ordastelepről és a rézkori raktárleletekről. / Der Hortfund von Balkány-Ordastelep und über die kupferzeitliche Hortfunde. Jósa András Múzeum évkönyve **54** 53–68, 59–70.
236. Patay Pál, Millisits Máté 2014. Az életet már megjártam : emlékezem, Magyarországra és a XX. századra / Patay Pál. - Budapest ; [Balatonalmádi] : [Patay Z.], 544 p.
237. Patay Pál, 2015. Harangok mentése a múzeumba ágyúvá válásuk elől. *Folia historica* **30** 139–153.
238. Patay Pál, 2016. Régészkedtem Heves megyében is. *Agria : annales Musei Agriensis : az Egri Múzeum évkönyve* **49** 139–150.
239. Patay Pál, 2017. Harangrekvirálás az I. világháborúban. *Bányászati és kohászati lapok* **150/2** 59–60
240. Kormos Gyula, Patay Pál, Poór Péter 2018. Komárom-Esztergom megye harangjai Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 265 p. ill.

Svingor Éva tudományos munkássága (forrás: MTMT2 2020-10-13)

- Svingor, É. et al., 2016. Overview of the international intercomparisons of the gas proportional counting (GPC) C-14 laboratory, Debrecen, Hungary. *ARCHEOMETRIAI MŰHELY*, 13(1), pp.9–18.
- Horváth, T. & Svingor, É., 2015. The Spatial and Chronological Distribution of the so called “Baden Culture.” In *The Baden Culture around the Western Carpathians*. Krakowski Zespół do Badań Autostrad, pp. 19–74.
- Svingor, É., 2012. A C-14 kormeghatározás alapjai és problémái. *ARCHEOMETRIAI MŰHELY*, 9(3), pp.135–146.
- Major, I. et al., 2011. Fossil fuel CO₂ assay by simultaneous atmospheric ¹⁴C and CO₂ mixing ratio measurements in the city of Debrecen. *ACTA PHYSICA DEBRECINA*, 455, pp.93–104.
- Molnár, M. & Svingor, É., 2011. An interpretation of the soil ¹⁴C results of the Hajdúnánás-Tedej-Lyukas-halom kurgan. In *Kurgan studies*. pp. 255–258.
- Janovics, R. et al., 2010. Development of an automatic sampling unit for measuring radiocarbon content of groundwater. *RADIOCARBON*, 52(3), pp.1141–1149.
- Molnar, M., Major, I., et al., 2010. Fossil fuel CO₂ estimation by atmospheric C-14 measurement and CO₂ mixing ratios in the city of Debrecen, Hungary. *JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY*, 286(2), pp.471–476.
- Molnar, M., Haszpra, L., et al., 2010. ATMOSPHERIC FOSSIL FUEL CO₂ MEASUREMENT USING A FIELD UNIT IN A CENTRAL EUROPEAN CITY DURING THE WINTER OF 2008/09. *RADIOCARBON*, 52(2), pp.835–845.
- Molnár, M., Palcsu, L., Major, Z., et al., 2010. Dissolved gas measurements of the cooling ponds of Paks Nuclear Power Plant, Hungary. *JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY*, 286(3), pp.741–744.
- Molnár, M., Palcsu, L., Futó, I., et al., 2010. Study of gas generation in real L/ILW containers. *JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY*, 286(3), pp.745–750.
- Molnár, M., Rinyu, L., et al., 2010. Developments and results from the new Hungarian graphite target line. *NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION B-BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS*, 268(7–8), pp.940–942.
- Palcsu, L. et al., 2010. Detection of tritium and alpha decaying radionuclides in L/ILW by measurements of helium isotopes. *JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY*, 286(2), pp.483–487.
- Svetlik, I. et al., 2010. Estimation of long-term trends in the tropospheric ¹⁴CO₂ activity concentration. *RADIOCARBON*, 52(2–3), pp.815–822.
- Fényes, T. et al., 2009. A magfizika néhány alkalmazása. In *Atommagfizika*. p. 473.
- Kern, Z. et al., 2009. High resolution, well preserved tritium record in the ice of Borțig Ice Cave, Bihor Mountains, Romania. *HOLOCENE*, 19(5), pp.729–736.
- Medzihradzky, Z. et al., 2009. Environmental reconstruction of Vörös-Máriaasszonysziget, a multi-period archaeological site in SW Hungary. In *36th International Symposium on Archaeometry = 36e Symposium International d’Archéometrie, ISA 2006*. p. 19.

- Molnár, M. et al., 2009. Development of a mobile and high-precision atmospheric CO₂ monitoring station. *GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS*, 11, p.10271.
- Vodila, G. et al., 2009. Mapping of tritium emissions using absorption vapour samplers. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY*, 100(2), pp.120–124.
- Horváth, T., S, S.É. & Molnár, M., 2008. New Radiocarbon dates for the Baden Culture. *RADIOCARBON*, 50(3), pp.447–458.
- Janovics, R. et al., 2008. Automata talajvízminta vevő rendszer tesztelése izotópanalitikai és oldott ion vizsgálatok segítségével. In *IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia*. p. 249.
- Molnár, M., Bujtás, T., et al., 2007. Monitoring of atmospheric excess ¹⁴C around Paks Nuclear Power Plant, Hungary. *RADIOCARBON*, 49, p.1031.
- Molnár, M., Rinyu, L., et al., 2007. Milligrammos minták radiokarbonos korméréseinek előkészítése az Atomki-ban. In *3. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia*. p. 106.
- Molnár, M., Dezső, Z., et al., 2007. Izotópanalitikai vizsgálatok a Baradla-barlang cseppköveiről csepegő vizeken. *KARSZTFEJLŐDÉS*, 12, p.267.
- Palcsu, L. et al., 2007. Isotope studies of a groundwater-flow system in granite, Middle Hungary. In *Groundwater in fractured rocks (Selected Papers on Hydrogeology)*. pp. 343–353.
- Rinyu, L. et al., 2007. Performance test of a new graphite target production facility in Atomki. *RADIOCARBON*, 49(2), pp.217–224.
- SÜMEGI, P. et al., 2007. Results of radiocarbon analysis of Upper Weichselian loess sequences from Hungary. *RADIOCARBON*, 49(2), pp.1023–1030.
- Svingor, É., Molnár, M. & Szántó, Z., 2007. Radiocarbon analyses. In *Environmental Archaeology in Transdanubia (Hungary)*. p. 18.
- Szántó, Z. et al., 2007. A hydrochemical and isotopic case study around a near surface radioactive waste disposal. *RADIOCHIMICA ACTA*, 95(1), pp.55–65.
- Szántó, Z. et al., 2007. The radiocarbon dates for the Balatonederics sequence. In *Environmental Archaeology in Transdanubia (Hungary)*. p. 55.
- Elek, Á. et al., 2006. Környezeti izotópok vizsgálata a Lónyay-főcsatornán. *HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY*, 86, pp.36–38.
- Horváth, T., Svingor, É. & Molnár, M., 2006. Újabb adatok a Baden-Péceli kultúra keletkezéséhez. *ARCHEOMETRIAI MŰHELY*, 2006(3), pp.19–30.
- Molnar, M. et al., 2006. ISOTOPE-ANALYTICAL RESULTS OF A STUDY OF GAS GENERATION IN L/ILW. *CZECHOSLOVAK JOURNAL OF PHYSICS*, 56(1), pp.637–644.
- Molnár, M., Dezső, Z., et al., 2006. F fiatal karsztos kőzetek ¹⁴C korának mérése és értelmezése. In *Karsztfelődés XI*. p. 37.
- Molnár, M., Joó, K., et al., 2006. Talajok teljes szervesanyag-tartalmának radiokarbon datálása alkalmazásban. In *Környezettudományi konferencia*. p. 183.

- Molnár, M., Palcsu, L., et al., 2006. Dissolved gas measurements of the cooling ponds of Paks Nuclear Power Plant, Hungary. In *Water Chemistry of Nuclear Reactor Systems: Proceedings of the International Conference*. p. CD-ROM.
- Molnár, M., Nagy, S., et al., 2006. Refining the CO₂ absorption method for low level ¹⁴C liquid scintillation counting in the Atomki. In *LSC 2005, ADVANCES IN LIQUID SCINTILLATION SPECTROMETRY*. p. 407.
- Svetlik, I. et al., 2006. Monitoring of atmospheric ¹⁴CO₂ in Central European countries. *CZECHOSLOVAK JOURNAL OF PHYSICS*, 56, pp.D291–D297.
- Svingor, É., Molnár, M., Palcsu, L., Veres, M., et al., 2006. Monitoring system with automatic sampling units in the surroundings Paks NPP. *CZECHOSLOVAK JOURNAL OF PHYSICS*, 56(S4), pp.133-D139.
- Svingor, É., Molnár, M., Palcsu, L., Futó, I., et al., 2006. Monitoring vizsgálatok a Püspökszilágyi radioaktív hulladék kezelő és tároló környezetében. In *Magyarország környezetgeokémiai állapota*. p. 161.
- Fényes, T. et al., 2005. A magfizika néhány alkalmazása. In *Atommagfizika*. p. 459.
- Molnár, M., Szántó, Z., et al., 2005. Measurement of beta-emitters in the air around the Paks NPP, Hungary. In *Applications of High Precision Atomic and Nuclear Methods: Proceedings of the International Conference*. pp. 30–36.
- Molnár, M., Palcsu, L., Svingor, É., Veres, M., et al., 2005. Investigation of dissolved gases in the cooland of the cooling ponds and service pool No.1 of reactor No.2 of Paks Nuclear Power Plant, 2004. In *Primary and Secondary Side Water Chemistry of Nuclear Power Plants. Proceedings of the 6th International Seminar Budapest 2005*. p. 1.
- Molnár, M., Palcsu, L., Svingor, É., Futó, I., et al., 2005. Study of gas generation in drum L/ILW packages using hermetic containers. In *Safety of Radioactive Waste Disposal: Proceedings of International Conference*. p. 53.
- Svingor, É., Molnár, M. & Szántó, Z., 2005. Appendix I: Radiocarbon data from Upper Paleolithic sites and Late Quaternary paleoecological sites in Hungary. In *Loess and Upper Paleolithic environment in Hungary*. p. 295.
- Molnár, M., Dezső, Z., et al., 2004. ¹⁴C mérés alkalmazása a karsztkutatóban. In *Karsztfejlődés IX*. p. 9.
- Molnár, M., Szántó, Z., et al., 2004. Gas generation measurements in drums containing LL/ILW. In *Waste Management, Energy Security and a Clean Environment: Proceedings of the WM 04 Conference*. p. 290.
- Palcsu, L., Svingor, É., et al., 2004. Isotopic composition of precipitation in Hungary in 2001 and 2002. In *Isotope Hydrology and Integrated Water Resources Management*. p. 360.
- Palcsu, L., Rinyu, L., et al., 2004. A Pasnyag-forrás karsztvízrendszerének izotóphidrológiai vizsgálata. In *Karsztfejlődés IX*. p. 91.
- Sümegei, P. et al., 2004. Material and methods. In *The geohistory of Bátorliget Marshland. An Example for the reconstruction of Late Quaternary environmental changes and past human impact from the Northeastern Part of the Carpathian Basin*. pp. 44–50.
- Svingor, É., Szántó, Z. & Molnár, M., 2004. 4.3: The results of radiocarbon dating. In *The geohistory of Bátorliget Marshland. An Example for the reconstruction of Late*

Quaternary environmental changes and past human impact from the Northeastern Part of the Carpathian Basin. p. 94.

- Csige, I. & Svingor, É., 2003. Természetes eredetű sugárzások a környezetben. In *Fejezetek a környezetfizikából.* p. 123.
- Futó, I. et al., 2003. Az RHFT közvetlen környezetének hidrológiai viszonyai. In *A püspökszilágyi RHFT környezet- és sugárbiztonsága.* p. 91.
- Molnár, M. et al., 2003. Kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladékokban képződő gázok vizsgálata. In *I. Nukleáris Technikai Szimpózium.* p. 402.
- Palcsu, L. et al., 2003. Nemesgáz-analitika a primerköri vízben oldott gázok vizsgálatában. In *I. Nukleáris Technikai Szimpózium.* p. 504.
- Svingor, É., Dezső, Z. & Balogh, K., 2003. Mesterséges eredetű sugárzások a környezetben. In *Fejezetek a környezetfizikából.* p. 147.
- Svingor, É. & Balogh, K., 2003. Hidrológia, felszín alatti vizek. In *Fejezetek a környezetfizikából.* p. 227.
- Szántó, Z. et al., 2003. A püspökszilágyi RHFT környezeti monitoring vizsgálata. In *I. Nukleáris Technikai Szimpózium.* p. 801.
- Molnár, M., Palcsu, L., Pintér, T., et al., 2002. Application of a portable quadrupole mass spectrometer in Paks Nuclear Power Plant for control of steam generator chemical cleaning. *JOURNAL OF MASS SPECTROMETRY*, 37, p.230.
- Molnár, M., Palcsu, L., Svingor, É., et al., 2002. Headspace gas analysis of closed radioactive waste vaults in a near surface disposal facility of Hungary. In *Proceedings of the International Conference Nuclear Energy for New Europe 2002.* p. CD-ROM.
- Palcsu, L. et al., 2002. Metal container instead of glass bulb in tritium measurement in helium-3 ingrowth method. *FUSION SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 41, p.532.
- Szántó, Z., Svingor, É., Molnár, M., Palcsu, L., Futó, I., et al., 2002. Diffusion of ^3H , ^{99}Tc , ^{125}I , ^{36}Cl and ^{85}Sr in granite, concrete and bentonite. *JOURNAL OF RADIOANALYTICAL AND NUCLEAR CHEMISTRY*, 252, p.133.
- Szántó, Z., Svingor, É., Molnár, M., Palcsu, L. & Futó, I., 2002. Approach to assessing the radiological impact of the Püspökszilágy RWTDF. In *International Conference on Issues and Trends in Radioactive Waste Management.* p. 25.
- Szántó, Z., Svingor, É., Palcsu, L., et al., 2002. Near field issues: Investigation of gas generation in situ (IAEA-CN-87/42P). In *International Conference, Management of Radioactive Wastes from Non-Power Applications - Sharing the Experience.* p. 397.
- Futó, I. et al., 2001. Application of a noble gas mass spectrometric system in environmental studies. *VACUUM*, 61, p.441.
- Molnár, M., Palcsu, L., Svingor, É., et al., 2001. Composition and activity variations in bulk gas of drum waste packages of Paks NPP. In *International Conference Nuclear Energy in Central Europe 2001.* p. 610.
- Molnár, M., Palcsu, L., Pintér, T., et al., 2001. Monitoring of steam generators by a portable QMS. In *5th International Seminar on Primary and Secondary Side Water Chemistry of Nuclear Power Plants.* p. 1.

- Palcsu, L., Molnár, M., et al., 2001. Dissolved stable noble gas measurements from primary water of Paks NPP. In *International Conference Nuclear Energy in Central Europe 2001*. p. 612.
- Palcsu, L., Pintér, T., et al., 2001. Dissolved stable noble gas measurements from primary water of Paks NPP. In *5th International Seminar on Primary and Secondary Side Water Chemistry of Nuclear Power Plants*. p. 1.
- Szántó, Z., Svingor, É., et al., 2001. Application of carbon isotope analysis in food technology. *STUDIA UNIVERSITATIS BABES-BOLYAI PHYSICA*, 1(SPECIAL ISSUE), p.124.
- Szántó, Z., Palcsu, L., et al., 2001. A vízbázisvédelem jelentősége, megvalósításának lépései - vízbázis sérülékenységi vizsgálati módszerek. In *A földrajz eredményei az új évezred küszöbén*. p. 1.
- Szántó, Z., Szűcs, Z., et al., 2001. Determination of ¹²⁹I in low level radioactive waste by two different methods. In *International Conference Nuclear Energy in Central Europe 2001*.
- Molnár, M. et al., 2000. Gas formation in drum waste packages of Paks NPP. In *Proceedings of the International Conference on Nuclear Energy in Central Europe 2000*. p. 1008.
- Svingor, É., 2000. Radiokarbon vizsgálatok. *MÚZEUMI HÍRLEVÉL (BUDAPEST)*, 21, p.76.
- Hertelendi, E. et al., 1999b. Izotóp-geokémiai módszerek a Balaton-kutatásban. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 11.
- Hertelendi, E. et al., 1999a. Atomerőművek környezeti hatásainak vizsgálata. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 19.
- Hertelendi, E. et al., 1999c. Izotóphidrológiai kutatások és szerepük radioaktív hulladéktároló telephely kiválasztásában. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 22.
- Hertelendi, E. et al., 1999f. Radioaktív hulladékok összetevőinek vizsgálata. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 23.
- Hertelendi, E. et al., 1999d. Mézhamisítás felmérése: A méz izo-cukor tartalmának meghatározása izotóp analitikai módszerrel. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 28.
- Hertelendi, E. et al., 1999e. Múltbeli klimatikus és vegetációtörténeti hatások kutatása. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 7.
- Hertelendi, E. et al., 1999g. Vízbázisok sérülékenységének vizsgálata. In *Környezetfizikai kutatások a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Eredmények és lehetőségek*. p. 9.
- Svingor, E., 1999. Ede Hertelendi (1950-1999) - Obituary. *RADIOCARBON*, 41(3), pp.VII–X.
- Hertelendi, E., Svingor, É., Raczky, P., Horváth, F., Futó, I., Bartosiewicz, L., et al., 1998. Radiocarbon chronology of the Neolithic and time span of tell settlements in eastern

- Hungary based on calibrated radiocarbon dates. In *Archaeometrical Research in Hungary II*. pp. 61–74.
- Hertelendi, E., Svingor, É., Raczky, P., Horváth, F., Futó, I. & Bartosiewicz, L., 1998. Duration of tell settlements at four prehistoric sites in Hungary. *RADIOCARBON*, 40(2), pp.659–665.
- Hertelendi, E., Svingor, É., et al., 1997. Isotope investigation of Lake Vrana and Springs in the Kvarner Area. *RAPID COMMUNICATIONS IN MASS SPECTROMETRY*, 11, p.651.
- Hertelendi, E., Szűcs, Z., et al., 1997. Application of scaling technique for estimation of radionuclide inventory in radioactive waste. In *3rd Regional Meeting: Nuclear Energy in Central Europe*. pp. 456–463.
- Szántó, Z., Svingor, É. & Pintér, T., 1997. Concentration of beta emitters in primary water, stach air, nuclear waste and environment of Middle European nuclear power plants. In *Proceedings of 4th Regional Meeting of Nuclear Energy in Central Europe*. p. 153.
- Szucs, Z. et al., 1997. Development of new analytical procedures for determination of I-129 and Tc-99 in waste material produced by the Hungarian NPP. *SOCIETA ITALIANA DI FISICA □: CONFERENCE PROCEEDINGS*, 59, pp.1395–1397.
- Hertelendi, E. & Svingor, É., 1996. Carbon and oxygen isotope ratios in carbonates deposited from hot water emerged from a well Demjén No.42. *ACTA GEOLOGICA HUNGARICA: A QUARTERLY OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES*, S39, p.71.
- Hertelendi, E., Svingor, É., et al., 1996. The origin of the water in Lake of Vrana. *ACTA GEOLOGICA HUNGARICA: A QUARTERLY OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES*, S39, p.73.
- Hertelendi, E., Veress, M., et al., 1996. Environmental isotope study of karst systems. National Report of Hungary. In *Karst groundwater protection. Final Report of COST Action 65, EUR 16547*. p. 133.
- Palinkas, A. et al., 1996. On use of hyalophane for K-Ar dating in the Central Bosnian Schists Mts. *ACTA GEOLOGICA HUNGARICA: A QUARTERLY OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES*, S39, p.149.
- Bódizs, D. et al., 1995. A scaling módszer alkalmazhatósága atomerőművi eredetű hulladék nehezen mérhető izotópjainak koncentrációbecslésére. Magyar Intézmények mérési pontosságának nemzetközi kontrollja. In *Őszi Radiokémiai Napok Imre Lajos professzor emlékére*. p. 1.
- Hertelendi, E., Kalicz, N., et al., 1995. Re-evaluation of the Neolithic in Eastern Hungary based on calibrated radiocarbon dates. *RADIOCARBON*, 37(2), pp.239–244.
- Hertelendi, E., Veres, M., et al., 1995. Environmental isotope study of karst systems. In *Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. ISOKARST'94, International Workshop on Environmental Isotope Study of Karst Systems. Miskolc, Oct.3-4,1994*. p. 36.
- Hertelendi, E., Svingor, É., et al., 1995. Isotope investigation of Lake Vrana and springs in the Kvarner area. In *Proceedings of the First Polish-Korean Seminar on Structural and Physical Properties of Magnetic Materials*. p. 201.

- Hertelendi, E., Lénárt, L. & Svingor, É., 1995. *Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. ISOKARST'94, International Workshop on Environmental Isotope Study of Karst Systems. Miskolc, Oct.3-4,1994.*, Miskolc: Miskolci Műszaki Egyetem.
- Hertelendi, E. et al., 1995. Radiocarbon concentration and origin of thermal karst waters in the region of the Bükk Mountains, Northeastern Hungary. *RADIOCARBON*, 37(2), pp.543–550.
- Svingor, É., 1995. Rb-Sr dating of low-grade metamorphism in the Bükkium. In *Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. ISOKARST'94, International Workshop on Environmental Isotope Study of Karst Systems. Miskolc, Oct.3-4,1994.* p. 180.
- Balogh, K., Svingor, É. & Cvetkovic, V., 1994. Ages and intensities of metamorphic processes in the Batocina Area, Serbo Macedonian Massif. *ACTA MINERALOGICA PETROGRAPHICA*, 35, p.81.
- Svingor, É., 1994. Mágneses tömegspektrométer vezérlése és a mérési adatok kiértékelése. In *IBM PC alapú mérésadatgyűjtés, folyamattírányítás, ipari PC alkalmazási példák.* p. 8.
- Balogh, K. et al., 1990. Very low- and low-grade metamorphic rocks in the pre-Tertiary basement of the Drava basin, SW-Hungary, II: K-Ar and Rb-Sr isotope geochronologic data. *ACTA GEOLOGICA HUNGARICA: A QUARTERLY OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES*, 33(1–4), pp.69–78.
- Kovács, Á. & Svingor, É., 1988. Rubidium-stroncium kormeghatározások a Soproni hegység két földtani objektumának kőzetein.
- Svingor, É., Fekete, S. & Györffy, M., 1987. Data acquisition and control system to a modified MI-1309 type mass spectrometer. *ATOMKI KÖZLEMÉNYEK*, 29, p.171.
- Kovács, Á., Svingor, É. & Grečula, P., 1986. Rb-Sr isotopic ages of granitoid rocks from the Spissko-gemerské Rudohorie Mts, Western Carpathians, Eastern Slovakia. *MINERALIA SLOVACA*, 18, p.1.
- Kovács, Á. & Svingor, É., 1985. A Rb-Sr age study of crystalline rocks in the Sopron Mountains, Western Hungary. In *13th Congress of KBGA(Carpatho-Balkanian Geological Association)*. p. 383.
- Kovács, Á., Svingor, É. & Szederkényi, T., 1985a. Geochronology of metamorphic events in the crystalline basement of the southern part of the Great Hungarian Plain. In *13th Congress of KBGA(Carpatho-Balkanian Geological Association)*. p. 387.
- Kovács, Á., Svingor, É. & Szederkényi, T., 1985b. Rb-Sr dating of basement rocks from the southern foreland of the Mecsek Mountains, Southeastern Transdanubia, Hungary. *ACTA MINERALOGICA PETROGRAPHICA*, 27, p.51.
- Kovács, Á., Svingor, É. & Árkai, P., 1985. Early Alpine resetting of Rb-Sr ages in the Upper Triassic quartz porphyries of the Bükk Mountains, northeastern Hungary. In *13th Congress of KBGA(Carpatho-Balkanian Geological Association)*. p. 385.
- Svingor, É. & Kovács, Á., 1985. Bórizotóp-arányok precíziós meghatározása módosított MI-1309 tömegspektrométerrel. In *XXVIII. Magyar Színképelemző Vándorgyűlés és I. Magyar Molekulaspektroszkópiai Konferencia előadásai, I. kötet.* p. 57.
- Svingor, É., 1982. Új háromszalagos termikus ionforrás az MI-1309 típusú tömegspektrométerhez. *ATOMKI KÖZLEMÉNYEK*, 24, p.157.

- Kovách, Á. & Svingor, É., 1981. On the age of metamorphism in the Fertőrákos metamorphic complex, NW Hungary. *VERHANDLUNGEN DER GEOLOGISCHEN BUNDESANSTALT*, 1, p.73.
- Svingor, É. & Kovách, Á., 1981. Rb-Sr isotopic studies on granodioritic rocks from the Mecsek Mountains, Hungary. *ACTA GEOLOGICA HUNGARICA: A QUARTERLY OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES*, 24, p.295.
- Kovách, Á., Svingor, É. & Grecula, P., 1979. Nové údaje o veku gemeridnych granitov. *MINERALIA SLOVACA*, 11, p.71.
- Perraju, P., Kovách, Á. & Svingor, É., 1979. Rubidium-strontium ages of some rocks from the Eastern Ghats in Orissa and Andhra Pradesh, India. *JOURNAL OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF INDIA*, 20, p.290.
- Svingor, É. & Kovách, Á., 1978. A Mecsek hegységi bosztonit kora Rb/Sr kormeghatározások alapján. *FÖLDTANI KÖZLÖNY*, 108, p.94.
- Svingor, É., 1977. A Rb-Sr kormeghatározási módszer alkalmazási lehetőségei. (Összefoglaló közlemény). *ATOMKI KÖZLEMÉNYEK*, 19, p.79.
- Szabó, J. et al., 1976. Determination of low particle concentration in waters by using laser light. *ACTA PHYSICA ET CHIMICA DEBRECINA*, 20, p.71.
- Srivastava, D., Berényi, D. & Svingor, É., 1970. The distorting effect of the absorber for the semiconductor and scintillation gamma-ray spectra. *ATOMKI KÖZLEMÉNYEK*, 12, pp.127–136.