

A LAJOSMIZSEI LA TÈNE ÜVEGKARPEREC-TÖREDÉKEKRŐL

1. BEVEZETÉS

A Duna–Tisza közti homokhátságon elterülő Lajosmizse Bács-Kiskun megye északi részén, Kecskeméttől mintegy 20 km-re északnyugatra, Nagykőrös mellett fekszik. A környéken az M5-ös autópálya építése kapcsán zajlottak a zömében leletmentő ásatások az 1980-as évek második felében a Kecskeméti Katona József Múzeum munkatársainak közreműködésével.¹ Ezek közül a 16. lelőhellyel (63–64 km között) megegyező terület, Lajosmizse–Kossuth Tsz. volt Kónya-major 1987–1988-ig tartó feltárásait Kulcsár Valéria vezette, ahol több korszak jelenségeit (La Tène, római kori szarmata, honfoglaláskor, Árpád-kor és középkor) sikerült azonosítania.²

A „domb tetején, a K-i oldalán” előbukkanó LT D-kori telep(részlet) teljes feldolgozása még várat magára. A dokumentáció és a *Cumania* hasábjain megjelent rövid beszámolók, említések tanúsága szerint a késő vaskori jelenségek közé sorolható egy kemence, tároló- és hulladéködrök, valamint egy félig földbe mélyített ház (10. obj.), amit az ásató a belőle származó kerámia és egy kétgombos bronzfibula töredéke alapján a Kr. születése körüli időkre keltezett. A ház leleteit képezik még csonteszközök és/vagy állatsontok, egy vaslándzsa, egy üvegyűrű, továbbá a tanulmány témáját adó üvegekpercec-töredékek is.³ E késő vaskori lelőhelyet kiemeli a vaskor folyamán gyér megtelepedési nyommal rendelkező Duna–Tisza köze középi pozíciója – amint ezt az ásató is megjegyezte –, illetve az üvegekpercec-fragmentumok előfordulása is e terület vizsgálatára irányíthatja figyelmünket.⁴

2. A KARPERECTÖREDÉKEK LEÍRÁSA ÉS A RÉGÉSZETI KONTEXTUS

Első ránézésre mindhárom kevésbé áttetsző, sötétkék,⁵ korrodált felületű és törésfelületű⁶ üvegekpercec-töredék bizonyosan a hárombordás üvegekpercecek közé tartozik [1. tábla 1].⁷ Közülük kettő (KKJM 92.1.35., 92.1.36.) hangsúlyos középső bordával és elhanyagolható szélsőkkel bír. Alaposabb szemrevételezést követően a néhai cikcakkdísz bemélyedő helye sejlik fel a KKJM 92.1.35. leltári számú leghosszabb töredéken (h.: 4,2 cm, sz.: 0,9 cm). A három fragmentum közül a közepes méretű KKJM 92.1.36. töredék (h.: 2,1 cm, sz.: 0,8 cm) legkiemelkedőbb középső, néhol pontokkal és körökkel bemélyített bordája alatt (a középső és szélső borda közti „hornyolaton”) vehető észre

* Szegedi Tudományegyetem BTK Történelemtudományi Doktori Iskola, Medievisztika Program, Régészet szakirány, zsofia.osvath@gmail.com; Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet, bajnoczi.bernadett@csfk.mta.hu, forizs.istvan@csfk.mta.hu, szabo.mate@csfk.mta.hu

¹ Jelen cikkünkkel Lajosmizse–Kónya major ásatóját, Kulcsár Valériát köszöntjük a lelőhely kelta üvegekperceceinek régészeti és archeometriai feldolgozásával. E munka jelentőségét az adja, hogy a korábban témavezetőként közreműködő ásató és a szerzők közös véleménye alapján a szakdolgozatként megkezdett középső és késő vaskori üvegyöngyökre fókuszáló régészeti és archeometriai kutatásba a karperecek már nem fértek bele. A születésnapra pedig remek alkalmat nyújt a feldolgozás pótlására, egyúttal a közös munka iránt érzett hála kifejezésére.

² KULCSÁR 1987a, 59; KULCSÁR 1987b, 59, 81; SOMOGYVÁRI–WICKER 1988, 15, 45; V. SZÉKELY 1988, 70; KULCSÁR–VÖRÖS 1989, 67–93; H. TÓTH 1990, 100–102, 131; KULCSÁR 1992, 75–86.

³ Az 1987. június 29-én és 1987. július 9-én napvilágot látott (KKJM Rég. Ad. 90. 686) üvegekpercec-töredékeket a Kecskeméti Katona József Múzeumban őrzik (KKJM ltsz.: 92.1.35., 92.1.36. és 92.1.37.). Ezúton is köszönjük az üvegekpercecek vizsgálatához, valamint a teljes anyag áttekintéséhez kapott engedélyt az ásatónak, Kulcsár Valériának, a leletek kikészítését és a kölcsönzés lebonyolítását Somogyvári Ágnesnek (régész, KKJM) és Skriba-Nagy Mónikának (régész, KKJM). A képek és táblák szerkesztésében nyújtott segítséget Sztankovánszki Tibornak (régész, MFM) köszönjük.

⁴ HUNYADI 1942, 38, 43–44, 79; H. TÓTH 1990, 101; KULCSÁR 1992, 67; WOLF 2013, 24. Lásd továbbá KKJM Rég. Ad. 90, 686.

⁵ Karwowski szinskaláján a leggyakoribb 2728 C és/vagy 2738 C árnyalatoknak feleltethetők meg. A sötétkék árnyalatai közti különbséget sokszor az intenzitással, tisztasággal magyarázza (KARWOWSKI 2004a, 56, Abb. 14).

⁶ Érdemes még megjegyezni, hogy a karperecek mindegyikén gázzal telt („buborék”) vagy nyitott pórusok látszódnak, akár (a készítéskor) megnyúlt barázdaként, de más sekély (leheletnyi) karcok és barázdák is tagolják a mára már kopott, matt üvegfelületet. A törésfelületek mállottsága pedig történelmi korú sérülésre utal.

⁷ WOLF 2013, 11–12.

szabálytalan cikcakk-karc,⁸ míg a legkisebb KKJM 92.1.37. töredék (h.: 1,3 cm, sz.: 0,9 cm) laposabb középső borda ívének egy része kitörhetett, és ettől kettéosztottnak tűnik.⁹ Mindezt figyelembe véve a (közép-)európai szisztémában az utóbbi kettő Haevernick 6a, az első töredék feltételesen Haevernick 6b csoportjának tagja.¹⁰ Ebből következően célszerű a 6-os csoport régészeti vonatkozásainak közös áttekintése.

Hunyadi Ilona kevés karpereccel gazdálkodó első említésében még nem rendszerez,¹¹ ezért sokáig egyedüli leletkataszter lévén – és a típus elterjedtsége okán – szükségszerű és alapvető az idevonatkozó külföldi irodalom felgöngyölítése. Thea Elisabeth Haevernick közép-európai La Tène-karikaékszereket felölelő kategorikus gyűjtésében a nagy területen elterjedt hárombordás karperecek 6a és 6b alcsoportjai között eredetileg nemcsak a „folyatott” vagy fonalrátétes díszítés hiánya vagy megléte alapján tesz különbséget, hanem a (középborda) vastagság szerint is. Utóbinak némileg ellentmond a monográfiája 17. tábláján közölt, egy darab sematizált keresztmetszeti kép.¹² A munkáját alapul vevő és a 20. század vége felé megjelenő lokális, valamint regionális feldolgozások tovább bontották a meglévő csoportokat, illetőleg az újonnan feltárt leletek más csoportosításnak is teret engedtek. Rupert Gebhard a manchingi oppidum (Németország) üvegleleteinek alapformára és színre épülő osztályozásában a fonalrátétes díszű 11a (és 11b, bár ez utóbbi barna színű darabokat tartalmaz) sorozat (Reihe 11a, 11b) leletei mellé illeszthetők a lajosmizsei darabok (különösen a Taf. 9. 133. darab a kinyúló és keskeny középborda miatt), amelyeket a LT C1b és LT C2 időszakra keltezett.¹³ Natalie Venclová a volt Csehszlovákia területének őskori üvegeivel foglalkozó monográfiájában a Haevernickéval egyező 6b alcsoportot az eltérő vonalas ornamentikáknak¹⁴ megfelelően választotta szét. Ezek közül a 6a és 6b/2 kategóriákat feleltethetjük meg a tárgyalt karperecekkel, immár szélesebb kronológiai keretekkel a LT C1/C2 (6a) és LT C2-től (6b/2) a LT D-ig.¹⁵ Maciej Karwowski 2004-es, kelet-ausztriai üvegekszereket összefoglaló kötetében ugyanezeket a karpereceket ismét más felállásban találjuk meg. A hangsúlyos, magas középső bordázat a KKJM 92.1.35-öt és a KKJM 92.1.36-ot a ritka 6a-ba (Variante 1) vagy a díszítés meglététől függően a 6b-be helyezi, a KKJM 92.1.37. töredék a laposabb középső borda miatt a 6a típus 3-as variánsába (vagy 6b-be, de a kitört rész miatt a díszítettség nem bizonyítható) sorolása merül fel. Az osztrák anyag 6-os csoportját a LT C1a-tól indítja azzal a megkötéssel, hogy a 6a és a 6b cikcakkdíszű variánsa már csak a LT C1b-ben tűnik fel, de tovább él a C2-ben. A 6c és 6d típusokat stilisztikai alapon kötötte a LT C2-höz, a LT D-ben már egyiket sem leljük fel.¹⁶ Ha kicsit nyugatabbra tekintünk, Roymans és Verniers elemzésében a hollandiai üvegkarperecek között is feltűnnek a Haevernick-féle 6a–b–c jellegű töredékek, amelyeket immár LT C/D környezetből is ismerhetünk (Eschweiler-Laurensberg).¹⁷

A hazai kutatásban néhány modern munka nyújthat még fogódzót a lajosmizsei karperecek közelebbi tér- és időbeli elhelyezéséhez. Tankó Károly Kelet- és Északkelet-Magyarország késő vaskori üvegkarpereceinek vizsgálatok megjegyzi, hogy a széles körben elterjedt,¹⁸ egyszerű 6b típus több-bordás karperecként elég korán, már a LT C1-től használatban lehetett eleinte az ún. „*Schleifenverzierung*” (LT C1a), majd a cikcakk díszrel (LT C1b).¹⁹ Wolf Máté többnyire publikációkra alapozott, a magyarországi kelta üvegművekkel foglalkozó szakdolgozatában a 6a és 6b

⁸ A bizonytalan és nyomtalanul kipotyogott díszítések kapcsán érdemes megjegyezni, hogy a KKJM 92.1.36. karperec erősen feltételesen „fektetett nyolcas” (a külföldi irodalomban: „*coil decoration*” vagy „*Schleifenverzierung/Achterschleifen*”) ornamentikával bírhatott. Ezt a kultúra keleti felén gyakori és a legkorábbi üvegtermékeket mintázó díszként tartják számon. Karperecünk „mélyedéseihöz” hasonló mintázatot mutatnak: GEBHARD 1989, Taf. 7, 102 és KARWOWSKI 2004a, 53, Abb. 12, 215 ábrái. Amennyiben a szélső borda eredetileg díszített voltát elfogadjuk, úgy különleges darabról van szó. Bár megjelennek más karpereccsoportok tagjain is, a továbbiakban a díszítésekre külön nem térünk ki, a vizsgált Haevernick-féle 6-os csoport típusaiként együtt kezeljük a hárombordás karperecekkel. További adatokért lásd HAEVERNICK 1960, 49–50; VENCLOVÁ 1990, 120; KARWOWSKI 2004a, 22, 53, Abb. 12; KARWOWSKI 2005, 164; KARWOWSKI 2006, 142, Fig. 8; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 109–110, 121; WOLF 2013, 13.

⁹ A klasszikus négybordás karperec nem ilyen, lásd a hazai anyagban például TANKÓ 2006a, 107, 2. kép; TANKÓ 2006b, 262, Fig. 3. és az „Egyéb, készítéstechnikai megfigyelések optikai mikroszkópos vizsgálatok alapján” c. fejezetet.

¹⁰ HAEVERNICK 1960, 49.

¹¹ HUNYADI 1942, 100.

¹² HAEVERNICK 1960, 49–50, Taf. 3–4, 17, 21, Karte 8.

¹³ GEBHARD 1989, 13, 15, Taf. 7–9, 31.

¹⁴ A 6b/2 alatt itt a cikcakk és a hullámvonalas díszű egyaránt értendő, fogalmi különbség nélkül. „*zusätzlicher Verzierung*”, „*wellenlinienförmig verzierte*” (KARWOWSKI 2004a, 22), „*wavy line*” (VENCLOVÁ 1990, 120, 331).

¹⁵ VENCLOVÁ 1990, 118, 120, 122, 131–134, 143.

¹⁶ Tekintve, hogy Karwowski maga is megjegyzi, hogy a szélső bordák kialakítása, hangsúlyozása változatos – és ez igaz a középső bordázatra is –, nem sok különbség választja el karpereceinket a 6c és 6d csoportoktól (KARWOWSKI 2004a, 21–23, 77–78, Abb. 25, Taf. 8–17).

¹⁷ ROYMANS–VERNIERS 2010, 198–199, Tab. 1.

¹⁸ Ez alatt részben a La Tène kultúra Európa keleti felén megjelenő üvegművészeti köre értendő, melyek leletei közt a jellegzetesen ezen a „térfelel” előforduló típusok (például az egyik legkorábbinak számító 15-ös csoport) között a 6b-t is megtaláljuk (TANKÓ 2006a, 102; TANKÓ 2006b, 255; VENCLOVÁ 1990, 143).

¹⁹ TANKÓ 2006a, 101; TANKÓ 2006b, 254. A Venclová által meghatározott és átvett 6b/1 (és a 15-ös) csoport eleinte főleg kelet-ausztriai, nyugat-szlovákiai és észak-magyarországi frekvenciált megjelenése alapján, valamint a „*Schleifenverzierung*” mint a korai üvegyártásra jellemzőnek ítélt dísz miatt, egy közép-Duna-vidéki műhely létét feltételezik. Kérdés, hogy ennek a feltételezett műhelynek a további élete hogyan alakult (VENCLOVÁ 1990, 143; KARWOWSKI 2005, 164; TANKÓ 2006a, 101; TANKÓ 2006b, 254–255).

csoportokat (Haevernck 1960-ban megjelent munkája nyomán) jelölhetjük meg analógiaként, mely halmazokba a szélesebb és keskenyebb variánsok egyaránt beleférnek, egyedül a cikcakkdísz képez különbséget. Datálásukban a lelőhelyek adataira támaszkodik, miszerint a LT C alatt az ország nyugati határrészén és a hiányosan közzétett keleti felén (Északi-középhegység és Alsó-Tisza-vidék; 6b), valamint az Északi-középhegységben (6a) koncentrálnak. A velem–szentvidi LT D-oppidum karperecei (nyolc darab 6b típusú) egyedülállóak a késői keltezésükkel. A formát tekintve karpereceink legjobb közül, magyarországi párhuzamai a kiemelkedő középbordához közelítő hárobordás szurdokpüspöki (LT C) darabok és egy velem–szentvidi (LT D) töredék.²⁰

Az adatokat egymás mellé téve a 6-os csoport „*Schleifenverzierung*” díszű darabjai a La Tène-üvegyártás hajnalán jelennek meg (LT C1a) Bohémiában, Moráviában, a mai Kelet-Ausztria, Szlovákia és Magyarország tájain, majd az időszak végével le is áldoznak. Ezt követte Kelet-Ausztriában, illetve Manchingban a szimpla hárobordás és cikcakkdíszű 6a és 6b (LT C1b), valamint időben kissé eltolódva lép fel a volt csehszlovák területen a 6a (LT C1/C2), és fennmaradnak a LT C2-ben is. Valamivel ismét később (LT C2) ugyanitt a cikcakk ornamentikájú karperecek (6b/2) veszik át a korábbi 6b/1 helyét,²¹ Kelet-Ausztriában a kiemelkedő középbordás 6c és 6d képviselői tűnnek fel a továbbélő formák mellett. A magyarországi anyagban a 6a-ra az egységes LT C keltezés érvényes, míg a cikcakkos változat a releváns LT C1b-től használatos. Nyugatra, az Alsó-Rajna-vidéken talán a LT C1 és a LT C/D periódusban foghatók meg. Ez azt jelenti, hogy széles körben és időszámban ismertek voltak ezek az ékszerek, bár Kelet-Ausztriát leszámítva talán kevésbé frekvencián és nyilván az alsocsoportokra vonatkozóan régióként eltérő arányban.²² Több árnyalatban is pompáznak, túlnyomó többségben az őskorban is kedvelt (sötét) kék színben, ami a magyarországi anyag 6-os csoportjában kizárólagos és a legkorábbi karperecekre is jellemző, akár a sötét tónus.²³ Az a tény, hogy ezek az ismeretek a szín–forma–dísz hármásával befolyásolt regionális, esetenként lokális kutatásokon, sokszor zárt, kontextus nélküli, bizonytalan vagy nagy időtávot felölelő kronológián és töredékes leleteken alapulnak, óvatosságra inthet az egyes kategóriák egyértelmű átvételével szemben, illetve további érveként szolgál az egész csoport tárgyalásához, figyelembe véve, hogy jelen esetben ráadásul három, formavilágban hasonló töredékről van szó.²⁴ Továbbá a post quem (azaz LT C vagy azt követő, lásd 25-ös lábjegyzet) datáláson kívül kevésbé érvényesül a nemcsak egy időfázisban megjelenő 6a és 6b, és a LT C2-ben épp csak feltűnő, de máshol nem elkülönített hangsúlyos középbordás karperecek keltező értéke,²⁵ különösen, hogy a lajostmizseieket sem tudjuk egyértelműen besorolni. A LT D periódusra egyfajta törés látszódik, és perifériára vagy szimplán máshová szorul a csoport a korábbi kelet-ausztriai koncentráció helyett.²⁶ A Kárpát-medencében pedig a szegényesebben ismert keleti, alföldi térféldről átvehető a súlypont a Dunántúlra.²⁷ Ez persze a jövőben alátámasztást és indokolást igényel. Ezért kérdés az is, hogy hazánkban a velemi példányok mellett új LT D-karpereceket üdvözölhetünk-e a lajostmizseiekben, vagy feltételezzük a hosszú használati időt, amit a teleplelet volta sem cáfol.

Kérdés, hogy az archeometria segítségével milyen kép bontakozik ki a kémiai összetételről a tipológia (például hogyan korrelálnak a különböző csoportok, alcsoportok), az elterjedés, az anyaghasználati és a technológiai adatok fényében, tisztázható-e az időbeli elhelyezés. Célunk volt az is, hogy a karperecek kémiai összetételét összevegyessük a külföldi szakirodalomban közölt anyagösszetételekkel.

²⁰ TANKÓ 2006a, 107, 2. kép/13, 16.; WOLF 2013, 11–13, 2–4, 21, 22. kép.

²¹ Březinová később megjegyzi KARWOWSKI 2004 nyomán, hogy a cikcakkdísz korábban, a LT C1b-ben is feltűnhetett már – ismervén olyan darabokat, amelyeken ez és a „*Schleifenverzierung*” egyazon karperecen található –, ebből következően talán a típus is idősebbnek becsülhető (BŘEZINOVÁ et al. 2013, 121).

²² HAEVERNICK 1960, Taf. 21, Karte 8; VENCLOVÁ 1990, 142–145; KARWOWSKI 2004a, 21; KARWOWSKI 2006, 142; ROYMANS–VERNIERS 2010, Fig. 3; WOLF 2013, 22.

²³ HAEVERNICK 1960, 12; VENCLOVÁ 1990, 114; KARWOWSKI 2004a, 94, Abb. 14; TANKÓ 2006b, 253; ROYMANS–VERNIERS 2010, 202–203; WOLF 2013, 5, 13.

²⁴ VENCLOVÁ 1990, 112–113, 143–144; KARWOWSKI 2006, 134, 139; TANKÓ 2006b, 254, 256. Venclová megjegyzi továbbá, hogy a csoport tagjai akár ugyanazon karperec díszített vagy épp díszítetlen felét is képezheték (VENCLOVÁ 1990, 118; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 110, 115, 121).

²⁵ KARWOWSKI 2006, 142. Részben a 21-es lábjegyzethez, részben a használati időhöz kapcsolódóan meg kell még említenünk azt a (datálást is nehezítő) problémát, hogy a 6b karperecek sokszor más, későbbi korszakok sírjaiból vagy terepbejárásokon, kvázi megfelelő leletkontextus hiánya mellett kerülnek elő, nemcsak a magyarországi leletanyagot tekintve. A zárt leletgyűtéseknél szintén kronológiai gondok merülhetnek fel a korai üvegek karperecek értékelésénél is, hiszen a LT C1a környezetben megjelenő ékszerek talán egy fázissal korábban is készülhettek, ugyanakkor Karwowski és mások is a LT C-t tekintik elfogadott választóvonalnak az üvegek karperecek megjelenése előtti és utáni idők között (VENCLOVÁ 1990, 112–113; KARWOWSKI 2006, 139; TANKÓ 2006b, 257–258; WOLF 2013, 13, 47, 62).

²⁶ VENCLOVÁ 1990, 118, 120, 122, 133–134, 145–148; KARWOWSKI 2004a, 74–76, 78; ROYMANS–VERNIERS 2010, 198–199.

²⁷ WOLF 2013, 13, 22. kép. Tankó Károly felhívta a figyelmet arra, hogy kevés adatunk van (általában) az üvegek karperecek késő LT kori használatáról, bár egyes oppidumok leletanyagának tükrében kétségtelen, hogy viselésük nem szakadt meg a középső LT végével, csupán az LT D sírokból nem ismerjük őket (TANKÓ 2006b, 257).

3. ALKALMAZOTT ANALITIKAI MÓDSZEREK

A karperec-törédekeket roncsolásmentesen kézi röntgenfluoreszcens spektrométerrel (a továbbiakban: hXRF) mértük meg az előzetes minőségi összetétel és a színező(k) megállapításához. A méréshez Spectro X-Sort Combi műszert használtunk, amely 0,3 cm átmérőjű kör alakú foltban, az elemeket a Mg-tól az U-ig érzékeli. Paraméterek: 15–50 keV, 21–50 μ A (környezeti (E) kalibráció), Rh forrás, Peltier hűtésű, SDD detektor. Az adatokat elemi formáról oxidos formára számítottuk át, majd 80, 82, ill. 82,5 tömeg%-ra normáltuk, kihagyva az elektron-mikroszondás analízissel mért nátrium és magnézium mennyiségét (17,5, 18, ill. 20 tömeg% $\text{Na}_2\text{O}+\text{MgO}$), mivel ezeket az elemeket a készülék nem érzékeli. Az eredményeket tömeg%-ban adjuk meg [3. tábla 1. táblázat].

A mintavétellel járó vizsgálatokhoz mindhárom karperec törésfelületéről körülbelül 2–3 mm-nyi mintát vettünk. A mintákat [2. tábla 1, 4, 7] elektron-mikroszondás analízissel (a továbbiakban: EPMA) vizsgáltuk meg, ami az üvegek minőségi és mennyiségi kémiai összetételét adja meg. A mérést Oxford Instruments INCA Energy 200 típusú energia-diszperzív röntgenspektrométerrel (EDS) felszerelt JEOL Superprobe-733 típusú elektron-mikroszondán végeztük. Az üvegmátrixot 10 μm -re nyitott nyalábbal elemeztük (40 mp mérési idő). Az elemzés körülményei: 20 keV gyorsítófeszültség, 4 nA elektronáram. Az üvegmátrix jellemző alkotóelemeit (Si, Al, Fe, Na, K, Ca, Mg, P, Mn, S, Cl) és a színezőt (Cu, Co) mértük. Az elemek általános kimutatási határa 0,2 tömeg%. Sztenderdként mesterséges üvegeket (Corning Archaeological Reference Glasses, Department of Mineral Sciences, Smithsonian Institution, USA) használtunk.²⁸ Az átlagolt eredményeket oxidos formában, tömeg%-ban adjuk meg (kivéve: Cl) [3. tábla, 2. táblázat].

A két eljárást kiegészítendő, harmadik módszerként mikro-röntgendiffrakciós analízist (μ -XRD) alkalmaztunk a KKJM 92.1.35–37. minták kristályos fázisainak azonosítására, amit a RIGAKU D/MAX RAPID II műszerrel végeztünk. Az elemzés körülményei: Cu $K\alpha$, 50 kV, 0,6 mA, képsík (image plate) detektor, 1–6–12 perc mérési idő, 300–800 μm -es kollimátorok.

4. EREDMÉNYEK

A hXRF analízis alapján a három karperec SiO_2 koncentrációértékei közel azonosak (72–73 tömeg%). A Fe_2O_3 (1 tömeg% alatti), a CaO (5,2–6,4 tömeg%), a Sb_2O_3 (0,02 tömeg% vagy kimutatási határ alatt), a CuO (0,2 tömeg%), a PbO (0,02 tömeg% vagy kimutatási határ alatt) és a ZrO_2 (0,002–0,003 tömeg%) koncentrációja hasonló, a CoO (0,08 tömeg%) és a SrO (0,04 tömeg%) mennyisége azonos mindhárom karperecben. Az Al_2O_3 (0,08–0,09 tömeg%) és a K_2O (0,6 tömeg%) tartalmakat tekintve párhuzam vonható a KKJM 92.1.35. és a KKJM 92.1.37. töredékek között, míg a KKJM 92.1.36. fragmentumnál ugyanezen elemek koncentrációja eltérő (1,3 tömeg% Al_2O_3 , 1,5 tömeg% K_2O). A MnO (KKJM 92.1.35: 0,01 tömeg%, KKJM 92.1.36: 0,41 tömeg%, KKJM 92.1.37: 0,11 tömeg%) és a SO_3 (KKJM 92.1.35: 0,99 tömeg%, KKJM 92.1.36: 0,13 tömeg%, KKJM 92.1.37: 0,31 tömeg%) koncentrációja különböző a három karperecben.

Az elektron-mikroszondával készített visszaszórtelektron-képeken [2. tábla 2–3, 5–6, 8–9] a viszonylag homogén üvegmátrixban (szürke) kisebb-nagyobb (max. 500 μm) pórusok (fekete színnel) láthatók.

Az üvegmátrix átlagos kémiai összetétele mindhárom mintában hasonló: 68–69 tömeg% SiO_2 , 2,4 tömeg% Al_2O_3 , 16,7–19,3 tömeg% Na_2O , 7,2–7,9 tömeg% CaO, valamint 1 tömeg% alatti FeO, MgO és Cl koncentrációértékek [3. tábla 2. táblázat]. A KKJM 92.1.35. és KKJM 92.1.37. minták kevesebb, mint 1 tömeg%-nyi K_2O tartalmával szemben a KKJM 92.1.36. töredék K_2O tartalma 2 tömeg% (az utóbbi Na_2O koncentrációértéke a legkisebb). Kis mennyiségű mangánt a KKJM 92.1.36. mintában (0,6 tömeg% MnO), rezet a KKJM 92.1.35. mintában (0,4 tömeg% CuO) detektáltunk. A kén, a kobalt és a foszfor koncentrációja mindhárom mintában kimutatási határ alatti vagy a körüli.

A három minta μ -XRD elemzése során kvarcon (SiO_2) kívül más kristályos fázist nem azonosítottunk.²⁹

²⁸ VICENZI et al. 2002.

²⁹ A kvarc az üveg mállásterméke, ugyanis környezeti hatásokra (például eltemetés után) a kioldódó alkáliák miatt az üveg deivitrifikálódik, azaz szilícium-dioxidá alakul vissza. Következésképp az üveg elveszti fényességét, mattul, külső felületének összetétele bizonyos mértékben megváltozik. A visszaszórtelektron-képeken [2. tábla 3, 8] jól látható a minták szélén lévő mállási kéreg (hasonló: FÖRISZ–NAGY–DÉVAI 2012, 2. ábra). Az üvegek korrózióját a továbbiakban nem fejtjük ki.

5. ÉRTÉKELES

A karperecek az üvegmátrix elektron-mikroszondás analízissel kapott kémiai összetétele (~70 tömeg% SiO_2 ; 17–19 tömeg% Na_2O ; 2 tömeg%-nál kevesebb K_2O ; 1 tömeg%-nál kevesebb MgO ; kimutatási határ alatti vagy körüli P_2O_5 koncentráció) alapján natúr szóda típusú üvegből (Na–Ca–szilikát üveg) készültek, ugyanerre utal a hXRF-fel mért kémiai összetétel is. A natúr szóda típusú üveg a Kr. e. 1000 környékén kifejlesztett új, akkor még csupán Egyiptomban honos üvegyártási technológiát jelenti. A korábbi üvegyártási technológiától való elkülönülésében (például a Nilus-völgyi) nátriumdús evaporitok alkálitartalmú folyósítóként való felhasználása játszotta a főszerepet, ami az üvegek kémiai összetételében is egyértelműen látszódik (10 tömeg% körüli vagy nagyobb Na_2O , emellett K_2O és $\text{MgO} < 1,5$ tömeg%, valamint $\text{P}_2\text{O}_5 < 0,2$ tömeg%).³⁰ Európai, viszonylag uniformizált gyártásuk és a natúr szóda jól követhető kontinentális importja jelenlegi tudásunk szerint a rómaiak révén valósult meg, melyre az üvegtípusnak a szakirodalomban korábban elterjedt neve, a római alapüveg típus is utal.³¹ Természetesen e két időbeli állomás között is megjelennek natúr szóda alapú üvegek a kontinensen, például bizonyos kapcsolatok, kereskedelem útján. Ha csak a különféle típusú, vizsgált karperecek halmazát vesszük számba, úgy tűnik, minimális változékonyságot mutató alapüveg-felhasználásról gondolkozhatunk viszonylag kiterjedt területen (talán a legkorábbi, teljesen más összetételű, például kevert alkáli alapüvegből készült LT C1a-karperecek kivételével).³² Példaként álljanak itt a teljesség igénye nélkül: lengyelországi,³³ csehországi,³⁴ ausztriai,³⁵ a Közép-Duna-vidék korai³⁶ és az Alsó-Rajna-vidék³⁷ válogatott üvegkarperecei a 6-os csoport képviselőivel egyaránt. Azonban az összehasonlításoknál megfontoltan kell eljárunk, tekintettel a különböző vizsgálati módszerekre és azok időben eltérő alkalmazására.³⁸

Bár a KKJM 92.1.36. töredék K_2O mennyisége (~2 tömeg% az elektron-mikroszondás analízis alapján) [3. tábla 2. táblázat] kiugró a másik kettőhöz képest, talán önmagában kevésbé szignifikáns ahhoz, hogy ebből más receptúrára következtessünk. Különbséget inkább az Al_2O_3 koncentrációk jelezhetnek, amit a lengyelországi karperecek kapcsán Anna Girdwojń vett észre,³⁹ Březinová szerzőtársaival együtt pedig feltételezi, hogy a nyersanyagforrás eltérésére vagy időbeli differenciáltságra utal. A lajosmizsei karperecek ebből a szempontból hasonlóak (~2,4 tömeg% Al_2O_3 az elektron-mikroszondás analízis alapján) [3. tábla 2. táblázat], a němčicei (Csehország) és a közép-Duna-vidéki üvegkészítők kémiai összetétel alapján szétválasztott csoportjait nézve a későbbi gyártású (LT B/C – nagyobb Al_2O_3 tartalmú) karperecek közé illeszkednek.⁴⁰ Érdekes módon a Huisman és szerzőtársai által közölt ausztriai és hollandiai LT-karperecek alumínium-oxid tartalma széles tartományban mozog a kimutatási határ alatti és a kora vaskori üvegyöngyökét megközelítő, 1,5–3,2 tömeg% között. Ezt inkább az üvegfelületre ragadt agyagos földdel hozták összefüggésbe, a kicsivel nagyobb K_2O értékekkel együtt,⁴¹ ami esetünkben az üde (nem szennyezett) üvegfelületek mérése miatt nem áll fent. Ezért továbbra is kérdés, hogy minek köszönhető a KKJM 92.1.36. minta nagyobb K_2O tartalma. Az biztos, hogy eltérő nyersüveg-rögéből készítették, mint a másik kettőt.

A nyomelemek közül Jokubonis és szerzőtársainak megállapítása óta a LT C1 periódusra jellemző $\text{ZrO}_2 > \text{SrO}$, míg a LT C2–D-re megforduló $\text{ZrO}_2 < \text{SrO}$ arány ugyancsak kronológiai marker.⁴² Ebben a felállásban karpereceink

³⁰ HENDERSON 2000, 25–26, 52–59; SHORTLAND et al. 2006, 522–523, 526; REHREN–FREESTONE 2015, 234; HUISMAN et al. 2017, 64.

³¹ SHORTLAND et al. 2006, 523; FÓRIZS 2008, 115, 118; FÓRIZS et al. 2012, 101, 110–111; FÓRIZS–NAGY–DÉVAI 2012, 469, 474–475.

³² Ez lehet például az időben (némi) változó technológia, nyersanyag felhasználás vagy elsődleges és/vagy másodlagos műhely miatt. Girdwojń például a szennyezett nyersanyagokra gyanakodott a lengyelországi karpereceknél (GIRDWOJŃ 1986, 205, 207). Meghatározott, az alapüvegnek nem feltétlen elsődleges alkotói (például nyomelemek, szennyezők koncentrációja, vagy más elemekkel való viszonya) alapján a fentebbiek szerint értelmezhető csoportokat különítették el (WOBRAUSCHEK et al. 2000, 33; KARWOWSKI 2006, 148–149; VENCLOVÁ et al. 2009, 415–416; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 125–127; ROYMANS et al. 2014, 222; HUISMAN et al. 2017, 76).

³³ GIRDWOJŃ 1986, 199–208; BRAZIEWICZ et al. 1997, 857–860.

³⁴ FRÁNA–MAŠTALKA–VENCLOVÁ 1987, 69–89; VENCLOVÁ et al. 2009, 383–426.

³⁵ WOBRAUSCHEK et al. 2000, 25–33; JOKUBONIS et al. 2003, 627–633; HUISMAN et al. 2017, 59–78.

³⁶ BŘEZINOVÁ et al. 2013, 107–142.

³⁷ ROYMANS et al. 2014, 215–228; HUISMAN et al. 2017, 59–78.

³⁸ A karperecekre vonatkozó első kémiai analízisekkel már Haevernick 1960-as kötete is rendelkezett, ezeket azonban korlátozottan használjuk fel elemzésünkben (HAEVERNICK 1960, 266–272, Tab. 1–6).

³⁹ GIRDWOJŃ 1986, 201.

⁴⁰ VENCLOVÁ et al. 2009, 406–413, 425; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 125–127.

⁴¹ HUISMAN et al. 2017, 63, Tab. 3. Hangsúlyozandó, hogy a nagyobb K_2O tartalom nemcsak az üvegre ragadt talajból származhat, mivel úgy tűnik, hogy más vaskori, köztük késő vaskori üvegekben is ingadozó a K_2O mennyiség, olykor igen kiugró értéket mutatva (HUISMAN et al. 2017, 64).

⁴² JOKUBONIS et al. 2003, 631–632, Fig. 3; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 127; ROYMANS et al. 2014, 222. Mindkét szennyező a nyersüveg-készítéssel áll kapcsolatban. A stroncium kis mennyiségben a mészkö, nagyobb mennyiségben a tengeri kagyló szennyezője, ami a gyártás vagy nyersanyag-felhasználás különbségeire mutat rá. Kis mennyiségű cirkónium a tisztább homokhoz, kvarchomokhoz társul (ROYMANS et al. 2014, 222; HUISMAN et al. 2017, 67). HUISMAN et al. 2017 hollandiai és ausztriai kora vaskori üvegleletekben is kis stronciumkoncentrációt közöl, ami megerősíti a kronológiai nézőpontot. A két elem koncentrációjától függővé tett korábbi és későbbi időszakok határához másképp viszonyul JOKUBONIS et al. 2003 (LT C1 és LT C2–D1), illetve VENCLOVÁ et al. 2009 nyomán BŘEZINOVÁ et al. 2013 (LT C1a és LTC1 C2) (JOKUBONIS et al. 2003, 632; VENCLOVÁ et al. 2009, 416; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 126).

ismét a fiatalabb fázisba esnek (0,002–0,003 tömeg% ZrO_2 < 0,04 tömeg% SrO a hXRF mérések alapján) [3. tábla, 1. táblázat].

A legkorábbi üvegyártástól kezdődően szintelenítőként – részben talán a szennyezőként jelenlévő vas okozta elszíneződés ellensúlyozására – alkalmazott antimon⁴³ század tömegszázaléknyi koncentrációban (0,02 tömeg%) fordul elő, vagy a hXRF kimutatási határa alatti mennyiségű (KKJM 92.1.35.) a karpereceinkben. Ez igen csekély és bizonytalan, ezért szennyezőnek tekinthető, de az osztrák és a holland La Tène kék és egyéb színes üvegek jellemző összetevője.⁴⁴ Ráadásul gyakran nemcsak önmagában, hanem a szintén (de)kolorizációért felelős mangánnal együtt fordul elő (szintelen és jó néhány színes üvegben egyaránt) Huisman és szerzőtársai szerint, ami más jellegű összefüggésre utal (lásd a 63-as lábjegyzetet).⁴⁵ A lajosmizsei karpereceknél a mangán-oxid változó mennyiségben, de minden esetben 0,5 tömeg% alatt van jelen. Egyedül a KKJM 92.1.36. karperec 0,4 tömeg%-nyi mangán-oxid koncentrációja (az elektron-mikroszondás analízis alapján 0,6 tömeg% MnO) vehető igazán figyelembe. Az antimon és a mangán (1,5 tömeg% alatt) is képes szintelenítőként funkcionálni, és korábban feltételezték e kettő használatában a Kr. e. 2–1. század környéki váltást a mangán javára, például a Római Birodalom egyre erősödő nyomására vagy hatására, vagy az elérhető nyersanyagok és az üvegek importja miatt. Azonban ez a kép árnyalódott azáltal, hogy ismertek kora vaskori leletek is, amelyek mangánt tartalmaztak, valamint gyakran mindkettőt megtaláljuk akár a későbbi időszakok üvegeiben is. A mangán használatának kezdeteivel kapcsolatban pillanatnyilag nincs konszenzus vagy pontos adat, de felmerülhet a kérdés, hogy a római kor végére általánossá váló mangános szintelenítő eljárás hogyan korrelál a megelőző, különösen a LT időszak üvegleleteivel és karpereceivel (szándékosság és lineáris fejlődés vagy sokáig szórványos és véletlenszerű jelenség).⁴⁶ Braziewicz és szerzőtársai lengyelországi üvegekben például a LT C1b-től kezdődően nagyobb arányú mangán (0,007 g/g = 0,7 tömeg% MnO) adagolást mutatott ki,⁴⁷ ahogy Březinová és szerzőtársai is a „B/C” csoportra vonatkozóan, míg a korábbi, „A” csoportnál antimontöbbletet.⁴⁸ Ugyanakkor kérdés, hogy vajon van-e kapcsolat (és mi az oka) az antimon és mangán jelenlétének a karpereceinkben, van-e jelentősége a kettő egymáshoz viszonyított mennyiségének, tükröz-e tudatosságot (és mennyiben). A kék színű üvegek miatt ezt a felvetést a továbbiakra vonatkozóan érdemes lehet fókuszba helyezni, hiszen sok egyéb mellett elképzelhető, hogy finomabb kronológiai támpontot is kínálhat.

A karpereceknél hXRF analízissel kobaltot és rezet azonosítottunk [3. tábla 1. táblázat], a réz jelenlétét az elektron-mikroszondás elemzés is alátámasztotta. Ezek a fémionok az üvegszerkezetbe beépülve, színcentrumként viselkednek és együttesen eredményezik a karperecek sötétkék színét. Kobalt és réz szimultán jelenlétéről („CoCu glass”) publikáltak már az egyiptomi Újbirodalom idején (Kr. e. 1400) gyártott amarnai és mükénéi üvegekben.⁴⁹ Hasonló receptúra fennmaradását támogatják a későbbi, vaskori példák is mint a mezőtúri dudoros pávaszemés gyöngyök kék dísz (Kr. e. 6–5. század),⁵⁰ Apollonia Pontica (Bulgária) egyes üvegyöngyeinek kék ornamentikája (Kr. e. 5–3. század),⁵¹ a prellenkircheni (Németország) maszkos gyöngy (Kr. e. 3. század),⁵² a vác-kavicsbányai orsó alakú gyöngyök (Kr. e. 3. század)⁵³ és a La Tène-karperecek (Kr. e. 3–1. század) adatai.⁵⁴

Roymans és szerzőtársai az alsó-Rajna-vidéki üvegek karperecek kapcsán közöl két, többé-kevésbé „állandó” arányt (Co/Cu - 1:10 vagy 5:1), azonban részletes adatok nélkül.⁵⁵ Lengyelországi karpereceknél nem érte el az arány az 1:10-et 0,1 tömeg%-os CoO mennyiség mellett.⁵⁶ Huisman szerzőtársaival közel azonos koncentrációtartományról (max. kb. 4000 ppm Cu; max. kb. 3000 ppm Co) számol be hollandiai és ausztriai 2673 karperec töredék kapcsán, valamint színezőereje miatt a kobaltos színezést preferálják a terminológiában.⁵⁷ Összességében valamiféle arányosságot, olykor azonos arányokat állapítottak meg az egyes területek vizsgált kék karperecei kapcsán. A lajosmizsei karpereceknél inkább a CoO/CuO=1:2,5 arány jellemző. Mivel az egyes karperecek CoO és CuO koncentrációértékei

⁴³ HENDERSON 1985, 285–286; FÓRIZS 2008, 127.

⁴⁴ A hollandiai üvegek karpereceknél óntartalomról mint opakosítóról is beszámoltak (ROYMANS et al. 2014, 219, Tab. 1). De hollandiai üvegek karpereceknél és a prellenkircheni maszkos gyöngyben is megtaláljuk az ónt, részben a dekorációk komponenseként (HUISMAN et al. 2017, 70, 76, Tab. 3).

⁴⁵ FÓRIZS 2008, 128; HUISMAN et al. 2017, 68.

⁴⁶ HENDERSON 1985, 284–285; FÓRIZS 2008, 127–128; HENDERSON 2013, 76–77; HUISMAN et al. 2017, 62, 68.

⁴⁷ BRAZIEWICZ et al. 1997, 859.

⁴⁸ BŘEZINOVÁ et al. 2013, 126.

⁴⁹ SMIRNIOU–REHREN 2013, 4731–4732.

⁵⁰ OSVÁTH 2017, 17–18; OSVÁTH et al. 2018a, 86; OSVÁTH et al. 2018b, 39.

⁵¹ LYUBOMIROVA et al. 2014, 9–10.

⁵² HUISMAN et al. 2017, Tab. 3.

⁵³ OSVÁTH et al. 2018a, 86; OSVÁTH et al. 2018b, 38.

⁵⁴ HAEVERNICK 1960, 12–13, 270; GIRDWOYŃ 1986, 204–205; FRÁNA–MAŠTÁLKA–VENCLOVÁ 1987, 81; BRAZIEWICZ et al. 1997, 859; VENCLOVÁ et al. 2009, 402, 414; BŘEZINOVÁ et al. 2013, 126; ROYMANS et al. 2014, 222; HUISMAN et al. 2017, 67–68.

⁵⁵ ROYMANS et al. 2014, 222, Tab. 1.

⁵⁶ GIRDWOYŃ 1986, 204.

⁵⁷ HUISMAN et al. 2017, 68.

közel azonosak, nincs relevanciája az eltérések jelentőségének például a gyártással (műhely, nyersanyag, színtónus) összefüggésben, de a receptúra pontos betartásáról árulkodik. Az árnyalatot és a két fém szándékos alkalmazását illetően többek által átvett nézet, hogy a réz adagolása a kobalt által okozott violás elszíneződés korrigálását szolgálja.⁵⁸ Ez a kék árnyalataira fókuszáló kutatással nyerhetne bizonyosságot, amiben a különböző elemarányok és a makroszkopikusan leírható árnyalatok különbözősége utalna az alapanyagok szándékos manipulálására vagy legalább két nyersanyagra. Figyelembe véve, hogy elég nagy területet végigpásztázva ugyanazt a két komponenst találjuk meg a karperecekben, mi több, korábbi leletekben, biztos, hogy a nyersanyag(ok) tudatos megválasztásáról van szó, és feltételezhetjük, hogy az arányaik hatással voltak a létrejövő árnyalatokra is.⁵⁹ Néhány hazai vaskori üvegyöngy elemzése alapján korábban úgy véltük – de Frána és szerzőtársai, illetve és Braziewicz és szerzőtársai is a két elem arányából –, hogy kobaltos rézforrásokban vagy legalább egy ásványtársulásban keresendő a megoldás.⁶⁰ Ebből a felsorolásból az apollonia ponticai leletek a kék színezővel társított vas-oxid miatt némileg kiesnek.⁶¹ Érdemes lehet a Smirniou és Rehren által a késő bronzkori üvegeknél javasolt rezes kobalt, pontosabban a rézzel mint átmeneti fémmel párosuló kobaltos timsóforrásokat (alumíniumtartalmú szulfát) is fontolóra venni (különösen a nagyobb Al_2O_3 tartalmú, későbbi B/C csoportoknál és ezek összefüggéseit), hiszen ezek a biztosan azonosított natúr szóda alapú nyersüveg-gyártó központokhoz közel is elérhetőek (Nyugati-sivatag, Egyiptom).⁶² Meghatározó nyomelemek híján egyelőre nem rendelhetjük sehova, illetve a külföldi adatokkal történő egyeztetés mind a színezők pontos arányai és az okozott árnyalatok, mind a nyersanyag-felhasználás és azok lelőhelyeinek feltárása tekintetében várat még magára.⁶³

Az általánosan elfogadott, hogy a La Tène-karikaékszereket (továbbá az ún. orsó alakú gyöngyöket) a La Tène kultúra területén és/vagy a kultúra hordozói formázták saját igényeik szerint, azonban kevés e másodlagos feldolgozó műhely meglétére, végképp a milyenségére utaló nyom.⁶⁴ Különösen igaz ez a magyarországi területekre, ahonnan néhány, többnyire bizonytalanul meghatározott salak vagy üvegolvadék került be a leltárakba (például Szeged–Kiskundorozsma, IV. homokbánya).⁶⁵ Ennek kapcsán mégis kiemeljük az ismert összetételű középső és késő vaskori üvegyöngyökkel fennálló szoros kapcsolatot, például a natúr szóda alapú üveg, valamint a kobalt és a réz együttes használata tükrében. Ezek a „szkíta–kelta” importok azonosságára vagy a műhelyek folytonosságára, a receptúra megőrzésére/fennmaradására (technológiai kontinuitás), örökös üvegesmesterségre, akár a (korábban) mobilis üvegművesekre (például az apollonia ponticai analógiák miatt), illetve a Karwowski által előszeretettel hangsúlyozott Hallstatt-hagyományok nagy területen számolt továbbélésére is utalhat.⁶⁶

⁵⁸ HAEVERNICK 1960, 12–13; GIRDWOYŃ 1986, 204; FRÁNA–MAŠTALKA–VENČLOVÁ 1987, 81; ROYMANS et al. 2014, 222.

⁵⁹ GIRDWOYŃ 1986, 204; ROYMANS et al. 2014, 222; HUISMAN et al. 2017, 76.

⁶⁰ FRÁNA–MAŠTALKA–VENČLOVÁ 1987, 81; BRAZIEWICZ et al. 1997, 859; OSVÁTH 2017, 18; OSVÁTH et al. 2018a, 86; OSVÁTH et al. 2018b, 39.

⁶¹ LYUBOMIROVA et al. 2014, 9. Az üvegekarperecek kapcsán is megjegyezzük néhányan a kobalt (és réz), valamint vas-oxid összefüggéseit, sőt e kettő arányára alapozva – és GEBHARD 1989, 160–165-re hivatkozva – Karwowski kronológiai hipotézist épít. Másol, illetve az ausztriai leleteket vizsgáló későbbi kutatásban hasonló megfigyelésekkel nem találkozunk (KARWOWSKI 2006, 149; VENČLOVÁ et al. 2009, 402).

⁶² REHREN–PUSCH–HEROLD 1998; SMIRNIU–REHREN 2011; SMIRNIU–REHREN 2013, 4739–4740.

⁶³ Mintegy harmadik lehetőségként HUISMAN et al. 2017 megközelítése is szóba jöhet, miszerint bizonyos nyomelemekkel, például kobalttal és rézzel társuló mangános színezést (vagy épp szintelenítést) sejtethetünk az arányok és árnyalatok mögött (MnO/CoO < 50:1 a kék üvegekben, > 70:1 a lila üvegekben), feltételezve a kobalt és mangán-oxid arányai közötti összefüggést. (Végső soron a mangán-oxidos nyersanyagban lévő egyéb elemek és a gyártási körülmények befolyásolják a végleges szint is, kivéve az antimont, amit kiegészítésként valószínűleg külön keverhettek az üvegolvadékhoz.) Ezen a ponton visszatérhetünk a stronciumkoncentrációkra, amelyek akár a mangán-oxidos nyersanyaghoz, és ilyenformán a hidrotermás ercesedési folyamatokhoz is kapcsolódhatnak. A nyersanyag forrása – figyelembe véve a további korrelációkat az ólommal és antimonnal – ebben az esetben is a mediterrán vidék felé vezet, ugyancsak a nyersüveg gyártásához közeli helyszínekre. HUISMAN et al. 2017 az eljárást a vaskor egészére – de nem kizárólagosan –, majd a római korra is érvényesnek tartja (HUISMAN et al. 2017, 64, 67–76). Mindamelllett, hogy ezt az interpretációt némi óvatossággal kell kezelni, egybevág azzal a gondolattal, hogy nem külön-külön adagolták a kék színezőit. A lajosmizsei karperecek töredékeinél hasonló összefüggés a MnO és Co között egyelőre nem jelenthető ki, tekintve, hogy nem egy vizsgálatsorozatot mutatunk be és csak egy esetben igazán jelentős a MnO tartalom (de 1 tömeg% alatti). Másrészt, az összefüggést bizonyító többi elem koncentrációja is meglehetősen kicsi, annak ellenére, hogy a LT kori karpereceket általánosan jellemzi. Ez a nézőpont mindenképp további vizsgálatot igényel.

⁶⁴ Ami a késztermékek előállítását és esetleg a színezést illeti, általában nagyobb, és nem feltétlen egy időben létező vagy termelékeny központokhoz szokás kötni az üvegyártást a meghatározott területen vagy lelőhelyen koncentrálódó üvegekészerek alapján (például oppidum: Manching; nyílt színi telep: Dürrnberg /Ausztria/), de vannak példák nem egyértelmű kronológiájú salakokra, üvegyártási hulladékokra is (például Przedbojowice /Lengyelország/ telepén). A nyersüveg gyártását – olykor színezésével együtt, bár ezt például a némőcei kék üvegekhez kapcsolódó nagyobb vastartalom cáfolhatja, ugyanakkor az itt előkerült nyersüvegek vagy hulladékok kémiai összetétele hasonló a LT C1 legkorábbi üvegtárgyakkal némileg későbbi késztermékekéhez, támogatva a másodlagos feldolgozás meglétét – inkább a La Tène-területen kívül, klasszikusan a Kelet-Mediterráneum vidékén valószínűsítik (VENČLOVÁ 1990, 145, 156–157; KARWOWSKI 2004b, 170, 172–173, Fig. 5–6; KARWOWSKI 2006, 133, 140, 144–146, 152, Fig. 11; ROYMANS–VERNIERS 2010, Fig. 5, Fig. 14; HUISMAN et al. 2014, 76; ROYMANS et al. 2014, 223–225). REHREN–FREESTONE 2011, illetve SMIRNIU–REHREN 2015 szintén a nehezen megfigyelhető, illetve azonosítható salakokról, üvegmárkákról tesznek említést késő bronzkori, tényleges nyersüveg előállító centrumok esetében is. (SMIRNIU–REHREN 2011, 76; REHREN–FREESTONE 2015, 235).

⁶⁵ PILLING–UJVÁRI 2012, 218, 222; WOLF 2013, 75.

⁶⁶ HAEVERNICK 1960, 23; VENČLOVÁ 1990, 157; KARWOWSKI 2004b, 169; KARWOWSKI 2006, 133, 140, 152; RUSTOIU 2011, 100–101; OSVÁTH 2017, 20–21; OSVÁTH et al. 2018a, 88; OSVÁTH et al. 2018a, 40.

6. EGYÉB, KÉSZÍTÉSTECHNIKAI MEGFIGYELÉSEK OPTIKAI MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

A KKJM 92.1.36. karperec törésfelületének képén [1. tábla 2] látszódo meggyűrt, erősebben korrodált mintázat meg-látásunk szerint az egykori üvegyártó készítéstechnikai tudásának a lenyomatát őrzi. Hasonló gyűrt rétegződésről tanúskodnak Karwowski keresztmetszeti ábrái is.⁶⁷ A gyűrt rétegződés más, lapos alakzatban a karperecek formá-zásának (például szét-, vagy agyagkúpura húzásakor, illetve ráfolatáskor)⁶⁸ pillanatától meglehetően. A középső bor-dát a karperec két szélső harmadára helyezett nyomással, esetleg összefogásával – amitől a nyomással ellentétes irányba buggyant az üveg –, akár a szélső bordák kihúzatásával is elérhették.⁶⁹ Utóbbit nem tudtuk megfigyelni, ezért az első lehetőséget támogatjuk. A KKJM 92.1.37. karperec törésfelületében [1. tábla 3] egy darab jól látszódo gyűródése mentén a bordarész felső része kitorlott, alatta pedig semmi nem utal a borda kettőzöttségére. Viszont az egyértelműbb oldalsó bordák, a laposabb középső borda és e három között látszódo bemetsződés a második eljárás mellett szól. Eszközzeit és a borda kiemelésének célját nem ismerjük, azonban nem feltétlen jelent tipológiailag vagy technikailag élesen elkülönítendő csoportot, talán csak az üvegyártó gyakorlata, tetszése, netán a megbízó kívánsá-ga volt hatással a megjelenésre és e révén a modern régészeti szisztémákra. Ahhoz, hogy ezt a műveletet el tudjuk képzelni, manapság egyre több mozgóképes anyag áll rendelkezésünkre, például agyagmagon formázott üvegcsek peremének hasonló kialakításáról.⁷⁰

7. ÖSSZEGZÉS

A lajosmizsei karperecek az európai üvegek karperecek vizsgálati eredményeivel nagymértékű egyezést mutatnak, mind az alapüveg típusát (Na–Ca–szilikát üveg), mind a színezőit (kobalt és réz együttesen) tekintve, és a közép-európai Hallstatt kori üvegyártás hagyományaitól sem idegenek. Az üvegek karperecek összetételi hasonlósága a kismértékű kémiai variabilitás mellett – a legkorábbi LT C1a eltérő tradícióját követően – pillanatnyi tudásunknak megfelelően mindegyik karperecet jellemzi a stilisztikai alapú régészeti csoportosításuktól függetlenül, ezért többen feltételezik a nyersüvegek azonos eredetét, a gyártásban bekövetkező változásokat és az egyes centrumok szervezett elosztó funkcióját is. Erre utalhat a Korzika nyugati partja mentén (Archipel des Sanguinaires, Franciaország), a Kr. e. 3. században elsüllyedt hajóroncs nyersüvegeinek (ingot) kémiai összetétele, amely nagyrészt összeegyeztethető a La Tène-üvegek összetételével, és hidat képez a Mediterráneum és Európa, részben pedig a Ha és LT korok között is.⁷¹ A műhelyek és a La Tène-üvegyártás fejtegetésére itt most nem kívánunk ennél részletesebben kitérni. Ettől függetlenül kijelenthető, hogy a három töredék közül a legnagyobb K_2O tartalommal bíró darab biztosan nem ugyanabból a nyersüveg-tömbből származik, ami akár feltételezheti az előzőekben már fejtegetett okok legalább egyikét.

Egyes elemek és nyomelemek arányai kapcsán elemzésünk kronológiai adalékkal is szolgált, amelyek a későbbi gyártást (LT C1b, illetve esetünkben a cikcakk rátét miatt talán csak a LT C2) támogatják, azonban ennél részletesebb keltezés körvonalazására nem volt lehetőségünk. Ha figyelembe vesszük, hogy a települést a LT D-re keltezték, fel kell tennünk a kérdést, hogy az innen származó leletek kora valóban ehhez illeszkedik, vagy kicsivel korábról őrizték meg őket. Erre a kérdésre továbbra sem tudunk pontos választ adni. Ahogyan arra sem, hogy az egyes területtel milyen kapcsolat feltételezhető: Kelet-Ausztriában kiváltképp gyakori 6a és 6b, de az épp csak megjelenő 6c és 6d alkategóriák a LT D-ben már eltűnnek, addig a mai csehországi, dél-lengyelországi, hollandiai, valamint magyarországi tájakon a LT D-ben is akad néhány példa. E tekintetben legkézenfekvőbb a közeli Velem–Szentvid LT D-oppidumával összekapcsolni leleteinket.

Nem kedvező az sem, hogy a kutatás inkább a La Tène-üvegyártás kezdetei vagy az általános tanulságok, olykor a színezők kérdéseinek irányába tolódott, ahogyan az sem, hogy karperecek vizsgálatáról a hazai anyagban nem állt

⁶⁷ KARWOWSKI 2004a, Abb. 35; továbbá GIRDWOYŃ 1986, Fig. 3.

⁶⁸ KARWOWSKI 2004a, 88–89, Abb. 34; ROLLAND et al. 2012, Fig. 2. Ezek nyomaira utalhatnak a ma is látható hosszanti barázdák, pórusok is, lásd a 4-es lábjegyzet leírását.

⁶⁹ Kísérleti régészeti módszerekkel ROLLAND et al. 2012 négybordás karperecek megformázásához is hasonló módszert ír le, amihez külön erre a célra készített, hárompengés vagy lemezes eszközt használtak, hogy a nyomó hatás egyszerre és azonos módon érvényesüljön. További megjegyzése, hogy a karperec deformálásának elkerüléséhez a bordázatok készítése alátámasztást igényel, amire az eredeti agyagkúp alkalmas. Magyarán a karperecforma és a plasztikus dísz elkészítését követően kerül le a karikaékszer a formázóeszköztől, és ez a folyamat egy lépésként kezelhető. Érdekesképp megemlíti, hogy a folytatott vonalas díszítéshez folyamatosan a forró lángban kellett dolgoznia a kutatócsapat tagjainak, és elmondásuk alapján még nem rendelkeztek a cikcakk rajzoláshoz szükséges ügyességgel, ami a mi szemünkben megemeli a LT kori üveges mester szaktekintélyét. A rátét, vonalas díszek elkészítésére itt most nem térünk ki (KARWOWSKI 2004a, 89; ROLLAND et al. 2012, 7–8).

⁷⁰ GROSE 1989, 76–79, 109–125; GLASSMAKING TECHNIQUE; ANCIENT GLASSMAKING.

⁷¹ A hajóroncsból származó üvegminták összetételét tekintve a legkorábbi „A” és a későbbi „B/C” csoportok között helyezkedik el (LT B2–C1 időszak) (VENCOVÁ et al. 2009, 389, 395, 411, 416, 418).

rendelkezésre összehasonlító adat. Ettől eltekintve a régészeti (a telep keletkezése és az üvegekarperec-csoportok) és az archeometriai adatok nem összeférhetetlenek, talán csak a jövőben tervezett kutatásokkal árnyalható ez a kép.

Az egyértelmű válaszok helyett a közreadott feltételezések és összefüggések jól mutatják, hogy a kutatás még kezdeti fázisában van, folytatása indokolt és ígéretes. Nyilvánvaló, hogy az általános feldolgozásra törekvő és egyetlen tanulmány nem hoz minden kétséget kizáró eredményeket, és csak egy nagyobb ívű, a speciális jellegzetességekkel foglalkozó munka részeként értékelhető.

Irodalom

- BRAZIEWICZ et al. 1997 = Braziewicz, J. – Karwowski, M. – Jaskóła, M. – Pajek, M.: X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Glasses. In: *Advances in X-Ray Analysis. Volume 39. Proceedings of the Forty-fourth Annual Conference on Applications of X-Ray Analysis, held July 31-August 4, 1995, in Colorado Springs*. Eds.: Gilfrich, J. V. – Noyan, C. I. – Jenkins, R. – Huang, T. C. – Snyder, R. L. – Smith, D. K. – Zaitz, M. A. – Predeczki, P. K. Colorado 1997, 857–860.
- BŘEZINOVÁ et al. 2013 = Březinová, G. – Venclová, N. – Frána, J. – Fikrlé, M.: Early Blue Glass Bracelets in the Middle Danube Region. *SLA* 61/1 (2013), 107–142.
- FÓRIZS 2008 = Fórizs I.: Üvegekészítés Magyarországon a kezdetektől a XVIII. századig. *A Miskolci Egyetem Közleményei A. sorozat, Bányászat* 74 (2008), 113–136.
- FÓRIZS–NAGY–DÉVAI 2012 = Fórizs I. – Nagy G. – Dévai K.: Brigetiói üvegleletek műszeres analitikai vizsgálata. In: *FiRKák II. Fiatal Római Koros Kutatók II. Konferenciakötete*. Szerk.: Bíró Sz. – Vámos P. Győr 2012, 469–476.
- FÓRIZS et al. 2012 = Fórizs I. – Dévai K. – Tóth M. – Nagy G. – May Z.: A brigetiói üvegyártó műhely néhány jellemző üvegleletének műszeres analitikai vizsgálata. *KMMK* 18 (2012), 101–112.
- FRÁNA–MAŠTALKA–VENCLOVÁ 1987 = Frána, J. – Maštalka, A. – Venclová, N.: Neutron Activation Analysis of some Ancient Glasses from Bohemia. *Archaeometry* 29/1 (1987), 69–89.
- GEBHARD 1989 = Gebhard, R.: *Der Glasschmuck aus dem Oppidum von Manching*. Stuttgart 1989.
- GIRDWOYŃ 1986 = Girdwoyń, A.: Celtic Glass Bracelets from Excavations in Poland. A Technological Study. *APolona* 25/26 (1986), 199–208.
- GROSE 1989 = Grose, D. F.: *The Toledo Museum of Art. Early Ancient Glass. Core-Formed, Rod-Formed, and Cast Vessels and Objects from the Late Bronze Age to the Early Roman Empire. 1600 B.C. to A.D. 50*. New York 1989.
- HAEVERNICK 1960 = Haevernick, T. E.: *Die Glasarmringe und Ringperlen der Mittel- und Spätlatènezeit auf dem europäischen Festland*. Bonn 1960.
- HENDERSON 1985 = Henderson, J.: The raw materials of early glass production. *OxfJA* 4/3 (1985), 267–291.
- HENDERSON 2000 = Henderson, J.: *The Science and Archaeology of Materials. An Investigation of Inorganic Materials*. London–New York 2000.
- HENDERSON 2013 = Henderson, J.: *Ancient Glass. An Interdisciplinary Exploration*. Cambridge 2013.
- HUISMAN et al. 2014 = Huisman, D. J. – van Os, B. J. H. – van der Laan, J. – Ngan-Tillard, D. J. M. – Joosten, I. – Fermin, H. A. C.: The strange case of 60 frothy beads: puzzling Early Iron Age glass beads from the Netherlands. In: *39th International Symposium on Archaeometry. ISA 2012. 28 May -1 June 2012. Leuven, Belgium*. Eds.: Scott, R. B. – Braekmans, D. – Carremans, M. – Degryse, P. Leuven 2014, 228–231.
- HUISMAN et al. 2017 = Huisman, D. J. – van der Laan, J. – Davies, G. R. – van Os, B. J. H. – Roymans, N. – Fermin, B. – Karwowski, M.: Purple haze: Combined geochemical and Pb-Sr isotope constraints on colourants in Celtic glass. *JASc* 81 (2017), 59–78.
- HUNYADI 1942 = Hunyadi I.: *Kelták a Kárpátmedencében I.* [DissPann 2.18.] Budapest 1942.
- JOKUBONIS et al. 2003 = Jokubonis, C. – Wobrauschek, P. – Zamini, S. – Karwowski, M. – Trnka, G. – Stadler, P.: Results of quantitative analysis of Celtic glass artefacts by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 58 (2003), 627–633.
- KARWOWSKI 2004a = Karwowski, M.: *Latènezeitlicher Glasringschmuck aus Ostösterreich*. [Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 55.] Wien 2004.
- KARWOWSKI 2004b = Karwowski, M.: The Probability of the Existence of Glass-working Sites from the Late Iron Age in Lower Austria. A contribution to the question of the significance of the Late La Tène open settlements. In: *Zentrum und Peripherie. Gesellschaftliche Phänomene in der Frühgeschichte*. Hrsg.: Friesinger, H. – Stuppner, A. [Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 57.] Wien 2004, 169–176.

- KARWOWSKI 2005 = Karwowski, M.: The earliest types of eastern-Celtic glass ornaments. In: *Celts on the Margin. Studies in European Cultural Interaction 7th Century BC–1st Century AD. Dedicated to Zenon Wozniak*. Eds.: Dobrzanska, H. – Megaw, V. – Poleska, P. Krakow 2005, 163–171.
- KARWOWSKI 2006 = Karwowski, M.: Major Questions Concerning Celtic Glass from the Eastern Regions of the La Tène Culture. *Analecta Archaeologica Ressoiviensia* 1 (2006), 133–159.
- KULCSÁR 1987a = Kulcsár V.: Lajosmizse, M5 út K-i oldala, 7. lelőhely. *RégFüz* I/40 (1987), 59.
- KULCSÁR 1987b = Kulcsár V.: Lajosmizse, M5 út K-i oldala, 27. lelőhely. *RégFüz* I/40 (1987), 59, 81.
- KULCSÁR 1992 = Kulcsár V.: Honfoglalás kori gyermeksír Lajosmizséről (Leletmentés az M5 útnál II.). *Cumania* 13 (1992), 75–86.
- KULCSÁR–VÖRÖS 1989 = Kulcsár V. – Vörös I.: Szarmata telep Lajosmizse határában. Leletmentés az M5 útnál (Adalék a római kori utakhoz). *Cumania* 11 (1989), 67–93.
- LYUBOMIROVA et al. 2014 = Lyubomirova, V. – Šmit, Ž. – Fajfar, H. – Kuleff, I.: Chemical Composition of Glass Beads from the Necropolis of Apollonia Pontica (5th–3rd century BC). *ABulg* 8/2 (2014), 1–17.
- OSVÁTH 2017 = Osváth Zs.: Három szkíta kori üvegyöngy archeometriai vizsgálata. *AUSz Acta Iuvenum* 3 (2017), 9–32.
- OSVÁTH et al. 2018a = Osváth Zs. – Főríz I. – Szabó M. – Bajnóczi B.: Vaskori üvegyöngyök régészeti és archeometriai kutatása. *MFME Új folyam* 4:2017 (2018), 81–102.
- OSVÁTH et al. 2018b = Osváth, Zs. – Főríz, I. – Szabó, M. – Bajnóczi, B.: Archaeometric Analysis of some Scythian and Celtic glass beads from Hungary. *Archeometriai Műhely* 15/1 (2018), 29–44.
- PILLING–UJVÁRI 2012 = Pilling, Z. – Ujvári, F.: Iron Age Settlement and Cemetery from Szeged–Kiskundorozsma. Some New Data on Iron Age Burial Rite at the Southern Part of the Great Hungarian Plain. In: *Iron Age Rites and Rituals in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureș, 7–9 October 2011*. Ed.: Berecki, S. [Bibliotheca Musei Marisiensis Seria Archaeologica 5.] Târgu Mureș 2012, 217–248.
- REHREN–FREESTONE 2015 = Rehren, T. – Freestone, I. C.: Ancient glass: from kaleidoscope to crystal ball. *JASc* 56 (2015), 233–241.
- REHREN–PUSCH–HEROLD 1998 = Rehren, T. – Pusch, E. B. – Herold, A.: Glass coloring works within a copper-centered industrial complex in Late Bronze Age Egypt. In: *Symposium on Prehistory and History of Glassmaking Technology at the 99th Annual Meeting of the American Ceramic Society*. Ed.: McCray, P. Westerville 1998, 227–250.
- ROLLAND et al. 2012 = Rolland, J. – Le Bechennec, Y. – Clesse J. – Rivoal S.: Des parures celtiques aux verriers du Népal: un projet d'ex-périmentation des techniques de fabrication des bracelets en verre. *Le bulletin de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre* 2012 (2012), 6–10.
- ROYMANS et al. 2014 = Roymans, N. – Huisman, H. – van der Laan, J. – van Os, B.: La Tène Glass Armrings in Europe. Interregional Connectivity and Local Identity Construction. *ArchKorr* 44/2 (2014), 215–228.
- ROYMANS–VERNIERS 2010 = Roymans, N. – Verniers, L.: Glass La Tène Bracelets in the Lower Rhine Region. Typology, Chronology and social Interpretation. *Germania* 88 (2010), 195–219.
- RUSTOIU 2011 = Rustoiu, A.: Celto-Pontica. Connections of the Celts from Transylvania with the Black Sea. *Pontica* 64 (2011), 91–112.
- SHORTLAND et al. 2006 = Shortland, A. – Schachner, L. – Freestone, I. – Tite, M.: Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline. *JASc* 33/4 (2006), 521–530.
- SMIRNIOU–REHREN 2011 = Smirniou, M. – Rehren, T.: Direct evidence of primary glass production in Late Bronze Age Amarna, Egypt. *Archaeometry* 53/1 (2011), 58–80.
- SMIRNIOU–REHREN 2013 = Smirniou, M. – Rehren, T.: Shades of blue – cobalt-copper coloured blue glass from New Kingdom Egypt and the Mycenaean world: a matter of production or colourant source? *JASc* 40/12 (2013), 4731–4743.
- SOMOGYVÁRI–WICKER 1988 = Somogyvári Á. – Wicker E.: Lajosmizse–Halompart. *RégFüz* I/41 (1988), 15, 45.
- V. SZÉKELY 1988 = V. Székely Gy.: Lajosmizse–Alsólajos. *RégFüz* I/41 (1988), 70.
- TANKÓ 2006a = Tankó K.: Kelta üvegekpercecek Szurdokpüspökiből és Gyöngyöspatáról. *NMMÉ* 30 (2006), 98–108.
- TANKÓ 2006b = Tankó, K.: Celtic Glass Bracelets in East-Hungary. In: *Thracians and Celts. Proceedings of the International Colloquium from Bistrița, 18–20 May 2006*. Eds.: Sârbu, V. – Vaisa, D. L. Cluj-Napoca 2006, 253–263.
- H. TÓTH 1990 = H. Tóth E.: Négy évtized régészeti kutatásai Bács-Kiskun megyében (1949–1989). *Cumania* 12 (1990), 81–236.
- VENCLOVÁ 1990 = Venclová, N.: *Prehistoric Glass in Bohemia*. Praha 1990.

-
- VENCLOVÁ et al. 2009 = Venclová, N. – Hulínský, V. – Frána, J. – Fikrle, M.: Němčice a zpracování skla v laténské Evropě. *AR Archeologické Rozhledy* 61 (2009), 383–426.
- VICENZI et al. 2002 = Vicenzi, E. – Eggins, S. – Logan, A. – Wysoczanski, R.: 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* 107/6 (2002), 719–727.
- WOBRAUSCHEK et al. 2000 = Wobrauschek, P. – Halmetschlager, G. – Zamini, S. – Jokubonis, C. – Trnka, G. – Karwowski, M.: Energy-dispersive X-ray fluorescence analysis of Celtic glasses. *X-Ray Spectrometry* 29/1 (2000), 25–33.
- WOLF 2013 = Wolf M.: *Kelta üvegészerek Magyarország területéről*. Szakdolgozat. Kézirat. Szeged 2013.

Webirodalom

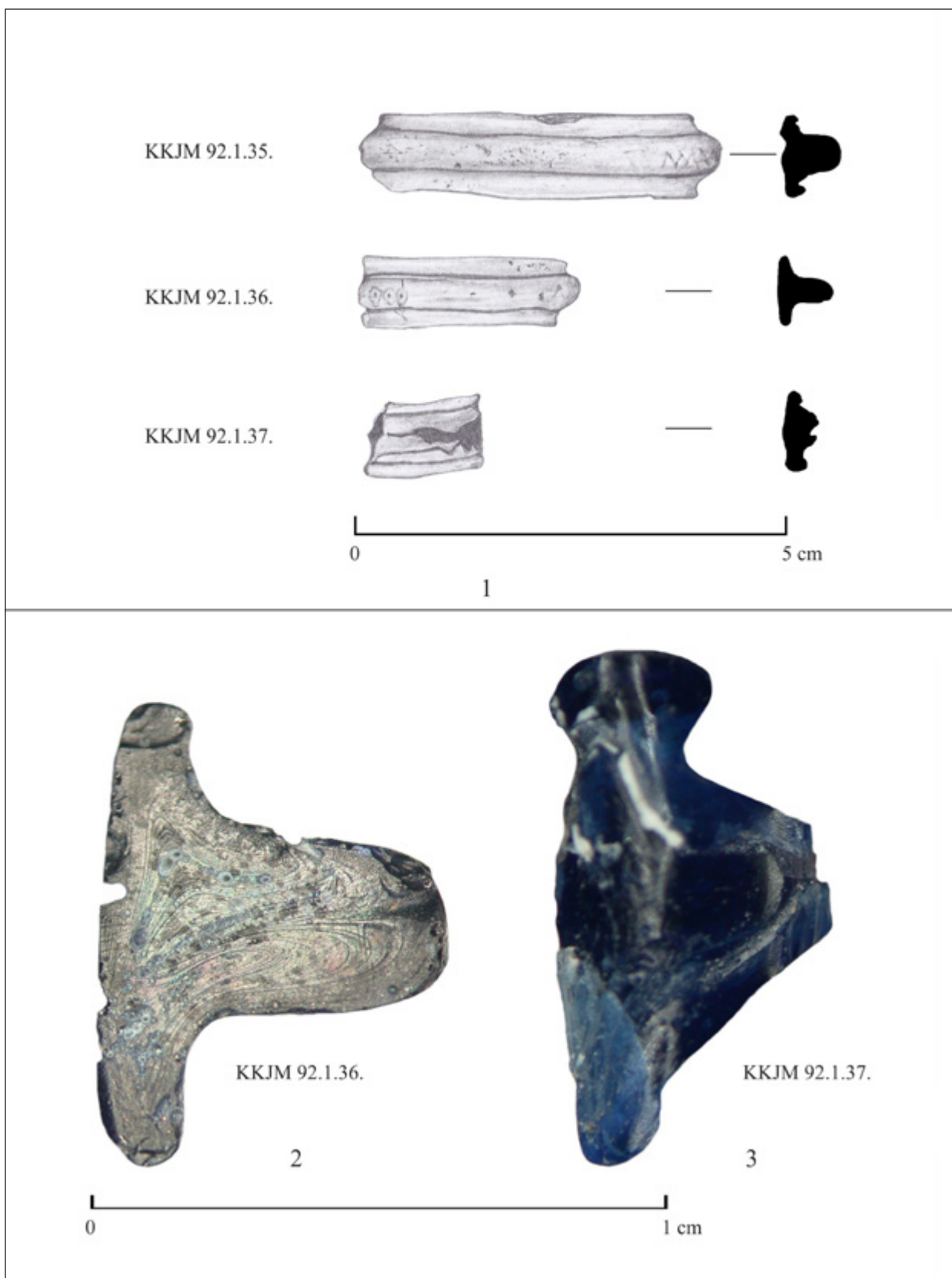
- GLASSMAKING TECHNIQUE = <https://www.youtube.com/watch?v=iBZb2bkn4KU>
(a letöltés dátuma: 2020.01.10. 10:18)
- ANCIENT GLASSMAKING = <https://www.youtube.com/watch?v=9RaWUbnOF1o>
(a letöltés dátuma: 2020.01.10. 10:18)

La Tène glass bracelet fragments from Lajosmizse

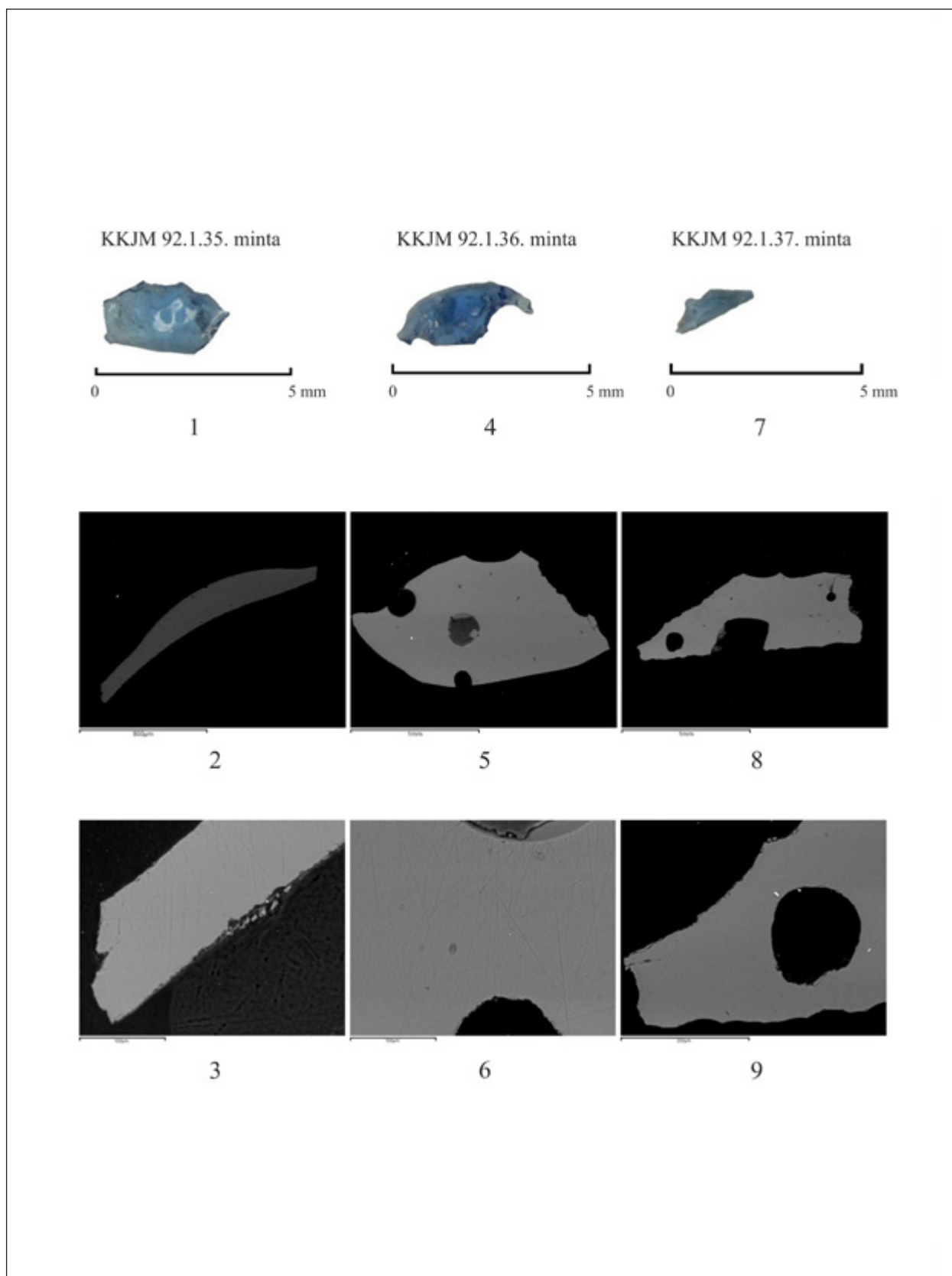
Valéria Kulcsár, supervisor of the rescue excavations carried out during the construction of Motorway M5 identified some Late Iron Age (LT D, closer to Roman Age) phenomena at the archaeological site Lajosmizse–Kossuth TSz, formerly Kónya-major in 1987–1988. One of the features, a dwelling house (feature No. 10) contained three fragments of dark blue glass bracelets from the La Tène Period which belong to the three-ribbed type, 6a or 6b according to HAEVERNICK 1960. The classification of these fragmentary bracelets was unambiguous due to the traces of a zigzag line ornament on item KKJM 92.1.35, and the articulated middle ribs on items KKJM 92.1.35–36. Both regional and local researches have demonstrated that three-ribbed bracelets (Haevernick group 6) were widespread in Europe – especially in Austria – in a relatively broad time range (LT C1a–LT C2 or D), but they appeared in distinct phases and typologically different variants regarding each area. In Hungary, group 6 is one of the most frequent types of glass bracelets in the whole LT C and LT D. Unfortunately, the only known LT D examples originate from the archaeological site Velem–Szentvid, and due to the challenges in dating the objects all over Europe (e.g. the scarcity of closed find complexes), it is a question whether the bracelets from Lajosmizse can also be determined as LT D fragments like the settlement, or had survived and had been preserved from a previous period.

In order to determine the base glass type and the colourants and create a Hungarian archaeometric database of Iron Age glass bracelets, the chemical composition of the artefacts was determined using a handheld X-ray fluorescence spectrometer and an electron microprobe (attached with EDS).

The bracelets were made of soda type glass (~70 wt% SiO₂, 17–19 wt% Na₂O, 2 wt% > K₂O, 1 wt% > MgO and phosphorous at or below the detection limit of the EDS). Only item KKJM 92.1.36 showed a somewhat higher K₂O concentration (~2 wt%) compared to the other two pieces, indicating that the bracelets were not produced from a single glass batch. Based on the base glass composition, the bracelets fit well to the rest of the pieces already known from Europe (e.g. from Austria, the Lower-Rhine region), independent from the typology. The SrO (0.04 wt%) and ZrO₂ (0.002–0.003 wt%) as well as Al₂O₃ content (~2.4 wt%) confirms that bracelets were produced in the younger phase of the La Tène Period glass production, from around LT C1b. This does not serve as a clear evidence for the LT D dating, although it does not exclude that. The combination of cobalt and copper were identified as causing the dark blue colour, a phenomenon characteristic for La Tène glass bracelets. In spite of the fact that the two colourants were definitely applied intentionally, we assume that both derived from one mineral deposit (maybe from cobaltiferous alum deposits close to the primary glass production centres in the Mediterranean). The glass composition and/or colour of glass beads from the preceding period largely corresponds to the chemical composition of these bracelets, suggesting a close relation with older (Hallstatt) glass-making traditions. Despite the lack of exact answers for all the emerging questions, it is important to continue the survey focusing on the details and involving more bracelets in the dataset in the future.



1. tábla: 1.: A három lajosmizsei üvegekarperec-töredék (Rajz: Sz. Osváth Zsófia); 2.: A KKJM 92.1.36. töredék; 3.: A KKJM 92.1.37. töredék optikai mikroszkóppal kinagyított keresztmetszeti képe



2. tábla: 1., 4., 7.: A karperec-törésekből vett minták képei; 2–3., 5–6., 8–9.: Az elektron-mikroszondás analízis során készített visszashórtelektron-képek (szürke: homogén üvegmatrix, fekete: kerek pórusok)

Minta	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	Sb ₂ O ₃	MnO	CuO	CoO	PbO	SO ₃	SrO	ZrO ₂	Összeg
KKJM 92.1.35.	72,21	0,08	0,59	0,56	5,22	k.h.a.	0,01	0,19	0,08	0,01	0,99	0,04	0,003	80,00
KKJM 92.1.36.	73,03	1,33	0,57	1,52	5,20	0,02	0,41	0,17	0,08	k.h.a.	0,13	0,04	0,002	82,50
KKJM 92.1.37.	73,15	0,09	0,91	0,65	6,41	0,02	0,11	0,23	0,08	0,02	0,31	0,04	0,002	82,00

Minta	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	CuO	CoO	SO ₃	Cl	Összeg
Átlag	68,12	2,35	0,64	19,30	0,58	7,19	0,57	0,02	-0,05	0,41	0,15	0,25	0,79	100,32
Szórás	0,73	0,23	0,13	0,75	0,08	0,27	0,21	0,21	0,11	0,20	0,17	0,17	0,10	1,10
n = 11														
Átlag	68,67	2,36	0,68	16,68	1,97	7,93	0,77	0,20	0,57	0,23	0,10	0,04	0,68	100,88
Szórás	1,03	0,26	0,09	0,49	0,13	0,49	0,29	0,19	0,21	0,31	0,10	0,11	0,08	0,66
n = 8														
Átlag	69,49	2,47	0,84	17,77	0,68	7,35	0,39	0,17	0,05	0,19	0,14	0,18	0,68	100,38
Szórás	0,96	0,30	0,13	0,49	0,13	0,18	0,17	0,23	0,13	0,13	0,22	0,17	0,10	1,10
n = 9														

3. tábla: 1. táblázat: A karperecek kézi röntgenfluoreszcens (hXRF) spektrométerrel mért kémiai összetétele 80, 82,5 és 82 tömeg% oxidösszegre normalva, tömeg%-ban megadva (k.h.a.: kimutatási határ alatt);
2. táblázat: A karperecek üvegmátrixának elektron-mikroszondás analízissel (EPMA) mért kémiai összetétele, tömeg%-ban megadva (n: mérések száma)