

Zgodnesrednjeveško steklo na Slovenskem: študij sestave in jagode iz halofitskega stekla

Early medieval glass in Slovenia: Analytical study and beads of plant-ash glass

Timotej KNIFIC, Žiga ŠMIT

Izvleček

S kombinirano metodo protonsko vzbujenih rentgenskih žarkov in žarkov gama (PIXE, PIGE) smo analizirali steklene jagode in nekaj drugih kosov stekla z zgodnesrednjeveških najdišč v Sloveniji. Z analizo, ki je zajela 179 vzorcev s 25 najdišč, smo dokazali dve vrsti stekla, natronsko in halofitsko. Razlikujeta se po uporabljenem talilu, ki je bilo ali natron, zmes natrijevega karbonata in bikarbonata, ali pepel halofitov, obmorskih slanljubnih rastlin. Natronsko steklo je bilo narejeno skladno z rimskim izročilom, halofitsko steklo je vzhodnega izvora in se je pojavilo na zgodnesrednjeveških najdiščih v Evropi v drugi polovici 8. st. V Sloveniji je bilo halofitsko steklo ugotovljeno na 18 najdiščih, iz njega so narejene mozaične, členaste in enojne jagode. Njihov pojav je pomembno dejstvo za datacijo arheoloških najdb, predvsem nakita iz starejšega zgodnesrednjeveškega obdobja. Predlagana zgodnja datacija za nekatere grobove s takšnim nakitom se tako premika v drugo polovico 8. in v 9. st. Jagode iz halofitskega stekla so pogoste tudi v grobovih s pridanimi keramičnimi lonci, posamezne pa so znane tudi z višinskih najdišč in iz nižinskih naselbin. Najmlajše jagode iz halofitskega stekla so našli skupaj z nakitom t. i. belobrdske kulture (druga polovica 10. in prva polovica 11. st.).

Ključne besede: Slovenija, zgodnji srednji vek, analiza PIXE-PIGE, natronsko steklo, halofitsko steklo, steklene jagode, nakit, konjeniška oprava, lončenina

Abstract

A combined method of proton-induced X-ray and gamma-ray emission (PIXE, PIGE) was used to analyse glass beads and other glass fragments from early medieval sites in Slovenia. An analysis of 179 samples from 25 sites has identified two types of glass: natron and plant-ash glass. They differ according to the alkalis used in their production, which was either natron (a mixture of sodium carbonate and bicarbonate) or the ash of halophytes (coastal plants that tolerate high salinity). Natron glass was manufactured in line with the Roman tradition, while the plant-ash (halophytic) glass is of Eastern origins and started appearing at early medieval sites in Europe in the second half of the 8th c. In Slovenia, plant-ash glass has been identified at 18 sites; it was used in mosaic, segmented, and simple beads, the appearance of which is a significant fact for dating archaeological finds, particularly jewellery from an early period of the Early Middle Ages. The presence of the plant-ash glass beads shifts the suggested early dating for some of the graves with such jewellery to the second half of the 8th and the 9th c. Beads of plant-ash glass are common in graves containing pottery pots, and individual beads of plant-ash glass are also known from hill-top sites and lowland settlements. The most recent beads made of plant-ash glass have been found with the jewellery of the so-called Bijelo Brdo culture (the second half of the 10th and the first half of the 11th c.).

Keywords: Slovenia, Early Middle Ages, PIXE-PIGE analysis, natron glass, plant-ash glass, glass beads, jewellery, equestrian equipment, pottery

Na zgodnjesrednjeveških najdiščih v Sloveniji so našli veliko stekla, najštevilnejše so jagode, manj je nakita s steklenimi okrasnimi dodatki, nekaj je tudi odlomkov surovcev in črepinj steklenih posod. Prve fizikalne analize zgodnjesrednjeveškega stekla so bile opravljene leta 2004 na najdbah z Gradišča nad Bašljem.¹ Meritve po kombinirani metodi PIXE-PIGE so pokazale dve vrsti stekla, natronsko in halofitsko (*sl. 1*). Razlikujeta se po talilu, ki so ga uporabili: natron, zmes natrijevega karbonata in bikarbonata, ali pa pepel halofitov, obmorskih slanljubnih rastlin. Steklo z manj kot 1,6 % MgO je bilo izdelano z natronom, steklo z večjim deležem MgO je halofitsko. V letih 2009 in 2010 smo raziskave razširili na steklene jagode z več slovenskih arheoloških najdišč.² Ob natronskem steklu smo ugotovili tudi veliko primerkov iz halofitskega stekla in v povezavi z njimi se je postavilo vprašanje o ustreznem arheološkem datiranju nekaterih grobov ali celo sklopa najdb.³ Raziskave smo nadaljevali v letih 2015 in 2016, ko smo analizirali še drugo skupino steklenih jagod, med njimi najnovejše najdbe iz Pomurja. Vse meritve stekla, ki smo jih opravili od leta 2009 do 2016, so prikazane na razpredelnici v prilogi (*pril. A*), ki obsega 179 vzorcev s 25 najdišč (A 1–179).⁴

¹ Šmit et al. 2009a; Šmit et al. 2010.

² Raziskave zgodnjesrednjeveškega stekla potekajo od leta 2004 v okviru raziskovalnega programa "Premična kulturna dediščina: arheološke in arheometrične raziskave", ki ga vodi dr. Janka Istenič (Narodni muzej Slovenije, Ljubljana). Razskovalni program št. P6-0283 je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

³ Šmit et al. 2012.

⁴ A (analizirani vzorec) + št. = zaporedna številka vzorca na razpredelnici v prilogi (*pril. A*). Na *slikah* in *tablah* so številke vzorcev iz natronskega stekla rdeče barve, številke vzorcev iz halofitskega stekla pa modre. Na razpredelnici (*pril. A*) so sivo obarvana polja tistih vzorcev, pri katerih je odstotek magnezija 1,6 % in več, kar je značilnost halofitskega stekla. – Pri meritvah leta 2004 smo jasno razlikovali med natronskim in halofitskim steklom, zaradi manj zanesljivega postopka normalizacije spektrov gama pa so tedanje številčne vrednosti manj natančne kot pri analizah, opravljenih v letih 2009–2016, in jih zato nismo vključili v razpredelnico (*pril. A*).

FIZIKALNE MERITVE

Ekspiriment

Meritve smo opravili s tandemskim pospeševalnikom na Institutu Jožefa Stefana v Ljubljani. Uporabili smo dve analitski metodi, in sicer metodo protonsko vzbujenih rentgenskih žarkov (PIXE) za elemente, težje od silicija, in metodo protonsko vzbujenih žarkov gama (PIGE) za analizo natrija, magnezija in aluminija. Nominalna energija protonov je bila 3 MeV, vendar se je na tarči zmanjšala na približno 2,7 MeV, ker so protoni izgubili del energije v izstopnem okencu in v približno 1 cm široki zračni reži med izstopnim okencem in tarčo. Širino zračne reže smo fiksirali z mehanskimi distančniki. Profil žarka na tarči je bil Gaussov s širino na polovični višini približno 0,8 mm. Izsevane rentgenske žarke smo zaznavali s Si(Li) detektorjem z ločljivostjo 160 eV pri energiji 5,89 keV, ki je oklepal kot 45° s pravokotnico na tarčo. Razdalja med obsevanim delom na tarči in detektorjem je bila približno 6 cm. Natančni debelini obeh rež smo določili z merjenjem sestave tarč iz čistih elementov in enostavnih kovinskih oksidov, pri čemer smo za normalizacijo uporabili argonov signal iz zračne reže.

Jagode so bile izmerjene v dveh serijah z različnima nastavitvama. V prvi seriji, ki je obsegala 112 meritev,⁵ smo v vsaki točki izmerili tri spektre: dva PIXE in enega PIGE. Za meritve PIXE smo kot izhodno okence uporabili 8 µm debelo aluminijevo folijo, saj sipani aluminijevi žarki K z energijo 1,5 keV ne prispevajo k ozadju v spektru. Nizkoenergijske meritve PIXE so zajele elemente med silicijem in železom. Pri tem smo protonski tok nastavili na nekaj desetink nA, saj je bila edini absorber le 5,7 cm široka zračna reža. Posamezna meritev je trajala 300–500 sekund. Za visokoenergijski spekter PIXE smo tok protonov nastavili na približno 1 nA in opremili detektor z dodatnim absorberjem iz 0,1 mm debele aluminijeve folije. Občutljivost za srednje težke elemente okoli Sr je bila tako okoli 10 µg/g. Obdelavo spektrov smo opravili s programom AXIL, podatke za jakost črt iz obeh meritev pa smo združili v en set podatkov numerično, tako da smo za normalizacijo uporabili črto Ka železa.

Tretji spekter žarkov gama je vseboval črte za steklo pomembnih elementov natrija, magnezija

⁵ Na razpredelnici (*pril. A*) so to vzorci A 1–10, 12–22, 26–38, 41–87, 92–98, 102–106, 119–127, 135–144.

in aluminija. Izhodno okence pri teh meritvah je bila 2 μm debela tantalova folija, ki ne povzroča ozadja v spektrih gama do energije približno 300 keV. Uporabili smo detektor iz čistega germanija z relativno učinkovitostjo 40 %. Merili smo črte, ki nastanejo pri neelastičnem sipanju protonov na jedrih, in sicer 440 keV v Na, 585 keV v Mg ter 844 in 1014 keV v Al.⁶ Neodvisno smo izmerili tudi jakost črte z energijo 583 keV iz naravnega ozadja in njen prispevek odšteli od pridelka magnezijeve črte. Pri vzorcih halofitskega stekla, ki vsebujejo nekaj odstotkov MgO, je bil prispevek ozadja manjši od 10 % jakosti magnezijeve črte, pri natronskem steklu sta bila oba prispevka približno enaka. Ta pojav je zmanjšal občutljivost za MgO na približno 0,3 %. Protonski tok pri meritvah PIGE je bil nekaj nA, zbrani naboj vpadlih protonov, ki smo ga merili s kovinsko mrežico v vakuumu,⁷ je bil 3 μC . Za obdelavo spektrov smo uporabili program GRILS iz programskega paketa GANAAS.

V drugi seriji, ki je štela 67 meritev,⁸ smo sočasno merili rentgenski spekter in spekter gama, pri čemer smo kot izhodno okence uporabili 2 μm debelo tantalovo folijo. Sipane tantalove črte L so v rentgenskih spektrih prispevale šibko ozadje, ki smo ga odšteli pri obdelavi spektrov. Protonski tok je bil okoli 1,2 nA, zbrani naboj protonov pa 3 μC . Da smo uravnotežili hitrost štetja tako lahkih kot težkih elementov, smo rentgenski detektor opremili s tako imenovanim funny filtrom iz 0,05 mm debele aluminijeve folije, v kateri je bila luknjica z relativno odprtino 0,0883. Jakosti črt, ki smo jih dobili pri obdelavi spektrov, smo nato numerično popravili glede na prepustnost filtra.

Elementne koncentracije smo izračunali iterativno, tako da smo sočasno upoštevali matrične učinke za rentgenske žarke in žarke gama. Stekljeni standard NIST 620 smo uporabili za določitev koncentracij Na, Mg in Al v površinski aproksimaciji;⁹ iterativni postopek je pri tem odvisen le od zavorne sile protonov v tarči. Koncentracije iz jakosti rentgenskih črt smo izračunali z metodo neodvisnih fizikalnih parametrov, tako da smo upoštevali ustavljanje protonov in absorpcijo rentgenskih žarkov v tarči. Ker je steklo mešanica oksidov, smo vsoto vseh kovinskih oksidov normirali. Po drugi strani smo

vsoto kovinskih oksidov lahko izračunali iz jakosti argonove črte, ki je nastala zaradi vzbujanja argona v zračni reži med izhodnim okencem in tarčo. Razlike do 20 % smo obravnavali kot sprejemljive, večje pa so bile znak, da absorpcije rentgenskih žarkov v tarči ne upoštevamo pravilno. Razlog za to je bil geometrijski, saj površina jagod večinoma ni bila dovolj ravna in gladka. Drugačno porazdelitev rentgenskih absorpcijskih dolžin smo simulirali tako, da smo v računu spreminjali izstopni kot rentgenskih žarkov. Testno smo spreminjali tudi vse vhodne parametre v obsegu, kakršnega smo pričakovali pri meritvah. Pri tem so izhodne koncentracije variirale približno za 10–15 %. Občasno smo tudi merili steklena standarda NIST 620 in 621 kot neznani tarči. Razlike med izmerjenimi in podanimi koncentracijami so bile tedaj manjše, običajno znotraj $\pm 5\%$.

Rezultati

Elementne koncentracije 179 vzorcev so podane v masnih odstotkih (*pril. A*). Meje občutljivosti za elemente, ki smo jih dobili iz spektrov gama, so 50 $\mu\text{g/g}$ za Na_2O , 0,2 % za MgO in 500 $\mu\text{g/g}$ za Al_2O_3 . Za elemente, ki smo jih dobili iz rentgenskih spektrov, so 0,5 % za P_2O_5 , 500 $\mu\text{g/g}$ za SO_3 in 150 $\mu\text{g/g}$ za Cl. Za kovinske okside med Cr in Zn so okoli 10 $\mu\text{g/g}$ in narastejo na 20 $\mu\text{g/g}$ za elemente, težje od As. Za PbO, ki smo ga določili glede na svinčeve črte L, je meja občutljivosti 30 $\mu\text{g/g}$, za BaO, katerega črte L sovpadajo s črtami K titana, so okrog 200 $\mu\text{g/g}$.

Večina jagod vsebuje več kot 9 % Na_2O , kar pomeni, da so res steklene. Vsebnost Na_2O pri treh jagodah je manjša od 3 %. Pri zeleni jagodi iz Smokuča (A 107) je količina natrija nezaznavna, vendar vsebuje 61 % PbO in 26 % P_2O_5 , bela jagoda iz Murske Sobote (A 164) vsebuje le 2,7 % Na_2O , vendar 90,4 % SiO_2 , rumena jagoda iz Nove table (A 146) z 1,11 % Na_2O pa 32,4 % SiO_2 , 24,9 % P_2O_5 in 24,8 % PbO. Jagodi iz Smokuča in Nove table sta predstavnici zgodnjesrednjeveškega svinčevega stekla,¹⁰ čeprav vsebujeta nekaj več fosforja, kot so izmerjene vrednosti pri drugih primerkih.¹¹ Majhna vsebnost natrija pri jagodi iz Murske Sobote je verjetno posledica preperevanja, kar potrjuje tudi videz same površine.

⁶ Hirvonen, Lappalainen 1995, 592–593; Savidou et al. 1999.

⁷ Jezeršek, Šmit, Pelicon 2010.

⁸ Na razpredelnici (*pril. A*) so to vzorci št. A 11, 23–25, 39, 40, 88–91, 99–101, 107–118, 128–134, 145–179.

⁹ Climent-Font et al. 2008.

¹⁰ Mecking 2013.

¹¹ Mecking 2011, 332.

Pri vzorcih iz pravega stekla smo najprej preverili, ali gre za natronsko ali halofitsko steklo. Na grafu $\text{MgO-K}_2\text{O}$ sta jasno vidni dve skupini vzorcev (*sl. 1*). Steklo z vsebnostjo MgO pod 1,6 % je opredeljeno kot natronsko steklo; pripadajoče vrednosti K_2O naj bi bile manjše kot 1 %.¹² Pri naših vzorcih iz natronskega stekla so vrednosti K_2O večje, in sicer pri približno polovici vzorcev nad 1 %, pri štirih vzorcih so celo med 2 in 3 % (A 84,121,125,155). Velike vsebnosti kalija so lahko posledica recikliranja, ko je raztaljeno steklo v peči prišlo v stik z glinenci ali drugimi, s kalijem bogatimi minerali. Trije vzorci so približno na sredini med natronsko in halofitsko skupino, verjetno gre za steklo, reciklirano iz obeh vrst stekla. Halofitsko steklo ima večji raztros magnezijevih in kalijevih koncentracij, kar kaže na rabo različnih rastlin. Vse mozaične jagode z očesci so narejene iz halofitskega stekla. Pri štirih takšnih jagodah smo opravili 20 meritev na poljih z različnimi barvami; analizirane jagode so iz Ljubljane (A 2–6), Bele Cerkve (A 7–10) in s Pržanja (A 12–22).

Natronsko steklo

Natronsko steklo je narejeno iz obrežnega kremenčevega peska, ki že vsebuje kalcij, na primer v lupinah mehkužcev. Nečistoče, kot so aluminij, titan, železo, pa tudi kalcij, nam lahko razkrijejo izvor peska. Glavni proizvodni centri surovega stekla v pozni antiki so bili v Egiptu in Palestini,¹³ v zgodnejšem – cesarskem – obdobju so manjše količine stekla izdelovali tudi v Italiji in zahodnem Sredozemlju.¹⁴

V zadnjih petnajstih letih so raziskovalci prepoznali nekaj tipov rimskega in poznoantičnega stekla, ki smo jih označili na diagramu na *sl. 2*. Značilna območja oksidov CaO in Al_2O_3 so prikazana z mejami, ki segajo $\pm 2\sigma$ od srednje vrednosti. Steklo z najdišč v južni Franciji so po opravljenih analizah razdelili na 12 skupin.¹⁵ V skupinah 3 in 4 je steklo iz cesarskega obdobja; skupini se razlikujeta po vrsti belila, prva je razbarvana z manganom, druga z antimonom. Številne vrste stekla povezujejo s poznoantičnim obdobjem: skupina 3.2 je datirana v čas od konca 5. do začetka 6. st., skupina 3.3 pa od začetka 7. do začetka 8. st. Za skupino 2, ki se

pojavi od sredine 6. do konca 8. st., je značilna nekoliko večja koncentracija MgO , okoli 1,2 %. Skupino 1, ki vsebuje znatne koncentracije Fe , Mn in Ti (pa tudi večje koncentracije Na_2O in MgO), so povezali z Egiptom v prvi polovici 5. st.

Podobne skupine so prepoznali tudi angleški raziskovalci. Identificirali so levantinsko steklo I. (*Levantine I*), ki je značilno za pozno antiko med 5. in 7. st., ter steklo HIMT (veliko železa, mangana in titana), ki je zelo podobno steklu južnofrancoske skupine 1.¹⁶ Steklo HIMT so pogosto uporabljali v zahodni polovici rimske države od 4. st. dalje; predlagana je bila tudi podrobnejša delitev stekla HIMT na podskupine.¹⁷ Južnofrancosko skupino 2 so enačili tudi s tako imenovanim šibkim steklom HIMT¹⁸ ali s steklom HLIMIT (z več CaO ; *HL = high lime*).¹⁹ Levantinsko steklo II. (*Levantine II*) so identificirali v Bet Eli'ezerju v Izraelu in ga postavili v 6.–8. st.; steklo Egipt II je iz 8. in 9. st.²⁰ Nadaljnjo razdelitev stekla so predlagali na podlagi najdb iz Fragole v osrednji Italiji, datiranih v obdobje med 3. in 9. st.²¹

Kot kažejo koncentracije CaO in Al_2O_3 , steklene jagode s slovenskih najdišč v splošnem sovpadajo z navedenimi skupinami stekla do 9. st. (*sl. 2*). Odstopa le nekaj vzorcev: za pet jagod so značilne velike koncentracije CaO (A 26,83,120,121,163), za druge štiri velika koncentracija Al_2O_3 (A 146,153,158,177). Jagoda z drugo največjo koncentracijo CaO vsebuje tudi 10,3 % PbO (A 83); kot rumeno barvilo so verjetno uporabili kalcijev plumbat. Za jagode z veliko vsebnostjo aluminija nimamo zadovoljive razlage. Visoka koncentracija aluminija je lahko posledica površinske kontaminacije, vendar pri jagodah A 158 in A 177, ki sta prosojne zelene barve, površinska koncentracija ni posebno verjetna.

Steklo jagod se razlikuje tudi po vsebnosti železa, titana in aluminija (*sl. 3–5*). Pri železu ne moremo razlikovati med posameznimi kemijskimi stanji, zato uporabljamo Fe_2O_3 za oba oksida. Graf železo-mangan (*sl. 3*) kaže le dva, največ tri primerke stekla HIMT (A 65,74,113). Podobni so rezultati analize stekla z najdišča Tonovcov grad.²² To se sklada z ugotovitvijo, da je steklo HIMT

¹² Sayre, Smith 1961.

¹³ Freestone 2005, 3.

¹⁴ Ganio et al. 2012a; Ganio et al. 2012b.

¹⁵ Foy et al. 2003.

¹⁶ Freestone 2005, 6.

¹⁷ Foster, Jackson 2009.

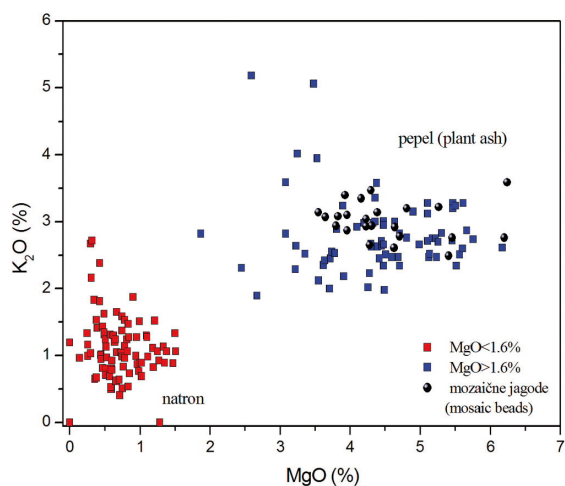
¹⁸ Jackson, Paynter 2016.

¹⁹ Ceglia et al. 2015.

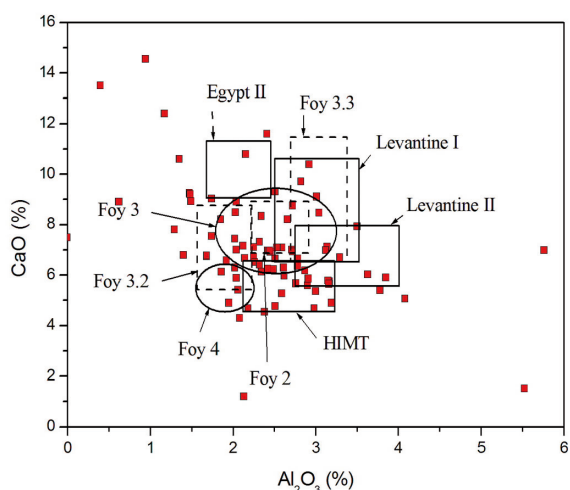
²⁰ Freestone 2005, 14.

²¹ Gliozzo 2016; Gliozzo et al. 2015; Gliozzo et al. 2016.

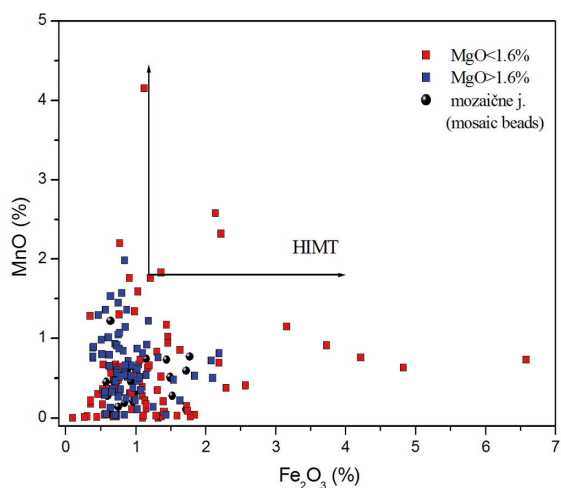
²² Šmit et al. 2013, 57.



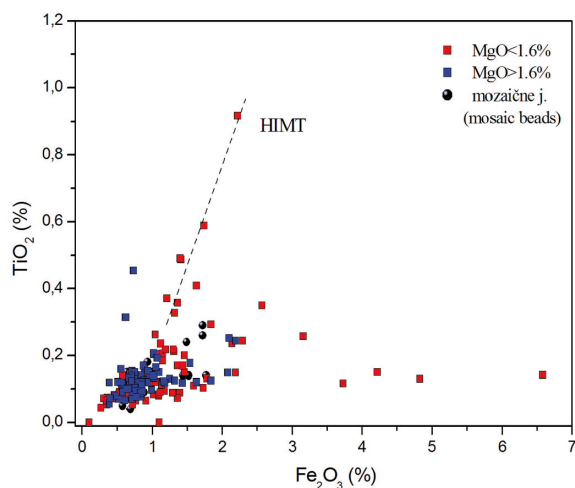
Sl. 1: Koncentracije MgO in K_2O (v masnih %) kažejo razdelitev jagod iz natronskega in halofitskega stekla. Mozaične jagode z očesci so narejene iz halofitskega stekla. Fig. 1: MgO and K_2O concentrations (in mass %) show distribution into natron and halophytic glass. Beads with mosaic decoration are all made of plant-ash glass.



Sl. 2: Koncentracije CaO in Al_2O_3 v povezavi s skupinami poznoantičnega in zgodnjesrednjeveškega stekla. Fig. 2: CaO in Al_2O_3 concentrations with respect to the regions of late Roman and early medieval glass groups.



Sl. 3: Koncentracije Mn in Fe oksidov, prikazano je tudi območje stekla HIMT. Fig. 3: Mn and Fe oxide concentrations, also shown is the region of HIMT glass.



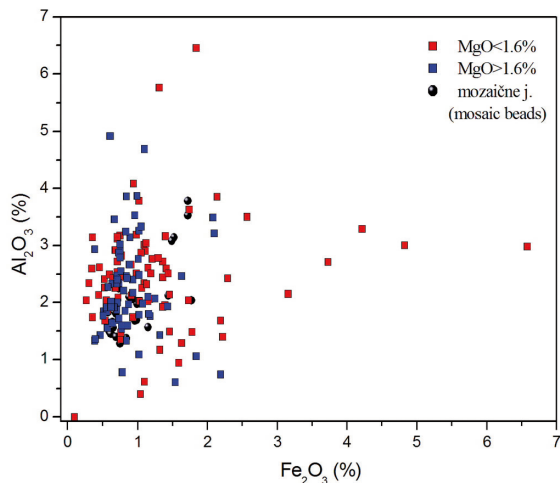
Sl. 4: Koncentracija TiO_2 kot funkcija Fe_2O_3 je značilna za vrsto kremenčevega peska. Visoke koncentracije titana so korelirane z železom. Fig. 4: TiO_2 versus Fe_2O_3 as fingerprint of the sand used. High titanium values appear correlated with iron.

bolj pogosto krožilo v zahodnejšem delu rimske države, kar se je nadaljevalo tudi v pozni antiki.

Na grafu titan-železo (sl. 4) vidimo, da nekatere izmere natronskega stekla z velikimi koncentracijami titana (A 37,56,93) ležijo ob premici, ki bi lahko označevala reciklirano steklo HIMT. V splošnem pa natronsko in halofitsko steklo ne kažeta kakšnih sistematskih razlik glede na vsebnost aluminija (sl. 5), vendar imajo nekateri vzorci natronskega

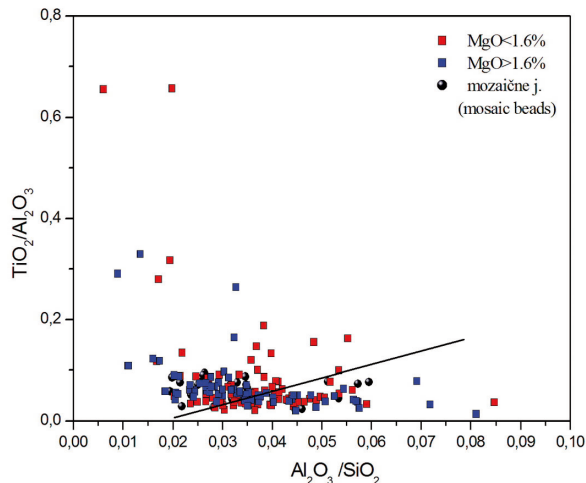
stekla zelo veliko koncentracijo železa, nad 6 % (A 147,149,152,153,156). Tako velike koncentracije železa so bile verjetno potrebne za obarvanje stekla, saj so jagode, ki vsebujejo okrog 10 % železovega oksida, motno črne, jagode s 3–5 % železovega oksida pa temno rjave.

Pred kratkim je bilo predlagano, da bi steklo, narejeno v Egiptu in Palestini, razlikovali po vsebnosti titanovih in aluminijevih oksidov, tako da bi podali



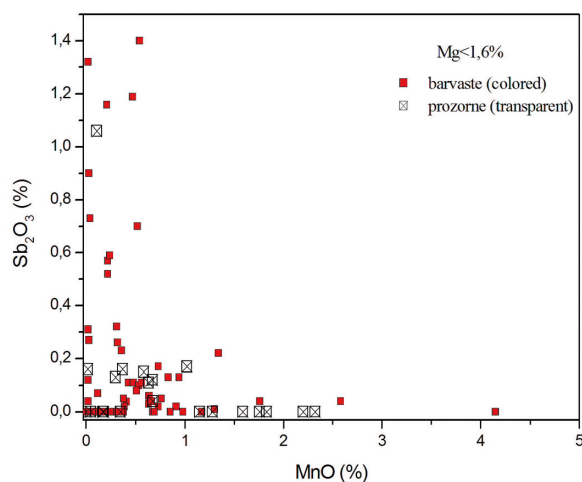
Sl. 5: Koncentracija Al_2O_3 kot funkcija Fe_2O_3 označuje primese v pesku. Velike koncentracije železa se pojavljajo v črnih in temno rjavih jagodah in so bile verjetno dodane kot pigment.

Fig. 5: Al_2O_3 versus Fe_2O_3 indicating impurities in the sand. High Fe values refer to black and dark brown beads and are result of pigmentation.



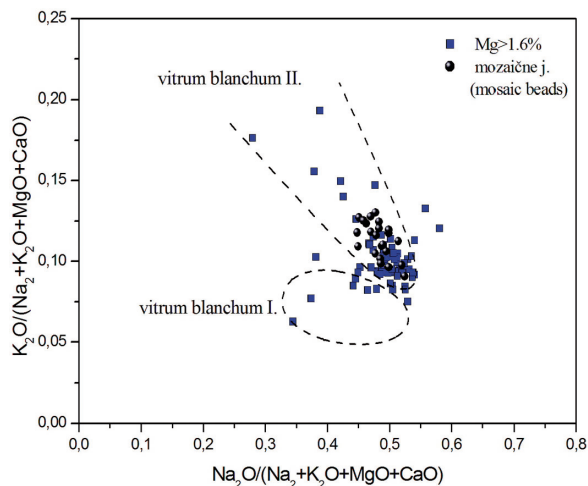
Sl. 6: Kombiniran graf za primese, ki so značilne za vrsto kremenčevega peska (po predlogu Schibille, Sterrett-Krause, Freestone 2016), z označeno mejo med egiptovskim (zgoraj) in levantinskim (spodaj) virom kremenčevega peska.

Fig. 6: A combined graph of impurities characteristic for the sand as proposed by Schibille, Sterrett-Krause, Freestone (2016), with the separation line between the Egyptian (upper) and Levantine (lower) regions of siliceous sands.



Sl. 7: Vsebnost Sb_2O_3 in MnO v jagodah iz natronskega stekla. Vsebnost antimona v prozornih jagodah (razen v eni) je manjša od 0,2 %.

Fig. 7: The content of Sb_2O_3 and MnO in natron glass beads. The content of antimony in transparent beads is (except for one bead) smaller than 0.2%.



Sl. 8: Relativni delež Na in K oksidov v skupnem deležu alkalnih in zemljoalkalijskih oksidov. Označena polja kažejo območja beneškega stekla *vitrum blanchum* (Šmit et al. 2004; 2009b).

Fig. 8: The relative fraction of Na and K oxides in the total content of alkaline and alkaline earth oxides. The contours mark the regions of the Venetian *vitrum blanchum* glass (Šmit et al. 2004; 2009b).

razmerje $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ kot funkcijo $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$.²³ V našem primeru ne opazimo jasne razmejitev med obema skupinama (sl. 6). Pri natronskem steklu je število primerkov, ki bi lahko izvirali iz Egipta, večje od tistih, ki bi lahko izvirali iz Palestine. Pri halofitskem steklu opazimo, da podatki meritev mozaičnih jagod z očesci ležijo na obeh straneh meje, ki so jo predlagali N. Schibille in sodelavci.²⁴ Nekateri primerki stekla kažejo precej veliko razmerje $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, ki je izven obsega objavljenih vrednosti (A 74,121).

Natronsko steklo so zelo verjetno večkrat reciklirali, preden so ga končno uporabili v jagodah. Pokazatelj recikliranja je antimon, ki so ga uporabljali kot belilo v razmeroma kratkem obdobju 2. in 3. st. n. št.²⁵ Koncentracije Sb_2O_3 so v prozornem steklu običajno pod 0,2 % (sl. 7), kar je mejna vrednost za namensko dodajanje.²⁶ Le pri enem vzorcu iz prozornega stekla je koncentracija antimona 1,06 % (A 43) in jo imamo lahko za namensko. Zanimivo je opaziti, da so vrednosti Sb_2O_3 večje kot 0,2 % tudi pri mnogih primerkih obarvanega stekla (belega in modrega; npr. A 32,41,106,114,132). Sklepamo lahko, da antimon v tem steklu pripada pigmentu.

Natronsko steklo smo poskušali klasificirati še po metodi E. Gliozzo, ki temelji na koncentracijah desetih značilnih elementov.²⁷ V ta namen smo vpeljali sistem točk: pri vsakem vzorcu smo pregledali vse možne tipe stekla in pri vsakem tipu preverili koncentracije vseh desetih elementov. Če se je koncentracija posameznega elementa v steklu razlikovala od referenčne za manj kot dve standardni deviaciji, smo temu tipu stekla pripisali točko. Končni tip stekla smo nato določili po največjem številu zbranih točk. Pri postopku pa se je izkazalo, da je velik del natronskega stekla (32 od skupno 80 vzorcev) ostal nedoločen, saj se je pri dveh ali več tipih stekla pojavilo enako število točk. Med opredeljivimi primerki je prevladovalo poznoantično steklo, razbarvano z manganom (LAC-Mn, 42 primerkov). Drugi primerki so bili tipa LAC-Sb (en primerek; A 90) in LAC-MnSb (dva primerka; A 30,55). Med vzorci so bili tudi trije primerki zgodnjega rimskega stekla, in sicer iz naravno obarvanega stekla tipa RNCBGY2 (A 77) in dva iz brezbarvnega stekla tipa RC-MnSb (A 49,147).

Halofitsko steklo

Med vzorci smo v 94 primerih ugotovili, da so izdelani iz halofitskega stekla, pri katerem so kot talilo uporabili pepel slanoljubnih obmorskih rastlin (*pril. A*).²⁸

Rastlinski pepel vsebuje večje število primesi kot natron. Pri izdelavi surovega stekla je pomembno, da pepel vsebuje tudi okside zemljoalkalijskih kovin, ki prispevajo k njegovi kemijski stabilnosti. Za izdelavo stekla so pepel čistili po različnih postopkih, ki nam v podrobnostih niso znani. Skrajni primer čiščenja je obarjanje, ko so snov raztopili v vodi, mehansko odstranili netopne snovi, tekočino pa izparili. Steklo te vrste je lahko prepoznati, saj z obarjanjem odstranimo netopne stroncijske spojine, tako da je koncentracija rubidija v steklu večja od stroncijske. Pri vseh naših vzorcih so koncentracije SrO večje od 280 $\mu\text{g/g}$, kar izključuje čistilni postopek z obarjanjem. Tako velike vrednosti so značilne za steklo, za katero so pri taljenju uporabili talilo iz rastlinskega pepela, pa tudi za steklo, narejeno iz obrežnih kremenčevih peskov.²⁹

Izvor pepela se da določiti po grafu, ki prikazuje relativna deleža natrija in kalija v skupni vsebnosti alkalnih in zemljoalkalijskih kovin.³⁰ Vzorca halofitskega stekla z zgodnjesrednjeveških najdišč v Sloveniji so večinoma omejeni na območje, ki smo ga pri raziskavah beneškega stekla označili kot *vitrum blanchum II* (sl. 8).³¹ Čeprav so naše jagode 400 do 700 let starejše kot beneško steklo, se zdi, da so v obeh primerih izkoriščali enake vire rastlin in uporabljali enake čistilne postopke. Vir pepela za steklo *vitrum blanchum II* je kljub temu še vedno vprašljiv, v literaturi se pojavljajo nasprotujoče si razlage. Ena od njih je, da so to steklo izdelovali v Benetkah vzporedno s steklom *vitrum blanchum I*,³² druga pa, da je samo steklo *vitrum blanchum I* izvirno beneško,³³ steklo *vitrum blanchum II* pa je bilo izdelano na beneški način (*à façon de Venise*) z manj kvalitetnimi alkalijami *barilla* iz Španije.³⁴

V prejšnjem članku o zgodnjesrednjeveških steklenih jagodah z najdišč v Sloveniji smo pokazali,

²⁸ V stolpcu MgO na *pril. A* so sivo obarvana polja z odstotnimi vrednostmi za halofitsko steklo.

²⁹ Freestone 2005, 4.

³⁰ De Raedt 2001, 125.

³¹ Šmit et al. 2009b.

³² Šmit et al. 2004.

³³ Cagno et al. 2012b.

³⁴ Cagno et al. 2012a, 1547–1548.

²³ Schibille, Sterrett-Krause, Freestone 2016.

²⁴ *Ib.*, 15, sl. 9.

²⁵ Foy et al. 2003, 80; Silvestri, Molin, Salviulo 2008, 337–338.

²⁶ Silvestri, Molin, Salviulo 2008.

²⁷ Gliozzo 2016; Gliozzo et al. 2015.

da so steklo, podobno *vitrum blanchum II*, med 8. in 10. st. izdelovali tudi v vzhodni Evropi od Bolgarije do južne Rusije, v Mezopotamiji in v okolici Aralskega jezera.³⁵ Sklepamo, da pepel v steklu *vitrum blanchum II* pripada izbrani rastlini ali izbranim rastlinskim delom. Ob tem smo opozorili na podobnost med steklom z najdišča Bania v Izraelu iz 11. in 13. st. in steklom vrste *vitrum blanchum I*.³⁶ Ker je levantinsko območje pridelovalo najfinejši rastlinski pepel za beneško steklarstvo, znan pod imenom *alume catino*,³⁷ so pepel za steklo *vitrum blanchum II* pridobivali iz drugega vira. Najverjetnejši kandidat so puščavske rastline, ki so jih nabirali globlje v notranjosti.

Jagode iz halofitskega stekla so tako vzhodnega izvora in so verjetno dosegle naše kraje kot gotovi izdelki. Številni kosi surovega stekla in nakit s steklenimi okraski pričajo tudi o domači steklarski dejavnosti. Steklene izdelke so izdelovali iz razpoložljivega surovega in recikliranega stekla, pri katerem pa je prevladovalo starejše, rimsko steklo iz natrona.

ARHEOLOŠKA OPREDELITEV

Izhodišče

Analiza izbranih jagod z zgodnesrednjeveških najdišč v Sloveniji, opravljena v letih 2009–2016, je pri 85 vzorcih pokazala natronsko, pri 94 pa halofitsko steklo (*pril. A*). Dve vrsti stekla sta bili evropska novost in posledica razmer v Sredozemlju, severni Afriki in na Bližnjem vzhodu, zaradi katerih se je v zgodnjem srednjem veku močno spremenil način pridobivanja surovega stekla.

Steklena masa nastane iz treh sestavin tako, da se tališče kremenovega dioksida, ki je glavna sestavina stekla, zniža s talilom iz alkalnih snovi, za kemijsko stabilnost pa se dodajo oksidi zemljoalkalijskih kovin. Med približno 800 pr. n. št. in 800 n. št. so alkalno talilo, znano pod imenom natron, pridobivali iz sedimentov suhih egiptovskih jezer.³⁸ Natronsko steklo so uporabljali v rimskem svetu, pa tudi še v poznoantični in zgodnesrednjeveški Evropi. Zaradi političnih dogodkov v Egiptu je bil od 7. st. dostop do natrona otežen, zato so začeli pridobivati alkalne snovi iz pepela slanobjubnih

rastlin (halofitov), ki rastejo v morskem obrežnem pasu in po puščavah.³⁹ Čeprav naravni natron vsebuje številne natrijeve spojine, je kemijsko razmeroma čist, tako da je mogoče razlikovati med obema vrstama stekla glede na količino primesi magnezijevih in kalijevih spojin.⁴⁰

Steklo, narejeno z dodatkom rastlinskega pepela, so poznali že v bronastodobnem Egiptu in Mezopotamiji, v kateri ta tehnika izdelave stekla ni nikoli zamrla.⁴¹ V zgodnjem srednjem veku se je proizvodnja halofitskega stekla uveljavila in razvila na vzhodu, v krajih pod muslimansko in bizantinsko oblastjo.⁴² V drugi polovici 8. st. so verjetno od tam prihajale po različnih poteh v Evropo mozaične jagode z očesci ter členaste in enojne jagode iz vlečenega stekla, ki so sestavljale različne nize.⁴³

Takšne jagode so našli tudi na slovenskih najdiščih (*sl. 9; t. 1*) in z analizami PIXE-PIGE je bilo ugotovljeno, da so narejene iz halofitskega stekla (*pril. A*). Dejstvo, da so razmeroma številne, raznovrstne in razširjene, je povod za njihovo podrobnejšo predstavitev, njihova prisotnost na 21 najdiščih v zelo različnih arheoloških okoljih pa opozarja na nekatere kronološke razmejitve, ki jih bomo osvetlili v nadaljevanju.

Zgodovina raziskav

Mozaične jagode z očesci (tri niso bile analizirane) in druge jagode iz halofitskega stekla so v Sloveniji znane z 21 najdišč (*sl. 9*).⁴⁴ Zgodovina raziskovanja jagod te vrste se deli na obdobje zbiranja in obdobje preučevanja. Prvo obdobje se je začelo v poznem 19. st. z naključnimi najdbami jagod (*sl. 10*) pri cerkvi Device Marije na polju pri Bovcu (H 1)⁴⁵ in na ledini Brdo na Bledu (H 5).

³⁹ Shortland et al. 2006.

⁴⁰ Sayre 1961; Zucchiatti et al. 2007.

⁴¹ Rehren 2008.

⁴² Šmit et al. 2012.

⁴³ Za pojav mozaičnih jagod v poznem 8. st. gl. Callmer 1997, 199, Pl. 16; Pöche 2005, 60. Za datiranje v drugo polovico 8. st.: Ungerman 2005, 723–724; Eichert 2010, 99–100; Ungerman 2016, 186.

⁴⁴ Po metodi PIXE-PIGE so bile analizirane jagode z 18 najdišč. Na karto (*sl. 9*) in v katalog najdišč so vključene tudi tri mozaične jagode z očesci, ki niso bile analizirane; to so jagode iz Bovca (pogrešana), Roj pri Moravčah (na Dunaju) in Ančnikovega gradišča pri Jurišni vasi.

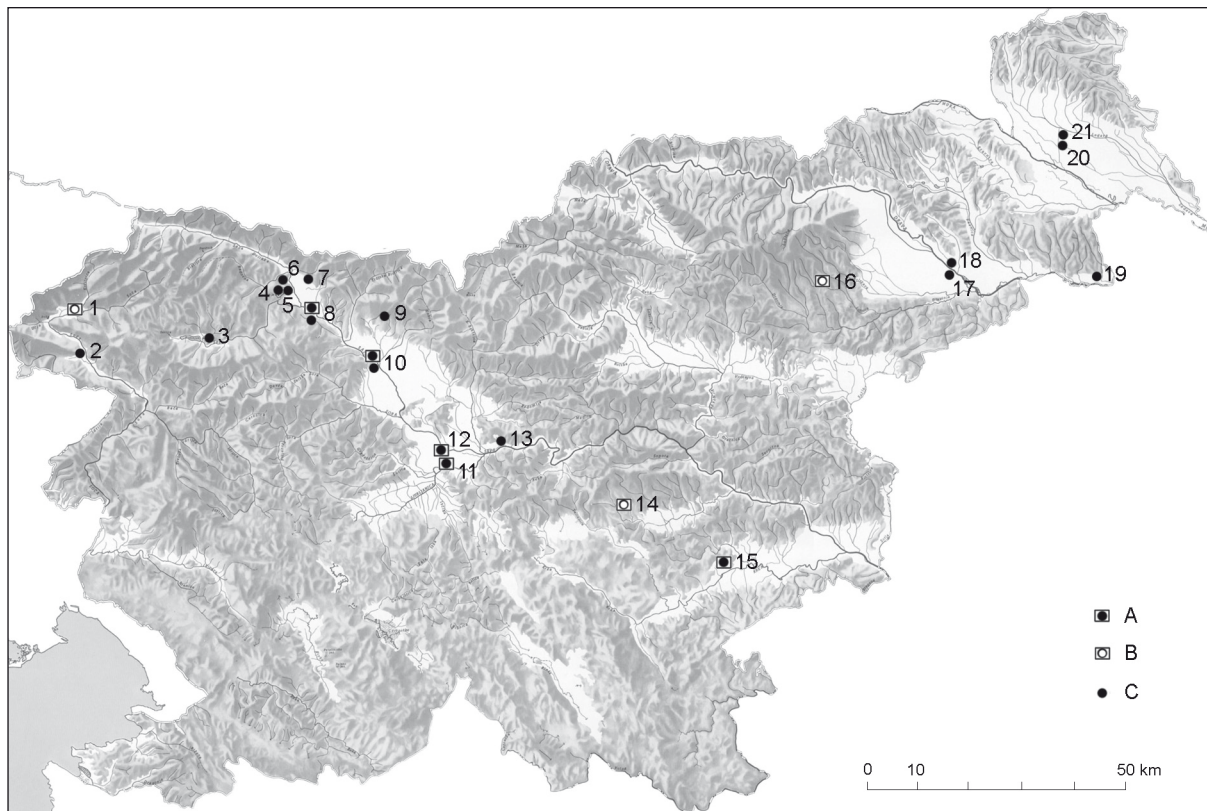
⁴⁵ H (halofitsko steklo) + št. = zaporedna številka najdišča jagod v *Katalogu najdišč mozaičnih in drugih jagod*

³⁵ Šmit et al. 2012, 11–12.

³⁶ Šmit et al. 2012, 12.

³⁷ McCray 1998.

³⁸ Nenna, Picon, Vichy 2000.



Sl. 9: Najdišča mozaičnih jagod z očesci in drugih jagod iz halofitskega stekla v Sloveniji. Oštevilčenje na karti je enako kot v *Katalogu najdišč* (H). Znaki: A – analizirane mozaične jagode, B – neanalizirane mozaične jagode, C – analizirane enojne in členaste jagode.

Fig. 9: The find-sites of mosaic eye beads and other plant-ash glass beads in Slovenia. The numbering on the map follows the numbering in the *Catalogue of Finds* (H). Symbols: A – analysed mosaic beads, B – unanalysed mosaic beads, C – analysed single and segmented beads.

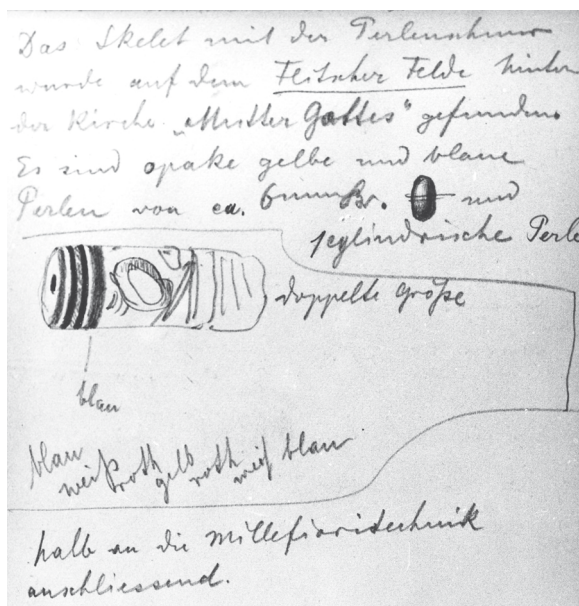
1 Bovec – Devica Marija na polju; 2 Kobarid – Tonovcov grad; 3 Srednja vas v Bohinju; 4 Bled – Pristava; 5 Bled – Brdo; 6 Zasip; 7 Smokuč; 8 Radovljica – Predtrg; 9 Bašelj – Gradišče; 10 Kranj – Lajh; 11 Ljubljana; 12 Ljubljana – Pržanj; 13 Dolsko; 14 Roje pri Moravčah; 15 Šmarjeta – Bela Cerkev; 16 Jurišna vas – Ančnikovo gradišče; 17 Turnišče; 18 Ptuj – Grad; 19 Središče ob Dravi; 20 Popava pri Lipovcih; 21 Murska Sobota – Na plesi

Sl. 10: Zapis v dnevniku J. Szombathyja 30. 5 1887 o ogrlici, najdeni pri cerkvi Device Marije na polju pri Bovcu. Dnevnik hrani Naravoslovni muzej na Dunaju.

Fig. 10: An entry from 30th May 1887 in the diary of J. Szombathy about the neckless found by the church of Devica Marija na Polju near Bovec. The diary is kept by Museum of Natural History, Vienna.

Uspešno se je zbiranje nadaljevalo v začetku 20. st. z arheološkimi izkopavanji grobišč Roje pri Moravčah (H 14), Lajh v Kranju (H 10), Predtrg pri Radovljici (H 8) in v Srednji vasi v Bohinju (H 3), posamični mozaično in členasto jagodo so našli tudi v Ljubljani, na območju rimske Emone (H 11). Po daljšem premoru so v letih 1946–1950 ponovno prišle v muzejske zbirke številne jagode,

iz halofitskega stekla v Sloveniji (H). Zaporedje najdišč je enako kot na sl. 9.



ki so jih našli pri izkopavanjih velikih grobišč na Ptujskem gradu (H 18) in Pristavi na Bledu (H 4) ter manjšega grobišča v Turnišču pri Ptuj (H 17). V obdobju zbiranja so bile mozaične jagode na kratko obravnavane med drugimi najdbami v objavah izkopavanj.⁴⁶

Obdobje širšega in poglobljenega preučevanja se je začelo leta 1975 z objavo temeljne raziskave o razširjenosti in dataciji mozaičnih jagod iz karolinškega obdobja v Evropi, v katero je R. Andrae vključil tudi nekaj jagod z najdišč v Sloveniji (Roje pri Moravčah, Lajh v Kranju, Predtrg pri Radovljici).⁴⁷ Pri objavi (1990) ogrlice iz Predtrga pri Radovljici (H 8) je ugotovitve te raziskave izčrpno obravnaval A. Pleterski, kritično predvsem kronologijo modrih in zelenih mozaičnih jagod.⁴⁸

Z novimi najdbami na Pržanju (H 12), pri Beli Cerkvi (H 15) in na Ančnikovem gradišču pri Jurišni vasi (H 16) ter do tedaj spregledano najdbo iz Ljubljane (H 11) se je problematika usmerila k tipologiji mozaičnih jagod.⁴⁹

Po izkopavanjih na Gradišču nad Bašljem (H 9), pri katerih so našli veliko kosov stekla, so se leta 2004 začele tudi arheometrične raziskave zgodnjesevredneveškega stekla. Pri 44 vzorcih z Gradišča je bila z analizo PIXE-PIGE ugotovljena prevlada natronskega stekla, le dve jagodi sta bili narejeni iz halofitskega stekla.⁵⁰

V letih 2009 in 2010 smo meritve po metodi PIXE-PIGE razširili še na jagode z drugih najdišč. Analize so pokazale poleg jagod iz natronskega stekla tudi številne jagode iz halofitskega stekla, ob mozaičnih tudi členaste in enojne jagode. Posamične takšne jagode so bile večkrat "skrite" v zaključenih celotah, brez prepoznanih povezav z jagodami iz mozaičnih sklopov, in v okviru arheološkega sklopa datirane v čas pred pojavom halofitskega stekla v Evropi.⁵¹ Posebej je bilo analizirano steklo s Tonovcovega gradu pri Kobaridu (H 2); med jagodami je bila tudi ena iz halofitskega stekla.⁵² Da bi raziskovanje kronološke problematike še poglobili, smo analize

nadaljevali v letih 2015 in 2016. Ob jagodah iz halofitskega stekla z že omenjenih najdišč so bile takšne jagode ugotovljene še na najdiščih Zasip (H 6), Smokuč (H 7), Središče ob Dravi (H 19), Popava pri Lipovcih (H 20) in Murska Sobota (H 21). Vseh 179 izmerjenih vzorcev iz natronskega in halofitskega stekla je podlaga temu prispevku (*pril. A*).

Mozaične in druge jagode iz halofitskega stekla

Na slovenskih najdiščih so našli jagode iz halofitskega stekla v skupkih in posamično. Zaradi lege v grobovih so skupki jagod opredeljeni kot ogrlice (pozneje so jagode po navadi nanizali v poljubnem vrstnem redu). V posameznih nizih ogrlic so mozaične jagode z očesci ter členaste in enojne jagode, ki jih v posebno skupino uvršča tudi halofitsko steklo, iz katerega so narejene (*t. 1*).⁵³ Ogrlice so lahko v celoti sestavljene iz takšnih jagod ali pa so prvotnemu sestavu dodali posamezne jagode drugačnega izvora, kot ogrlicama iz Predtrga pri Radovljici (*t. 6: 1*) in Lajha v Kranju (*t. 6: 2*).⁵⁴ Za ogrlico z Roj pri Moravčah (*sl. 11*) to sodimo po videzu, saj jagode niso bile analizirane po metodi PIXE-PIGE.⁵⁵ S pridržkom, ker v nizih ni mozaičnih jagod z očesci, lahko označimo kot prvotne sestave tudi ogrlice iz Smokuča (*t. 4: 3; 5: 3*), Turnišča pri Ptuj (t. 6: 3,4) in s Ptujkega gradu (*t. 6: 5*). Od teh se močno razlikujejo ogrlice, v katerih je le malo jagod iz mozaične skupine, prevladujejo pa z vseh vetrov zbrane jagode in drobci steklenih posod. Takšne so ogrlice s Pristave na Bledu (*t. 3: 1; 4: 1; 5: 1,2*) in iz Srednje vasi v Bohinju (*t. 4: 6; 5: 4*). Niz z Brda na Bledu (*t. 5: 5*), v katerem je precej jagod iz mozaične skupine, verjetno sestavljajo jagode iz dveh (ali več) grobov.

Mozaične jagode z očesci (*Mosaikaugenperlen, millefiori beads*) so znane s slovenskih najdišč v sedmih tipskih različicah (*t. 1: 1–7*). Pri njihovi določitvi smo izhajali iz tipologije MAP, ki jo je postavil R. Andrae,⁵⁶ primerjali pa tudi z oprede-

⁴⁶ Šmid 1908, 25; Korošec 1950, 79–84; Korošec, Korošec 1953, 220; Kastelic, Škerlj 1950, 35–36.

⁴⁷ Andrae 1973, 171, 174–175, št. 77, 116, 120.

⁴⁸ Pleterski 1990, 487–488, 493–496.

⁴⁹ Knific 2008.

⁵⁰ Šmit et al. 2009a; Šmit et al. 2010. – Razlikovanje med natronskim in halofitskim steklom je pri analizah iz leta 2004 jasno, vendar so številčne vrednosti manj natančne kot pri poznejših analizah in jih zato nismo vključili v razpredelnico analiziranih vzorcev (*pril. A*).

⁵¹ Šmit et al. 2012.

⁵² Šmit et al. 2013.

⁵³ Jagode in drugi predmeti na tablah (*t. 1–6*) so opisani v *Katalogu predmetov*.

⁵⁴ Na tri vrste deli ogrlice R. Andrae (1973, 103–104). Za ogrlico iz Predtrga pri Radovljici A. Pleterski (1990, 487) meni, da jagode verjetno pripadajo prvotnemu sestavu.

⁵⁵ Fotografijo ogrlice in podatke nam je posredoval Peter Stadler (Naturhistorisches Museum, Wien).

⁵⁶ Andrae 1973, 110–117, Taf. 1–5.



Sl. 11: Ogrlica z Roj pri Moravčah, izkopana leta 1902. Hrani jo Naravoslovni muzej na Dunaju, inv. št. 54830.
 Fig. 11: The necklace from Roje near Moravče, excavated in 1902 (Museum of Natural History, Vienna, Inv. No. 54830).
 (Foto / Photo: A. Schumacher, Naturhistorisches Museum Wien)

litvami jagod po skandinavski⁵⁷ in severnonemški tipologiji (najdišče Groß Strömkendorf).⁵⁸

Jagodo z Ančnikovega gradišča pri Jurišni vasi (*t. I: 1*), ki ni bila analizirana po metodi PIXE-PIGE, njene značilnosti uvrščajo v tipsko različico MAP 0473,⁵⁹ jagodo z najdišča pri Beli Cerkvi (*t. I: 2*) v MAP 0121,⁶⁰ po skandinavski tipologiji pa v tipsko različico H001⁶¹ oziroma C 8.⁶²

Jagoda iz Ljubljane (*t. I: 3*) je različice MAP 0120. Dve takšni jagodi so našli tudi na bližnjem najdišču Pržanjan (H 12), v dveh naselbinskih jamah, med seboj oddaljenih približno deset metrov.⁶³ Jagode različice MAP 0120 so bile med bolj pogostimi in razširjenimi v severni, srednji in vzhodni Evropi.⁶⁴ Takšne jagode s skandinavskih in pri-baltskih najdišč so uvrščene v skupino J001, ki

obsega več različic,⁶⁵ pri obravnavi stekla z Groß Strömkendorfa pa označene kot tip M1.⁶⁶

Mozaične jagode z Ančnikovega gradišča (*t. I: 1*) in Pržanja so posamezne najdbe iz zgodnjesrednjeveške naselbinske plasti, druge (*t. I: 4–7*) so našli skupaj z različnimi jagodami v grobovih, po eno v posameznem skupku. Jagodi iz Bele Cerkve (*t. I: 2*) in Ljubljane (*t. I: 3*) so našli med izkopavanji, a prvotno okolje ni bilo prepoznavno.

Precej oglato jagodo z Roj pri Moravčah (*t. I: 4*) zaradi sploščenosti uvrščamo med jagode različice MAP 0450.⁶⁷ Z njo se konča izbor jagod, ki so v osnovi zelene barve (*t. I: 1–4*). Jagodi različice MAP 1272 (Groß Strömkendorf: tip M 2)⁶⁸ iz Predtrga pri Radovljici (*t. I: 6*) in MAP 0772 iz Lajha v Kranju (*t. I: 7*) sta modre barve (modro steklo predtrške jagode je ohranjeno le v drobcih) in v nasprotju z redko jagodo z Roj pripadata številnejšima skupinama tipoloških različic.⁶⁹ Jagoda

⁵⁷ Callmer 1977; Callmer 1997.

⁵⁸ Pöche 2005.

⁵⁹ Andrae 1973, Taf. 4: 0473.

⁶⁰ Andrae 1973, Taf. 4: 0121.

⁶¹ Callmer 1977, Cpl. 4: H001.

⁶² Callmer 1997, Pl. 16: C 8.

⁶³ Knific 2008, 35–36.

⁶⁴ Andrae 1973, 110–117, 179, Taf. 4: 0120, Liste 2, Karte 6. Novejšo karto (Knific 2008, 36, sl. 2) je treba dopolniti, npr. z najdiščem Auhof v Avstriji (Tovornik 1986, 420–421, grobova 75 in 81).

⁶⁵ Callmer 1977, 54, 90, 99, Cpl. 4: J001.

⁶⁶ Pöche 2005, 142, 143, Taf. 9: 11.

⁶⁷ Andrae 1973, 175, št. 120; jagoda je pripisana različici MAP 0410, a je zaradi oblike verjetnejša inačica M 0450.

⁶⁸ Pöche 2005, 60.

⁶⁹ Andrae 1973, 179 (Liste 5, MAP 0450), 180 (Liste 8, MAP 0772), 181 (Liste 12, MAP 1272).

z Brda na Bledu (*t. 1: 7*), ki nima očesc, spada med jagode različice MAP 0062.⁷⁰

Mozaične jagode z očesci so bile datirane v čas okoli leta 800,⁷¹ v obdobje poznega 8. in prvo polovico 9. st.⁷² Zdaj nekateri podatki kažejo na njihov zgodnejši pojav v Evropi, in sicer že v drugi polovici 8. st.⁷³ Splošno sprejeta je trditev, da so orientalskega izvora in da je bil njihov veliki dotok vseevropski pojav.⁷⁴

Skupaj z mozaičnimi jagodami so bile v nizih členaste jagode (*drawn segmented beads, Reihenperlen*) in enojno rezane jagode iz vlečenega stekla (*drawn cut beads, Einfache Ziehperlen*).⁷⁵ Takšne jagode sestavljajo tudi ogrlice s slovenskih najdišč, tako nize z mozaičnimi jagodami kot tudi tiste brez njih, nekaj jagod pa je posamičnih najdb. Z analizami PIXE-PIGE je bilo ugotovljeno, da so večinoma narejene iz halofitskega stekla, izbor prikazuje najbolj značilne jagode (*t. 1: 11–41*).⁷⁶ Členaste jagode imajo do pet členov, površina temno modrih je večinoma groba in kaže izrazito pramenasto strukturo (*t. 1: 22–24,29,30,37,40*). Pri nekaterih drugih – modro zeleni (*t. 1: 27*) in svetlih, zlato obarvanih členastih jagodah (*t. 1: 25–27,32–34,39,41*) – je površina gladka, ker notranji pramenasti del obdaja prozorna steklena prevleka, ki daje jagodi sijoč videz. Tudi jagode te vrste so bile pogost in razširjen import z vzhoda.⁷⁷

Od asortimana jagod s slovenskih najdišč (*t. 1: 1–7,11–41*), skladnega s sestavi jagod orientalskega izvora drugod po Evropi, se ločijo jagode s Pristave na Bledu (*t. 1: 8*), Popave pri Lipovcih (*t. 1: 9*) in iz Murske Sobote (*t. 1: 10*). Drugačne so po obliki, prozornosti stekla in tehniki izdelave, vse pa so narejene iz halofitskega stekla.

⁷⁰ Prim. Andrae 1973, 110, 179, Taf. 4: 0061 (pravilno 0062), Taf. 3: 62, Liste 1, MAP 0062, Karte 4.

⁷¹ Andrae 1973, 156.

⁷² Callmer 1997, 199, Pl. 16.

⁷³ O zgodovini raziskovanja mozaičnih jagod: Ungerman 2005, 723–724; Eichert 2010, 99–100.

⁷⁴ Callmer 1997, 199; Pöche 2005, 60.

⁷⁵ Andrae 1973, 128–131, Taf. 6; Callmer 1997, 199, Pl. 16.

⁷⁶ Med analiziranimi enobarvnimi členastimi jagodami sta iz natronskega stekla le jagodi A 55 (*t. 3: 1/55; 5: 1/55*) in A 113 (*t. 5: 3/113*).

⁷⁷ Pöche 2005, 54–56.

Steklo z Gradišča nad Bašljem

Halofitsko steklo, najdeno v Sloveniji, povezuje pet različnih sklopov arheoloških najdb. Prvi sklop sestavljajo najdbe z višinskih najdišč iz karolinškega obdobja. Mednje spada – ob Tonovcovem gradu pri Kobaridu (H 2) in Ančnikovem gradišču pri Jurišni vasi (H 16; *t. 1: 1*) – tudi Gradišče nad Bašljem (H 9), kjer so našli številne kose stekla. Ti so bili leta 2004 analizirani po metodi PIXE-PIGE, analize so zajele steklo iz poznoantične in zgodnesrednjeveške plasti, pri 42 vzorcih je bilo ugotovljeno natronsko steklo, pri dveh pa halofitsko.⁷⁸ Z novimi analizami stekla (A 41–45), pridobljenega z izpiranjem zemlje iz zgodnesrednjeveške plasti (označene kot *plast 2*), smo še za dve jagodi ugotovili, da sta iz halofitskega stekla. V zgodnesrednjeveški plasti na Gradišču je več natronskega stekla, in sicer igle s steklenimi glavicami, velika sodčasta jagoda in kosi surovega stekla (*sl. 12*). Iz halofitskega stekla so le štiri enojne jagode (*sl. 13; t. 1: 15*), pri temno modrih je dobro vidno, da so iz vlečenega stekla. Takšne jagode so bile običajne v sestavih z mozaičnimi jagodami v prvi polovici 9. st.⁷⁹

Na Gradišču se je v zgodnesrednjeveški plasti ohranilo tudi zoglenelo žitno zrnje, za katero je meritev z radioaktivnim ogljikom pokazala datacijo med letoma 790 in 990 (verjetnost 95 %).⁸⁰ V ta časovni okvir je mogoče ob jagode iz halofitskega stekla (*sl. 13*) postaviti tudi druge najdbe iz zgodnesrednjeveške plasti (*t. 2*; opisi v *Katalogu predmetov*). Poleg jagode tipa B 071⁸¹ (*t. 2: 1*) in petih igel z glavicami iz natronskega stekla (*t. 1: 2–6*)⁸² so med izbranimi najdbami še kraguljček (*t. 2: 7*), kresilo (*t. 2: 10*), zaključek pasu (*t. 2: 11*), od orožja puščična ost (*t. 2: 12*), okov nožnice bojnega noža (*t. 2: 15*) in deli pasov za meč tipa Zavada⁸³ (*t. 2: 9,16,17*), od konjeniške oprave pa ostroga (*t. 2: 19*), zaponka (*t. 2: 8*), objemka (*t. 2: 14*) in zaključka (*t. 2: 13,18*) z jermenja za pritrjevanje ostroge, ter veliko črepinj lončenih posod, narejenih na počasnem vretenu (*sl. 17: 1–3; t. 2: 20–22*). Najdbe iz plasti 2 so le majhen

⁷⁸ Šmit et al. 2009a, 122, Fig. 2. Jagodi iz halofitskega stekla sta iz zgodnesrednjeveške plasti.

⁷⁹ Callmer 1997, 199, Pl. 16: B18,C4.

⁸⁰ 2 σ, meritev št. Beta-199408 (Beta Analytic Inc., Miami, Florida).

⁸¹ Callmer 1977, Cpl 2: B 071O.

⁸² Tri glavice so bile analizirane po metodi PIXE-PIGE leta 2004.

⁸³ Ungerman 2015, 263–267.



Sl. 12: Natronsko steklo z Gradišča nad Bašljem iz plasti 2 v sondi 1 (1–6,8,9) in sondi 2 (7): 1–5 glavičice igel (inv. št. S 2766, S 3009, S 5263, S 6252, S 6264); 6 jagoda (S 2861), 7–9 kosi stekla (S 5821, S 5268, S 5834). Z rdečo sta označeni številki analiziranih vzorcev (*pril. A*). Predmete hrani Narodni muzej Slovenije v Ljubljani (NMS). 1–5 železo in steklo, 6–9 steklo. M. = 1:1.

Fig. 12: Natron glass from Gradišče above Bašelj, layer 2 in trench 1 (1–6,8,9) and trench 2 (7): 1–5 pin heads (Inv. Nos. S 2766, S 3009, S 5263, S 6252, S 6264), 6 a bead (S 2861), 7–9 glass fragments (S 5821, S 5268, S 5834). The colour red denotes the numbers of analysed samples (*App. A*). The objects are kept by NMS ("National Museum of Slovenia") in Ljubljana. 1–5 iron and glass; 6–9 glass. Scale = 1:1. (Foto / Photo: T. Lauko)

del najdb iz karolinškega obdobja na Gradišču,⁸⁴ med orožjem so tudi glaviči mečev tipa X, med kovinskimi kosi konjeniške in konjske oprave stremena,⁸⁵ brzde, ostroge in križni razdelilniki,⁸⁶ predmeti, ki so jih na Gradišču našli tudi v dveh zakladnih najdbah.⁸⁷ Deli oprave so vrhunski izdelki, železni imajo pogosto kositrno prevleko,⁸⁸

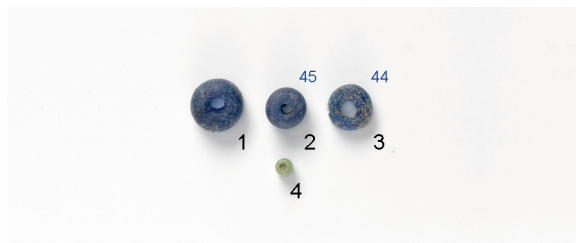
⁸⁴ Bitenc Knific 2001, 96–101, kat. 315–330; Karo 2012a; Karo Knific 2015a.

⁸⁵ Karo 2004, 171–172, kat. št. 5–7.

⁸⁶ Karo, Knific 2015b.

⁸⁷ Knific 2010, 86, 91, Pl. 3; Karo, Knific 2015b, 222–224, Fig. 5.

⁸⁸ Karo, Knific, Milić 2001.



Sl. 13: Jagode iz halofitskega stekla z Gradišča nad Bašljem iz plasti 2 v sondi 1 (1; inv. št. S 2872) in sondi 2 (2–4; S 6273, S 6271, S 5838). Z modro sta označeni številki analiziranih vzorcev (*pril. A*). Predmete hrani NMS. M. = 1:1. Fig. 13: Beads of plant-ash glass from Gradišče above Bašelj, layer 2 in trench 1 (1; Inv. No. S 2872) and trench 2 (2–4; S 6273, S 6271, S 5838). The colour blue denotes the numbers of analysed samples (*App. A*). The objects are kept by NMS. Scale = 1:1. (Foto / Photo: T. Lauko)

bronasti so pozlačeni. Železni kosi so značilni za standardno opravo vojaka konjenika v 9. st. Pozlačeni predmeti so verjetno pripadali osebi najvišjega sloja.⁸⁹ To kaže, da je bilo Gradišče ena pomembnejših višinskih postojank na slovenskem ozemlju v karolinškem obdobju.⁹⁰

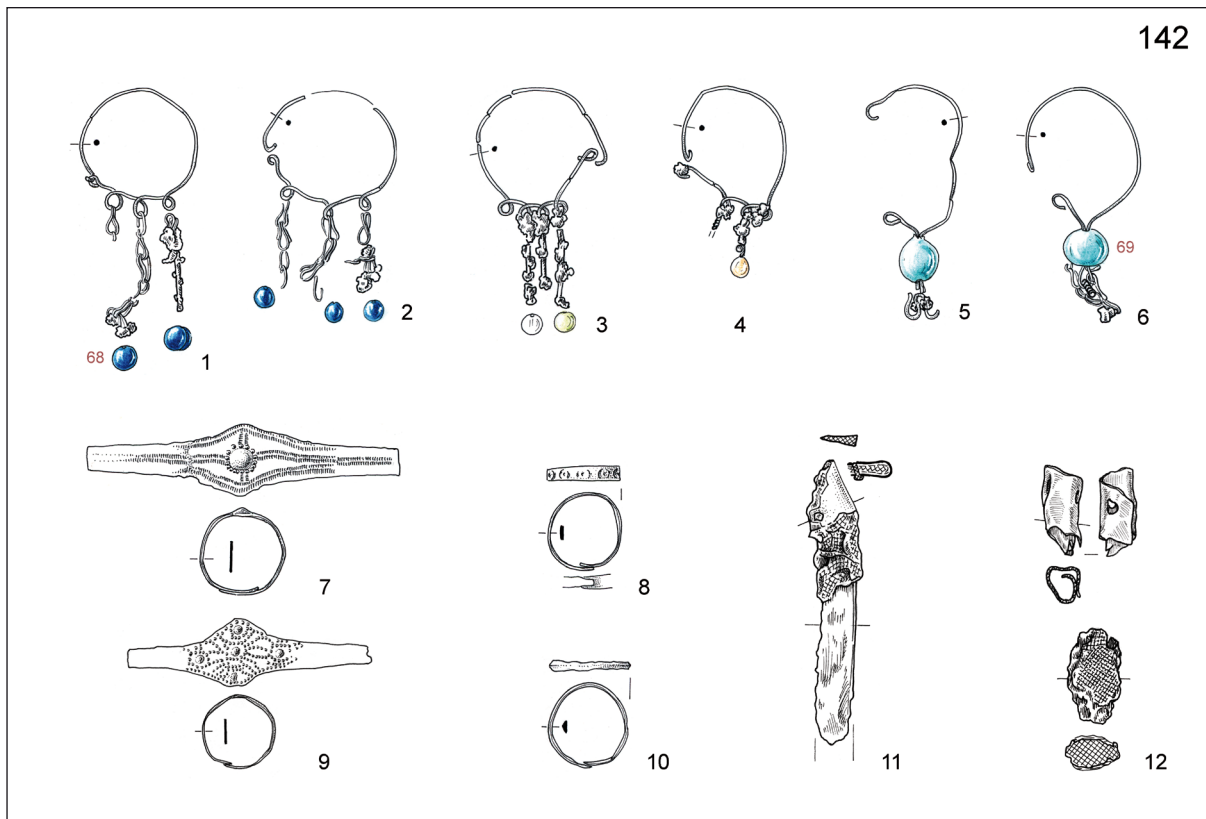
Jagode iz halofitskega stekla (*sl. 13*) spadajo v to okolje, manj jasen je pojav igel s steklenimi glavicami iz natronskega stekla. Le ena je cela, s priročno konico, in je zagotovo okrasna igla (*sl. 12: 1; t. 2: 2*). S slovenskih najdišč takšnih igel ne poznamo, igli te velikosti (do 4 cm), najdeni pri romarski cerkvi sv. Hadrijana v Zalavárju (Madžarska), sta bili lasnici.⁹¹ Druge štiri domnevne igle so delno ohranjene, za vse je značilno, da so bile njihove glavičice narejene tako, da so konec železne žičke ovili z raztaljenim steklom in ga oblikovali v kroglico (*sl. 12: 2–5; t. 2: 3–6*). Podobno kroglico iz natronskega stekla z železnim nastavkom, morda delom igle, so našli v naselbini na blejski Pristavi (H 4; A 46).

Z ovijanem so steklene kroglice pritrjevali tudi na uhanе iz bronaste žice. Tri pare takšnih uhanov so našli v grobu 142 na Pristavi (*sl. 14: 1–6*). Steklo so lahko pritrčili okrog vratu zanke pod locnom pri delno že izoblikovanem uhanu

⁸⁹ Knific 2007.

⁹⁰ O višinskih najdiščih iz karolinškega obdobja v Sloveniji: Š. Karo in T. Knific, Die frühmittelalterlichen Militärfunde von Höhensiedlungen in Slowenien, Zbornik srečanja v Wildonu, Dunaj 2016, v pripravi. – Zgodovinski pogled na karolinško obdobje: Štih 2013.

⁹¹ Szőke 2014, 104, Fig. 76.



Sl. 14: Pristava na Bledu, grob 142. 1–6 uhani (inv. št. S 265, S 267, S 266, S 263, S 264, S 268); 7–10 prstani (inv. št. S 279, S 269, S 271, S 272); 11,12 nož in deli noža z odtisi tkanine (inv. št. S 273, S 274). 1,3,4 bron, železo in steklo; 2,5,6 bron in steklo; 7–10 bron; 11,12 bron in železo. Z rdečo sta označeni številki analiziranih vzorcev (*pril. A*). Predmete hrani NMS. M. = 1:2.

Fig. 14: Pristava at Bled, gr. 142. 1–6 earrings (Inv. Nos. S 265, S 267, S 266, S 263, S 264, S 268); 7–10 rings (Inv. Nos. S 279, S 269, S 271, S 272); 11,12 a knife and knife fragments with textile impressions (Inv. Nos. S 273, S 274). 1,3,4 bronze, iron and glass; 2,5,6 bronze and glass; 7–10 bronze; 11,12 bronze and iron. The colour red denotes the numbers of analysed samples (*App. A*). The objects are kept by NMS. Scale = 1:2.

(Risba / Drawing: D. Knific Lunder)

(sl. 14: 5,6) in na obeske iz bronastih verižic (sl. 14: 1,2) ali železnih paličic (sl. 14: 3,4).⁹² V prvem primeru je steklo videti kot nataktnjena jagoda, v drugem kot viseča kroglica ali glavica na obrnjeni igli. Analiza PIXE-PIGE je za dva vzorca pokazala, da sta iz natronskega stekla (A 68,69; sl. 14: 1,6).

Kot rečeno, je steklo iz zgodnesrednjeveške plasti na Gradišču dveh vrst. Prevladuje natronsko steklo (sl. 12), narejeno v rimskem izročilu, najdeno tudi v več neobdelanih kosih, odbitih od surovcev,⁹³ kar dopušča sklepanje o domači steklarski dejavnosti.

⁹² Železni deli paličastih obeskov so bili prvotno oviti s tankim, 2 mm širokim bakrenim trakom. Enega od železnih paličastih obeskov so verjetno pri/po izkopavanju pomotoma pripisali uhanu z verižicami (sl. 14: 1, desni obesek).

⁹³ V zgodnesrednjeveški plasti so našli poleg prikazanih (sl. 12: 7–9) še tri odlomke surovcev (Knific, Nabergoj 2015, sl. 107).

Iz natronskega stekla so glavice igel, za izdelavo katerih je bila uporabljena tehnika ovijanja. Na ta način in iz iste vrste stekla je narejena tudi sodčasta jagoda, z domnevnim izvorom v Italiji⁹⁴ in dobro primerjavo na grobišču iz karolinškega obdobja v Kinderheimu pri Kallmünzu (Nemčija).⁹⁵ Druga vrsta stekla na Gradišču nad Bašljem je halofitsko steklo, iz katerega so v tehniki vlečenja narejene jagode vzhodnega izvora (sl. 13). Obe vrsti stekla lahko v okviru najdišča datiramo v čas od poznega 8. do prve polovice 10. st.⁹⁶

⁹⁴ Callmer 1977, 86–87;

⁹⁵ Stroh 1954, 20, Taf. 11: 14.

⁹⁶ Za najstarejše zgodnesrednjeveške najdbe gl. Karo, Knific, Lubšina Tušek 2011, 132–133, 137, 140; Karo 2012b, 449–450, 552; za najmlajše (glaviči mečev X) gl. članek Š. Karo in T. Knifica (v pripravi), naslov v opombi 90.

Za bašeljske vojaške konjeniške najdbe je veliko primerjav, nekateri od teh predmetov so karolinškega izvora, drugi so nastali pod karolinškimi vplivi. Podobno strnjeno kot na Gradišču nad Bašljem so jih našli na območju naselbin na Bojni (Slovaška),⁹⁷ bolj razpršene, vendar v velikem številu, pa na ozemlju ob jugovzhodni meji frankovske države od Jadranskega morja⁹⁸ prek zahodne Panonske nižine⁹⁹ do zgornjega Podonavja in še severneje.¹⁰⁰

Steklo z grobišč na Gorenjskem

Analize PIXE-PIGE smo opravili tudi na steklu, ki izvira z gorenjskih zgodnjesrednjeveških grobišč, na jagodah ogrlic in različnih okrasnih dodatkih na nakitu. Za analizo smo izbrali najdbe s Pristave na Bledu (H 4), iz Smokuča (H 7), Srednje vasi v Bohinju (H 3) in z Brda na Bledu (H 5). Na prvih treh najdiščih so steklo našli v grobovih skupaj z drugimi predmeti; za najdbe z Brda na Bledu grobnih celot ne poznamo, ker je bilo grobišče razdrto pri kopanju peska. Tudi za ogrlici z mozaičnima jagodama (t. 6: 1,2), ki so ju našli v Predtrgu pri Radovljici (H 8) in Lajhu v Kranju (H 10), nimamo veliko najdiščih podatkov.

Ogrlic iz zgodnjesrednjeveškega obdobja je malo, nizi niso dolgi, največ jagod ima ogrlica iz groba 14 na blejski Pristavi; ogrlica je nastala z zbiranjem raznovrstnih jagod, tudi rimskodobnih, in odlomkov steklenih posod (t. 3: 1; 5: 1; opis v *Katalogu predmetov*). Analizirane jagode so iz natronskega in halofitskega stekla (A 49–59). Med njimi je tudi šest jagod iz prozornega, svetlo zelenega mehurčkastega stekla, ki so bile narejene v tehniki ovijanja; analizirana jagoda je iz natronskega stekla (t. 3: 1/51). Te jagode so podobne tistim na paru uhanov iz groba 142 na Pristavi (sl. 14: 5,6), pa tudi jagodam na drugih žičnatih uhanih s Pristave (sl. 15: 2,4), Brda na Bledu (A 75; t. 4: 11; uhan inv. št. S 2121) in iz Srednje vasi v Bohinju (sl. 15: 10). Uporabljeno natronsko steklo in tehnika izdelave uhanov kažeta na isto delavnico. To je mogoče reči tudi za žičnate uhanne z verižnimi obeski iz grobov 142 (sl. 14: 1,2) in 65 s Pristave (sl. 15: 1; t. 3: 17); analizirani kroglici na koncu obeskov sta iz natronskega stekla. Svetlo zeleno natronsko steklo so uporabili tudi za okrasni kamen na prstanu s Pristave (sl. 15: 6).

Prav tako sta iz natronskega stekla zeleni in modri okrasni kamen na prstanu iz groba 14 iz Srednje vasi v Bohinju (sl. 15: 11), vendar je prstan verjetno iz mlajšega obdobja, saj so ga našli skupaj s kovanima polmesečastima uhanoma in obsenčnimi obročki s členastimi konci.¹⁰¹ Iz svetlo zelenega prosojnega natronskega stekla sta s slovenskih najdišč še gumb in jagoda na žičnatem uhanu z grobišča na Camberku na Gorjancih (sl. 15: 12,13).¹⁰² Prstani z rombično razširitvijo in par žičnatih uhanov povezujejo Camberk z najdišči v osrednji Sloveniji,¹⁰³ primerjave za steklen gumb so nekoliko bolj oddaljene, npr. najdišči Zalavár na Madžarskem¹⁰⁴ in Břeclav–Pohansko na Češkem.¹⁰⁵

Analize PIXE-PIGE dokazujejo tudi sočasno uporabo obeh vrst stekla, žičnati uhan polmesečaste oblike z Brda so namreč naredili tako, da so za okrasni dodatek uporabili jagode iz natronskega in halofitskega stekla (sl. 15: 7). V grobu 14 pa so našli uhan, pri katerem so na žičnat obesek izjemoma pritrdili kroglico iz temno modrega, verjetno recikliranega halofitskega stekla (sl. 15: 5; t. 3: 6). Take kroglice so večinoma iz natronskega stekla, poleg že omenjenih tudi pri uhanu s kovinsko jagodo s Pristave (sl. 15: 3). O sočasni uporabi obeh vrst pričata tudi najdbi iz groba 65 na Pristavi: ob kroglici iz natronskega stekla na uhanu z verižnimi obeski (t. 3: 17) je bil v grobu še ostanek uhana, na katerega je nataktna členasta jagoda iz halofitskega stekla (t. 3: 25).¹⁰⁶

V grobu 14 s Pristave so poleg ogrlice in naglavnega nakita našli okrasno zaponko, prstan s čelno razširitvijo in nož (t. 3: 10,12,15). Zaponka je kakovosten izdelek z odtisnjeno pletenino v bronasti pločevini, ki prekriva železno ploščico. Tako narejeno okrasno zaponko, okrašeno s križno razporejenimi odtisi v obliki prest, so našli tudi v Smokuču, v grobu 51,¹⁰⁷ v katerem je bil med

¹⁰¹ Korošec 1979, 106/I, t. 36: 4; 37: 2.

¹⁰² Breščak 2002, 106–107, sl. 4: 1; 6: 2; Križ 2009, 367, št. 35a, 36b.

¹⁰³ Breščak 2002, 107–110, sl. 5: 3 (grob 9); 6: 1–3 (grob 17).

¹⁰⁴ Szóke 2014, 107, Fig. 73.

¹⁰⁵ Přichystalová, Štelcl, Vávra 2014, 44, 55–56, Fig. 8: 2 (grob JP/177); 9: 1 (grob JP/202).

¹⁰⁶ Dober primer za preučevanje sočasnosti obeh vrst stekla z analizami PIXE-PIGE so najdbe iz groba 1965_z0256, ki so ga odkrili pri župni cerkvi v Kranju (Pleterski, Štular, Belak 2016, 110–111). V grobu so našli ob žičnatih uhanih z jagodami iz svetlo zelenega mehurčkastega stekla (5–10) tudi uhan z nataktno dvojno členasto jagodo iz temno modrega pramenastega stekla (1).

¹⁰⁷ Knific, Nabergoj 2015, 67, sl. 78 (desna spodaj).

⁹⁷ Pieta, Ruttkay 2006; Pieta 2015.

⁹⁸ Milošević 2000; Jurčević 2011, Petrinc, Jurčević 2015.

⁹⁹ Szóke 2014.

¹⁰⁰ Profantová 2011; Turčan 2011.



Sl. 15: Nakit z jagodami in okrasnimi vložki iz natronskega (1–4,6–8,10–13) in halofitskega stekla (5,7,9). Številke analiziranih vzorcev (*pril. A*) so pri natronskem steklu rdeče, pri halofitskem modre.

1–6 Pristava na Bledu (1 uhan, gr. 65, inv. št. S 142, t. 3: 17; 2 uhan, gr. 141, S 259; 3 uhan, gr. 159, S 291; 4 uhan, gr. 142, S 268; 5 uhan, gr. 14, S 42, t. 3: 6; 6 prstan, gr. 22, S 72); 7,8 Brdo na Bledu (7 uhan, S 2149; 8 okrasna zaponka, S 2139, t. 4: 16); 9 Smokuč (obsenčni obroček, gr. 51, S 5591); 10 Srednja vas v Bohinju, Podonjice (uhan, gr. 24, S 2113); 11 Srednja vas v Bohinju, Žale (prstan, gr. 14, S 2090); 12,13 Camberk nad Cerovim Logom (12 gumb, gr. 7, A 3245, 13 uhan, gr. 17, A 3253).

Predmete hranita NMS (1–11) in Dolenjski muzej Novo mesto (12,13). 1,2,4–7,10–13 bron in steklo; 3,8 bron, železo in steklo; 9 srebro in steklo. M. = 2:3.

Fig. 15: Jewellery with beads and decorative inlays made of natron (1–4,6–8,10–13) and plant-ash glass (5,7,9). The numbers of analysed samples (*App. A*) are red for natron and blue for plant-ash glass.

1–6 Pristava at Bled (1 earring, Gr. 65, Inv. No. S 142, Pl. 3: 17; 2 earring, Gr. 141, S 259; 3 earring, Gr. 159, S 291; 4 earring, Gr. 142, S 268; 5 earring, Gr. 14, S 42, Pl. 3: 6; 6 ring, Gr. 22, S 72); 7,8 Brdo in Bled (7 earring, S 2149; 8 brooch, S 2139, Pl. 4: 16); 9 Smokuč (temple ring, Gr. 51, S 5591); 10 Srednja vas v Bohinju, Podonjice (earring, Gr. 24, S 2113); 11 Srednja vas v Bohinju, Žale (ring, Gr. 14, S 2090); 12,13 Camberk above Cerov Log (12 button, Gr. 7, A 3245, 13 earring, Gr. 17, A 3253).

The object are kept by NMS (1–11) and Dolenjski muzej Novo mesto (12,13). 1,2,4–7,10–13 bronze and glass; 3,8 bronze, iron and glass; 9 silver and glass. Scale = 2:3.

(Foto / Photo: T. Lauko)

naglavnim nakitom tudi srebrn obsenčni obroček, na katerega je nataktnjena enojna temno modra jagoda iz vlečenega halofitskega stekla (sl. 15: 9). Pravokotno okrasno zaponko, narejeno na opisani način, so našli tudi v grobu 18 v Srednji vasi v Bohinju; v njem so bili še jagode, med katerimi je tudi tričlena jagoda iz halofitskega stekla, in srebrna obsenčna obročka (t. 4: 6–9). Na Brdu na Bledu pa so našli ob uhanih (t. 4: 10–14) in jagodah, ki so zdaj nanizane vse skupaj (t. 5: 5), dve takšni okrasni zaponki: pravokotno, ki jo krasi vložek iz modrega natronskega stekla (sl. 15: 8; t. 4: 16), in okroglo zaponko, okrašeno z izjemnim motivom kentavra lokostrelca (t. 4: 15).¹⁰⁸

Med nakitom z Brda je tudi prstan z rombično čelno razširitvijo (sl. 4: 18), v grobu 143 na blejski Pristavi pa so našli nož skupaj s tremi jagodami iz halofitskega stekla (t. 4: 1,2). Noži so bili na Pristavi v 23 grobovih, ki so bili (razen enega) vsi v petih vrstah starejšega dela grobišča.¹⁰⁹

Zbirko značilnih predmetov, povezanih z najdbami jagod, večinoma iz pramenastega, po analizah halofitskega stekla (sl. 16; t. 4: 3), zaključuje uhan z visečo podolgovato kovinsko jagodo iz groba 2 v Smokuču (t. 4: 4). Par takšnih uhanov so našli v grobu 26/99 pri cerkvi sv. Petra v Komendi; grob je uvrščen med najstarejše na grobišču, datirane od konca 7. in v prvo polovico 8. st.¹¹⁰ Zelo podoben uhan so v Auhofu pri Pergu (Zgornja Avstrija) našli v grobu 75 skupaj z ogrlico iz mozaičnih, členastih in enojnih jagod iz vlečenega stekla.¹¹¹ V smokuškem grobu 2 je bil tudi preprost uhan, na katerega je nataktnjen drobno členast bakren obroček (t. 4: 5); takšni obročki so podloženi pod okrogle glavice kovic, na primer pri kovinskih delih vojaške konjeniške oprave, kot sta na Gradišču nad Bašljem okova pasu za meč (t. 2: 16,17).

V povezavi z mozaičnimi, členastimi in enojnimi jagodami, za katere so analize PIXE-PIGE pokazale, da so iz halofitskega stekla, se je izoblikovala skupina najdb, ki spadajo med starejše zgodnjesrednjeveško arheološko gradivo z območja Vzhodnih Alp.¹¹² To skupino slogovno značilnih najdb bi po starem opredeljevanju uvrstili v sklop *köttlaške kulture*, in sicer v njen starejši del.¹¹³ Delitev predmetov t. i. ketlaške kulture na starejšo in mlajšo skupino je



Sl. 16: Smokuč, jagode z ogrlice iz halofitskega (1–5) in natronskega stekla (6,7), grob 2 (NMS, inv. št. S 5625; t. 4: 3). Pri natronskem steklu so številke analiziranih vzorcev (pril. A) rdeče, pri halofitskem modre. M. = 1:1.

Fig. 16: Smokuč, beads from the neckless of plant-ash (1–5) and natron glass (6,7), grave 2 (NMS, Inv. No. S 5625; Pl. 4: 3). The numbers of analysed samples (App. A) are red for natron and blue for plant-ash glass. Scale = 1:1. (Foto / Photo: T. Lauko)

leta 1961 predlagala P. Korošec,¹¹⁴ potrdila jo je tudi stratigrafska analiza grobišča na blejski Pristavi.¹¹⁵ V obširni objavi teze je avtorica starejši sklop najdb z vzhodnoalpskega območja predstavila kot *karantansko kulturno skupino* in jo datirala v 7. in 8. st. (lahko še v prvo polovico 9. st.).¹¹⁶

Nadaljnje raziskave zgodnjesrednjeveškega arheološkega gradiva z območja Vzhodnih Alp¹¹⁷ niso spremenile prvotne delitve teh najdb, starejši sklop je ostal tipološko podobno sestavljen, vendar različno poimenovan in datiran: pri J. Gieslerju kot časovni skupini *Vor-Köttlach* (pozno 8. in prva polovica 9. st.) in *Köttlach I* (druga polovica 9. in prva polovica 10. st.),¹¹⁸ pri S. Eichertu pa med najdbami s Koroške kot *skupini B* (740–830) in *CI* (780–830).¹¹⁹ V obe kronološki raziskavi so vključene tudi mozaične ter členaste in enojne kombinacijske jagode, obakrat kot vodilni predmeti

¹¹⁴ Korošec 1961.

¹¹⁵ Knific 1974.

¹¹⁶ Korošec 1979, 55–91/I, 305/I.

¹¹⁷ Pregled raziskovanj: Pleterski 2013, 300–301; Ungerman 2016, 184–189.

¹¹⁸ Giesler 1980, 86–87, Abb. 1, 2; Giesler 2002, 402, Abb. 22: 1–26.

¹¹⁹ Eichert 2010, 166–168, Abb. 45, 46.

¹⁰⁸ Kastelic 1962–1963; Premk 2014.

¹⁰⁹ Knific 1974, 317–319, plan 4.

¹¹⁰ Sagadin 2013, 273, t. 6A: 1,2.

¹¹¹ Tovornik 1986, 420, Taf. 10: 7.

¹¹² Giesler 2002; Eichert 2010; Pleterski 2013.

¹¹³ Vinski 1969, 632.

najstarejših skupin, *Vor-Köttlach*¹²⁰ in skupine *B*.¹²¹ Za skupino predketlaških najdb je zdaj sprejeta zgodnejša datacija, in sicer v drugo polovico 8. st., med drugim na podlagi zgodnejše datacije mozaičnih jagod.¹²²

V Sloveniji so na dve glavni skupini razdeljene tudi najdbe z zgodnjerednjeveškega grobišča na blejski Pristavi.¹²³ Delitev se ujema z delitvijo materialne kulture na območju Karantanije, kot jo je predlagala P. Korošec.¹²⁴ Razlika je pravzaprav le pri dataciji najdb, saj je za blejske najdbe najzgodnejši datum zadnja tretjina 7. st. Datacija je temeljila na prisotnosti okroglih okrasnih zaponk z železnim jedrom, prek katerega je prevlečena bronasta pločevina, okrašena z različnimi odtisnjenimi motivi, npr. s pletenino na Pristavi (*t. 3: 10*) in kentavrom lokostrelcem na Brdu (*t. 4: 15*).¹²⁵ Podobno izdelane in okrašene zaponke so bile razširjene konec 7. in na začetku 8. st. ob zgornji Donavi in v Porenju¹²⁶ in bi lahko od tam prišle tudi na Bled. Tako zgodnja datacija je bila verjetna tudi za žičnate uhanе s tremi ali več pentljami na locnu, s katerih visijo verižice s steklenimi jagodami (*t. 3: 2,5,6,16,17*). Vzore za takšne uhanе smo iskali med zlatimi uhanimi, kot so bili v modi v bizantinskem Sredozemlju v 7. st. in so jih našli v bogatem zakladu pri Kireniji na Cipru ter na otoku Kios in v Egiptu.¹²⁷

Pri dataciji grobišča na Pristavi smo se sklicevali na nakit, kot je v grobu 14 (*t. 3: 1–15*), pri tem pa nismo upoštevali steklenih jagod, ker med njimi ni prepoznavnih mozaičnih jagod z očesci. Po analizah PIXE-PIGE, ki za ustaljene sestave mozaičnih, členastih in enojnih jagod dokazujejo izdelavo iz halofitskega stekla, je zdaj za datacijo postala bistvena prisotnost takšnih jagod v grobovih. Če je čas njihovega pojava v Evropi v poznem 8. st. ali v drugi polovici 8. st. zanesljiv (gl. poglavje *Mozaične in druge jagode iz halofitskega stekla*), potem celote, kot so najdbe iz grobov 14 in 65 (*t. 3*), ne morejo biti dokaz za predlagano zgodnjo datacijo grobišča na Pristavi.

¹²⁰ Giesler 1980, 86, Abb. 1: 9–10.

¹²¹ Eichert 2010, 166, Abb. 45.

¹²² Ungerman 2016, 186, 188.

¹²³ Knific 1974; Knific 2004, 98–100.

¹²⁴ Korošec 1970–1971; Korošec 1979.

¹²⁵ Knific 2004, 98–99, sl. 12: 5,6; 13: 1–3; Knific, Mlinar 2014, 433–434, sl. 9: 1–3.

¹²⁶ Klein-Pfeuffer 1993, 45–54, 223–224.

¹²⁷ Knific 2004, 99. Prim. Dalton 1961, 542, Fig. 327; Bierbrauer 1987, 157, Abb. 26. Za zlat uhan iz Assiúta v Egiptu gl. Wamser 2004, 301, kat. št. 498. – Takšne vzore vidi za območje jugovzhodnih Alp tudi B. M. Szóke (1992, 855), podrobno o tej temi Š. Ungerman (2016, 206–207).

Podobno velja tudi za zgodnjo datacijo nekaterih drugih grobov, kot je grob 18 iz Srednje vasi v Bohinju (*t. 4: 6–9*), in predmetov, na primer polmesečastega žičnatega uhanu z Brda na Bledu (*sl. 15: 7*). Tudi uhan s kovinsko podolgovato jagodo iz Smokuča (*t. 4: 4*) so nosili pozneje kot par takšnih uhanov iz Komende.¹²⁸

Z določitvijo jagod iz halofitskega stekla je postala negotova tudi zgodnja datacija *karantanske kulturne skupine*, v katero je P. Korošec vključila starejši del zgodnjerednjeveških najdb z območja Vzhodnih Alp. Ob strani puščamo datacijo v 7. st., obračamo se le k prvi polovici 8. st. Halofitsko steklo v blejskih, smokuških in srenjskih grobovih priča, da so umrle pokopali v drugi polovici 8. st. ali pozneje. V grobovih z jagodami iz halofitskega stekla so bili uhanu z verižicami in podolgovato kovinsko jagodo, ki so oboji uvrščeni v časovno skupino *Vor-Köttlach*.¹²⁹ Po *klasifikacijskem sistemu*, ki ga je za naglavni nakit predlagal A. Pleterski, je žičnati uhan z verižicami iz groba 15 z Žal pri Zasiptu (označen kot tip NO0205_0201) na referenčni tabeli datiran na konec 8. in začetek 9. st.¹³⁰ Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da je bila ena od jagod v tem grobu iz halofitskega stekla (*A 89; t. 1: 33*). Vse to govori za drugo polovico 8. st. in poznejši čas.

Treba pa je poudariti, da so nekateri predmeti v grobovih po nastanku lahko starejši od jagod iz halofitskega stekla. Tudi nekateri umrli so bili lahko pokopani že pred pojavom mozaičnih jagod. Zato je vprašljiva okvirna izenačitev datacije mozaičnih jagod z datacijami drugih predmetov predketlaške skupine, kakor se postavlja za skupino *Vor-Köttlach* in koroško skupino *B*. Izenačitev namreč nakazuje, da naj bi bile mozaične jagode prisotne že ob nastajanju in oblikovanju zgodnjerednjeveške materialne kulture na območju Vzhodnih Alp (nekdanje poimenovane kot *köttlaška ali ketlaška kultura*). S tem se zabrisuje pojem importa, ki se pripisuje mozaičnim jagodam, a pojav halofitskega stekla je v Evropi novost, ki je ni mogoče prezreti. Vprašanje je le, ali je arheologija sposobna pojav izdelkov iz halofitskega stekla natančneje določiti tudi kot časovno mejo v arheološki kronologiji Evrope. Najdišča t. i. *karantanske kulturne skupine* v Sloveniji se zdijo pomemben vir za raziskave v tej smeri.

¹²⁸ Sagadin 2013, 259–260, t. 6A: 1,2.

¹²⁹ Giesler 1980, 86, Abb. 1: 4,7.

¹³⁰ Pleterski 2013, 308, 319–320, sl. 16.

Jagode v grobovih z lončenino

Tretji sklop najdb, iz katerega je analizirano steklo, izvira iz skeletnih grobov, v katere so umrlim ob pokopu pridali lončenino. Grobišča s takšnimi grobovi so bila odkrita predvsem v vzhodni Sloveniji in so datirana deloma v 8., pretežno pa v 9. st.¹³¹ Posamezne grobove z lončenino so našli tudi v osrednji Sloveniji, predvsem na grobiščih, na katerih so med najdbami v večini predmeti t. i. *karantanske* in *köttlaške kulturne skupine*.¹³² Lončenina v grobovih je razmeroma enotna, večinomoma so to lonci z izvihanim ustjem, narejeni na počasnem vretenu.¹³³ V grobovih z lončenino so našli steklene jagode le redko, izjema je grobišče v Turnišču pri Ptuju (H 17), kjer so bile jagode v šestih od 27 grobov.

S tega najdišča smo analizirali jagode iz grobov 10 in 14 (*t. 6: 3,4*; opisi v *Katalogu predmetov*). Med jagodami ogrlic ni mozaičnih jagod z očesci, le malo je členastih, največ je enojnih. Skoraj vse so iz pramenastega stekla, analizirane jagode so iz halofitskega stekla (A 135–140). Približno enako število enojnih modrih in rumenih jagod in le ena členasta jagoda verjetno kažejo prvotni sestav ogrlice iz groba 10 (*t. 1: 36; 6: 3*), nekoliko dopolnjena se zdi ogrlica iz groba 14, morda z veliko modro jagodo iz mehurčkastega stekla in drobnima belima jagodama z modrimi pikami (*t. 6: 4*), ki jih v kombinacijah z mozaičnimi jagodami praviloma ni.

Podobne ogrlice so tudi v drugih turniških grobovih, med jagodami je drugačna le jajčasta zlato rjava jagoda iz groba 28.¹³⁴ Po velikosti (dol. 1,5 cm, pr. 1,0 cm), obliki, tankem plašču ter izdelavi v tehniki pihanja in vlečenja se ujema z jagodo iz Murske Sobote, iz groba 4 Na plesi, narejeno iz halofitskega stekla (A 168; *t. 1: 10*).

Najdb je v turniških grobovih z jagodami malo, ob keramičnih loncih, kot sta v grobovih 10 (*sl. 17: 9*) in 14, so to uhani (grobova 14 in 22)¹³⁵ in kosti

ptic oziroma kokoši (grobova 9 in 22).¹³⁶ Kokošje kosti so našli tudi v grobu z jagodami iz halofitskega stekla v Smokuču (H 7; *t. 5: 3*). Dodajanje kokoši v grob je bilo v navadi tudi drugje, v Auhofu pri Pergu (Zgornja Avstrija) so našli njihove kosti tudi v grobovih z mozaičnimi jagodami.¹³⁷

Na drugih grobiščih z lončenino v severovzhodni Sloveniji jagode iz halofitskega stekla niso bile v grobovih skupaj s keramičnimi posodami. Na Ptujskem gradu (H 18), kjer so bili priloženi lonci v tri grobove,¹³⁸ so turniškim podobno ogrlico našli v grobu 367 (A 141–144; *t. 6: 5*), v katerem je bil tudi par srebrnih uhanov, podobnih bizantinsko-orientalnim uhanom na najdiščih iz velikomoravskega obdobja.¹³⁹ Iz podobnih jagod je sestavljena tudi ogrlica iz ptujškega groba 339,¹⁴⁰ vendar jagode niso bile analizirane.

Ob tem je treba omeniti, da je eno od možnih najdišč halofitskega stekla tudi Brezje nad Zrečami, kjer so v letih 1954–1955 izkopali ob antičnih grobovih tudi osem zgodnjesrednjeveških grobov, v petih so bili keramični lonci (v treh grobovih skupaj s kokošjimi kostmi).¹⁴¹ V grobu 23 so kot edini najdbi našli temno modri tričlenasti jagodi iz pramenastega stekla,¹⁴² ki ju po videzu lahko primerjamo z jagodami iz halofitskega stekla z drugih najdišč, npr. Pristave na Bledu (*t. 1: 28*), Predtrga pri Radovljici (*t. 1: 29*) in Smokuča (*t. 5: 3/118*). Grobovi z Brezja so datirani v drugo polovico ali na konec 8. ter v prvo polovico 9. st.¹⁴³

Veliko jagod iz halofitskega stekla so našli na grobišču Na plesi v Murski Soboti (H 21). Podatki o povezavah med jagodami in keramiko v grobovih na novoodkritem najdišču še niso objavljeni. Analizirane so bile jagode iz štirih grobov (A 162–174); razen ene, melonaste (A 164), so vse iz halofitskega stekla. Členaste in enojne jagode so iz pramenastega stekla, nekaj jih ima sijočo prevleko (*t. 1: 28,32,34*). Izjemna je jajčasta jagoda iz groba 4 (A 168; *t. 1: 10*), ki je bila omenjena že v zvezi s podobno jagodo iz Turnišča. V grobu 4 je bila še ena podobna jajčasta jagoda, iz olivno zelenega halofitskega stekla, vendar je le delno ohranjena

¹³¹ Ciglencečki, Knific 1979, 478.

¹³² Najdbe iz grobov z lončenino je P. Korošec (1979, 32–55) združila v *kulturno skupino s keramiko*.

¹³³ Knific 2002, 127–128; nova najdišča grobov z lončenino (dodatek k sl. 1): Dolsko pri Ljubljani (Klasinc 2008), Nova tabla pri Murski Soboti (Guštin 2008).

¹³⁴ Korošec, Korošec 1953, 210, sl. 35; Bitenc, Knific 2001, 86, kat. št. 277 (levo zgoraj).

¹³⁵ Uhani so med pogostejšimi najdbami v Turnišču: Korošec, Korošec 1953, 216–221; Bitenc, Knific 2001, 86, kat. št. 276.

¹³⁶ Korošec, Korošec 1953, 227–228.

¹³⁷ Tovornik 1986, 421 (grob 81), 425 (grob 114), 429–431.

¹³⁸ Grobovi 255, 294 in 299: Korošec 1999, 43–44, t. 30, 33.

¹³⁹ Dostal 1996, 35, obr. 8–14.

¹⁴⁰ Korošec 1999, 51, t. 35: 16.

¹⁴¹ Pahič 1969; Knific 2002, 122–123.

¹⁴² Pahič 1969, 240, 254, t. 6: 3; Bitenc, Knific 2001, 87, kat. št. 279.

¹⁴³ Pahič 1969, 270.



Sl. 17: Lončenina, najdena skupaj s halofitskim steklom: 1–3 Gradišče nad Bašljem (sonda 2, plast 2; NMS, inv. št. S 5701, S 5731, S 5434; t. 2: 20–22); 4–7 Popava pri Lipovcih (objekt št. 29; Pomurski muzej Murska Sobota, inv. št. AI 11695/1, AI 11695/5, AI 11695/2, AI 11689); 8 Brdo na Bledu (NMS, S 3001; t. 4: 20); 9–10 Turnišče (grob 10 in 14, PM Ptuj-Ormož, inv. št. S 1277, S 1281). Vse keramika. M. = 1:3.

Fig. 17: Pottery found with the plant-ash glass: 1–3 Gradišče above Bašelj (trench 2, layer 2; NMS, Inv. Nos. S 5701, S 5731, S 5434; Pl. 2: 20–22); 4–7 Popava near Lipovci (feature no. 29; Pomurski muzej Murska Sobota, Inv. Nos. AI 11695/1, AI 11695/5, AI 11695/2, AI 11689); Brdo in Bled (NMS, S 3001; Pl. 4: 20); 9–10 Turnišče (graves 10 and 14, PM Ptuj-Ormož, Inv. Nos. S 1277, S 1281). All pottery. Scale = 1:3.

(Foto / Photo: 1–3,8–10 T. Lauko; 4–7 T. Vrečič)

(A 166).¹⁴⁴ Podobne jagode, narejene s pihanjem, so našli na najdiščih starejšega velikomoravskega horizonta, pa tudi ob zgornji Donavi in v zahodni Panoniji.¹⁴⁵ Jagode, ki so jih našli na grobišču pri cerkvi Device Marije v Zalavárju, posvečeni 24. januarja 850, so datirane najpozneje v konec 9. st.¹⁴⁶

¹⁴⁴ Ohranjena tretjina jajčaste jagode, narejene s pihanjem. Plašč jagode je tanek, na plašču je bradavica (napaka pri izdelavi ali okras?). Dol. ohranjenega dela 0,95 cm, pr. 1,1 cm, deb. plašča 0,1 cm, širina ovalne luknjice do 0,3 cm.

¹⁴⁵ Ungerman 2005, 728–729, obr. 5: 6.

¹⁴⁶ Szőke 2014, 66, Fig. 32 (zgornja ogrlica).

V osrednji Sloveniji v ta sklop spadajo grobovi z Brda na Bledu (H 5), Roj pri Moravčah (H 14) in Dolskega pri Ljubljani (H 13). Zveza med mozaičnimi jagodami (t. 5: 5) in lončenino z Brda (sl. 17: 8; t. 4: 20) je zaradi uničenega grobišča le nakazana, se pa časovno ujema z drugimi tamkajšnjimi najdbami, z nakitom (gl. poglavje *Steklo z grobišč na Gorenjskem*) in ključem zgodnje oblike (t. 4: 19).¹⁴⁷ Ne vemo, kakšne so bile te povezave na najdišču Roje pri Moravčah, jasne pa so za dvojni grob z lončenino iz Dolskega pri Ljubljani.

¹⁴⁷ Bitenc, Knific 2013–2014, 159–160, 168 (št. 25), sl. 9: 1.

Jagode pri otroškem okostju kažejo prvotni sestav (*t. 1*: 14,25,26), analizirane jagode so iz halofitskega stekla (A 128–131). Meritev z radioaktivnim ogljikom zogljenega lesa je kot najverjetnejši pokazala dataciji med letoma 772–899 (87,8 %) oziroma 809–887 (62,2 %).¹⁴⁸

Steklo iz nižinskih naselbin

Steklenih najdb iz nižinskih naselbin ni veliko, analizirano je bilo steklo s štirih najdišč. S Pržanja v Ljubljani (H 12) so iz halofitskega stekla mozaični jagodi različice MAP 0120 (A 12–22) in dvojno členasta jagoda s prevleko (A 24,25; *t. 1*: 27). Meritev radioaktivnega ogljika v oglju iz naselbinske jame, v kateri so našli eno od mozaičnih jagod, je pokazala 2 σ datacijo med letoma 535–678 (z verjetnostjo 81,1 %), ki je za dobrih sto let nižja od splošno sprejete datacije za mozaične jagode.¹⁴⁹ Z naselbine na blejski Pristavi (H 4) je bila analizirana kroglica iz natronskega stekla (A 46), ki je z odlomljenim nastavkom iz železne žice povsem podobna iglam s stekleno glavico z Gradišča nad Bašljem.

V zadnjih dveh desetletjih je pestro arheološko podobo pokazalo zgodnjesrednjeveško Pomurje. Poleg že omenjenih najdb z grobišča Na plesi v Murski Soboti (gl. poglavje *Jagode v grobovih z lončenino*) je bilo iz Pomurja analizirano še steklo z naselbinskih najdišč na Novi tabli pri Murski Soboti in Popavi pri Lipovcih (H 20). Steklo izvira iz naselbinskih objektov, z Nove table smo analizirali deset vzorcev, vsi so iz natronskega stekla (A 146–155). Verjetno pripadajo zgodnjemu naselitvenemu obdobju, kar se ujema z ugotovitvami primerjalnih študij o lončenini in številnih meritev z radioaktivnim ogljikom, ki so pokazale intenzivno poselitev od poznega 6. do poznega 8. st. in zaznale njen upad v 9. st.¹⁵⁰

Podobno lahko sklepamo za steklo iz naselbinskih jam na najdišču Popava I (H 20): z analizami PIXE-PIGE je bilo za štiri jagode ugotovljeno, da so iz natronskega stekla (A 156, 158–161), le dolga valjasta rumeno rjava jagoda je iz halofitskega stekla (A 157; *t. 1*: 9). Za jagodo ne poznamo primerjave, v jami je bilo le nekaj odlomkov lončenih posod (*sl. 17*: 4–7), okrašenih z valovnicami, vrezanimi z glavnikom, ena je imela tudi z vbodi

okrašeno ustje, kar je razmeroma pogost okras na zgodnjesrednjeveški lončenini.¹⁵¹ Po najdbah in meritvah z radioaktivnim ogljikom je naselje na Popavi datirano v čas od konca 6. do začetka 9. st. Jagoda iz halofitskega stekla bi bila torej iz zadnjega obdobja njegovega obstoja.

K analiziranemu steklu iz Popave dodajamo še jagodo iz žganega groba 9, enega od 11 žganih grobov, ki so jih odkrili na območju naselbine Popava 2. To žarno grobišče je datirano v čas od konca 7. do zgodnjega 9. st.¹⁵² Prozorna svetlo zelena jagoda (dol. 0,82 cm, pr. 0,5 cm) iz groba 3 je iz natronskega stekla. Spada v majhno zbirko steklenih najdb iz Pomurja, v kateri je v večini natronsko steklo, verjetno iz prvih stoletij poselitve obrobja Panonske nižine v zgodnjem srednjem veku.

Jagode z grobišč belobrdске kulture

Zadnji arheološki sklop, iz katerega je analizirano steklo, pripada belobrdski kulturi.¹⁵³ Obsega predvsem najdbe z grobišč v severovzhodni Sloveniji, med katerimi je največje na Ptujskem gradu (H 18). Eno od grobišč je tudi pri Središču ob Dravi (H 19), kjer so našli steklene jagode dveh ogrlic in več posamičnih jagod. Analizirane so bile štiri jagode (A 175–178), tri kroglaste oblike, z obrobljenimi luknjicami (*t. 1*: 18), so iz halofitskega stekla. Podobne jagode so v Središču našli v grobu 54,¹⁵⁴ še več pa na Ptujskem gradu (te jagode niso bile analizirane).¹⁵⁵ Ptujске jagode z drugimi najdbami iz grobov v okviru kronologije belobrdске kulture spadajo v drugo polovico 10. in prvo polovico 11. st.¹⁵⁶ Ta datacija tudi ustreza časovni opredelitvi teh jagod vzhodnega izvora v Skandinaviji in ob Baltiku.¹⁵⁷ Preučevanje stekla z belobrdskih najdišč v Sloveniji se je šele začelo, analize PIXE-PIGE lahko pokažejo nove oblike jagod iz halofitskega stekla, verjetno pa tudi postopno prevlado halofitskega nad natronskim steklom.

¹⁵¹ Šavel, Karo 2012, 30–31, 62, 67, sl. 42: G 1243.

¹⁵² Šavel, Knific 2013, 68, 69, št. 23 (PM, inv. št. 12477).

¹⁵³ O imenu *belobrdska (bijelobrdska) kultura*: Demo 2009, 552.

¹⁵⁴ Knific, Tomanič Jevremov 2005, 171, sl. 5: 14.

¹⁵⁵ Korošec 1999, 61–62 (ogrlice v grobovih 77, 181, 192, 222, 287).

¹⁵⁶ Giesler 1981, 131, Taf. 53.

¹⁵⁷ Callmer 1997, 200, Pl. 18A: 23.

¹⁴⁸ Klasinc 2008.

¹⁴⁹ Knific 2008, 36.

¹⁵⁰ Guštin, Tiefengraber 2002; Pavlovič 2012.

ZAKLJUČKI

Rezultate arheometričnih raziskav, ki jih obravnavamo v tem prispevku, je mogoče strniti v naslednje ugotovitve:

1. S preučevanjem stekla z zgodnesrednjeveških arheoloških najdišč v Sloveniji je bilo ugotovljeno, da je bilo to narejeno ali v rimski tradiciji, kot natronsko steklo, ali s pepelom slanoljubnih rastlin (halofitov), kar je značilnost stekla vzhodnega izvora, ki se je v drugi polovici 8. st. začelo širiti po Evropi.
 2. Fizikalne analize s kombinirano metodo PIXE-PIGE, ki smo jih v letih 2009–2016 opravili na 179 vzorcih s 25 najdišč v Sloveniji, so pokazale pri 85 vzorcih natronsko, pri 94 pa halofitsko steklo. Steklo z vsebnostjo MgO pod 1,6 % smo opredelili kot natronsko steklo, z večjim odstotkom MgO pa kot halofitsko steklo.
 3. Kot vzorci za analizo PIXE-PIGE so bile v veliki večini izbrane steklene jagode, le nekaj je okrasnih vložkov, kosov surovcev in odlomkov steklenih posod. Identificirali smo več tipov natronskega stekla (Levantine I in II, Egypt II, HIMT, Foy 2–4). Jagode iz natronskega stekla so večinoma narejene v tehniki ovijanja, steklo je prozorno in mehurčkasto.
 4. Iz halofitskega stekla so narejeni mozaične jagode z očesci ter členaste in enojno rezane jagode, prve v mozaični tehniki, členaste in enojne v tehniki vlečenja. Pri slednjih je plašč iz motnega in pramenastega stekla, pogosto s prevleko. Sestavi z mozaičnimi jagodami z očesci so datirani v Evropi v drugo polovico 8. in prvo polovico 9. st.
 5. Analizirane jagode izvirajo iz petih arheoloških sklopov: z višinskih najdišč, grobišč t. i. *karantanske kulturne skupine*, grobišč z lončenino, iz nižinskih naselbin in z grobišč *belobrdske kulture*.
 6. Iz sklopa najdb z višinskih najdišč predstavljamo steklo z Gradišča nad Bašljem, kjer so bili najdeni številni kosi orožja, konjeniške in konjske opreme, med njimi tudi pozlačeni predmeti, značilni za opravo pripadnikov elite v karolinškem obdobju. Na najdišču prevladuje natronsko steklo, iz katerega so tudi kosi surovcev, po katerih bi lahko sklepali na steklarsko dejavnost. Nekaj jagod je iz halofitskega stekla, kar je skladno z datacijo najdišča v čas od poznega 8. do prve polovice 10. st.
 7. Za analizirane steklene izdelke iz t. i. *karantanske kulturne skupine* je značilno natronsko steklo, na Gorenjskem so iz njega narejene jagode in okrasni dodatki na nakitu, predvsem pri žičnatih uhanih.
- Pojav takšnega nakita v grobovih skupaj z izdelki iz halofitskega stekla (tudi na istem predmetu) priča o sočasnosti obeh vrst stekla. Prisotnost halofitskega stekla je ključna za drugačno časovno opredelitev tistih grobnih celot (npr. s Pristave na Bledu), ki so bile datirane pred drugo polovico 8. st., oziroma za razjasnitev zgodnje datacije t. i. *karantanske kulturne skupine* (7. in 8. st.).
8. Ogrlice iz skeletnih grobov, v katere so umrlim pridali lončenino (ali kokoš), so večinoma iz enojnih in členastih jagod iz pramenastega halofitskega stekla. Grobišča, kjer je bil takšen pokop ustaljen (npr. v Turnišče pri Ptujju), so odkrili v vzhodni Sloveniji, posamezne grobove so našli tudi v osrednji Sloveniji. Datacija grobov se v glavnem delu (druga polovica 8. in prva polovica 9. st.) ujema z datacijo mozaičnih jagod in njihovih sestavov.
 9. Steklo iz nižinskih naselbin – s teh je četrti sklop najdb – je bilo analizirano s štirih najdišč. Edini mozaični jagodi z očesci so našli na območju naselbine na Pržanju v Ljubljani. Največ nižinskih naselbin so odkrili v severovzhodni Sloveniji, strnjeno predvsem v Pomurju. Analizirana je bila tudi jagoda z žarnega grobišča na Popavi. Steklo iz Pomurja je večinoma natronsko, najdena je bila le ena jagoda iz halofitskega stekla, kar se ujema s prevladujočimi zgodnjimi datacijami, ki so jih za naselbine pokazale meritve z radioaktivnim ogljikom (od poznega 6. do prve polovice 9. st.).
 10. Zadnji arheološki sklop pripada *belobrdski kulturi*, sestavljajo ga najdbe z grobišč v severovzhodni Sloveniji. Analiziranih je bilo nekaj jagod z grobišča pri Središču ob Dravi, tri jagode so iz halofitskega stekla. Veliko ogrlic s podobnimi jagodami so našli na grobišču na Ptujskem gradu. V kronološki shemi belobrdske kulture take jagode spadajo med najdbe iz druge polovice 10. in prve polovice 11. st. Nove analize PIXE-PIGE bi lahko odkrile še neznane vrste jagod iz halofitskega stekla in potrdile domnevo o postopni prevladi halofitskega nad natronskim steklom.
 11. Z analizami PIXE-PIGE nastaja ob jagodah iz mozaičnih sestavov tudi zbirka podatkov o jagodah, ki so drugačnih oblik, a so prav tako narejene iz halofitskega stekla. Veliko število jagod in njihova razširjenost razkrivata, da halofitsko steklo določa prepoznavno arheološko plast, ki ločuje in povezuje najdbe iz petih zgodnesrednjeveških sklopov. Najdbe v njih so lahko starejše od pojava jagod iz halofitskega stekla, lahko so sočasne z njihovo širitvijo ali pa mlajše od glavnega toka, ki je zajel Evropo, verjetno

v drugi polovici 8. in prvi polovici 9. st. Pojav halofitskega stekla je dejstvo, ki je pomembno za kronologijo arheološkega zgodnjega srednjega veka v Sloveniji.

Zahvala

Vsem, ki so nama pomagali pri nastanku članka, se iskreno zahvaljujemo. Njihov prispevek je velik: Samo Sankovič je omogočil analizo in predstavitev novih najdb iz Murske Sobote, Milan Sagadin je dovolil objavo izbranih najdb iz Smokučja, Peter Stadler je posredoval sliko ogrlice in podatke o najdbi z Roj pri Moravčah. Mojca Vomer Gokovič, Marija Lubšina Tušek, Maja Janežič, Branko Kerman, Borut Križ in Ivan Žižek so naju oskrbeli s predmeti za raziskavo z najdišč Ptujski grad, Turnišče, Ptuj, Dolsko, Nova tabla, Popava, Bela Cerkev in Camberk. Polona Bitenc je pomembno dopolnila katalog predmetov, Tomaž Lauko posnel večino fotografij, Dragica Knific Lunder in Ida Murgelj sta prispevali risbe predmetov, slednja je tudi grafično uredila slikovno gradivo.

KATALOG NAJDIŠČ

H: Mozaične jagode z očesci in druge jagode iz halofitskega stekla v Sloveniji (sl. 9):

H 1. Devica Marija na polju pri Bovcu

Analizirani vzorci: –.

Leta 1884 (ali že prej) so pri cerkvi Device Marije na polju pri Bovcu izkopali skeletni grob z ogrlico. Najdba je prišla v zasebno zbirko, kjer jo je leta 1887 videl arheolog J. Szombathy in o njej zapisal nekaj podatkov v popotni dnevnik (sl. 10).¹⁵⁸ Omenja 6 mm velike rumene in modre svitkaste jagode ter valjasto mozaično jagodo z očescem. Jagode so zdaj pogrešane, a po opisu in skici v dnevniku je bilo mogoče deloma rekonstruirati mozaično jagodo.¹⁵⁹ Po tipologiji MAP¹⁶⁰ ima jagoda značilno zaporedje barvnih prog modra-bela-rdeča-rumena-rdeča-bela-modra (vzorec 1), obliko in enojno razporeditev očesc med pasovoma barvnih prog (različica 71), za popolno opredelitev jagode pa manjka vzorec okrasnega očesca.

H 2. Tonovcov grad pri Kobaridu

Med arheološkim raziskovanjem poznoantične višinske naselbine na Tonovcem gradu so v letih 1993–2006 našli veliko stekla, predvsem črepinje posod in kosce okenskih

šip,¹⁶¹ steklenih jagod je bilo malo, jagode ogrlice, med katerimi so tudi jagode iz pramenastega stekla, so našli v grobu 3.¹⁶² Po analizi PIXE-PIGE je bila na Tonovcem gradu ugotovljena ena jagoda iz halofitskega stekla,¹⁶³ t. j. štiričlenasta modra jagoda iz zgodnjesrednjeveške plasti v stavbi 1.¹⁶⁴

H 3. Žale pri Srednji vasi v Bohinju

Analizirani vzorci: A 119–125.

Leta 1907 so na ledini Žale pri Srednji vasi v Bohinju izkopali 23 skeletnih grobov. Najdbe, med katerimi je predvsem nakit, so uvrščene v t.i. *karantansko* in *köttlaško kulturno skupino*.¹⁶⁵ V otroškem grobu 18 so ob okrasni zaponki in obsenčnih obročkih našli tudi steklene jagode ogrlice (t. 4: 6–9).¹⁶⁶ Analize (A 121–124) so pokazale, da je tudi temno modra tričlenasta jagoda iz halofitskega stekla (A 122; t. 4: 6/122; 5: 4/122).

H 4. Pristava na Bledu

Analizirani vzorci: A 46–74.

Med arheološkimi izkopavanji v letih 1948–1951 so odkrili na ledini Pristava pod blejskim gradom 233 skeletnih grobov iz zgodnjega srednjega veka. V grobovih s predmeti karantanske skupine so našli tudi steklene jagode,¹⁶⁷ po analizah (A 47–74) ob jagodah iz natronskega stekla tudi več jagod iz halofitskega stekla. Takšne so nekatere jagode ogrlic iz grobov 14 (A 52–54; t. 1: 24,29,31; 3: 1/52–54; 5: 1/52–54) in 143 (A 71–73; t. 1: 8,35,39; 4: 1/71–73; 5: 2/71–73), v grobu 65 pa je bila temno modra dvočlenasta jagoda, natakknjena na obsenčni obroček (A 63; t. 3: 25). Iz halofitskega stekla je tudi jagoda obeska na uhanu iz groba 14 (A 48; sl. 15: 5; t. 3: 6). V bližini grobišča so odkrili tudi ostanke zgodnjesrednjeveške naselbine, med najdbami z območja naselbine je tudi kroglica (pr. 0,8 cm) iz prozornega modrikastega natronskega stekla (A 46), v kateri je železen žičnat nastavek, morda del igle.¹⁶⁸

H 5. Brdo na Bledu

Analizirani vzorci: A 75–87.

Na ledini Brdo vzhodno od vasi Grad so leta 1894 prekopali pri zemeljskih delih 100 do 150 skeletnih grobov. Najdbe karantanske skupine so ohranjene le delno in brez podrobnejših najdiščnih podatkov. Na vrhu naravne gomile, kjer so bile najdbe pogostejše, so našli tudi glinena lonca (sl. 17: 8; t. 4: 20; drugi lonec je pogrešan), na južnem

¹⁶¹ Milavec 2011b in 2015.

¹⁶² Milavec 2011a, 71–73, sl. 2.13.

¹⁶³ Šmit et al. 2013, 54, Table 1 (št. 22304).

¹⁶⁴ Milavec 2011a, 34, sl. 2.3: 7, t. 4: 10.

¹⁶⁵ Obe poimenovanji, ki ju je predlagala P. Korošec (1979), uporabljava le kot oznaki za prepoznavna sklopa najdb med zgodnjesrednjeveškim arheološkim gradivom z območja Vzhodnih Alp. V nadaljevanju krajše: karantanska skupina in ketlaška skupina.

¹⁶⁶ Šmid 1908, 21, 25, Taf. 2: 29; Korošec 1979, 76/I, 17/II, t. 15: 3c,d.

¹⁶⁷ Kastelic, Škerlj 1950, 35–36, sl. 17; Korošec 1979, 65/I,72/I,13/II,15/II; t. 8: 5,11; 14: 2b–g; 154: 5.

¹⁶⁸ Belak, Pleterski, Knific 2008, 180, t. 29: 20 (domnevno zaključek uhana z veržicami).

¹⁵⁸ Rokopisni zvezek 89, str. 62. Izvirnik hrani arhiv Naravoslovnega muzeja na Dunaju pod naslovom: *Tagebücher, Büchlein 89, Paethnologische Excursionen 1884–1887*. Kopija dnevnika je v arhivu Inštituta za arheologijo ZRC SAZU.

¹⁵⁹ Svoljšak 2002, 268, 274, 277, sl. 2 in 4 (barvna rekonstrukcija mozaične jagode). Predlagana opredelitev mozaične jagode za tipsko različico MAP 1271 je negotova, ker vzorec očesca ni znan. Dolžina jagode je bila po skici v dnevniku približno 2,5 cm, premer pa 1 cm.

¹⁶⁰ Andrae 1973, 110–117, Taf. 1–5.

obrobju pa vsaj v dveh grobovih steklene jagode,¹⁶⁹ ki so zdaj nanizane skupaj (t. 5: 5). Po analizah (A 79–87) je ob jagodah iz natronskega stekla v nizu tudi nekaj jagod iz halofitskega stekla (t. 5: 5/81,82,85–87), med njimi mozaična valjasta jagoda (MAP 0062) z značilnim progastim vzorcem (t. 1: 7). Iz halofitskega stekla je tudi ena od treh okrasnih jagod na žičnatem uhanu (A 78; sl. 15: 7/78).

H 6. Zasip

Analizirani vzorci: A 89–91.

Na ledini Žale so v letih 1985–1987 raziskali grobišče s 55 skeletnimi grobovi. Drobne najdbe so bile v 20 grobovih, predvsem nakit, ki spada v karantansko in ketlaško skupino, in nekaj uporabnih predmetov, med njimi keramičen lonec. V grobu 15 so našli steklene jagode ogrlice,¹⁷⁰ med katerimi je bila po analizi (A 89) tudi zlato rumena tričlenasta jagoda iz halofitskega stekla (t. 1: 33).

H 7. Smokuč

Analizirani vzorci: A 99–118.

Sredi vasi so po letu 1934 večkrat našli skeletne grobove, ki so bili, kot so pokazale arheološke raziskave v letih 2003 in 2004, del velikega grobišča. Takrat so odkrili še 76 grobov, od katerih jih bilo nekaj iz poznorimskega obdobja, večina pa iz zgodnjega srednjega veka.¹⁷¹ Najdbe iz zgodnjersrednjeveških grobov, predvsem nakit, so značilne za karantansko in ketlaško skupino. Izkopali so tudi grob s pridanim keramičnim loncem, in sicer na delu grobišča, od koder sta bila takšna grobova znana že od prej.¹⁷² V dveh grobovih sta bili ogrlici iz steklenih jagod: v grobu 2 skupaj z nakitom karantanske skupine (sl. 16; t. 4: 3), v grobu 60 pa so ob ogrlici (t. 5: 3) našli tudi kokošje kosti.¹⁷³ Po analizah so izbrane jagode z obeh ogrlic iz natronskega (grob 2: A 103,104,106; grob 60: A 112–114) in halofitskega stekla (grob 2: A 99–102,105, t. 1: 13,22; grob 60: A 110,111,115–118; t. 1: 11,41). V grobu 51 z nakitom karantanske skupine je bila jagoda iz halofitskega stekla, nataktnjena na obsenčenem obročku (A 110; sl. 15: 9). Vzorci jagod iz poznoantičnega groba 8 so iz natronskega stekla (A 107–109).

H 8. Predtrg pri Radovljici

Analizirani vzorci: A 92–98.

Leta 1906 so na Sandrovi polici v Predtrgu pri Radovljici izkopal osem skeletnih grobov. Pridatki so bili v dveh grobovih, v enem železen nož in keramičen lonec, v drugem (grob 6) železen nož in steklene jagode ogrlice (t. 6: 1).¹⁷⁴ Po analizah je večina izbranih jagod iz halofitskega stekla (t. 6: 1/92,94–98), tudi mozaična jagoda z očesci tipa MAP 1272 (A 94; t. 1: 5).¹⁷⁵ Med analiziranimi primerki je iz natronskega stekla le zelena cevka jagoda (A 93; t. 6: 1/93).

H 9. Gradišče nad Bašljem

Analizirani vzorci: A 41–45.

Manjša arheološka izkopavanja so na Gradišču potekala v letih 1939, 1998 in 2015. Odkrite so bile razvaline poznoantične naselbine (5. in 6. st.), nad njimi pa črna plast, močno pomešana z drobcami oglja, v kateri so bile številne zgodnjersrednjeveške najdbe, datirane od poznega 8. st. do prve polovice 10. st. Leta 1998 so našli v tej plasti veliko kovinskih predmetov (t. 2: 7–19), predvsem za karolinško obdobje značilne dele konjeniške oprave,¹⁷⁶ številne odlomke lončenine (sl. 17: 1–3; t. 2: 20–22) ter več steklenih izdelkov (t. 2: 1–6) in kosov neobdelanega stekla (sl. 12: 7–9). Analize opravljene leta 2004¹⁷⁷ in nekaj leta 2010 (A 41–45) so pokazale, da prevladuje natronsko steklo (sl. 12), štiri jagode pa so bile narejene iz halofitskega stekla (sl. 13; t. 1: 15).

H 10. Lajh v Kranju

Analizirani vzorci: A 26–38.

V letih 1898–1905 in 2003–2010 so na ledini Lajh pod Kranjem odkrili 720 skeletnih grobov iz obdobja od poznega 5. do zgodnjega 7. st. Posebnost med njimi je grob 57, ki ga je po jagodah iz halofitskega stekla (t. 1: 6,17,19,21; 6: 2/26–29,32,33) mogoče datirati v pozno 8. st. ali prvo polovico 9. st. V grobu je bila tudi okrogla noga steklenega kozarca.¹⁷⁸ Najdišče niza jagod (A 29–33; t. 6: 2) ni povsem zanesljivo, saj o njih v poročilu o izkopavanju grobišča ni podrobnih podatkov¹⁷⁹ in do leta 1970 niso bile vpisane v inventarno knjigo ali fotografirane v sklopu najdb iz Lajha. V zvezi s tem najdiščem se omenjajo leta 1973 v študiji o mozaičnih jagodah z očesci,¹⁸⁰ z risbo so bile objavljene leta 1980.¹⁸¹

H 11. Ljubljana

Analizirani vzorci: A 1–6.

Na območju rimske Emone so našli med izkopavanji, ki jih je v letih 1909–1912 vodil W. Šmid, dve jagodi, mozaično z očescem tipske različice MAP 0120 in členasto (t. 1: 3,40),¹⁸² za kateri so analize PIXE-PIGE pokazale, da sta iz halofitskega stekla.

H 12. Pržanj v Ljubljani

Analizirani vzorci: A 11–25.

Na Pržanju so leta 2004 raziskali ostanke zgodnjersrednjeveške naselbine iz časa med 8. in 10. st., v katerih so odkrili sledove železarske dejavnosti. V zasutju naselbinskih jam so našli veliko odlomkov lončenine, tudi precej črepinj različnih steklenih posod, ki so bile kar v 13 jamah,¹⁸³ in nekaj steklenih jagod. Analize so za dva vzorca pokazale natronsko steklo (A 11,23), za mozaični

¹⁶⁹ Müllner 1894, 14; Šmid 1908, 32, Taf. 2: 30; Korošec 1979, 11/I, 61/II, t. 2: 14,15.

¹⁷⁰ Knific, Pleterski 1993, 244–245, sl. 17, t. 4: 15/4–63 (tričlenasta jagoda iz halofitskega stekla je narisana na t. 4: 15/35).

¹⁷¹ Sagadin, Svoljšak 2000–2004.

¹⁷² Knific 2002, 118–119; Knific, Nabergoj 2016, 71, sl. 83.

¹⁷³ Knific, Nabergoj 2016, 71, sl. 83 (NMS, inv. št. S 5609).

¹⁷⁴ Pleterski 1990.

¹⁷⁵ Andrae 1973, 174, št. 116.

¹⁷⁶ Karo 2012a; Karo, Knific 2015a.

¹⁷⁷ Šmit et al. 2009a, 122, Fig. 2.

¹⁷⁸ Stare 1980, 55, t. 26: 1.

¹⁷⁹ Šmid 1907, 63, Taf. 2.

¹⁸⁰ Andrae 1973, 171, št. 77.

¹⁸¹ Stare 1980, 55, t. 26: 2.

¹⁸² Knific 2008, 36, sl. 3: 1,4 (pod členasto jagodo je na sliki po pomoti napisana št. 2).

¹⁸³ Hrovatin, Turk 2008, 147–149.

jagodi tipske različice MAP 0120¹⁸⁴ (A 12–22) in dvojno členasto jagodo (A 24,25; t. 1: 27) pa halofitsko steklo.

H 13. Dolsko pri Ljubljani

Analizirani vzorci: A 128–131.

Leta 2008 so na ledini Spodnje Škovce pri Dolskem odkrili zgodnjesrednjeveški grob, v katerem sta bila pokopana odrasla oseba in otrok.¹⁸⁵ V grob so položili za glavi pokojnih večji lonec, k nogam odraslega pa lonček. Ob ostankih otroške lobanje je ležalo 43 steklenih jagod, večina svitkastih, svetlomodrih in temno modrih (t. 1: 14) ter dve dvojni členasti jagodi (t. 1: 25,26). Analizirane jagode so iz halofitskega stekla.

H 14. Roje pri Moravčah

Analizirani vzorci: –.

Na grebenu Roje med Moravčami in Gabrovko so v letih 1878, 1902, 1907, 1970 in 1999 odkrili veliko zgodnjesrednjeveških grobov. V nekaterih so našli nakit, ki spada v ketlaško skupino, v drugih na počasnem vretenu narejene keramične lonce.¹⁸⁶ Leta 1902 je več grobov izkopal J. Szombathy,¹⁸⁷ v enem so našli steklene jagode (sl. 11). V nizu, ki ga hranijo v Naravoslovnemu muzeju na Dunaju, je tudi mozaična jagoda tipske različice MAP 0450 (t. 1: 4).¹⁸⁸

H 15. Bela Cerkev pri Šmarjeti

Analizirani vzorci: A 7–10.

Med arheološkimi izkopavanji na avtocestni trasi pod vasjo Bela Cerkev so leta 2002 odkrili ostanke naselbine iz starejše železne dobe in mozaično jagodo z očesci tipa MAP 0121 (t. 1: 2) kot posamično najdbo.¹⁸⁹

H 16. Ančnikovo gradišče pri Jurišni vasi

Analizirani vzorci: –.

Z arheološkimi raziskavami v letih 1986–2002 so na najdišču odkrili ostanke poznorimske utrjene višinske naselbine (druga polovica 4. in prva polovica 5. st.)¹⁹⁰ in sledi zgodnjesrednjeveške poselitve (druga polovica 8. in 9. st.).¹⁹¹ O tej poselitvi pričajo maloštevilni odlomki lončenine in mozaična jagoda tipa MAP 0473 (t. 1: 1).

H 17. Turnišče pri Ptujju

Analizirani vzorci: A 135–140.

V bližini graščine Turnišče so v letih 1949, 1950, 1954 in 1970 odkrili 27 zgodnjesrednjeveških skeletnih grobov. V dvanajstih so našli keramične lonce, v sedmih okostja ptic, ob uhanih, nožih, kresilih in drugih drobnih najdbah pa v šestih grobovih (9, 10, 14, 16, 22, 28) tudi steklene jagode.¹⁹² Analizirane so bile po tri jagode z ogrlic iz grobov 10 in 14

(t. 1: 36; 6: 3,4); vse so iz halofitskega stekla. V obeh grobovih je bil lonec, v grobu 14 tudi par delno ohranjenih uhanov.¹⁹³ Lonec iz groba 10 je bil narejen na počasnem vretenu (sl. 17: 9), lonec iz groba 14 pa prostoročno (sl. 17: 10).

H 18. Ptujski grad na Ptujju

Analizirani vzorci: A 141–144.

Na veliki nekropoli na Ptujskem gradu z okoli 400 zgodnjesrednjeveškimi grobovi so našli steklene jagode v 21 grobovih, pogosto v velikem številu, drobne, brezbarvne, skoraj vedno skupaj z najdbami *belobrdске kulture* (npr. v grobovih 77, 175, 181, 192, 193, 208, 287, 395).¹⁹⁴ Drugačne so jagode iz groba 367 (t. 6: 5), ki ga je P. Korošec na podlagi para srebrnih uhanov uvrstila v starejšo, velikomoravsko fazo ptujskega grobišča.¹⁹⁵ Za izbrane jagode iz groba 367 je analiza PIXE-PIGE pokazala, da so narejene iz halofitskega stekla.

H 19. Središče ob Dravi

Analizirani vzorci: A 175–179.

Na ledini Cirkevca pri Središču ob Dravi so v letih 1907, 1908 ter 1993, 1994 in 1996 potekala arheološka izkopavanja, med katerimi so našli 21 skeletnih grobov z najdbami, ki sodijo v *belobrdsko kulturo*. V njih je bilo malo steklenih jagod, največ v grobu 54,¹⁹⁶ nekaj podobnih pa tudi v grobu 71 (t. 1: 18), za katere je analiza pokazala, da so iz halofitskega stekla (A 175–178).

H 20. Popava pri Lipovcih

Analizirani vzorci: A 156–160.

Leta 2006 so na najdišču Popava 1 odkrili naselbinske ostanke iz zgodnjega srednjega veka, med njimi tudi jame enoprostornih stanovanjskih objektov. V zasutju jam je bilo predvsem veliko odlomkov lončenine, našli pa so tudi pet steklenih jagod, in sicer v objektih 2, 3 in 29.¹⁹⁷ Analize so pokazale, da so štiri jagode iz natronskega stekla (A 156, 158–160), ena, iz objekta 29, pa iz halofitskega stekla (A 157; t. 1: 9). V jami objekta 29 je bilo tudi več odlomkov lončenih posod (sl. 17: 4–7).¹⁹⁸

H 21. Na plesi v Murski Soboti

Analizirani vzorci: A 162–174.

V letih 2013 in 2014 so na najdišču Na plesi v Murski Soboti raziskali del zgodnjesrednjeveškega grobišča. Odkrili so 24 skeletnih grobov, iz obdobja od konca 8. do 10. st., v katerih je bilo tudi več ogrlic iz steklenih jagod.¹⁹⁹ Analiziranih je bilo 13 jagod iz grobov 2, 4, 14 in 15, in razen ene iz natronskega stekla (A 164), so bile druge narejene iz halofitskega stekla (t. 1: 10,12,28,32,34,38). V grobovih so našli tudi lončenino.

grobov začne s številko 8, ker so sedem grobov prekopali že pred arheološkimi izkopavanji.

¹⁹³ Korošec, Korošec 1953, 203, risba 9: 1,2; 10; sl. 25.

¹⁹⁴ Korošec 1999, 60–62.

¹⁹⁵ Ib., 50–51, t. 37: 11–13.

¹⁹⁶ Knific, Tomanič Jevremov 2005, 171, sl. 5: 14.

¹⁹⁷ Šavel, Karo 2012, 350–355, 432–433, št. 941, 947, 958–959, 1242.

¹⁹⁸ Ib., 432–433, št. 1243, 1245–1247.

¹⁹⁹ Sankovič 2016 (predavanje v Kranju, 29. 9. 2016).

¹⁸⁴ Knific 2008, 35–36, št. 1,2.

¹⁸⁵ Klasinc 2008; Žorž 2012, 286–288.

¹⁸⁶ Knific 2002, 121.

¹⁸⁷ Szombathy 1911, [20].

¹⁸⁸ Andrae 1973, 175, št. 120 (jagoda je opredeljena kot različica MAP 0410).

¹⁸⁹ Križ 2003, 94 (slika); Knific 2008, 36.

¹⁹⁰ Ciglencečki 2008, 488, 494.

¹⁹¹ Strmčnik Gulič, Ciglencečki 2003, 23–24, 34.

¹⁹² Korošec, Korošec 1953; Jevremov 1975; Bitenc, Knific 2001, 85–87, kat. 275–277. – V prvi objavi se opis

KATALOG PREDMETOV

DMNM = Dolenjski muzej Novo mesto
 NHMW = Naturhistorisches Museum Wien
 NMS = Narodni muzej Slovenije
 PM = Pomurski muzej Murska Sobota
 PM P-O = Pokrajinski muzej Ptuj-Ormož
 ZVKDS, Center za preventivno arheologijo = ZVKDS, CPA

Tabla 1

Mozaične jagode z očesci, enojne in členaste jagode iz halofitskega stekla z najdišč v Sloveniji (izbor značilnih jagod)

1. Ančnikovo gradišče pri Jurišni vasi

Valjasta mozaična jagoda z raznobarvnimi progami ob straneh in dvema vrstama enakih očesc na osrednjem polju.²⁰⁰ Proge si sledijo v zaporedju modra, bela, rdeča, rumena, rdeča, bela, modra. Očesca imajo radialno zeleno-rumeno obrobje, rumen kolobar obdaja rdeč notranji krog z belim križem, na sečišču krakov je moder pravokotnik. Po značilnih vzorcih okrasnih prog (1), očesc (04) in njihovi razporeditvi (73)²⁰¹ je jagoda opredeljena kot tipska različica MAP 0473.²⁰² Jagoda ni bila analizirana z metodo PIXE-PIGE. Dol. 2,0 cm, pr. 0,9 cm. Hrani jo Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, OE Maribor.

2. Bela Cerkev pri Šmarjeti

Mozaična jagoda v obliki olive s šestimi enakimi očesci, ki zapolnjujejo vso površino. Očesca imajo radialno zeleno-rumeno obrobje, v sredini modro piko v belem krogu, ki je obdan z rdečim in rumenim kolobarjem. Široka obrobja očesc dajejo jagodi prevladujočo zeleno barvo. Spada med jagode tipske različice MAP 0121.²⁰³ Analiza vzorcev po metodi PIXE-PIGE (A 7–10). Dol. 1,52 cm, pr. 0,93 cm. DMNM, inv. št. A 3170.

3. Ljubljana

Mozaična jagoda podolgovato ovalne oblike z dvema očescema: eno je razpotegnjeno, drugo stisnjeno v barvne črte. V sredini očesca je modra pika, obdana z belim, rdečim in rumenim kolobarjem. Široko obrobje očesc s temnimi prečnimi črtami daje jagodi prevladujočo zeleno barvo. Spada med jagode tipske različice MAP 0120.²⁰⁴ Analiza PIXE-PIGE (A 2–6). Najdena na območju rimske Emone, shranjena skupaj s petčlenasto jagodo (*t. 1*: 40). Dol. 1,4 cm, pr. 0,42 cm. NMS, inv. št. R 10051.

4. Roje pri Moravčah

Mozaična jagoda tipske različice MAP 0450.²⁰⁵ Jagoda ni bila analizirana z metodo PIXE-PIGE. Jagoda z ogrlice

iz groba 11.²⁰⁶ Dol. 0,65 cm, viš. 0,65 cm, deb. 0,25 cm. Naturhistorisches Museum Wien, inv. št. 54830.

5. Predtrg pri Radovljici

Valjasta mozaična jagoda z raznobarvnimi progami ob straneh in v sredini. Pasova med progama sta zapolnjena z očesci. Proge si sledijo v zaporedju modra, bela, rdeča, rumena, rdeča, bela, modra. Očesca imajo rumen notranji krog, obdan z rdečim in belimi kolobarjem, iz katerega izhajajoče črtice radialno delijo modro obrobje. Po značilnih vzorcih okrasnih prog (1), očesc (12) in njihovi razporeditvi (72) je jagoda opredeljena kot tipska različica MAP 1272.²⁰⁷ Površina z modrim steklom je močno načeta, jagoda je razpadla na dvoje. Analiza PIXE-PIGE (A 94). Jagoda z ogrlice iz groba 6 (*t. 6*: 1/94).²⁰⁸ Dol. 2,2 cm, pr. 0,8 cm. NMS, inv. št. 2037.

6. Lajh v Kranju

Valjasta mozaična jagoda z raznobarvnimi progami ob straneh in v sredini. Pasova med progama sta zapolnjena z očesci. Delno ohranjene proge (predvsem rdeče, rumene in bele le kot komaj vidne sledi) si sledijo v zaporedju modra, bela, rdeča, rumena, rdeča, bela, modra. Očesca imajo modro obrobje in zelen notranji krog z belim križem in rdečim pravokotnikom na sečišču krakov; notranji krog obdajajo rumen, rdeč in bel kolobar. Po značilnih vzorcih okrasnih prog (1), očesc (07) in njihovi razporeditvi (72) je jagoda opredeljena kot tipska različica MAP 0772.²⁰⁹ Analiza PIXE-PIGE (A 32). Jagoda v nizu iz groba 57 (*t. 6*: 2/32). Dol. 2,2 cm, pr. 0,75 cm. NMS, inv. št. S 854.

7. Brdo na Bledu

Valjasta mozaična jagoda s progastim vzorcem, od modre na robu prek bele in rdeče do rumene v sredini, tipska različica MAP 0062 (*t. 5*: 5/82). Analiza PIXE-PIGE (A 82). Narejena je v mozaični tehniki. Dol. 0,8 cm, pr. 0,65 cm. NMS, inv. št. S 2151.

8. Pristava na Bledu

Jagoda mandljaste oblike iz svetlomodrega prosojnega mehurčkastega stekla (*t. 4*: 1/73; 5: 2/73). Analiza PIXE-PIGE (A 73). Dol. 1,5 cm, viš. 1,0 cm, deb. 0,5 cm. Narejena je v tehniki ovijanja. Jagoda z ogrlice iz groba 143. NMS, inv. št. S 275.

9. Popava pri Lipovcih

Dolga valjasta jagoda iz rumeno rjavega pozornega stekla. Plašč jagode je tanek. Analiza PIXE-PIGE (A 157). Dol. 2,9 cm, pr. 0,5 cm, deb. plašča 0,05 cm. Narejena v tehniki pihanja in vlečenja. Iz stanovanjskega objekta 29 (SE 260).²¹⁰ PM, inv. št. AI 11783.

10. Na plesi v Murski Soboti

Jajčasta jagoda iz prosojnega brezbarvnega stekla. Plašč jagode je tanek. Nekoliko poškodovana, z velikima ovalnima luknjicama pri straneh. Dol. 1,35 cm, pr. 0,97 cm, deb. plašča 0,1 cm, širina ovalnih luknjic do 0,4 cm. Narejena

²⁰⁰ Prva objava: Strmčnik Gulič, Ciglenceki 2003, 25, sl. 29 (desno).

²⁰¹ MAP = tipološka opredelitev mozaičnih jagod z očesci po Andrae 1973, 110–117, Taf. 1–5.

²⁰² Knific 2008, 36, sl. 3: 2 (na sliki je pod jagodo pomotoma zapisana številka 4).

²⁰³ Knific 2008, 36, sl. 3: 3

²⁰⁴ Knific 2008, 36, sl. 3: 1.

²⁰⁵ Andrae 1973, 175, št. 120 (navedena inv. št. ogrlice je napačna). Mozaična jagoda je pripisana različici MAP 0410, vendar jagoda ni kroglasta, ampak je ploščata.

²⁰⁶ Izkopavanje J. Szombathyja 12. avgusta 1902. Po podatkih P. Stadlerja (Naturhistorisches Museum Wien).

²⁰⁷ Andrae 1973, 174, št. 116.

²⁰⁸ Pleterski 1990, 486, sl. 8, 9 (št. 41).

²⁰⁹ Andrae 1973, 171, št. 77 (jagoda je pomotoma označena kot različica MAP 0762); v seznamu (ib., 180, Liste 8) je uvrščena med jagode različice MAP 0772.

²¹⁰ Šavel, Karo 2012, 432–433, št. 1242.

v tehniki pihanja in vlečenja. Analiza PIXE-PIGE (A 168). Grob 4. PM, ter. št. PN 68.

11. Smokuč

Svitkasta svetlo zelena jagoda iz pramenastega stekla (t. 5: 3/117). Analiza PIXE-PIGE (A 117). Jagoda z ogrlice iz groba 60. Deb. 0,4 cm, pr. 7,5 cm. NMS, inv. št. S 5069.

12. Na plesi v Murski Soboti

Svitkasta jagoda iz travnato zelenega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 174). Deb. 0,38 cm, pr. 0,75 cm. Grob 15, PM, ter. št. PN 181.

13. Smokuč

Kolobarjasta zelena jagoda iz pramenastega stekla; na eni strani je poševno odrezana, na drugi zaobljena (sl. 16: 3/101; t. 4: 3/101). Analiza PIXE-PIGE (A 101). Deb. 0,56 cm, pr. 0,75 cm. Jagoda z ogrlice iz groba 2. NMS, inv. št. S 5625/4.

14. Dolsko pri Ljubljani

Svitkasta jagoda iz modro zelenega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 129). Jagoda iz dvojnega groba 3, najdena pri lobanji otroka. Deb. 0,25 cm, pr. 0,41 cm. ZVKDS, CPA, Ptuj, ter. št. PN 21.

15. Gradišče nad Bašljem

Svitkasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla (sl. 13: 1). Jagoda je bila analizirana leta 2004. Sonda 1, plast 2. Deb. 0,25 cm, pr. 0,68 cm. NMS, inv. št. 2872.

16. Predtrg pri Radovljici

Svitkasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 98). Jagoda z ogrlice iz groba 6 (t. 6: 1/98). Deb. 0,5 cm, pr. 0,9 cm. NMS, inv. št. 2037.

17. Lajh v Kranju

Kolobarjasta jagoda iz rumenega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 28). Jagoda v nizu iz groba 57 (t. 6: 2/28). Deb. 0,5 cm, pr. 0,8 cm. NMS, inv. št. S 854.

18. Središče ob Dravi

Kroglasta jagoda iz srebrno belega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 177). Odrezana od členasto oblikovane palčke. Na obeh straneh ostanka sedlastega dela med členi. Grob 71. Deb. 0,7 cm, pr. 0,75 cm. PM P-O, ter. št. 93/471A.

19. Lajh v Kranju

Dvojna členasta jagoda iz zelenega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 33). Jagoda v nizu iz groba 57 (t. 6: 2/33). Dol. 0,85 cm, pr. 0,6 cm. NMS, inv. št. S 854.

20. Pristava na Bledu

Dvojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla (A 63; t. 3: 25/63). Jagoda je bila nataknjena na obsenčni obroček (delno ohranjen) iz groba 65. Dol. 0,85 cm, pr. 0,7 cm. NMS, inv. št. S 144.

21. Lajh v Kranju

Dvojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 27). Jagoda iz groba 57 (t. 6: 2/27). Dol. 0,9 cm, pr. 0,7 cm. NMS, inv. št. S 854.

22. Smokuč

Dvojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla; na obeh koncih ravno odrezana (A 102; sl. 16: 4/102; t. 4: 3/102). Jagoda z ogrlice iz groba 2. Dol. 0,9 cm, pr. 0,75 cm. NMS, inv. št. S 5625/14,15.

23. Predtrg pri Radovljici

Dvojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 97). Jagoda z ogrlice iz groba 6 (t. 6: 1/97). Dol. 1,1 cm, pr. 0,8 cm. NMS, inv. št. 2037.

24. Pristava na Bledu

Dvojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla (t. 3: 1/52; 5: 1/52). Analiza PIXE-PIGE (A 52). Jagoda z ogrlice iz groba 14. Dol. 1,4 cm, pr. 0,7 cm. NMS, inv. št. S 45.

25. Dolsko pri Ljubljani

Dvojna členasta jagoda iz pramenastega stekla srebrnkasto bele barve. Analiza PIXE-PIGE (A 128). Jagoda iz dvojnega groba 3, najdena pri lobanji otroka.²¹¹ Dol. 0,65 cm, pr. 0,45 cm. ZVKDS, CPA, Ptuj, ter. št. PN 21.

26. Dolsko pri Ljubljani

Dvojna členasta jagoda iz pramenastega stekla zlate barve. Analiza PIXE-PIGE (A 130). Jagoda iz dvojnega groba 3, najdena pri lobanji otroka.²¹² Dol. 0,72 cm, pr. 0,55 cm. ZVKDS, CPA, Ptuj, ter. št. PN 563.

27. Pržanj v Ljubljani

Polovica dvojne členaste jagode, narejene iz dveh slojev stekla, notranji je iz belega pramenastega, zunanji iz zlato rumenega mehurčkastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 24). Dol. 1,1 cm, viš. 0,65 cm. Jama 3 (PN 279). NMS, inv. št. S 7180.

28. Na plesi v Murski Soboti

Tričlenasta jagoda iz turkiznega stekla na površini (plašč) in bele cevke v sredini. Členi jagode so svitkaste oblike. Analiza PIXE-PIGE (A 169). Dol. 1,43 cm, pr. 0,74 cm, pr. cevke 0,4 cm, deb. cevke 0,2 cm. Grob 4. PM, ter. št. PN 76.

29. Pristava na Bledu

Trojna členasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla (t. 3: 1/54; 5: 1/54). Analiza PIXE-PIGE (A 54). Jagoda z ogrlice iz groba 14. Dol. 1,16 cm, pr. 0,6 cm. NMS, inv. št. S 45.

30. Predtrg pri Radovljici

Tričlenasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 96). Jagoda z ogrlice iz groba 6 (t. 6: 1/96). Dol. 1,3 cm, pr. 0,8 cm. NMS, inv. št. 2037.

31. Pristava na Bledu

Trojna členasta jagoda iz rumenega pramenastega stekla (t. 3: 1/53; 5: 1/53). Analiza PIXE-PIGE (A 53). Jagoda z ogrlice iz groba 14. Dol. 1,25 cm, pr. 0,63 cm. NMS, inv. št. S 45.

32. Na plesi v Murski Soboti

Tričlenasta jagoda iz prozornega brezbarvnega stekla. Členi jagode so svitkaste oblike. Na eni strani je nastavek za luknjico trombasto oblikovan. Analiza PIXE-PIGE (A 167). Dol. 1,16 cm, pr. 0,5 cm. Grob 4, PM, ter. št. PN 67.

33. Zasip

Tričlenasta jagoda iz zlato rumenega stekla, narejena iz dveh slojev stekla, notranji je iz belega pramenastega, zunanji iz zlato rumenega mehurčkastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 89). Dol. 1,4 cm, pr. 0,72 cm. Jagoda z ogrlice iz groba 15. NMS, inv. št. 2384.

34. Na plesi v Murski Soboti

Tričlenasta jagoda iz rumenkastega stekla na površini (plašč) in bele cevke v sredini. Členi jagode so svitkaste oblike. Okrogel prerez je rahlo deformiran, tako da je nekoliko ovalen (deformacija je nastala med ohlajanjem stekla). Analiza PIXE-PIGE (A 173). Dol. 1,63 cm, pr.

²¹¹ Klasinc 2008, 153, sl. 3 (druga z leve).

²¹² Klasinc 2008, 153, sl. 3 (prva z leve).

0,89 cm, pr. cevke 0,65 cm, deb. cevke 0,25 cm. Grob 15. PM, ter. št. PN 175.

35. *Pristava na Bledu*

Štiričlenasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla (*t. 4: 1/71; 5: 2/71*). Analiza PIXE-PIGE (A 71). Členi so kolobarjaste oblike. Dol. 1,7 cm, pr. 0,6 cm. Jagoda z ogrlice iz groba 143. NMS, inv. št. S 275.

36. *Turnišče pri Ptuj*

Štiričlenasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 135). Jagoda ogrlice iz groba 10 (*t. 6: 3/135*). Dol. 2,3 cm, pr. 0,8 cm.

37. *Predtrg pri Radovljici*

Štiričlenasta jagoda iz temno modrega pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE (A 95). Jagoda z ogrlice iz groba 6 (*t. 6: 1/95*). Dol. 2,2 cm, pr. 0,8 cm. NMS, inv. št. 2037.

38. *Na plesi v Murski Soboti*

Štiričlenasta jagoda iz temno modrega stekla. Členi jagode so svitkaste oblike. Skoraj okrogel prerez je ohranjen le pri začetnem členu na eni strani, pri drugih je prerez ovalen (deformacija je nastala med ohlajanjem stekla). Analiza PIXE-PIGE (A 172). Dol. 1,86 cm, pr. 1,1 cm (šir. ovalnih členov 1,16 cm). Grob 15. PM, ter. št. PN 174.

39. *Pristava na Bledu*

Štiričlenasta jagoda iz zlato rumenega stekla (*t. 4: 1/72; 5: 2/72*). Analiza PIXE-PIGE (A 72). Narejena iz dveh slojev, notranji je iz sivkastega pramenastega stekla, zunanji iz prozornega stekla. Dol. 1,74 cm, pr. 0,8 cm. Jagoda z ogrlice iz groba 143. NMS, inv. št. S 275.

40. *Ljubljana*

Temno modra petčlenasta jagoda. Najdena na območju rimske Emone, shranjena skupaj s mozaično jagodo (*t. 1: 3*).²¹³ Analiza PIXE-PIGE (A 1). Dol. 2,33 cm, pr. 0,9 cm. NMS, inv. št. R 10051.

41. *Smokuč*

Petčlenasta srebrna jagoda (*t. 5: 3/116*). Analiza PIXE-PIGE (A 116). Jagoda z ogrlice iz groba 60. Dol. 2,5 cm, pr. 0,75 cm. NMS, inv. št. S 5609.

Tabla 2

Gradišče nad Bašljem

Sonda 1, plast 2

1. Sodčasta jagoda iz črnega stekla. Okrašena je z belim cikcakastim motivom. Dol. 2,7 cm, pr. 1,1 cm. NMS, inv. št. S 2861 (*sl. 12: 6*).

2. Železna igla s kroglasto glavico iz prozornega zelenkastega stekla. Dol. 3,66 cm, pr. glavice 0,6 cm. NMS, inv. št. S 2766 (*sl. 12: 1*).

3. Železna igla s kroglasto glavico iz temno modrega stekla. Dol. 2,74 cm, pr. glavice 0,62 cm. NMS, inv. št. S 3009 (*sl. 12: 2*).

4. Zgornji del železne igle s kroglasto glavico iz olivno zelenega stekla. Dol. ohranjenega dela 0,81 cm, pr. glavice 0,55 cm. NMS, inv. št. S 5263 (*sl. 12: 3*).

5. Železna igla s kroglasto glavico iz temno modrega stekla. Dol. 2,95 cm, pr. glavice 0,45 cm. NMS, inv. št. S 6252 (A 42; *sl. 12: 4*).

6. Zgornji del železne igle s kroglasto glavico iz svetlo modrega stekla. Dol. ohranjenega dela 1,8 cm, pr. glavice 0,6 cm. NMS, inv. št. S 6264 (A 43; *sl. 12: 5*).

7. Bronast kroglast kraguljček s ploščato zanko. Robovi reže in pas nad njo so okrašeni z vrezi. Viš. 2,62 cm, pr. 2,15 cm. NMS, inv. št. S 2887.

8. Železna jermenska zaponka z objemko. Na okov iz zapognjenega pločevinastega traku sta pritrjena pasni obroč v obliki črke D in pravokotna objemka z gladko zgornjo ploskvijo. Dol. 3,6 cm, šir. 2,43 cm. NMS, inv. št. S 2889.

9. Železen pravokotni pasni zaključek. Zgornja ploskev je s plastičnim rebrom v obliki črke Y razdeljena na tri dele, na vsakem je dvignjen pravokotnik z zaobljenimi vogali, okrašen z vrezi. Okov je bil pritrjen na pas s tremi kovicami, ki so na zgornji strani podložene z bakrenim trakom. Dol. 2,91 cm, šir. 2,33 cm. NMS, inv. št. S 2802.

10. Železno kresilo s spiralno zavitima koncema. Na sredini je trikotno razširjeno. Dol. 8,8 cm, šir. 3,7 cm. NMS, inv. št. S 2790.

11. Železen pravokotni pasni zaključek. Zgornja površina je razčlenjena s prečnimi gladkimi in narezanimi rebri, površine med njimi so zapolnjene z gostimi kratkimi vzdolžnimi rebri. Ohranjene so tri kovice za pritrnitev na pas. Dol. 3,2 cm, šir. 2,15 cm. NMS, inv. št. S 2791.

12. Železna puščična ost z dolgima krilcema, tordiranim vratom in tulom okroglega preseka. Tul je na spodnjem delu poškodovan. Dol. 8,31 cm, šir. 3,33 cm. NMS, inv. št. S 2819.

16. Masiven usločen železen pasni okov. Na obeh straneh visokega plastičnega rebra na sredini so po štiri posrebrene kovice. Glavice kovic so podložene z bakrenim trakom. Cikcakast motiv na rebri in stiliziran motiv na obeh ploskvah sta poudarjena z vloženim bakrom. Dol. 7,8 cm, šir. 2,55 cm. NMS, inv. št. S 2847. Okov je del iste pasne garniture kot jermenski zaključek pod številko 17 (inv. št. S 2841).

20. Odlomek zgornjega dela posode z izvihanim, ravno odrezanim ustjem. Rama posode je okrašena z vrezano večkratno valovnico in vodoravnim žlebom pod njo. Luknjičasta keramika je mešana z nekaj peska, barva prehaja od sive k svetlo rjavi. Viš. ohranjenega dela 4,5 cm, rekonstruiran pr. ustja 7,2 cm. NMS, inv. št. S 5701 (*sl. 17: 1*).

21. Odlomek zgornjega dela posode z izvihanim ravno odrezanim ustjem. Ostenje je okrašeno z vrezano večkratno valovnico. Luknjičasta keramika je mešana z nekaj peska, površina je svetlo rjava, barva sredice prehaja od svetlo rjave prek svetlo sive k temno sivi. Viš. ohranjenega dela 4,9 cm, rekonstruiran pr. ustja 9 cm. NMS, inv. št. S 5731 (*sl. 17: 2*).

22. Del ustja in ostenja posode z izvihanim ustjem. Ostenje je okrašeno z dvema dvojnima vrezanima valovnicama. Luknjičasta keramika je mešana z drobnim peskom, barva prehaja od svetlo rjave k temno sivi. Viš. ohranjenega dela 4,4 cm, pr. ustja 11,8 cm. NMS, inv. št. S 5434 (*sl. 17: 3*).

Sonda 2, plast 2

13. Železen jermenski zaključek polkrožnega preseka. Zgornja površina je razčlenjena s petimi prečno narezanimi rebri. Na delu, kjer je bil okov pritrjen na pas, je ohranjena kovica. Dol. 1,88 cm, šir. 1,45 cm. NMS, inv. št. S 2837.

²¹³ Knific 2008, 36, sl. 3: 4 (na sliki je pod jagodo pomotoma zapisana številka 2).

14. Železna pravokotna objemka. Razširjena zgornja ploskev je razčlenjena s petimi prečno narezanimi rebri. Viš. 1,9 cm, šir. 1,67 cm. NMS, inv. št. S 2814.

15. Železen okov nožnice. Na osnovo iz zapognjenega traku je pritrjen masivnejši okov, okrašen z rebri in vrezi. Kovice na spodnjem delu okova so podložene s srebrnim (?) trakom. Okov je nekoliko poškodovan. Dol. ohranjenega dela 7,9 cm, šir. 1,55 cm. NMS, inv. št. S 2788.

17. Masiven železen pasni zaključek. Stiliziran motiv na okrasnem polju je poudarjen z vloženim bakrom. Štiri kovice, s katerimi je bil okov pritrjen na pas, so posrebrene. Glavice kovic so podložene z bakrenim trakom. Dol. 3,87 cm, šir. 2,5 cm. NMS, inv. št. S 2841. Zaključek je del iste pasne garniture kot okov pod št. 16 (inv. št. S 2847).

18. Železen ovalen jermenski zaključek. Zgornja stran je mrežasto narezana, ohranjena je kovica za pritrnitev na pas. Dol. 2,32 cm, šir. 1,2 cm. NMS, inv. št. S 2838.

19. Železna ostroga. Stožčast trn je okrašen s štirimi drobno narezanimi rebri. Kraka polkrožnega preseka sta na polovici ob trnu in na zaključkih okrašena s prečnimi drobno narezanimi rebri. Na zaključkih sta ohranjeni kovici za pritrnitev na jermenje. Dol. 12,5 cm, šir. 9,9 cm. NMS, inv. št. S 2831.

8. Uhan iz bronaste žice, z zanko in kaveljčkom. Viš. 3,02 cm. NMS, inv. št. S 37.

9. Uhan iz bronaste žice, spet z zanko in kaveljčkom. Spodnji del loka je ovit z drobno bronasto žičko. Viš. 2,23 cm. NMS, inv. št. S 39.

10. Okrogla bronasta okrasna zaponka z železnim jedrom. Okrogla izboklina na sredini je obrobljena z dvojnim zrnatim nizom in pasovoma z odtisnjenim pleteninastim okrasom, ki sta prav tako obrobljena z zrnatimi nizi. Mehanizem za zapenjanje manjka. Pr. 4,2 cm. NMS, inv. št. S 48.

11. Trakast prstan iz bronaste pločevine. Pr. 1,6 cm, šir. traku 0,4 cm. NMS, inv. št. S 50.

12. Prstan iz bronaste pločevine, spet s kovico. Trak je ob robu okrašen s pasom drobnih cikcakastih vrezov, na razširitvi na zgornji strani takšni vrezi tvorijo Andrejev križ. Pr. 2,14 cm, šir. do 1,32 cm. NMS, inv. št. S 49.

13. Železen obroček kvadratnega preseka. Pr. 4,08 cm. NMS, inv. št. S 47.

14. Zanka železnega predmeta (?). Viš. 3,2 cm. NMS, inv. št. S 46.

15. Železen nož z ravnim hrbtom rezila. Zaključek trna za ročaj in konica rezila sta nekoliko poškodovana. Dol. ohranjenega dela 8,7 cm, šir. rezila do 1,07 cm. NMS, inv. št. S 36.

Tabla 3

Pristava na Bledu

Grob 14

1. Ogrlica iz šestih odlomkov steklenih posod, ene jagode iz bronaste pločevine in 94 steklenih jagod (t. 5: 1).²¹⁴ Raznobarvne jagode so zelo različnih oblik in velikosti, med njimi je tudi sedem večjih jagod iz svetlo zelenega mehurčkastega stekla ter sedem členastih temno modrih jagod iz pramenastega stekla. Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz natronskega (A 49–51,55–59) in halofitskega stekla (A 52–54; t. 1: 24,29,31). NMS, inv. št. S 45.

2. Uhan iz bronaste žice, spenja se z zanko in kaveljčkom. V šestih zankah na spodnjem delu so vdete verižice, na koncih dveh sta ohranjeni svetlo zelenkasti stekleni jagodi. Viš. 6,4 cm, pr. loka 2,9 cm. NMS, inv. št. S 40.

3. Uhan iz bronaste žice, spenja se z zanko in kaveljčkom. Lok je bil v času uporabe popravljen. Na spodnjem delu je šest zank, v petih so ohranjeni deli bronastih verižic. Viš. 5 cm, šir. 2,55 cm. NMS, inv. št. S 41.

4. Uhan iz bronaste žice, spenja se z zanko in kaveljčkom. Spodnji del loka je ovit s tenko bronasto žico, ki je na šestih mestih oblikovana v zanke, v katerih je delno ohranjenih pet verižic. Viš. 5,4 cm, pr. loka 2,45 cm. NMS, inv. št. S 44.

5. Tri steklene jagode in deli verižic uhana. Večja jagoda je iz brezbarvnega stekla, manjši sta temno modri. Dol. najdaljšega ohranjenega dela verižice 2,87 cm. NMS, inv. št. S 43.

6. Uhan s tremi zankami, izdelan iz bronaste žice. V srednji zanki je ohranjen obesek s temno modro jagodo na koncu. Viš. 3,1 cm, pr. loka 1,8 cm. NMS, inv. št. S 42 (sl. 15: 5). Analiza PIXE-PIGE (A 48).

7. Uhan iz bronaste žice, na lok je natakljena modra steklena jagoda. Viš. 1,95 cm. NMS, inv. št. S 38.

Grob 65

16. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. Na treh zankah na spodnjem delu loka visijo deli bronastih verižic. Ohranjena je jagoda iz svetlega zelenkastega stekla. Viš. ohranjenega dela 7,3 cm, pr. loka 3,5 cm. NMS, inv. št. S 136.

17. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. V treh zankah na spodnjem delu loka so ohranjeni deli bronastih verižic, na koncu ene visi jagoda iz svetlega zelenkastega stekla. Viš. ohranjenega dela 7,4 cm, pr. loka 3,5 cm. NMS, inv. št. S 142 (A 62).

18. Obsenčni obroček iz bronaste žice, zapenja se s kaveljčkom in zanko. Pr. 3,5 cm. NMS, inv. št. S 139.

19. Obsenčni obroček iz bronaste žice, zapenja se s kaveljčkom in zanko. Pr. 3,6 cm. NMS, inv. št. S 145.

20. Obsenčni obroček iz bronaste žice z zanko, kaveljček je nekoliko poškodovan. Pr. 2,9 cm. NMS, inv. št. S 137.

21. Obsenčni obroček iz bronaste žice z zanko in kaveljčkom. Na lok je natakljena drobna modra steklena jagoda. Pr. 2,6 cm. NMS, inv. št. S 138.

22. Obsenčni obroček iz bronaste žice z esasto zanko. Kaveljček je odlomljen. Pr. 2,7 cm. NMS, inv. št. S 140.

23. Obsenčni obroček iz bronaste žice, z zanko. Kaveljček je nekoliko poškodovan. Pr. 2,7 cm. NMS, inv. št. S 143.

24. Odlomek obsenčnega obročka iz bronaste žice, s kaveljčkom. Dol. ohranjenega dela 2,6 cm. NMS, inv. št. S 141.

25. Del obsenčnega obročka iz bronaste žice. Na loku je temno modra dvočlenasta steklena jagoda. Dol. ohranjenega dela loka 1,75 cm, dol. jagode 0,95 cm. NMS, inv. št. S 144 (A 63).

26. Trakast prstan iz bronaste pločevine, konca sta speta s kovico. Okrašen je z vzdolžnima prečno narezanimi žlebičema. Pr. 2,1 cm, šir. traku 0,41 cm. NMS, inv. št. S 146.

²¹⁴ Kastelic, Škerlj 1950, 35, sl. 17.

Tabla 4

Pristava na Bledu*Grob 143*

1. Ogrlica iz kapljaste modre steklene jagode, ene temno modre in ene zlate štiričlenaste jagode, treh odlomkov steklenih posod in železnega obročka. Dol. temno modre štiričlenaste jagode 1,7 cm. NMS, inv. št. S 275 (*t. 1: 8,35,39; 5: 2*). Analiza PIXE-PIGE (A 70–73).

2. Železen nož z ravnim hrbtom rezila in širokim trnom za nasaditev. Dol. 9,7 cm, šir. rezila do 1,2 cm. NMS, inv. št. S 276.

Smokuč*Grob 2*

3. Ogrlica iz 54 steklenih jagod (35 modrih, 9 prosojnih brezbarvnih, 8 rumenih, ene zelene in ene zelenkaste z rumenim cikcakom) in odlomka steklene posode. Dol. svetlo modre tričlenaste jagode 2 cm, dol. niza 31 cm. NMS, inv. št. S 5625 (*sl. 16*). Analiza PIXE-PIGE (A 99–106).

4. Uhan iz bronaste žice, kaveljček in zanka sta poškodovana. Ohranjena je polovica bronaste dvojno stožčaste jagode, ki je visela na loku. Okrašena je s kolobarji zrnatih nizov zgoraj, spodaj in na največjem obodu. Viš. 4,02 cm, pr. jagode do 0,76 cm. NMS, inv. št. S 5627.

5. Uhan iz bronaste žice, spet s kaveljčkom in zanko. Zanka je nekoliko poškodovana. Na lok je nataknen droben narebren obroček. Pr. 1,7 cm. NMS, inv. št. S 5626.

Žale pri Srednji vasi v Bohinju*Grob 18*

6. Ogrlica iz osmih modrih, petih zelenih in dveh rumenih steklenih jagod ter odlomka steklene posode (*t. 5: 4*). Dol. niza 15 cm, dol. temno modre tričlenaste jagode 1,44 cm. NMS, inv. št. S 2103. Analiza PIXE-PIGE (A 121–124).

7. Bronasta pravokotna okrasna zaponka z železnim jedrom. Odtisnjeni okras je le delno ohranjen, razpoznaven je trojni zrnat niz ob robu zaponke. Vel. 3,6 x 3 cm. NMS, inv. št. S 2102.

8. Obsenčni obroček iz bronaste žice, zapenjal se je z zanko in kaveljčkom. Pr. 4,3 cm. NMS, inv. št. S 2100.

9. Obsenčni obroček iz bronaste žice, zapenja se z zanko in kaveljčkom. Pr. 4,18 cm. NMS, inv. št. S 2101.

Brdo na Bledu

10. Uhan iz bronaste žice, z zanko in kaveljčkom za zapenjanje. Na loku visi košček bronaste žice, večkrat zaviti okrog svoje osi. Viš. 4,4 cm. NMS, inv. št. S 2118.

11. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. Spodnji del loka je uvit v zanko, na katero so natakneni kroglasta prosojno rumena steklena jagoda in odlomka uvitih žičk pod njo. Viš. 4,93 cm. NMS, inv. št. S 2122.

12. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. Spodnji del loka je oblikovan v zanko, na katero je nataknjena

dvojnostožčasta pločevinasta jagoda. Viš. 4,4 cm. NMS, inv. št. S 2148.

13. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. Spodnji del loka je oblikovan v zanko, na katero je nataknjena dvojnostožčasta pločevinasta jagoda. Viš. 4,6 cm. NMHW, inv. št. 87561.

14. Uhan iz bronaste žice, s kaveljčkom in zanko. Spodnji del loka je zaviti v štiri zanke, v dveh sta ohranjena ostanka verižic. Viš. 3,7 cm. NMHW, inv. št. 87562.

15. Bronasta okrogla okrasna zaponka z železnim jedrom. Odtisnjeni motiv kentavra-lokostrelca, ki zapolnjuje površino zaponke, je obrobljen z zrnatim nizom. Pr. 4,1 cm. NMS, inv. št. S 2138.

16. Bronasta pravokotna okrasna zaponka z železnim jedrom, stranice zaponke so usločene. Okrogel okrasni kamen iz temno modrega stekla (A 75) na sredini je obrobljen z bisernim nizom. Odtisnjeni motiv štirilistnega križa, po dva krožca s piko na sredini v vsakem vogalu, diagonalne črte, ki povezujejo vogale s središčem in rob zaponke, prav tako dajejo vtis bisernega niza. Vel. 5,2 x 4,7 cm. NMS, inv. št. S 2139 (*sl. 15: 8*).

17. Trakast prstan iz bronaste pločevine, spet s kovico. Okrašen je z vrezanimi poševnimi črtami in krožci s piko na sredini. Pr. 2,3 cm, šir. traku 0,5 cm. NMS, inv. št. S 2146.

18. Trakast prstan iz bronaste pločevine. Rombično razširjeni del je okrašen z devetimi vrezanimi krožci s piko na sredini, povezanimi z dvojnimi črtami. Pr. 21,6 cm, šir. do 1,5 cm. NMS, inv. št. S 2145.

19. Železen ključ s ploščato zankasto glavo, votlim stebлом in nerazčlenjeno pravokotno brado. Dol. 8,3 cm. NMS, inv. št. S 2142.

20. Lonec z izvihanim ustjem in ravnim dnom. Okrašen je z nepravilno vrezanimi valovnicama pod ustjem in na največjem obodu posode. Keramika je mešana s peskom, barva prehaja od svetlo rjave k temno sivi. Viš. 12,4 cm, pr. ustja 12,4 cm. NMS, inv. št. S 3001 (*sl. 17: 8*).

Tabla 5

Nizi steklenih jagod

1. *Pristava na Bledu, grob 14.*

Opis v *Katalogu predmetov (t. 3: 1)*.

2. *Pristava na Bledu, grob 143.*

Opis v *Katalogu predmetov (t. 4: 1)*.

3. *Smokuč, grob 60.*

Ogrlica iz 38 steklenih jagod, večinoma iz pramenastega stekla. Barvno prevladujejo svetlejša jagode, veliko je členastih, dve sta dvojni, šest je trojnih, ena štiričlenasta in dve celo petčlenasti. Med njimi je tudi ostanek mozaične jagode, ohranjen je le del s progastim vzorcem (verjetno MAP 1). Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz natronskega (A 112–114) in halofitskega stekla (A 111,115–118; *t. 1: 11,41*).

4. *Žale pri Srednji vasi v Bohinju, grob 18.*

Opis v *Katalogu predmetov (t. 4: 6)*.

5. *Brdo na Bledu.*

Niz 54 steklenih enojnih in členastih jagod (A 79–87; *t. 1: 7*). Največ je temno modrih, večinoma iz pramenastega

stekla. Med 43 enojnimi jagodami, v glavnem svitkaste oblike, je ena z belo-modrimi očesci, največje tri, podolgovate, so iz mehurčkastega stekla. Valjasta mozaična jagoda s progastim vzorcem je tipska različica MAP 0062 (A 82; t. 1: 7/82). Členastih jagod je 11, večina je temno modrih, iz pramenastega stekla, sedem je dvojnih, štiri so trojne; dvojna zelena jagoda in trojna oranžna jagoda sta iz mehurčkastega stekla. Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz natronskega (A 79,80,83,84) in halofitskega stekla (A 81,82,85–87). Jagode so zdaj v enem nizu, čeprav so jih našli vsaj v dveh grobovih na južnem robu grobišča.²¹⁵ Ob jagodah je ohranjenih tudi šest črepinjc, odlomljenih z votlih robov steklenih posod in zaradi vzdolžnih luknjic primernih za nizanje na vrvico. NMS, inv. št. S 2151.

Tabla 6

Nizi steklenih jagod

1. Predtrg pri Radovljici, grob 6.

Ogrlica iz 79 steklenih jagod in spirale iz bronaste žice.²¹⁶ Večina jagod je temno modrih, enojnih, pogoste so tudi členaste, od dvojnih do štiričlenih (t. 1: 16,23,30,37). Med svetlejšimi so bele in rumene enojne in dvojne jagode. Edina mozaična jagoda z očesci je tipska različica MAP 1272 (A 94; t. 1: 5).²¹⁷ Mozaična in prevladujoče temno modre pramenaste jagode so značilne za prvotni sestav ogrlice, v katerem so lahko bili tudi svetlejši primerki. Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so vse izbrane jagode te vrste iz halofitskega stekla (t. 6: 1/92,94–98). Med analiziranimi primerki je iz natronskega stekla le zelena cevka jagoda (A 93), ki se od drugih loči po barvi in obliki. Ta bi bila lahko skupaj s bronasto spiralo dodana prvotnemu nizu jagod.

2. Lajh v Kranju, grob 57.

Niz 81 steklenih jagod in ene kroglaste kamnite jagode (t. 6: 2). Večina jagod je temno modrih, 65 enojnih, štiri

dvojno členaste, sedem enojnih jagod je rumenih, ena je dvojna zelena (t. 1: 17,19,21). Edina mozaična jagoda z očesci je opredeljena kot tipska različica MAP 0772 (A 32; t. 1: 6). Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode te vrste iz halofitskega stekla (A 26–29,32,33). Mozaična in prevladujoče temno modre in rumene jagode iz pramenastega stekla so značilne za prvotni sestav niza. Dve modri jagodi, bikonična in cevka, sta iz natronskega, mehurčkastega stekla (A 30,31). Verjetno sta bili skupaj s kamnito in modro-belo progasto jagodo dodani prvotnemu nizu. NMS, inv. št. S 854.²¹⁸

3. Turnišče pri Ptujju, grob 10.

Ogrlica iz 46 steklenih jagod iz pramenastega stekla. Razen štiričlenste temno modre jagode (t. 1: 36) so vse druge enojne, večinoma svitkaste ali kolobarjaste oblike. Med enojnimi jagodami (pr. do 0,7 cm) je 24 temno modrih, 19 rumenih ter po ena siva in rdeča.²¹⁹ Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz halofitskega stekla (A 135–137; t. 1: 36). PM P-O, inv. št. S 1272.

4. Turnišče pri Ptujju, grob 14.

Niz 61 jagod večinoma iz pramenastega stekla. Tri jagode so dvojno členaste, druge so enojne, predvsem svitkaste ali kolobarjaste oblike. Med enojnimi jagodami (pr. do 0,7 cm) je 41 temno modrih, 8 rumenih ter nekaj svetlo modrih (ena s pr. 1,0 cm), belih in srebrnkastih.²²⁰ Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz halofitskega stekla (A 138–140). PM P-O, inv. št. S 1277.

5. Ptujski grad na Ptujju, grob 367.

Niz 51 jagod iz večinoma pramenastega stekla in enega odlomka steklene posode.²²¹ Dve modri jagodi sta trojno členasti, ena je štiričlenasta, tri so dvojne. Druge so enojne, predvsem svitkaste ali kolobarjaste oblike. Površina nekaterih jagod je prekrita s belkastim korozijskim slojem. Večina jagod je modrih, nekaj belih, ena je rumena. Analiza PIXE-PIGE je pokazala, da so izbrane jagode iz halofitskega stekla (A 141–144). PM P-O, inv. št. S 562.

²¹⁸ Lajh v Kranju ni povsem zanesljivo najdišče jagod (gl. H 10).

²¹⁹ Korošec, Korošec 1953, 202–203, sl. 23.

²²⁰ Korošec, Korošec 1953, 204, sl. 25. V opisu ogrlice je naštetih 63 jagod, med njimi tudi zdaj pogrešana trčlenasta jagoda.

²²¹ Korošec 1999, 26–27, 51, t. 37: 13.

²¹⁵ Müllner 1894, 14.

²¹⁶ Pleterski 1990, 486, sl. 8, 9; Knific, Nabergoj 2016, 68, sl. 79.

²¹⁷ Andrae 1973, 174, št. 116.

Priloga A: Podatki o steklu z zgodnjersrednjeveških najdišč v Sloveniji, pridobljeni z meritvami po kombinirani metodi PIXE-PIGE v letih 2009–2016.

V prvem stolpcu razpredelnice (**A = vzorec**) so vpisane zaporedne številke vzorcev (1–179), s katerimi so predmeti navedeni v besedilu. Na *slikah* in *tablah* v članku so številke pri predmetih iz natronskega stekla rdeče barve, pri predmetih iz halofitskega stekla pa modre. V stolpcu **MgO priloge A** so sivo obarvana polja, kjer je odstotek magnezija 1,6 % in več, kar je značilnost halofitskega stekla. S črtico (–) so označene vrednosti pod detekcijsko mejo.

A	Inv. št. Inv. No.	Najdišče Site	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO
1	R 10051	Ljubljana	13,3	4,64	1,68	67	–	0,89	0,91	2,92	7,01	0,12	0,004	0,21	0,96	0,069
2	R 10051	”	13,2	5,46	1,49	56,5	–	4	1	2,76	5,78	0,14	–	0,28	0,6	0,014
3	”	”	13,9	4,63	1,81	52	–	6,77	1,03	2,61	5,6	0,13	0,007	0,45	0,69	–
4	”	”	13,7	4,71	2,12	60,8	–	2,57	0,9	2,78	7	0,14	0,01	0,73	1,44	0,019
5	”	”	15	5,27	1,98	60,1	–	1,33	0,82	3,22	6,84	0,15	0,01	0,62	0,99	0,009
6	”	”	13	4,3	1,66	63,5	–	1,39	0,9	3,47	7,33	0,15	–	1,22	0,64	0,004
7	PN 121	Bela Cerkev	12,2	3,96	3,53	61,6	–	2,24	0,73	2,87	5,43	0,26	0,006	0,11	1,72	0,02
8	”	”	11,8	4,28	3,14	58,8	–	4,52	0,77	2,65	5,47	0,14	–	0,28	1,52	0,006
9	”	”	14,2	4,81	3,08	60,1	–	1,56	0,82	3,2	6,79	0,24	0,006	0,51	1,49	0,038
10	”	”	13	4,16	3,78	63,5	–	1,01	0,87	3,35	6,39	0,29	0,007	0,59	1,72	0,027
11	S 7069	Pržanj	16,6	0,71	2,76	69,3	–	0,20	0,83	0,41	5,67	0,37	0,008	1,76	1,21	–
12	S 7001	”	10,9	3,65	1,28	64,4	–	1,92	0,67	3,07	6,55	0,11	0,009	0,14	0,75	0,032
13	”	”	14,4	5,41	1,84	52,6	–	5,22	0,81	2,49	5,15	0,12	–	0,36	0,58	0,013
14	”	”	11,8	3,96	1,57	61,6	–	2,52	0,8	3,1	7,47	0,12	0,01	0,74	1,15	0,013
15	”	”	13,4	4,23	1,83	65	–	0,92	0,69	2,93	5,5	0,05	0,007	0,45	0,58	0,045
16	”	”	11,3	3,83	1,37	70,6	–	0,94	0,73	3,08	5,46	0,08	0,01	0,19	0,84	0,131
17	”	”	11,5	3,55	1,4	64,2	–	1,21	0,75	3,14	6,9	0,04	–	0,61	0,69	0,006
18	S 7002	”	12,7	4,23	1,45	67,6	–	1,01	0,68	3,04	5,48	0,11	0,006	0,05	0,62	0,013
19	”	”	11,8	4,31	2,06	59,5	–	3,85	0,82	2,94	5,37	0,18	0,007	0,46	0,93	–
20	”	”	12,1	3,8	2,04	65	–	1,1	0,76	2,94	8,09	0,14	0,007	0,77	1,77	0,022
21	”	”	12,5	4,39	1,56	65,9	–	1,04	0,8	3,14	6,56	0,08	–	0,59	0,65	0,014
22	”	”	12,5	3,93	1,69	66,3	–	0,93	0,8	3,4	6,79	0,13	–	0,3	0,98	0,085
23	S 7179	”	16,7	0,60	3,29	65,0	–	0,27	0,70	0,92	6,70	0,15	0,004	0,76	4,22	–
24	S 7180	”	15,0	3,55	3,14	65,7	–	0,19	0,78	2,12	7,63	0,16	0,010	0,71	0,89	–
25	”	”	13,6	3,22	3,02	67,0	–	0,27	0,69	2,29	7,84	0,15	0,011	1,05	0,75	–
26	S 854	Kranj – Lajh gr. 57	14,3	5,61	1,72	52,6	–	1,13	0,7	2,6	19	0,454	–	0,56	0,73	0,06
27	”	”	14,7	6,17	1,6	66,3	–	0,77	0,64	2,61	5,19	0,076	–	0,52	0,77	0,056
28	”	”	13,8	4,99	1,33	65,7	–	0,78	0,79	2,66	4,32	0,119	–	0,75	0,39	–
29	”	”	11,6	4,38	1,55	61	–	0,63	0,77	3,58	4,77	0,115	–	1,36	0,57	–
30	”	”	17,5	1,02	2,04	69,1	–	0,91	1,06	0,89	5,89	0,076	–	0,04	0,56	0,021
31	”	”	17,9	1,1	2,32	66,5	–	0,89	1,09	1,27	6,41	0,113	–	0,22	1,13	0,044
32	”	”	15,5	3,9	1,93	60,8	–	0,69	0,86	3,24	6,04	0,118	–	0,04	1,43	0,298
33	”	”	15,8	4,71	1,91	63,8	–	0,79	0,74	2,82	6,37	0,119	0,004	0,33	0,56	–
34	S 929	gr. 86	14,8	1,21	2,02	68,9	–	2,27	0,91	1,52	6,30	0,184	–	0,17	1,15	0,024
35	”	”	13,8	0,74	1,74	70,0	–	0,94	0,93	1,58	9,03	0,066	–	0,22	0,36	–
36	S 1324	gr. 229	17,1	1,38	2,51	62,7	–	1,22	1,03	1,06	9,32	0,169	–	1,17	1,44	0,182
37	”	”	15,6	1,51	3,63	65,7	–	1,16	1,2	1,06	6,02	0,589	0,006	0,09	1,74	–
38	”	”	17,7	1,47	2,66	64,2	–	1,07	0,89	0,88	8,21	0,15	–	1,76	0,91	–
39	SN 01	Kranj – Župna cerkev 1953_z0296	16,0	–	3,12	70,6	–	0,12	0,56	1,19	6,99	0,090	–	0,38	0,71	–
40	SN 02	”	14,3	0,81	2,90	72,8	–	0,17	0,71	1,24	5,59	0,090	–	0,03	1,11	0,059
41	S 6240	Bašelj – Gradišče	17,1	0,96	2,87	67	–	0,81	0,8	0,87	6,18	0,121	–	0,47	1,05	0,137
42	S 6252	”	15,8	0,35	3,5	65,5	–	0,94	0,63	1,83	7,93	0,349	–	0,41	2,57	0,069
43	S 6264	”	15	0,9	4,08	69,1	–	0,83	0,68	1,87	5,07	0,137	–	0,11	0,94	0,009
44	S 6271	”	15,1	3,08	2	68,5	–	0,65	0,8	3,59	5,29	0,151	–	0,03	0,71	0,026
45	S 6273	”	13,4	5,47	1,78	66,8	–	0,7	0,69	3,2	5,43	0,134	0,007	0,87	1,02	0,086

A	Inv. št. Inv. No.	Najdišče Site	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO
46	S 4672	Bled – Pristava	17,5	0,45	3,14	68,2	–	0,73	1,09	1,01	7,12	0,074	–	0,18	0,36	–
47	S 28	gr. 9	14,7	0,30	1,35	66,8	–	1,26	1,38	1,03	10,6	0,066	–	1,30	0,76	0,084
48	S 42	gr. 14	14,4	2,45	2,46	65,3	–	1,61	1,00	2,31	8,27	0,120	0,005	0,22	1,63	0,030
49	S 45	”	16,6	0,51	2,08	73,0	–	0,71	0,85	0,80	4,30	0,054	–	0,02	0,72	0,024
50	”	”	16,5	0,73	2,06	69,7	–	0,96	0,96	1,04	5,42	0,094	–	0,63	1,17	0,13
51	”	”	15,9	0,99	2,78	67,4	–	0,95	0,81	1,51	6,66	0,217	–	0,83	1,30	–
52	”	”	14,3	4,48	2,40	64,6	–	0,79	0,79	3,01	7,29	0,120	–	0,66	0,93	0,10
53	”	”	10,0	3,08	1,69	62,3	–	–	0,90	2,82	6,48	0,118	–	0,60	0,73	–
54	”	”	14,6	5,11	2,42	64,8	–	0,90	0,73	2,71	6,59	0,121	0,006	0,66	0,85	0,12
55	”	”	16,9	0,36	1,68	70,2	–	1,07	1,14	0,65	6,74	0,091	–	0,67	0,54	–
56	”	”	16,6	1,19	2,59	67,6	–	0,85	1,01	0,82	5,28	0,487	0,004	0,08	1,41	–
57	”	”	15,0	0,26	2,34	72,7	–	0,90	1,12	0,99	6,14	0,072	–	0,02	0,31	–
58	”	”	16,5	0,58	2,14	67,2	–	0,89	1,10	1,31	6,67	0,150	–	0,94	1,46	0,19
59	”	”	19,3	1,00	2,61	64,0	–	1,13	1,12	0,89	6,30	0,205	–	0,12	1,15	–
60	S 69	gr. 22	18,3	1,09	2,53	65,7	–	1,21	1,02	1,3	7,09	0,153	–	0,63	0,71	–
61	S 72	”	10,1	0,51	1,17	68,5	–	1,99	1,41	1,24	12,4	0,327	0,71	–	1,32	–
62	S 142	gr. 65	16,2	0,85	1,86	69,7	–	2,57	0,95	0,73	6,13	0,100	–	0,05	0,57	–
63	S 144	”	15,8	5,47	2,17	62,3	–	1,19	0,76	3,28	6,67	0,154	–	0,53	0,93	0,079
64	S 222	gr. 112	20,4	0,82	2,04	62	–	0,97	0,96	1,06	7,01	0,104	–	0,15	1,73	–
65	”	”	16,9	0,78	3,04	58,8	–	3,9	1,41	1,14	8,48	0,235	–	4,15	1,12	–
66	S 259	gr. 141	17,9	1,33	2,02	65,0	–	1,09	0,87	1,13	7,44	0,136	–	1,59	1,03	–
67	”	”	14,8	0,83	2,12	70,4	–	0,73	0,75	1,47	7,16	0,065	–	0,31	0,91	0,056
68	S 265	gr. 142	17,4	1,18	2,42	65,3	–	0,94	0,96	1,11	6,97	0,244	–	0,38	2,29	0,30
69	S 268	”	15,8	0,47	2,32	68,9	–	1,08	0,93	1,43	7,32	0,1	–	0,58	0,67	–
70	S 275	gr. 143	17,5	0,74	2,72	67,2	–	1,29	1,05	1,37	6,94	0,145	–	0,02	0,71	–
71	”	”	14,3	6,2	2,1	65,7	–	0,86	0,66	2,76	5,4	0,09	–	0,61	0,88	0,074
72	”	”	15	4,64	1,98	65,3	–	0,9	0,82	3	6,66	0,192	0,009	0,35	1,07	0,008
73	”	”	15	4,81	2,27	65,9	–	0,83	0,79	2,76	6,87	0,091	–	0,05	0,58	0,017
74	S 291	gr. 159	11,2	0,84	1,40	70,4	–	0,83	1,46	1,27	6,79	0,917	0,014	2,32	2,22	–
75	S 2121	Bled – Brdo	16,9	1,27	2,44	66,1	–	0,78	0,74	0,92	6,98	0,357	–	1,83	1,36	–
76	S 2139	”	14,7	0,62	2,34	69,3	–	0,83	0,72	1,3	8,34	0,084	–	0,28	1,09	0,085
77	S 2149	”	15,5	0,64	2,25	70,8	–	0,43	0,54	1,20	7,11	0,118	–	0,51	0,68	–
78	”	”	12,1	4,48	0,78	70,4	–	0,70	0,68	2,95	6,04	0,085	–	0,36	0,78	0,078
79	S 2151	”	17,5	1,50	2,51	65,5	–	0,68	1,22	1,33	4,77	0,217	–	0,66	1,19	–
80	”	”	17,5	0,52	2,04	67,2	–	1,00	1,35	1,13	8,91	0,044	–	0,01	0,27	–
81	”	”	13,6	1,87	1,33	71,9	–	0,60	0,63	2,82	5,14	0,078	–	0,57	0,84	0,122
82	”	”	10,2	3,48	1,06	61,4	–	–	0,98	5,06	7,47	0,125	–	0,53	1,84	–
83	”	”	10,7	0,39	0,94	56,3	0,50	–	1,70	1,41	14,55	0,110	–	0,03	1,59	–
84	”	”	13,5	0,32	1,47	68,2	–	1,82	1,22	2,72	9,25	0,129	–	0,33	0,76	0,009
85	”	”	12,3	4,10	1,43	67,4	–	1,21	0,65	2,92	6,98	0,125	–	0,76	1,32	0,118
86	”	”	11,1	3,53	1,09	68,0	–	1,05	1,04	3,95	7,81	0,133	–	0,64	1,02	0,104
87	”	”	9,8	3,25	0,61	68,0	–	1,74	0,85	4,02	8,77	0,177	–	0,48	1,54	0,087
88	S 1802	Bled – Otok gr. 4	15,6	0,67	2,72	64,7	–	1,28	0,62	1,65	8,75	0,170	–	0,52	1,36	0,078
89	S 2384	Zasip – Žale gr. 15	14,5	5,18	3,33	63,4	–	0,67	0,49	2,75	7,47	0,164	0,075	0,51	1,05	–
90	”	”	11,2	0,47	1,48	71,2	–	1,19	1,32	0,81	9,21	0,131	0,002	0,02	1,78	0,075
91	”	”	14,9	0,83	1,68	68,1	–	0,44	1,15	0,54	6,78	0,148	–	0,69	2,19	–
92	S 2036	Radovljica – Predtrg	14,4	5,46	1,77	62,3	–	1,25	0,9	2,72	4,91	0,121	–	0,98	0,51	0,012
93	”	”	17,8	1,35	3,16	65,3	–	0,85	1,1	0,89	5,65	0,49	0,005	0,08	1,4	0,017
94	”	”	10,3	4,49	3,21	46,4	–	1,54	1,11	1,98	6,55	0,252	0,019	0,5	2,1	–
95	”	”	15,1	5,11	2,1	62,7	–	1,07	0,81	3,12	7,18	0,122	–	0,54	1,15	0,154
96	”	”	14,8	5,51	2,76	62,3	–	1,53	0,83	3,24	6,66	0,14	–	0,61	1,01	0,153
97	”	”	14,8	6,24	2,25	63,5	–	0,81	0,73	3,59	6,31	0,093	–	0,46	0,73	0,09

A	Inv. št. Inv. No.	Najdišče Site	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO
98	"	"	15,9	5,31	1,97	63,1	–	0,83	0,78	2,83	6,49	0,169	0,005	1,36	0,87	0,06
99	S 5625	Smokuč gr. 2	13,3	5,13	3,87	67,2	–	0,10	0,33	2,47	5,76	0,097	0,024	0,22	0,99	0,126
100	S 5625/3	"	12,8	4,45	2,55	68,5	–	0,18	0,30	2,64	6,20	0,099	0,002	0,87	0,76	0,072
101	S 5625/4	"	12,9	4,60	1,84	66,4	–	0,79	0,46	2,47	6,48	0,159	0,005	0,29	0,56	–
102	S 5625/14,15	"	13,3	4,2	1,76	65,9	–	1	0,63	2,98	6,63	0,118	0,005	1,22	1,18	0,108
103	S 5625/17,18	"	15,6	0,78	2,25	67,4	–	1,93	0,9	0,96	6,7	0,204	–	0,73	1,06	–
104	"	"	12,3	0,53	3,17	64,8	–	0,48	1,02	0,97	5,75	0,129	–	0,48	0,75	–
105	S 5625/28	"	8,02	3,23	2,89	65,7	–	1,02	0,94	2,64	4,95	0,123	–	1,45	0,75	–
106	S 5625/29	"	16,5	0,59	1,95	69,7	–	1,05	0,81	0,5	4,9	0,089	–	0,21	1,39	0,049
107	S 5647A	gr. 8	–	1,28	–	–	26,0	–	2,55	–	7,50	–	–	–	0,10	–
108	S 5647B	"	17,7	0,45	2,41	65,0	–	0,37	0,60	0,94	11,6	0,078	–	0,17	0,53	–
109	S 5647C	"	15,7	0,75	2,78	70,3	–	0,54	0,65	0,51	6,37	0,089	0,001	0,03	1,29	0,049
110	S 5591	gr. 51	14,0	4,45	1,85	67,4	–	0,29	0,39	2,71	6,17	0,105	0,002	0,84	0,82	0,068
111	S 5609	gr. 60	9,11	3,72	3,49	61,8	–	1,41	0,23	2,45	8,60	0,148	0,009	0,72	2,08	–
112	"	"	14,5	0,59	1,92	72,1	–	0,24	0,99	0,80	6,58	0,073	0,001	0,02	1,36	0,161
113	"	"	14,4	0,70	3,85	68,6	–	0,16	0,60	0,64	5,90	0,236	–	2,58	2,14	–
114	"	"	15,4	1,02	2,92	66,3	–	0,25	0,63	0,69	10,4	0,145	–	0,02	0,68	–
115	"	"	9,39	3,71	4,92	60,7	–	1,34	0,09	2,00	5,65	0,067	–	1,01	0,61	–
116	"	"	14,3	4,42	2,33	67,3	–	0,14	0,40	2,45	7,30	0,122	–	0,47	0,70	–
117	"	"	10,7	4,28	3,46	68,3	–	0,91	0,19	2,23	6,65	0,133	–	0,37	0,67	–
118	"	"	13,5	5,52	3,24	66,4	–	0,13	0,26	2,34	6,82	0,088	–	0,54	0,83	0,059
119	S 2090	Srednja vas – Žale gr. 14	16,5	1,25	1,74	64,4	–	1	1,12	1,06	7,54	0,147	0,036	0,31	0,93	–
120	"	"	14,2	0,49	3,19	70,4	–	0,7	1,02	1,31	4,9	0,119	0,01	1,34	0,98	0,094
121	S 2103	gr. 18	6,63	0,3	0,4	65,7	–	6,82	1,38	2,67	13,5	0,262	–	0,67	1,04	–
122	"	"	8,21	2,59	0,74	55,2	–	4,2	1,83	5,18	13,4	0,244	–	0,81	2,19	0,262
123	"	"	13,9	0,43	2,82	65	–	1,65	1,37	1,81	9,71	0,125	–	2,2	0,77	0,005
124	"	"	13,3	0,49	1,29	66,5	–	1,32	1,39	1,34	7,81	0,409	–	0,85	1,63	–
125	S 2110	gr. 23	12,1	0,31	1,49	68,2	–	1,75	1,3	2,16	8,93	0,2	–	1,02	1,46	–
126	S 2113	Srednja vas – Podonjice gr. 24	14,8	0,26	1,85	67,8	–	2,41	1,36	1,16	8,21	0,141	–	0,37	0,58	–
127	S 2114	"	13,4	0,78	2,15	60,1	–	3,35	1,66	1,53	10,8	0,257	–	1,15	3,16	–
128	PN 21A	Dolsko – Sp. Škovce gr. 3	15,1	3,81	2,01	67,0	–	0,41	0,66	2,89	6,72	0,101	–	0,65	0,62	0,006
129	PN 21B	"	10,6	3,36	2,34	71,3	–	0,78	0,86	2,52	6,22	0,129	–	0,04	0,73	0,047
130	PN 563A	"	16,0	4,51	1,91	65,4	–	0,38	0,66	2,51	7,42	0,102	–	0,33	0,66	–
131	PN 563B	"	11,3	3,74	2,47	70,0	–	0,80	0,81	2,55	6,25	0,139	–	0,04	0,70	0,043
132	A 2898	Gorenji Mokronog – Vrjak	14,9	0,14	2,03	67,9	–	0,91	0,79	0,96	8,49	0,084	–	0,54	1,02	0,121
133	A 3245	Cerov Log – Camberk	16,9	0,95	2,26	69,8	–	0,31	0,68	1,27	6,52	0,086	–	0,36	0,53	–
134	A 3253	"	16,7	1,11	2,45	68,7	–	0,39	0,81	0,98	6,91	0,134	–	0,64	0,78	–
135	S 1272	Ptuj – Turnišče	13,9	5,62	1,60	65,7	–	0,57	0,68	3,28	6,91	0,093	–	0,25	0,86	0,105
136	"	"	12,6	5,26	1,33	64,8	–	–	0,76	2,70	4,38	0,056	–	0,77	0,39	–
137	"	"	13,5	5,11	1,54	65,9	–	–	0,68	3,28	6,58	0,094	–	1,07	0,77	0,046
138	S 1277	"	14,2	4,39	2,66	66,3	–	0,42	0,58	2,63	7,00	0,124	–	0,52	0,88	0,043
139	"	"	14,0	5,67	1,80	64,6	–	0,54	0,62	2,87	7,25	0,122	–	0,92	1,16	0,071
140	"	"	11,9	4,48	1,84	64,0	–	–	0,83	2,34	5,71	0,070	–	0,80	0,52	–
141	S 562	Ptuj – Grad	13,4	5,14	2,40	68,5	–	0,35	0,56	2,52	5,51	0,071	–	0,46	0,71	0,049

A	Inv. št. Inv. No.	Najdišče Site	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO
142	"	"	13,4	4,69	2,46	68,7	–	0,35	0,59	2,47	5,78	0,101	–	0,04	0,84	0,102
143	"	"	12,3	3,91	4,69	65,3	–	0,22	0,78	2,18	8,10	0,150	–	0,81	1,10	0,072
144	"	"	10,5	4,26	2,93	65,5	–	–	0,64	2,02	5,01	0,058	–	0,88	0,39	–
145	PN 5	Ptuj – Štuki/Marof	17,0	0,67	2,71	65,7	–	0,17	0,74	1,05	7,01	0,117	–	0,91	3,73	–
146	SO 45	Murska Sobota – Nova tabla	1,11	–	6,45	32,4	24,9	–	0,00	–	0,84	0,292	–	0,04	1,84	–
147	SO 53	"	11,8	0,38	2,18	50,6	–	–	1,03	0,67	4,68	0,090	–	0,43	12,3	–
148	SO 149	"	14,7	0,60	3,15	71,2	–	–	0,96	0,78	5,78	0,111	–	0,67	0,71	–
149	SZ 9A	"	12,6	0,98	2,91	62,6	–	–	0,83	0,76	5,86	0,110	–	0,34	11,4	–
150	SZ 9B	"	15,7	0,66	2,42	69,7	–	–	0,84	0,62	6,25	0,082	–	0,56	0,65	–
151	SZ 10A	"	15,8	0,94	3,00	63,1	–	–	0,93	0,99	5,37	0,130	–	0,63	4,83	–
152	SZ 10B	"	13,1	0,57	2,98	60,0	–	–	1,19	0,69	4,69	0,142	–	0,73	6,58	–
153	SZ 15	"	3,34	0,65	5,52	37,0	7,80	–	0,86	1,24	1,52	0,393	–	0,22	11,3	–
154	SZ 17/19	"	15,6	0,51	2,59	70,9	–	0,32	0,59	0,71	7,10	0,053	–	1,28	0,35	–
155	SZ 17/20	"	14,7	0,43	3,01	67,4	–	–	0,81	2,38	9,11	0,080	–	0,39	1,09	0,116
156	11540	Lipovci – Popava 1	16,0	0,25	2,38	63,4	–	0,41	0,66	1,33	4,54	0,113	–	0,98	9,83	–
157	11783	"	16,1	4,31	3,53	62,0	–	0,49	0,50	2,63	8,83	0,139	–	0,38	0,96	–
158	12240	"	13,4	0,49	5,76	68,0	–	0,66	1,11	1,62	6,99	0,212	–	0,35	1,31	–
159	12245	"	10,0	0,59	2,49	74,7	–	1,17	0,95	0,53	6,24	0,104	–	0,32	0,60	–
160	12246	"	13,0	0,76	3,78	70,6	–	0,92	1,03	0,83	5,40	0,203	–	0,53	1,02	–
161	12477	Lipovci – Popava 2 gr. 3	14,8	0,38	2,62	72,5	–	0,52	0,60	1,53	5,98	0,082	–	0,30	0,46	0,005
162	PN 7	Murska Sobota – Na plesi gr. 2	15,3	4,90	2,48	63,9	–	0,59	0,74	3,15	7,25	0,136	–	0,11	1,02	0,056
163	PN 9	"	13,3	5,76	1,91	59,1	–	0,90	0,61	2,74	13,8	0,314	–	0,79	0,62	–
164	PN 15	"	2,7	0,44	2,13	90,4	–	0,43	0,45	1,00	1,21	0,072	–	0,01	0,45	–
165	PN 42	<i>gr. 4</i>	14,5	5,57	1,36	64,7	–	–	0,64	2,51	4,37	0,072	–	0,89	0,40	–
166	PN 58	"	14,5	4,30	2,21	66,4	–	0,45	0,61	2,67	6,29	0,119	–	1,57	0,80	–
167	PN 67	"	13,2	3,64	1,87	69,8	–	0,34	0,78	2,42	6,16	0,111	–	0,93	0,70	–
168	PN 68	"	13,8	5,22	1,64	67,9	–	0,39	0,59	2,75	5,41	0,100	–	1,53	0,64	–
169	PN 76	"	14,8	4,36	2,33	64,2	–	0,31	0,61	3,36	6,97	0,100	–	0,13	0,64	–
170	PN 106	"	13,8	4,71	1,43	69,5	–	0,34	0,68	2,34	4,68	0,080	–	1,29	0,47	–
171	PN 141	<i>gr. 14</i>	14,7	5,24	1,59	67,7	–	0,38	0,64	2,47	4,97	0,113	–	1,14	0,85	0,051
172	PN 174	<i>gr. 15</i>	12,6	4,48	2,79	69,3	–	0,22	0,52	2,66	6,02	0,103	–	0,27	0,75	0,092
173	PN 175	"	14,8	4,36	3,26	59,9	4,02	0,27	0,63	3,00	7,88	0,206	–	0,47	1,02	–
174	PN 181	"	13,0	3,78	2,07	64,2	1,34	0,44	0,80	2,53	7,67	0,130	–	0,14	1,25	–
175	93/359–31	Središče ob Dravi gr. 69	0,038	–	0,62	–	–	–	–	–	8,91	–	–	–	1,10	–
176	93/466	<i>gr. 71</i>	12,8	3,62	3,86	67,4	–	0,16	0,71	2,35	6,00	0,14	0,006	1,98	0,84	–
177	93/471A	"	9,45	2,67	7,48	69,5	–	0,14	0,38	1,89	7,19	0,09	0,171	0,04	0,71	–
178	93/471B	"	14,6	4,33	2,87	66,1	–	0,26	0,58	2,98	6,51	0,11	0,005	0,91	0,73	–
179	94/154	<i>kv. XII</i>	16,7	0,74	2,51	68,7	–	0,40	0,81	0,98	6,66	0,14	0,001	0,24	0,98	0,059

A	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Br	Rb ₂ O	SrO	ZrO ₂	Pd	Ag	Cd	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	BaO	Au	PbO
142	–	0,079	0,356	0,015	0,001	–	0,046	0,013	–	–	–	–	–	–	–	0,01
143	–	0,067	0,162	–	0,001	–	0,044	0,015	–	–	–	–	–	–	–	0,03
144	–	0,005	0,016	0,018	0,041	–	0,056	0,047	–	–	–	1,1	–	–	–	6,65
145	–	0,039	0,004	–	–	0,0070	0,055	0,007	–	–	–	–	0,02	–	–	0,08
146	–	–	0,007	–	0,064	–	0,033	–	0,064	0,045	0,14	7,28	–	–	–	24,8
147	0,0023	0,066	0,004	–	0,017	–	0,042	–	0,026	–	0,036	0,21	0,11	–	–	15,3
148	0,0009	0,85	0,008	–	0,0006	–	0,042	0,004	–	–	–	–	0,04	–	–	0,41
149	0,0010	0,039	0,003	–	–	0,0081	0,035	–	–	–	–	0,06	–	–	–	1,41
150	0,0019	1,56	0,032	–	0,0012	–	0,047	0,003	–	–	–	–	0,11	–	–	0,73
151	–	0,62	0,017	–	0,0036	0,0014	0,046	–	–	–	–	0,66	0,06	–	–	2,89
152	–	0,019	0,004	–	0,014	–	0,041	–	–	–	0,030	0,84	0,02	–	–	8,37
153	0,0019	0,040	0,006	–	0,041	–	0,028	–	0,068	–	0,11	0,22	–	–	–	29,7
154	0,0004	0,005	0,003	–	0,0003	0,0004	0,040	0,004	–	–	–	–	–	–	–	0,02
155	0,0009	0,20	0,013	–	0,0017	0,0019	0,063	0,004	–	–	–	–	0,02	–	–	0,16
156	0,0039	0,034	0,003	–	0,0008	–	0,029	0,003	–	–	–	–	–	–	–	0,04
157	0,0016	0,031	0,008	–	0,0004	0,0011	0,059	0,008	–	–	–	–	–	–	–	0,02
158	0,0008	0,007	0,006	–	0,0004	0,0023	0,047	0,004	–	–	–	–	–	–	–	0,00
159	0,0003	0,009	0,003	–	0,0018	–	0,047	0,003	–	–	–	1,14	0,26	–	–	0,89
160	0,0011	1,25	0,034	–	0,0009	–	0,040	0,004	–	0,009	–	0,02	0,10	–	–	0,53
161	–	0,013	0,004	–	0,0002	0,0017	0,034	0,004	–	–	–	–	0,13	–	–	0,01
162	–	0,049	0,16	–	0,0005	–	0,054	0,017	–	–	–	–	–	–	–	0,01
163	0,0007	0,033	0,006	–	0,0005	0,0011	0,045	0,012	–	–	–	–	–	–	–	0,01
164	0,0004	0,67	0,007	–	–	0,0018	0,007	0,005	–	–	–	0,09	–	–	–	0,01
165	0,0006	0,011	0,004	–	0,0057	–	0,050	0,001	–	–	–	0,69	–	–	–	4,28
166	0,0011	0,011	0,006	–	0,0006	0,0007	0,045	0,014	–	–	–	–	–	–	–	0,02
167	0,0016	0,010	0,005	–	0,0012	0,0007	0,047	0,012	–	–	–	–	–	–	–	0,01
168	0,0012	0,015	0,006	–	0,0008	0,0010	0,053	0,017	–	–	–	–	–	–	–	0,02
169	0,0025	1,98	0,015	–	0,0011	0,0011	0,070	0,011	–	–	–	0,03	–	–	–	0,07
170	0,0008	0,006	0,002	–	0,0005	0,0006	0,038	0,011	–	–	–	0,55	–	–	–	0,04
171	–	0,066	0,027	–	–	0,0006	0,041	0,027	–	–	–	0,03	–	–	–	0,04
172	0,0004	0,051	0,13	–	0,0007	0,0007	0,046	0,014	–	0,006	–	–	–	–	–	0,03
173	0,0012	0,011	0,006	–	0,0013	0,0017	0,057	0,020	–	0,049	–	–	–	–	–	0,01
174	0,0008	0,64	0,007	–	0,0022	–	0,059	0,010	–	–	–	0,26	–	–	–	1,64
175	–	0,098	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	89,4
176	0,0016	0,024	0,004	–	–	–	0,0524	0,0105	–	0,039	–	–	–	–	–	0,01
177	0,0014	0,015	0,006	–	–	–	0,0404	0,0033	–	0,010	–	–	–	–	–	0,004
178	0,0008	0,015	0,004	–	–	–	0,0562	0,0098	–	0,024	–	–	–	–	–	0,02
179	0,0003	0,17	0,005	–	–	–	0,0386	0,0079	–	–	–	–	0,59	–	–	0,17

- ANDRAE, R. 1973, Mosaikaugenperlen. Untersuchungen zur Verbreitung und Datierung karolingerzeitlicher Millefioriglasperlen in Europa. – *Acta Praehistorica et Archaeologica* 4/1973 (1975), 101–198.
- BELAK, M., A. PLETERSKI, T. KNIFIC 2008, Katalog predmetov / Katalog der Gegenstände. – V / In: A. Pleterski, *Zgodnjeresrednješka naselbina na blejski Pristavi. Najdbe / Frühmittelalterliche Siedlung Pristava in Bled. Funde*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 14, 171–227.
- BIERBRAUER, V. 1987, *Invillino–Ibligo in Friaul* 1. Die römische Siedlung und das spätantik-frühmittelalterliche Castrum. – Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte 33.
- BITENC, P., T. KNIFIC (ur. / eds.) 2001, *Od Rimljanov do Slovanov. Predmeti*. – Ljubljana.
- BITENC, P., T. KNIFIC 2013–2014, Zgodnjeresrednješki Sv. Pavel nad Vrtovinom v Vipavski dolini. – *Goriški letnik* 37–38/2013–2014 (2015), 151–175.
- BREŠČAK, D. 2002, Slovansko grobišče na Camberku nad Cerovim Logom / Slawisches Gräberfeld auf dem Camberk oberhalb von Cerov Log. – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2002, 104–110.
- CAGNO, S., L. FAVARETTO, M. MENDERA, A. IZMER, F. VANHAECKE, K. JANSSENS 2012a, Evidence of early medieval soda ash glass in the archaeological site of San Genesio (Tuscany). – *Journal of Archaeological Science* 39, 1540–1552.
- CAGNO, S., M. BRONDI BADANO, F. MATHIS, D. STRIVAY, K. JANSSENS 2012b, Study of medieval glass fragments from Savona (Italy) and their relation with the glass produced in Altare. – *Journal of Archaeological Science* 39, 2191–2197.
- CALLMER, J. 1977, *Trade Beads and the Bead Trade in Scandinavia, ca 800–1000 AD*. – Lund.
- CALLMER, J. 1997, Beads and bead production in Scandinavia and the Baltic Region, ca. AD 600–1100; a general outline. – V / In: U. von Freeden, A. Wieczorek (ur. / eds.), *Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte* 1, 195–202.
- CEGLIA, A., P. COSYNS, K. NYS, H. TERRY, H. THIENPONT, W. MEULEBROECK 2015, Late antique glass distribution and consumption in Cyprus: a chemical study. – *Journal of Archaeological Science* 61, 213–222.
- CIGLENEČKI, S. 2008, Castra and Höhensiedlungen vom 3. bis 6. Jahrhundert in Slowenien. – V / In: H. Steuer, V. Bierbrauer (ur. / eds.), *Höhensiedlungen zwischen Antike und Mittelalter von den Ardennen bis zur Adria / Hilltop settlements between Antiquity and the Middle Ages from the Ardennes to the Adriatic*, Ergänzungsbände zum Reallexikon der germanischen Altertumskunde 58, 481–532, Berlin, New York.
- CIGLENEČKI, S., T. KNIFIC 1979, Staroslovansko grobišče v Zgornjem Dupleku (Old Slavic cemetery at Zgornji Duplek). – *Arheološki vestnik* 30, 473–488.
- CLIMENT-FONT, A., A. MUÑOZ-MARTIN, M. D. YNSA, A. ZUCCHIATTI 2008, Quantification of sodium in ancient Roman glasses with ion beam analysis. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 266, 640–648.
- DALTON, O. M. 1961, *Byzantine Art and Archaeology*. – Oxford.
- DEMO, Ž. 2009, *Ranosrednjovjekovno groblje bjelobrdske kulture: Vukovar–Lijevo Brdo (X–XI. stoljeće) / An Early Medieval Cemetery of the Bijelo Brdo Culture: Vukovar–Lijevo Brdo (10th–11th Centuries)*. – Katalozi i monografije Arheološkoga muzeja u Zagrebu 6.
- DE RAEDT, I. 2001, *Composition of 16th–17th century façade-Venise glass excavated in Antwerp and neighbouring cities*. – Doktorska disertacija, Univerza v Antverpnu / Ph.D. dissertation, University of Antwerp.
- DOSTÁL, B. 1996, *Slovanská pohřebiště ze střední doby hradištní na Morave*. – Praha.
- EICHERT, S. 2010, *Die frühmittelalterlichen Grabfunde Kärntens. Die materielle Kultur Karantaniens anhand der Grabfunde vom Ende der Spätantike bis ins 11. Jahrhundert*. – Aus Forschung und Kunst 37.
- FOSTER, H. E., C. M. JACKSON 2009, The composition of 'naturally colored' late Roman vessel glass from Britain and the implications for models of glass production and supply. – *Journal of Archaeological Science* 36, 189–204.
- FOY, D., M. PICON, M. VICHY, V. THIRION-MERLE 2003, Caractérisation des verres de la fin de l'Antiquité en Méditerranée occidentale: l'émergence de nouveaux courants commerciaux. – V / In: D. Foy, M.-D. Nenna (ur. / eds.), *Échange et commerce du verre dans le monde antique. Actes du colloque de l'Association Française pour l'Archéologie du Verre, Aix-en-Provence et Marseille 2001*, Monographies Instrumentum 24, 41–85.
- FREESTONE, I. C. 2005, The Provenance of Ancient Glass through Compositional Analysis. – *Materials Research Society Symposium Proceedings* 852, 1–14.
- GANIO, M., S. BOYEN, T. FENN, R. SCOTT, S. VANHOUTTE, D. GIMENO, P. DEGRYSE 2012a, Roman glass across the Empire, an elemental and isotopic characterization. – *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 27, 743–753.
- GANIO, M., S. BOYEN, D. BREMS, R. SCOTT, D. FOY, K. LATRUWE, G. MOLIN, A. SILVESTRI, F. VANHAECKE, P. DEGRYSE 2012b, Trade routes across the Mediterranean, a Sr/Nd isotopic investigation on Roman colorless glass. – *Glass Technology - European Journal of Glass Science and Technology A* 53/5, 217–224.
- GIESLER, J. 1980, Zur Archäologie des Ostalpenraumes vom 8. bis 11. Jahrhundert. – *Archäologisches Korrespondenzblatt* 10/1, 85–98.
- GIESLER, J., 1981, Untersuchungen zur Chronologie der Bijelo Brdo-Kultur. Ein Beitrag zur Archäologie des 10. und 11. Jahrhunderts im Karpatenbecken. – *Praehistorische Zeitschrift* 56, 3–167.
- GIESLER, J. 2002, An der Südostgrenze des Reiches – der Ostalpenraum im 10. Jahrhundert. – V / In: J. Henning (ur. / ed.), *Europa im 10. Jahrhundert. Archäologie einer Aufbruchzeit*, 397–409, Mainz am Rhein.
- GLIOZZO, E. 2016, Late Antique and Early Medieval glass vessels from Faragola (Italy). – *Archaeometry* 58, 113–147.
- GLIOZZO, E., B. LEPRI, L. SAGUI, I. TURBANTI MEMMI 2015, Colorless glass from the Palatine and Esquiline hills in Rome (Italy). New data on antimony- and manganese-decoupled glass in the Roman period. – *Archaeological and Anthropological Sciences* (2015) doi: 10.1007/s12520-015-0264-1.

- GLIOZZO, E., M. TURCHIANO, F. GIANNETTI, A. SANTAGOSTINO BARBONE 2016, Late Antique glass vessels and production indicators from the town Herdonia (Foggia, Italy): New data on CaO-rich/weak HIMT glass. – *Archaeometry* 58, 81–112.
- GUŠTIN, M. (ur. / ed.) 2002, *Zgodnji Slovani. Zgodnje-srednjeveška lončenina na obrobju vzhodnih Alp / Die frühen Slawen. Frühmittelalterliche Keramik am Rand der Ostalpen*. – Ljubljana.
- GUŠTIN, M. (ur. / ed.) 2008, *Srednji vek. Arheološke raziskave med Jadranskim morjem in Panonsko nižino / Mittelalter. Archäologische Forschungen zwischen der Adria und der Pannonischen Tiefebene*. – Ljubljana.
- GUŠTIN, M. 2008, Slovansko skeletno grobišče na ledini Nova tabla pri Murski Soboti (Das altslawische Skellettgräberfeld aus Nova tabla bei Murska Sobota). – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2008, 53–57.
- GUŠTIN, M., G. TIEFENGRABER 2002, Oblike in kronologija zgodnjesrednjeveške lončenine na Novi tabli pri Murski Soboti / Formen und Chronologie frühmittelalterlicher Keramik in Nova tabla bei Murska Sobota. – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2002, 46–62.
- HIRVONEN, J.-P., R. LAPPALAINEN 1995, Particle-Gamma Data. – V / In: J. R. Tesmer, M. Nastasi (ur. / eds.), *Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis*, 573–613, Pittsburgh.
- HROVATIN, I. M., P. TURK, 2008, Pržanj pri Ljubljani. Naselbinska jama 17 (Pržanj bei Ljubljana. Siedlungsgrube 17). – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2008, 145–151.
- JACKSON, C. M., S. PAYNTER 2016, A great big melting pot: exploring patterns of glass supply, consumption and recycling in Roman Coppergate, York. – *Archeometry* 58, 68–95.
- JEVREMOV, B. 1975, Staroslovanska nekropola v Turnišču pri Ptujju (Die altslawische Nekropole in Turnišče bei Ptuj). – V / In: *Ptujski zbornik* 4, 161–166, Ptuj.
- JEZERŠEK, D., Ž. ŠMIT, P. PELICON 2010, External beamline setup for plated target investigation. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 268, 2006–2009.
- JURČEVIĆ, A. 2011, Nalazi ranokarolinškog oružja i konjaničke opreme u doba formiranja Hrvatske kneževine (Funde frühkarolingischer Waffen und Reiterausrüstung aus der Entstehungszeit des kroatischen Fürstentums). – *Starohrvatska prosvjeta* 38, 111–147.
- KARO, Š. 2004, Die Typologie der frühmittelalterlichen Steigbügel aus slowenischen Fundorten. – V / In: G. Fusek (ur. / ed.), *Zbornik na počest' Dariny Bialekovej*, Communicationes Instituti Archaeologici Nitriensis Academie Scientiarum Slovacae 7, 165–173.
- KARO, Š. 2012a, Oprema jahača i konja s Gradišča nad Bašljem (Slovenija) (Military and horse equipment from Gradišče above Bašelj, Slovenia). – V / In: T. Šeparović (ur. / ed.), *Dani Stjepana Gunjače* 2, 297–315, Split.
- KARO, Š. 2012b, Zgodnjekarolinške najdbe s slovenskih najdišč. – V / In: I. Lazar, B. Županek (ur. / eds.), *Emona med Akvilejo in Panonijo / Emona between Aquileia and Pannonia*, 447–458, Koper.
- KARO, Š., T. KNIFIC 2015a, Gradišče above Bašelj in the early medieval Carniola (Slovenia). – V / In: D. Callebaut, H. van Cuyck (ur. / eds.), *The Legacy of Charlemagne (814–2014)*, 285–296, Gent.
- KARO, Š., T. KNIFIC 2015b, Cross-shaped strap dividers from Gradišče hill above Bašelj, Slovenia. – V / In: Pieta, Robak (ur. / eds.) 2015, 219–230.
- KARO, Š., T. KNIFIC, M. LUBŠINA TUŠEK 2011, Predmeti avarskega izvora z arheoloških najdišč v Sloveniji (Items of Avar origin from archaeological sites in Slovenia). – *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu* 44, 131–159.
- KARO, Š., T. KNIFIC, Z. MILIČ 2001, Pokositreni železni predmeti z Gradišča nad Bašljem / Tinned iron objects from Gradišče above Bašelj. – *Argo* 44/2, 43–48.
- KASTELIC, J. 1962–1963, Blejska fibula s kentavrom lokostrelcem (La fibula con centauro-sagittaro di Bled). – *Arheološki vestnik* 13–14, 545–563.
- KASTELIC, J., B. ŠKERLJ 1950, *Slovanska nekropola na Bledu. Arheološko in antropološko poročilo za leto 1948*. – Dela 1. razreda SAZU 2.
- KLASINC, R. 2008, Dvojni skeletni grob z najdišča Dolsko pri Ljubljani (Doppelskelettgrab aus der Dolsko bei Ljubljana). – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2008, 153–155.
- KLEIN-PFEUFFER, M. 1993, *Merowingerzeitliche Fibeln und Anhänger aus Preßblech*. – Marburger Studien zur Vor- und Frühgeschichte 14.
- KNIFIC, T. 1974, Horizontalna stratigrafija grobišča Bled–Pristava II (Die horizontale Stratigraphie des Gräberfeldes Bled–Pristava II). – *Situla* 14–15, 315–326.
- KNIFIC, T. 2002, Lončenina v zgodnjesrednjeveških grobovih na Slovenskem / Die Keramik in den frühmittelalterlichen Gräbern in Slowenien. – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2002, 115–128.
- KNIFIC, T. 2004, Arheološki sledovi blejskih prebivalcev iz pozne antike in zgodnjega srednjega veka. – V / In: J. Dežman (ur. / ed.), *Bled 1000 let, Blejski zbornik 2004*, 93–117, Bled.
- KNIFIC, T. 2007, Zgodnjesrednjeveški pozlačeni predmeti z Gradišča nad Bašljem (Slovenija) / Early Medieval Gilded Artefacts from Gradišče nad Bašljem (Slovenia). – *Prilozi Instituta za arheologiju u Zagrebu* 24, 317–326.
- KNIFIC, T. 2008, Predmeti orientalskega izvora z zgodnjesrednjeveških najdišč v Sloveniji (Gegenstände orientalischer Herkunft aus frühmittelalterlichen Fundstellen in Slowenien). – V / In: Guštin (ur. / ed.) 2008, 35–38.
- KNIFIC, T. 2010, Early medieval hoards of iron items in Slovenia. – *Archaeologia Adriatica* 4 (2011), 85–99.
- KNIFIC, T., M. MLINAR 2014, Najdbe iz 10. in 11. stoletja v Posočju – vpetost v evropski prostor. Najdišče Sv. Urh v Tolminu / The 10th and 11th century finds from the Soča Valley – integration into European territory. The site of Sv. Urh in Tolmin. – *Arheološki vestnik* 65, 423–462.
- KNIFIC, T., T. NABERGOJ 2016, *Srednjeveške zgodbe s stičišča svetov*. – Ljubljana.
- KNIFIC, T., A. PLETERSKI 1993, Staroslovanski grobišči v Spodnjih Gorjah in Zasipu. – *Arheološki vestnik* 44, 235–267.
- KNIFIC, T., M. TOMANIČ JEVREMOV 2005, Srednjeveško grobišče pri Središču ob Dravi (Die mittelalterliche Grabstätte bei Središče ob Dravi/Polstrau). – V / In: M. Hernja Masten (ur. / ed.), *Ormož skozi stoletja* 5, 160–177, Ormož.

- KOROŠEC, J. 1950, *Staroslovansko grobišče na Ptujskem gradu*. – Dela 1. razreda SAZU 1.
- KOROŠEC, J., P. KOROŠEC 1953, Predzgodovinsko in staroslovansko grobišče pri Turnišču v bližini Ptuja (Vorgeschichtliche und altslawische Nekropole in der Nähe von Turnišče bei Ptuj). – *Razprave SAZU* 3, 179–270.
- KOROŠEC, P. 1961, Poskus delitve slovanske materialne kulture na področju Karantanije (Ein Versuch der typologischen Unterscheidung in der slawischen materiellen Kultur in Karantanien). – *Zgodovinski časopis* 15, 157–194.
- KOROŠEC, P. 1970–1971, Kulturni in časovni oris slovanskega zgodnjega srednjega veka na območju Slovenije (Esquisse culturelle et temporelle du haut moyen âge slave sur le territoire de la Slovénie). – *Arheološki vestnik* 21–22, 95–110.
- KOROŠEC, P. 1979, *Zgodnjerednjeveška arheološka slika karantanskih Slovanov (Archäologisches Bild der Karantanschen Slawen im frühen Mittelalter)*. – Dela 1. razreda SAZU 22/1–2.
- KOROŠEC, P. 1999, *Nekropola na ptujskem gradu. Turnirski prostor / Das Gräberfeld an dem Schloßberg von Ptuj. Turnierplatz*. – Ptuj.
- KRIŽ, B. 2003, Bela Cerkev – Pod Vovkom. – V: B. Djurić et al., *Zemlja pod vašimi nogam. Arheologija na avtocestah Slovenije. Vodnik po najdiščih*, 93–94, Ljubljana.
- KRIŽ, B. 2004, Bela Cerkev – Pod Vovkom. – In: B. Djurić et al., *The Earth Beneath Your Feet. Archaeology on the Motorways in Slovenia. Guide to Sites*, 97–98, Ljubljana.
- KRIŽ, B. 2009, Zgodnji srednji vek. 7.–10. stoletje / The early Middle Ages. 7th–10th century. – V / In: B. Križ, P. Stipančič, A. Škedelj Petrič, *Arheološka podoba Dolenjske / The archaeological image of Dolenjska*, 192–195, Novo mesto.
- MARUŠIČ, B. et al. 1995, Istra: i sjevernojadranski prostor u ranom srednjem vijeku: materijalna kultura od 7. do 11. stoljeća / *L'Istrie et l'Adriatique septentrional à l'époque du haut Moyen Age: la culture matérielle du VII^e au XI^e siècle*. – Monografije i katalogi 4.
- MCCRAY, W. P. 1998, Glassmaking in Renaissance Italy: the Innovation of Venetian Cristallo. – *The Journal of the Minerals, Metals & Materials Society* 50/5, 14–19.
- MECKING, O. 2011, Naturwissenschaftliche Untersuchungen an Bleiglasringen aus Erfurt, Trommsdorffstraße – ein Beitrag zu Bleigläsern in Mittel- und Nordeuropa im Mittelalter. – *Alt-Thüringen* 42 (2010/2011), 324–349.
- MECKING, O. 2013, Medieval lead glass in central Europe. – *Archaeometry* 55, 640–662.
- MILAVEC, T. 2011a, Kovinske najdbe / Metal finds. – V / In: Z. Modrijan, T. Milavec, *Poznoantična utrjena naselbina Tonovcov grad pri Kobaridu. Najdbe / Late Antique fortified settlement Tonovcov grad near Kobarid. Finds*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 24, 21–81.
- MILAVEC, T. 2011b, Steklene najdbe / Glass finds. – V / In: Z. Modrijan, T. Milavec, *Poznoantična utrjena naselbina Tonovcov grad pri Kobaridu. Najdbe / Late Antique fortified settlement Tonovcov grad near Kobarid. Finds*, Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 24, 83–119.
- MILAVEC, T. 2015, *Late Antique window glass from the hilltop settlement of Tonovcov grad near Kobarid / Poznoantično okensko steklo z višinske naselbine Tonovcov grad pri Kobaridu*. – *Arheološki vestnik* 66, 79–102.
- MILOŠEVIĆ, A. 2000, Karolinški utjecaji u kneževini Hrvatskoj u svjetlu arheoloških nalaza. – V / In: A. Milošević (ed.), *Hrvati i Karolinzi – Rasprave i vrela*, 106–139, Split.
- MÜLLNER, A. 1894, Funde antiker Gräber in Veldes. – *Argo* 3, 80–81, 113–120.
- NENNA, M.-D., M. PICON, M. VICHY 2000, Ateliers primaires et secondaires en Égypte à l'époque Gréco-Romaie. – V / In: M.-D. Nenna (ur. / ed.), *La route du verre. Ateliers primaires et secondaires de verriers du second millénaire av. J.-C. au Moyen-Âge*, Travaux de la Maison de l'Orient méditerranéen 33, 97–112.
- PAHIČ, S. 1969, Antični in staroslovanski grobovi v Brezju pri Zrečah (Antike und altslawische Gräber in Brezje ob Zreče). – *Razprave 1. razreda SAZU* 6, 215–308.
- PAVLOVIČ, D. 2012, The settlement and organization of early Slavic hamlets in Prekmurje, Slovenia. – V / In: T. Šeparović (ur. / ed.), *Dani Stjepana Gunjače* 2, 317–333, Split.
- PETRINEC, M., A. JURČEVIĆ 2015, Crkvina – Biskupija. Insights into the Chronology of the Site from 8th to 15th Century. – V / In: M. Vicolija-Matijašič (ur. / ed.), *Swords, Crowns, Censers and Books. Francia Media – Cradles of European Culture*, 327–372, Rijeka.
- PIETA, K., Z. ROBAK (ur. / eds.) 2015, *Bojná 2. Nové výsledky výskumov včasnostredovekých hradísk*. – *Archaeologia Slovaca monographiae* 20, Nitra.
- PIETA, K. 2015, Včasnostredoveké mocenské centrum Bojná – výskumy v rokoch 2007–2013 (Frühmittelalterliches Machtzentrum Bojná – Ausgrabungen in den Jahren 2007–2013). – V / In: Pieta, Robak (ur. / eds.) 2015, 219–230.
- PIETA, K., A. RUTTKAY 2006, Bojná – mocenské a christianizačné centrum Nitrianskeho kniežatstva / Bojná – neues Macht- und Christianisierungszentrum des Fürstentums von Nitra. – V / In: K. Pieta, A. Ruttkay, M. Ruttkay (ur. / eds.), *Bojná. Hospodárske a politické centrum Nitrianskeho kniežatstva / Bojná. Wirtschaftliches und politisches Zentrum des Fürstentums von Nitra*, *Archaeologia Slovaca Monographiae, Studia Instituti Archaeologici Nitrensis Academiae Scientiarum Slovaca* 9, 21–69.
- PLETERSKI, A. 1990, Staroslovansko grobišče na Sandrovi polici v Predtrgu pri Radovljici (Die altslawische Nekropole auf der Sandrova polica in Predtrg bei Radovljica). – *Arheološki vestnik* 41, 465–504.
- PLETERSKI, A. 2013, Korak v kronologijo zgodnjerednjeveškega naglavnega nakita vzhodnih Alp / A step towards the chronology of early medieval head ornaments in the Eastern Alps. – *Arheološki vestnik* 64, 299–334.
- PLETERSKI, A., B. ŠTULAR, M. BELAK (ur. / eds.) 2016, *Izkopavanje srednjeveškega in zgodnjerednjeveškega grobišča pri Župni cerkvi v Kranju v letih 1964–1970 [Excavations of Medieval and Post-Medieval cemetery at the Župna cerkev in Kranj from 1964 to 1970]*. – Opera Instituti Archaeologici Sloveniae 35, Grobišče Župna cerkev in Kranju 1 / Cemetery Župna cerkev in Kranj 1.
- PÖCHE, A. 2005, *Perlen, Trichtergläser, Tesseræ. Spuren des Glashandels und Glashandwerks auf dem frühgeschichtlichen Handelsplatz von Groß Strömkendorf*,

- Landkreis Nordwestmecklenburg*. – Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mecklenburg-Vorpommerns 44.
- PREMK, J. 2014, Kentaver lokostrelec z Brd na Bledu. – *Razgledi Muzejskega društva Bled* 6/2014, 111–121.
- PŘICHYŠTALOVÁ, R., J. ŠTELCL, V. VÁVRA, 2014, Glass Beads and Buttons from the Southern Suburb of the Břeclav-Pohansko Stronghold. – *Journal of Glass Studies* 56/2014, 37–59.
- PROFANTOVÁ, N. 2011, Karolinské importy a jejich napodobování v Čechách, případně na Moravě (konec 8. – 10. století) (Karolingische Importe und ihre Nachahmung in Böhmen, bzw. in Mähren, das Ausgehende 8. – 10. Jahrhundert). – V / In: *Karolínska kultúra a Slovensko. Študie / Karolingische Kultur und die Slowakei. Studien, Zborník Slovenského národného múzea, Archeológia, Supplementum* 4, 71–104.
- REHREN, Th. 2008, A review of factors affecting the composition of early Egyptian glasses and faience: alkali and alkali earth oxides. – *Journal of Archaeological Science* 35, 1345–1354.
- SAGADIN, M. 2013, Zgodnjesrednjeveški grobišči v Komendi in na Zgornjem Brniku (The early medieval cemetery of Komenda and Zgornji Brnik in the Gorenjska region). – *Arheološki vestnik* 64, 249–298.
- SAGADIN, M., D. SVOLJŠAK 2000–2004, 276. Smokuč. – *Varstvo spomenikov* 39–41 (2006). *Poročila*, 186–188.
- SANKOVIČ, S. 2016, Slovansko grobišče Na plesi v Murski Soboti. – V / In: *Slovani, naša dediščina. Zbornik povzetkov / Our Heritage: The Slavs, Book of abstracts*, 46, Kranj.
- SAVIDOU, A., X. ASLANOGLU, T. PARADELLIS, M. PILAKOUTA 1999, Proton induced thick target γ -ray yields of light nuclei at the energy region $E_p=1.0$ – 4.1 MeV. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 152, 12–18.
- SAYRE, E. V., R. W. SMITH 1961, Compositional categories of ancient glass. – *Science* 133, 1824–1826.
- SCHIBILLE, N., A. STERRETT-KRAUSE, I. C. FREESTONE 2016, Glass groups, glass supply and recycling in late Roman Carthage. – *Archaeological and Anthropological Sciences* (2016), doi: 10.1007/s12520-016-0316-1.
- SHORTLAND, A., L. SCHACHNER, I. FREESTONE, M. TITE 2006, Natron as a flux in the early vitreous materials industry: sources, beginnings and reasons for decline. – *Journal of Archaeological Science* 33, 521–530.
- SILVESTRI, A., G. MOLIN, G. SALVIULO 2008, The colourless glass of Iulia Felix. – *Journal of Archaeological Science* 35, 331–341.
- STARE, V. 1980, *Kranj. Nekropola iz časa preseljevanja ljudstev*. – Katalogi in monografije 18.
- STRMČNIK GULIČ, M., S. CIGLENEČKI 2003, *Ančnikovo gradišče pri Jurišni vasi. Poznoantična in zgodnjesrednjeveška naselbina na Pohorju / Late antique and early medieval settlement on Pohorje*. – Slovenska Bistrica.
- STROH, A. 1954, *Die Reihengräber der karolingisch-ottonischen Zeit in der Oberpfalz*. – Materialhefte zur bayerischen Vorgeschichte 4.
- SVOLJŠAK, D. 2002, Arheološka podoba Bovškega. – V / In: *Soški razgovori* 1, 261–277, Bovec.
- SZŐKE, B. M. 1992, Die Beziehungen zwischen dem oberen Donautal und Westungarn in der ersten Hälfte des 9. Jahrhunderts (Frauentrachtzubehör und Schmuck). – V / In: F. Daim (ur. / ed.), *Awarenforschungen* 2, *Archaeologia Austriaca Monographien* 2 (= Studien zur Archäologie der Awaren 4), 841–968.
- SZŐKE, B. M. 2014, *The Carolingian Age in the Carpathian Basin. Permanent Exhibition of the Hungarian National Museum*. – Budapest.
- SZOMBATHY, J. 1911, La-Tène-Gräber in Roje bei Moräutsch in Unterkrain. – *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 41, [20].
- ŠAVAL, I., Š. KARO et al. 2012, *Popava pri Lipovcih* 1. – Arheologija na avtocestah Slovenije 30. [<http://www.zvks.si/sl/kulturna-dediscina-slovenije/publikacije/kategorije/4/>].
- ŠAVAL, I., T. KNIFIC et al. 2013, *Popava pri Lipovcih* 2. – Arheologija na avtocestah Slovenije 41. [http://www.zvks.si/media/images/publications/41_Popava_pri_Lipovcih_2.pdf].
- ŠMID, W. 1907, Die Reihengräber von Krainburg. – *Jahrbuch für Altertumskunde* 1, 55–77, Wien.
- ŠMID, W. 1908, Altslovenische Gräber Krains. – *Carniola* 1, 17–44.
- ŠMIT, Ž., K. JANSSENS, O. SCHALM, M. KOS 2004, Spread of façon-de-Venise glassmaking through central and western Europe. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 213, 717–722.
- ŠMIT, Ž., D. JEZERŠEK, T. KNIFIC, J. ISTENIČ 2009a, PIXE-PIGE analysis of Carolingian period glass from Slovenia. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 267, 121–124.
- ŠMIT, Ž., F. STAMATI, N. CIVICI, A. VEVECKA-PRIFTAJ, M. KOS, D. JEZERŠEK 2009b, Analysis of Venetian-type glass fragments from the ancient city of Lezha (Albania). – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 267, 2538–2544.
- ŠMIT, Ž., D. JEZERŠEK, T. KNIFIC, J. ISTENIČ 2010, Raziskave zgodnjesrednjeveškega stekla z ozemlja Slovenije. – *Argo* 53/1, 87–89.
- ŠMIT, Ž., T. KNIFIC, D. JEZERŠEK, J. ISTENIČ 2012, Analysis of early medieval glass beads – Glass in the transition period. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 278, 8–14.
- ŠMIT, Ž., T. MILAVEC, H. FAJFAR, TH. REHREN, J. W. LANKTON, B. GRATUZE 2013, Analysis of glass from the post-Roman settlement Tonovcov grad (Slovenia) by PIXE-PIGE and LA-ICP-MS. – *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 311, 53–59.
- ŠTIH, P. 2013, The Carolingian period of the 9th century. V / In: O. Luthar (ur. / ed.), *The Land between. A history of Slovenia*, 93–110, Frankfurt am Main.
- TOVORNIK, V. 1986, Die frühmittelalterlichen Gräberfelder von Gusen und Auhof bei Perg in Oberösterreich. Teil 2: Auhof bei Perg. – *Archaeologia Austriaca* 70, 413–484.
- TURČAN, V. (ur. / ed.) 2011, *Karolínska kultúra a Slovensko. Študie / Karolingische Kultur und die Slowakei. Studien*. – Zborník Slovenského národného múzea, Archeológia, Supplementum 4.
- UNGERMAN, Š. 2005, Ženský šperk staršieho veľkomoravského horizontu (Frauensmuck des älteren großmährischen Horizonts). – *Archeologické rozhledy* 57, 707–749.

- UNGERMAN, Š. 2015, Mečové pásy z 9.–10. století v západní a střední Evropě (typologie, chronologie, provenience a symbolika) (Schwertgurte des 9. bis 10. Jahrhunderts in West und Mitteleuropa: Typologie, Chronologie, Herkunft und Symbolik). – V / In: Pieta, Robak (ur. / eds.) 2015, 251–279.
- UNGERMAN, Š. 2016, Tzv. karantánské náušnice ve středním Podunjí (Die “karantanischen” Ohrringe im mittleren Donauraum). – *Památky archeologické* 107, 181–236.
- VINSKI, Z. 1969, Köttlacher Kultur. – V / In: J. Filip (ur. / ed), *Enzyklopädisches Handbuch zur Uhr- und Frühgeschichte Europas* 1, 632–633, Prag.
- WAMSER, L. (ur. / ed.) 2004, *Die Welt von Byzanz – Europas östliches Erbe. Glanz, Krisen und Fortleben einer tausendjährigen Kultur.* – München.
- ZUCCHIATTI, A., L. CANONICA, P. PRATI, A. CAGNANA, S. ROASCIO, A. CLIMENT FONT 2007, PIXE-analysis of V–XVI century glasses from the archaeological site of San Martino di Ovaro (Italy). – *Journal of Cultural Heritage* 8, 307–314.
- ŽORŽ, A. 2012, Living with the dead: Early mediaeval burial within the ritual landscape. – V / In: T. Šeparović (ur. / ed.), *Dani Stjepana Gunjače* 2, 283–296, Split.

Early medieval glass in Slovenia: Analytical study and beads of plant-ash glass

Translation

Glass finds from the early medieval sites of Slovenia are numerous; the most frequent are beads, less numerous is jewellery with added glass ornaments; there are also some ingots and fragments of glass vessels. The first material analysis of medieval glass was performed in 2004 on the finds from Gradišče above Bašelj.¹ The measurements based on the combined PIXE-PIGE method revealed two types of glass, natron and halophytic (*Fig. 1*). The two types distinguish according to the flux used: (1) natron, a mixture of sodium carbonate and bicarbonate, and (2) the ash of halophytic plants. Glass with less than 1.6% MgO was made of natron, glass with a higher percentage of MgO is halophytic. In 2009 and 2010, we expanded our research to the glass beads from various archaeological sites in Slovenia.² In addition to the natron-type glass, we also discovered several examples of halophytic glass, which raised questions about correct dating of certain find complexes.³ Our research continued into 2015 and 2016, analysing another group of glass beads, including the recent finds from Pomurje.

All measurements executed between 2009 and 2016 are shown in the table (*App. A*) that includes 179 samples from 25 sites (A 1–179).⁴

MEASUREMENTS

Experiment

The measurements were performed with the Tandetron accelerator of the Jožef Stefan Institute in Ljubljana. Two methods were applied: the method of proton-induced X-rays (PIXE) for the elements of silicon and heavier, and the method of proton-induced gamma rays (PIGE) for the elements of sodium, magnesium, and aluminium. The nominal proton energy was 3 MeV, but it reduced to approximately 2.7 MeV on the target, as the protons left part of their energy in the exit window and in

¹ Šmit et al. 2009a; Šmit et al. 2010.

² The studies of early medieval glass have been carried out since 2004 within the “Archaeological and Archaeometric Research of Portable Archaeological Heritage” research program, coordinated by Dr Janka Istenič (Narodni muzej Slovenije, Ljubljana). The authors acknowledge the financial support from the Slovenian Research Agency (research core funding No. P6–0283).

³ Šmit et al. 2012.

⁴ A (analysed sample) + number = sample serial number (*App. A*). In figures and in the table, the numbers of natron glass are shown in red, and the numbers of halophytic glass in blue. In the table (*App. A*), the fields with values of the MgO content higher than 1.6% are painted grey, thus indicating halophytic glass. The symbol (–) denotes values below the detection limit. – At the measurements of 2004, we could clearly distinguish between the natron and halophytic glass, but due to the inefficient normalization procedure of the gamma spectra, those values are less accurate than our present values obtained during 2009–2016, so we did not include them into *App. A*.

an approximately 1 cm air gap between the exit window and target. The width of the air gap was kept fixed with mechanical spacers. The beam profile at the target was Gaussian with 0.8 mm width at half maximum. The emitted X-rays were detected in a Si(Li) detector of 160 eV resolution at 5,89 keV, positioned at 45° with respect to the target normal. The distance between the irradiated area and the detector was approximately 6 cm. Precise values of the two air gaps were determined from the measurements of pure elemental and simple metal oxide targets, using the argon signal from the air for normalization.

Two measurement series were performed with different settings. For the first series of 112 data,⁵ three sequential spectra were measured in each measuring spot: two PIXE and a PIGE. For PIXE measurements, an 8 µm aluminium foil was used as the exit window, as the aluminium lines of 1.5 keV produced no scattering background in the spectra. Low-energy PIXE measurement was aimed at the elements between silicon and iron. The proton current was a few tenths of nA, using a 5.7 cm air gap as the only absorber. The measuring time was about 300–500 seconds. For the subsequent high energy PIXE, the proton current was set to about 1 nA, and the X-ray detector was equipped with an additional absorber made of 0.1 mm thick aluminium foil. The sensitivity for mid-Z elements around Sr was thus approximately 10 µg/g. Spectral deconvolution was performed by the AXIL program, and the two sets of X-ray intensities were combined into one input file numerically, using the Fe K α line for normalization.

The third, the PIGE spectrum, involved gamma rays of essential glass elements sodium, magnesium, and aluminium. For these measurements, the exit window was a 2-µm thick tantalum foil that produced no gamma background up to approximately 300 keV. The detector used was intrinsic germanium with 40% relative efficiency. The detected gamma rays were excited by inelastic nuclear scattering and were 440 keV for Na, 585 keV for Mg, and 844 and 1014 keV for Al.⁶ Independently, we determined the intensity of 583 keV gamma line from the natural background and subtracted its contribution from the magnesium gamma line. In plant ash that contains several percent points of MgO, the counting rate

of the background line was less than 10% of the magnesium line, but in natron glass, the counting rates of both lines were approximately equal. This effect reduced sensitivity for MgO to about 0.3%. The proton current for PIGE measurements was a few nA and the accumulated dose, measured by a wire mesh intersecting the beam in the vacuum,⁷ was 3 µC. The GRILS program of the GANAAS software was used for the spectral deconvolution.

During the second series of 67 data,⁸ we measured the X-ray and gamma spectra simultaneously, using the 2 µm tantalum foil for the exit window. Scattered tantalum L lines then contributed as a small background in the spectra, which we subtracted during the de-convolution procedure. The proton current was approximately 1.2 nA and the measuring time was about 1500 seconds, which corresponded to the accumulated dose of 3 µC. In order to balance the detection of X-rays from light and heavy elements, the detector was equipped with a funny filter made of 0.05 mm thick aluminium foil with a hole of 0.0883 relative opening. The X-ray intensities obtained from the spectra de-convolution were numerically corrected for transmission of the funny filter.

The elemental concentrations were evaluated using an iterative procedure, simultaneously taking into account the matrix effects for X-rays and gamma rays. Glass standard NIST 620 was used to determine the concentrations of Na, Mg and Al according to the surface approximation;⁹ the iterative procedure depended on proton stopping in the target only. The concentrations from the X-ray intensities were determined according to the method of independent physical parameters, taking into account X-ray absorption and proton stopping in the target. As glass is essentially a mixture of oxides, the sum of all determined concentration oxides was normalized to unity. The sum of oxides was also calculated from the argon signal excited in the air gap between the exit window and target. Differences up to 20% were considered tolerable, but larger values signalled that the absorption correction was not considered correctly. The reason for this was sample geometry, which departed from the flat target scheme assumed in the calculation. A different distribution of X-ray escape lengths was then simulated

⁵ In *App. A*, these are sample numbers A 1–10,12–22, 26–38,41–87,92–98,102–106,119–127,135–144.

⁶ Hirvonen, Lappalainen 1995, 592–593; Savidou et al. 1999.

⁷ Jezeršek, Šmit, Pelicon 2010.

⁸ In *App. A*, these are sample numbers A 11,23–25,39,40, 88–91,99–101,107–118,128–134,145–179.

⁹ Climent-Font et al. 2008.

by varying the X-ray exit angle from the target. As a test, we also varied the input parameters in the range expected in the experiment. Variation of the exit concentrations implied concentration uncertainties in the range of 10–15%. Periodically, we also measured the standards NIST 620 and 621 as unknown targets. The differences between nominal and experimental concentrations were then smaller, typically within $\pm 5\%$.

Results

The elemental concentrations for 179 samples are shown in the table in mass% (*App. A*). The detection limits for the elements obtained from the gamma spectra are 50 $\mu\text{g/g}$ for Na_2O , 0.2% for MgO and 500 $\mu\text{g/g}$ for Al_2O_3 . For the elements obtained from the X-ray spectra, they are about 0.5% for P_2O_5 , 500 $\mu\text{g/g}$ for SO_3 and 150 $\mu\text{g/g}$ for Cl . For elemental oxides between Cr and Zn , they are about 10 $\mu\text{g/g}$ and increase to 20 $\mu\text{g/g}$ for elements heavier than As . For PbO determined according to its L lines, the detection limits were 30 $\mu\text{g/g}$; for BaO that interferes with Ti K lines, they were about 200 $\mu\text{g/g}$.

The majority of beads in the table (*App. A*) contains more than 9% Na_2O , which characterizes them as true glass. Only three beads contain less than 3% Na_2O . A green bead from Smokuč (A 107) contains an undetectable amount of sodium, but 61% PbO and 26% P_2O_5 , a white bead from Murska Sobota (A 164) contains 2.7% Na_2O only, but 90.4% SiO_2 , and a yellow bead from Nova tabla (A 146) with 1.11% Na_2O contains 32.4% SiO_2 , 24.9% P_2O_5 and 24.8% PbO . The beads from Smokuč and Nova tabla are related to early medieval lead glass,¹⁰ though their phosphorous content is higher than the values published for other examples.¹¹ The low sodium content in the bead from Murska Sobota is very likely the result of weathering; this is supported by visual inspection of the bead's surface. The true glass samples were first inspected for their main type, i.e. they are produced of natron or of halophytic plant ash. The MgO - K_2O graph in *Fig. 1* clearly shows two groups. The glass with the MgO content lower than 1.6% is regarded as natron-produced glass; the corresponding K_2O content should be smaller

than 1%.¹² In our natron group, this is not the case, as approximately half of the natron group has K_2O concentrations higher than 1%, with four samples even between 2 and 3% (A 84, 121, 125, 155). High potassium values may result during recycling when the melted glass makes contact with feldspar and other potassium-bearing minerals in the oven. Three types of glass lay halfway between the natron and plant-ash group; therefore; they can be made of recycled glass containing both components. The plant-ash group further shows more dispersed magnesium and potassium values, which reflects using different plant materials. It is important to note that the beads with mosaic eyes are all made of plant-ash glass. With four such beads, we made 20 measurements on the fields with different colours; the analysed beads are from Ljubljana (A 2–6), Bela Cerkev (A 7–10) and Pržanj (A 12–22).

Natron glass

Natron glass is made of coastal siliceous sand that contains calcium, for example in the shape of mollusc shells. The impurity elements, such as aluminium, titanium, iron and calcium are then used to determine the provenance of the sand source. In Late Antiquity, the main production centres of primary glass were located in Egypt and Palestine,¹³ though in the earlier, imperial period, the glass could have also been produced in Italy and the western Mediterranean.¹⁴

Over the previous fifteen years, researchers have recognized several types of Roman and Late Antique glass, which we show in *Fig. 2*. The characteristic regions of CaO and Al_2O_3 oxides are marked with the boundaries that extend $\pm 2\sigma$ from the mean. In 2003, Foy distributed the glass of southern France into 12 groups.¹⁵ Roman Imperial Age glass formed groups 3 and 4; the main difference was the use of decolourizer, which was manganese for group 3 and antimony for group 4. The latter group also belong to a rather narrow time interval, dated into the 2nd and 3rd c. AD. Several subgroups are connected with Late Antiquity: Group 3.2 extends from the end of the 5th until the beginning of the 6th c., and group 3.3

¹² Sayre, Smith 1961.

¹³ Freestone 2005, 3.

¹⁴ Ganio et al. 2012a; Ganio et al. 2012b.

¹⁵ Foy et al. 2003.

¹⁰ Mecking 2013.

¹¹ Mecking 2011, 332.

from the end of 7th into the beginning of the 8th c. Group 2 extends from the mid-6th until the end of the 8th c. AD; its characteristic is higher MgO content of about 1.2%. Group 1, containing high concentrations of Fe, Mn and Ti (but also higher concentrations of Na₂O and MgO) was identified for Egypt in the first half of the 5th c.

Similar groups, though with different names, were identified by researchers in England. They identified Levantine I glass typical for Late Antiquity of the 5th–7th c. and HIMT glass (high iron, manganese and titanium) that matches closely group 1 of Foy.¹⁶ HIMT glass was frequently used in the western part of the Roman Empire of the 4th c. onwards; subdivision of HIMT glass was further proposed.¹⁷ Group 2 of Foy was also related to the so-called weak HIMT glass¹⁸ or HLIMIT (high lime).¹⁹ Levantine II glass identified in Bet Eliéser in Israel was used during the 6th–8th c., and Egypt II glass during the 8th and 9th c.²⁰ A further subdivision was according to the glass analysis from Faragola in central Italy, involving samples from the period between the 3rd and 9th c. AD.²¹

As shown in Fig. 2, the glass beads generally coincide with the glass groups of Late Antiquity until the 9th c. AD. There are only a few points extant: five are characterized by high CaO values (A 26, 83, 120, 121, 163), and four by high Al₂O₃ values (A 146, 153, 158, 177). The bead with the second highest CaO amount also contains 10.3% PbO (A 83); calcium plumbate might have been used to obtain a yellow colour. For the high aluminium values, we presently have no explanation. High aluminium may result due to the surface contamination, but the beads A 158 and A 177 are of transparent green colour, which makes contamination less likely. Figs. 3–5 show distribution of the beads according to iron, titanium and aluminium. For iron, we cannot distinguish between its chemical states, so Fe₂O₃ is used for both of its oxides. The iron-manganese graph (Fig. 3) shows we only have two (or possibly three examples) of HIMT glass (A 65, 74, 113). This situation is similar to the glass inventory of Tonovcov grad²² and is consistent with the observation that HIMT glass

more frequently circulated in the western part of the Roman Empire, which did not change during Late Antiquity.

The titanium-iron graph (Fig. 4) shows that several high-Ti concentrations of natron glass (A 37, 56, 93) lie along a single correlation line, which may indicate recycled HIMT glass. Generally, natron and plant ash glass show no systematic differences in aluminium (Fig. 5), but some examples of natron glass exhibit rather high concentrations of iron, above 6% (A 147, 149, 152, 153, 156). Such high iron concentrations were evidently used for pigmentation, as the beads containing about 10% iron oxide are opaque black, and those containing 3–5% iron oxide are dark brown.

Recently it was proposed to distinguish between the glass made in Egypt and Palestine according to the content of titanium and aluminium oxides, showing the ratio TiO₂/Al₂O₃ as a function of Al₂O₃/SiO₂.²³ In our case (Fig. 6) we see no clear separation between the two groups. For natron-type glass, the number of samples that should have originated from Egypt is larger than the number of the proposed Palestine glass. For plant-ash glass, it is interesting to note that the beads of mosaic eyes appear on both sides of the division line, proposed by Schibille and co-workers.²⁴ Some points of both types of glass exhibit quite large TiO₂/Al₂O₃ ratios and are out of range of the Schibille's graph (A 74, 121).

We may expect that natron-type glass was recycled several times until it was finally employed for the beads. An indicator of recycling can be antimony, which was used as a decolourizer in a rather narrow time interval of the 2nd and 3rd c. AD.²⁵ The concentration of Sb₂O₃ in transparent glass is typically below 0.2% (Fig. 7), which is the boundary value indicating intentional addition.²⁶ It is the only transparent glass that shows a higher antimony value of 1.06% (A 43), which may be regarded as intentional. However, it is interesting to observe that Sb₂O₃ reaches values greater than 0.2% in many of the samples of coloured glass (white and blue, see A 32, 41, 106, 114, 132). We may conjecture that antimony was a component of the pigment in these glasses.

¹⁶ Freestone 2005, 6.

¹⁷ Foster, Jackson 2009.

¹⁸ Jackson, Paynter 2016.

¹⁹ Ceglia et al. 2015.

²⁰ Freestone 2005, 14.

²¹ Gliozzo 2016; Gliozzo et al. 2015; Gliozzo et al. 2016.

²² Smit et al. 2013, 57.

²³ Schibille, Sterrett-Krause, Freestone 2016.

²⁴ *Ib.*, 15, Fig. 9.

²⁵ Foy et al. 2003, 80; Silvestri, Molin, Salviulo 2008, 337–338.

²⁶ Silvestri, Molin, Salviulo 2008.

We further attempted to classify the natron-type glass according to the scheme of Gliozzo, which is based on the concentrations of ten characteristic elements.²⁷ We then introduced a system of scores: each glass sample was questioned for all glass types, and for each type of glass, we checked the concentrations of all ten characteristic elements. If the concentration of a particular element differed from the reference value by less than two standard deviations, a score was given for this type of glass. The final glass type was then selected according to the highest number of scores collected. The procedure showed that quite a high number of types of glass (32 among 80 considered) remained undetermined as more than two types collected an equal number of scores. Among the types that could be classified, the largest group was Late Antique Clear glass discoloured with manganese (LAC-Mn, 42 examples). The remaining types were LAC-Sb (one example; A 90), and LAC-MnSb (two examples; A 30, 55). There were also three examples of earlier Roman glass, the naturally coloured RNCBGY2 (one example; A 77) and the colourless RC-MnSb (two examples; A 49, 147).

Plant-ash (halophytic) glass

Within our samples, we found 94 examples of halophytic glass, which was made of alkalis obtained from the ash of halophytic plants (*App. A*).²⁸

Halophytic glass contains a larger variety of elements than natron. For glass-making technology, it is important that the ash also contains earth alkaline oxides that contribute to its chemical stability. During glass manufacture, the ashes were purified in different ways that are not known in detail. The extreme purifying procedure is precipitation, which included dissolving the agents in the water, removing the insoluble products and evaporation of water. Glasses of such type are easily recognized as the procedure also removes insoluble strontium oxide, giving apparently high rubidium concentration with respect to strontium. All our types of glass show SrO values higher than 280 µg/g, which excludes precipitation and is characteristic for plant ash sources, but also corresponds to glass made of coastal sand.²⁹

The source of ash can be identified in the plot showing the relative fraction of sodium and potassium oxides in the total content of alkaline and earth-alkaline oxides.³⁰ The examples of plant ash analysed in our study generally coincide with the area, which we designated as *vitrum blanchum II* in our studies of Venetian glass (*Fig. 8*).³¹ Though the glass beads in our study are 400–700 years older than the Venetian glass, it seems the flux sources and harvesting/purifying procedure of the plant ash were the same. However, the origin of ash source in *vitrum blanchum II* is still disputable and contradicting explanation occur in the literature. According to one explanation, this glass was also produced in Venice itself parallel to *vitrum blanchum I* glass;³² according to another, only *vitrum blanchum I* is original Venetian glass,³³ while *vitrum blanchum II* is glass produced in the Venetian manner (*à façon de Venise*), using low-grade plant ash *barilla* from Spain.³⁴

In our previous publication on glass beads, we pointed out that glass with a flux similar to *vitrum blanchum II* was also produced in the eastern parts of Europe from Bulgaria, Mesopotamia, and the areas around the Aral Sea.³⁵ According to our suggestion, the ash that we first identified as *vitrum blanchum II* belongs to specific plants or plant parts. We also showed a similarity between the glasses produced in Baniyas in Israel during the 11th–13th c. with the *vitrum blanchum I* group.³⁶ Because this area produced the finest plant ash during Venetian glass making known as *alume catino*,³⁷ the candidates for *vitrum blanchum II* are halophytic desert plants harvested deeper in the interior.

The beads of halophytic glass are thus of oriental origin and very likely reached our sites as ready-made products. Several pieces of raw glass and jewellery with the added glass ornaments also suggest domestic glassmaking. The glass objects were likely made from the available raw and recycled glass, which mainly contained the older, Roman natron glass.

²⁷ Gliozzo 2016; Gliozzo et al. 2015.

²⁸ In the column MgO in *App. A*, the percentage values for plant-ash glass are painted blue.

²⁹ Freestone 2005, 4.

³⁰ De Raedt 2001, 125.

³¹ Šmit et al. 2009b.

³² Šmit et al. 2004.

³³ Cagno et al. 2012b.

³⁴ Cagno et al. 2012a, 1547–1548.

³⁵ Šmit et al. 2012, 11–12.

³⁶ Šmit et al. 2012, 12.

³⁷ McCray 1998.

ARCHAEOLOGICAL CLASSIFICATION

The premise

The analyses of selected beads from the early medieval sites in Slovenia conducted in 2009–2016 identified natron glass in 85 samples and plant-ash (halophytic) glass in 94 samples (*App. A*). Two types of glass appearing simultaneously were a novelty in Europe and were a result of the circumstances in Mediterranean, Northern Africa and the Middle East, which caused the production of raw glass to change profoundly during the Early Middle Ages.

Glass mass is produced from three basic ingredients in such a way that the melting point of the main ingredient, silica, is reduced by alkalis, and oxides of alkaline earth metals are added for chemical stability. Roughly between 800 BC and AD 800, the alkaline flux known as natron was harvested from dry lake beds of Ancient Egypt.³⁸ Natron glass was used in the Roman world and then continued to be in use in Europe in the Late Antiquity and Early Middle Ages. In the 7th c., however, political events in Egypt hindered access to natron, so alkaline materials began to be harvested from the ashes of halophytes, plants that grow in coastal areas and deserts and tolerate high salinity.³⁹ Although in nature natron contains many sodium compounds, it is chemically fairly clean; thus, it is possible to distinguish between the two types of glass on the basis of the amount of the added magnesium and potassium compounds.⁴⁰

Glassmaking by adding plant ash was known in the Bronze Age in Egypt, as well as Mesopotamia, where it never died down.⁴¹ In the Early Middle Ages, the production of plant-ash glass took root and developed in the East, in places under Muslim and Byzantine rule.⁴² It was likely from there that in the second half of the 8th c. strings of both mosaic eye beads and segmented and single beads from drawn glass were coming to Europe through various routes.⁴³

These types of beads have also been found at Slovenian sites (*Fig. 9; Pl. 1*), and the PIXE-PIGE

analyses have shown they are made of plant-ash glass (*App. A*). Because they are relatively numerous, varied and wide-spread, they deserve a more thorough review, while their presence on 21 sites in very diverse archaeological contexts points to certain chronological parameters, which will be discussed later.

History of research

Mosaic eye beads (three of them have not been analysed) and other beads of plant-ash (halophytic) glass are known from 21 sites in Slovenia (*Fig. 9*).⁴⁴ The research history of this type of beads consists of a period of collecting and a period of study. The first period started in the late 19th c. with stray beads (*Fig. 10*) found by the church of Devica Marija na Polju near Bovec (H 1)⁴⁵ and at Brdo in Bled (H 5). Collecting continued with some success in the early 20th c. with archaeological excavations of cemeteries Roje near Moravče (H 14), Lajh in Kranj (H 10), Predtrg near Radovljica (H 8) and Srednja vas v Bohinju (H 3). One mosaic and one segmented bead were also found in Ljubljana, in the territory of Roman Emona (H 11). During 1946–1950, after a long gap, the museum collections again acquired a number of beads from excavations of large cemeteries at the Ptuj Castle (H 18) and Pristava at Bled (H 4) and a smaller cemetery in Turnišče near Ptuj (H 17). During the period of collecting, the mosaic beads were briefly discussed among other finds in the published excavation reports.⁴⁶

The period of wider and more intense studying began in 1975 with the publication of the fundamental research on distribution and dating of mosaic beads from the Carolingian era in Europe by Andrae, which included several beads from Slovenian sites (Roje near Moravče, Lajh in Kranj, Predtrg near Radovljica).⁴⁷ The findings are

³⁸ Nenna, Picon, Vichy 2000.

³⁹ Shortland et al. 2006.

⁴⁰ Sayre 1961; Zucchiatti et al. 2007.

⁴¹ Rehren 2008.

⁴² Šmit et al. 2012.

⁴³ For the appearance of mosaic beads in the late 8th c. cf. Callmer 1997, 199, Pl. 16; Pöche 2005, 60. For dating to the second half of the 8th c.: Ungerman 2005, 723–724; Eichert 2010, 99–100; Ungerman 2016, 186.

⁴⁴ The PIXE-PIGE method was used on beads from 18 sites. The map (*Fig. 9*) and the catalogue of sites also include three mosaic eye beads that have not been analysed, namely from Bovec (missing), Roje near Moravče (kept in Vienna) and Ančnikovo gradišče near Jurišna vas.

⁴⁵ H (halophytic glass) + no. = the consecutive number of the find site of beads in the *Catalogue of sites of mosaic and other beads of plant-ash (halophytic) glass in Slovenia* (H). The numbering of sites is the same as in *Fig. 9*.

⁴⁶ Šmid 1908, 25; Korošec 1950, 79–84; Korošec, Korošec 1953, 220; Kastelic, Škerlj 1950, 35–36.

⁴⁷ Andrae, 1973, 171, 174–175, nos. 77, 116, 120.

discussed in detail by Pleterski in his publication on the necklace from Predtrg near Radovljica (H 7), where he is particularly critical about the chronology of blue and green mosaic beads.⁴⁸

With the new finds at Pržanj (H 12), Bela Cerkev (H 15) and Ančnikovo gradišče near Jurišna vas (H 16) and the previously neglected find from Ljubljana (H 11), the research interest turned to the typology of mosaic beads.⁴⁹

In 2004, after the excavations at Gradišče above Bašelj (H 9) where a lot of many glass fragments were recovered, archaeometry research also began for early medieval glass. In 44 samples from Gradišče, the PIXE-PIGE analysis identified natron glass, while only two beads were made of plant-ash glass.⁵⁰

In 2009 and 2010, the PIXE-PIGE measurements were extended to include beads from other sites. The analyses showed beads of natron glass, but also numerous beads of plant-ash glass, both mosaic, and segmented and simple annular beads. Some of these beads were often "hidden" within a group of finds, with no recognized relations to the beads from mosaic sets, and in the context of the archaeological assemblage dated to the time before the appearance of plant-ash glass in Europe.⁵¹ The glass from Tonovcov grad near Kobarid (H 2) was analysed separately; one of the beads was made of plant-ash glass.⁵² To further the research of chronological issues, the analyses were continued in 2015 and 2016. Other beads of plant-ash glass were recognized, namely from the sites of Zasip (H 6), Smokuč (H 7), Središče ob Dravi (H 19), Popava near Lipovci (H 20), and Murska Sobota (H 21). All 179 measured samples of natron and plant-ash (halophytic) glass are the basis of this paper (*App. A*).

Mosaic and other beads of plant-ash (halophytic) glass

On Slovenian sites, beads of plant-ash glass were found in clusters or individually. On the basis of their position in the graves, the clusters

are treated as necklaces (afterwards, the beads were often strung together in an arbitrary order). Some necklace strings consist of both mosaic eye beads and segmented and simple annular beads, also forming a separate group because they are made of plant-ash glass (*Pl. 1*).⁵³ The necklaces either consist entirely of these beads or individual beads of another origin were added to the original set, as is the case with the necklaces from Predtrg near Radovljica (*Pl. 6: 1*) and Lajh in Kranj (*Pl. 6: 2*).⁵⁴ Judging from appearance alone, since it has not been analysed with the PIXE-PIGE method, the same is probably true of the necklace from Roje near Moravče.⁵⁵ With some hesitation, because the strings do not contain mosaic eye beads, necklaces from Smokuč (*Pls. 4: 3; 5: 3*), Turnišče near Ptuj (*Pl. 6: 3,4*) and the Ptuj Castle (*Pl. 6: 5*) can also be considered to be original sets. Very different from these are necklaces that only contain a few beads from the mosaic group; prevalent are beads from far and wide, as well as fragments of glass vessels. Such necklaces come from Pristava at Bled (*Pls. 3: 1; 4: 1; 5: 1,2*) and Srednja vas v Bohinju (*Pls. 4: 6; 5: 4*). The string from Brdo in Bled (*Pl. 5: 5*) with a number of beads from the mosaic group is probably made of beads from two (or more) graves.

Mosaic eye beads or millefiori (*Mosaikaugenperlen*) from the Slovenian sites are known in seven type variants (*Pl. 1: 1–7*). They have been classified according to the MAP typology, conceived by Andrae,⁵⁶ but also compared against the Scandinavian⁵⁷ and northern-German (the site of Groß Strömkendorf)⁵⁸ bead typologies.

The bead from Ančnikovo gradišče near Jurišna vas (*Pl. 1: 1*) has not been analysed with the PIXE-PIGE method; nevertheless, its features correspond to the MAP 0473 variant.⁵⁹ The bead from Bela Cerkev (*Pl. 1: 2*) belongs to MAP 0121⁶⁰ or the

⁵³ The beads and other artefacts on the plates (*Pls. 1–6*) are described in the catalogue of objects.

⁵⁴ R. Andrae (1973, 103–104) classifies necklaces into three types. In the case of the necklace from Predtrg near Radovljica A. Pleterski (1990, 487) believes the beads probably belong to its original set.

⁵⁵ The photos of the necklace from Roje near Moravče by Alice Schumacher and the data on the find were provided by Dr Peter Stadler (Naturhistorisches Museum, Vienna).

⁵⁶ Andrae 1973, 110–117, Taf. 1–5.

⁵⁷ Callmer 1977; Callmer 1997.

⁵⁸ Pöche 2005.

⁵⁹ Andrae 1973, Taf. 4: 0473.

⁶⁰ Andrae 1973, Taf. 4: 0121.

⁴⁸ Pleterski 1990, 487–488, 493–496.

⁴⁹ Knific 2008.

⁵⁰ Šmit et al. 2009a; Šmit et al. 2010. – Distinguishing between natron and plant-ash (halophytic) glass in the 2004 analyses is clear, yet the numerical values are less accurate than in later analyses and were, therefore, not included in the table of analysed samples (*App. A*).

⁵¹ Šmit et al. 2012.

⁵² Šmit et al. 2013.

H001⁶¹ or C 8⁶² type variants according to the Scandinavian typology.

The bead from Ljubljana (*Pl. 1: 3*) is a variant of MAP 0120. Two such beads were also recovered on the near-by site of Pržanj (H 12).⁶³ The MAP 0120 type of beads was among the most common and well-distributed in northern, central and eastern Europe.⁶⁴ This type of bead from Scandinavian and Baltic sites is classified as group J001, which includes several variants,⁶⁵ and as type M1 in the case of the glass from Groß Strömkendorf.⁶⁶

Mosaic beads from Ančnikovo gradišče (*Pl. 1: 1*) and Pržanj are individual finds from the early medieval settlement level, while others (*Pl. 1: 4–7*) were found in graves together with various beads, one in a set. The beads from Bela Cerkev (*Pl. 1: 2*) and Ljubljana (*Pl. 1: 3*) were discovered during excavations, but the original context was not identifiable.

Due to its flatness, a fairly angular bead from Roje near Moravče (*Pl. 1: 4*) is classified among the beads of the MAP 0450 variant.⁶⁷ This is the last one from the selection of beads that are primarily green (*Pl. 1: 1–4*). Two beads (the MAP 1272 variant [Groß Strömkendorf: type M 2]⁶⁸ from Predtrg near Radovljica [*Pl. 1: 6*] and the MAP 0772 variant from Lajh in Kranj [*Pl. 1: 7*]) are blue (the blue glass of the Predtrg bead only survives in fragments), and contrary to the rear bead from Roje belong to the two more numerous groups of typological variants.⁶⁹ The bead from Brdo in Bled (*Pl. 1: 7*) with no eyes belongs to the beads of the MAP 0062 variant.⁷⁰

Mosaic eye beads were dated to ca 800⁷¹ – the late 8th c. and first the half of the 9th c.⁷² Some

data now point to their earlier appearance in Europe, as early as the second half of the 8th c.⁷³ It is generally accepted that they are Oriental in origin and that their considerable influx was an all-European phenomenon.⁷⁴

The strings with mosaic beads also contained drawn segmented beads (*Reihenperlen*) and drawn cut simple beads (*Einfache Ziehperlen*).⁷⁵ The same kind of beads were also components of necklaces from Slovenian sites, the strings with and without mosaic beads, while some beads are individual finds. The PIXE-PIGE analyses have shown that they are mostly made of plant-ash glass; the selection includes the most typical beads (*Pl. 1: 11–41*).⁷⁶ Segmented beads have up to five segments, the surface of the dark blue ones is mostly rough and displays a distinct striated structure (*Pl. 1: 22–24,29,30,37,40*). Some others, the blue-green one (*Pl. 1: 27*) and the bright, golden-coloured segmented beads (*Pl. 1: 25–27,32–34,39,41*), have a smooth surface, because the inner striated part is covered with a clear glass coating, which gives the bead its glittering appearance. Beads such as these were also a common and well-distributed import from the East.⁷⁷

In contrast to this selection of beads from Slovenian sites (*Pl. 1: 11–41*), which correspond to the sets of beads of Oriental origin elsewhere in Europe, the beads from Pristava at Bled (*Pl. 1: 8*), Popava near Lipovci (*Pl. 1: 9*) and Murska Sobota (*Pl. 1: 10*) differ in their form, transparency of the glass, and manufacturing technique; nevertheless, they are all made of plant-ash (halophytic) glass.

Glass from Gradišče above Bašelj

The plant-ash glass discovered in Slovenia links five different groups of archaeological finds. The first group consists of the finds from hill-top sites of the Carolingian era. Among them (in addition to Tonovcov grad near Kobarid [H 2] and Ančnikovo gradišče near Jurišna vas [H 15; *Pl. 1: 1*]) is Gradišče above Bašelj (H 9), where numerous glass fragments were found. In 2004, they were

⁶¹ Callmer 1977, Cpl. 4: H001.

⁶² Callmer 1997, Pl. 16: C 8.

⁶³ Knific 2008, 35–36.

⁶⁴ Andrae 1973, 110–117, 179, Taf. 4: 0120, Liste 2, Karte 6. The more recent map (Knific 2008, 36, Fig. 2) should be updated, e.g. with the site of Auhof in Austria (Tovornik 1986, 420–421, graves 75 and 81).

⁶⁵ Callmer 1977, 54, 90, 99, Cpl. 4: J001.

⁶⁶ Pöche 2005, 142–143, Taf. 9: 11.

⁶⁷ Andrae 1973, 175, no. 120; the bead is attributed to the MAP 0410 variant, but because of its form, the M 0450 is more likely.

⁶⁸ Pöche 2005, 60.

⁶⁹ Andrae 1973, 179 (Liste 5, MAP 0450), 180 (Liste 8, MAP 0772), 181 (Liste 12, MAP 1272).

⁷⁰ Cf. Andrae 1973, 110, 179, Taf. 4: 0061 (correctly 0062), Taf. 3: 62, Liste 1, MAP 0062, Karte 4.

⁷¹ Andrae 1973, 156.

⁷² Callmer 1997, 199, Pl. 16.

⁷³ On the history of researching mosaic beads: Ungerman 2005, 723–724; Eichert 2010, 99–100.

⁷⁴ Callmer 1997, 199; Pöche 2005, 60.

⁷⁵ Andrae 1973, 128–131, Taf. 6; Callmer 1997, 199, Pl. 16.

⁷⁶ Among the analysed monochrome segmented beads only beads A 55 (*Pl. 3: 1/55; 5: 1/55*) and A 113 (*Pl. 5: 3/113*) are made of natron glass.

⁷⁷ Pöche, 2005, 54–56.

analysed with the PIXE-PIGE method; the analyses included glass from the late antiquity and early medieval layers. Natron glass was identified in 42 samples and plant-ash glass in two samples.⁷⁸ Further analyses (A 41–45) of the glass extracted by panning soil of the early medieval layer (marked as *layer 2*) identified two more beads as plant-ash glass. The early medieval layer at Gradišče contains more natron glass: pins with glass heads, a large barrel-shaped bead and chunks of raw glass (*Fig. 12*). Only the four annular beads (*Fig. 13; Pl. 1: 15*) are made of plant-ash glass; the dark blue ones are quite evidently made of drawn glass. This kind of bead was common in sets with mosaic beads in the first half of the 9th c.⁷⁹

In the early medieval layer of the Gradišče site, charred grains of wheat have survived; carbon dating pinpoints the date to between 790 and 990 (95% probability).⁸⁰ The beads of plant-ash glass (*Fig. 13*), as well as other finds from the early medieval layer (*Pl. 2*; descriptions in the catalogue of objects), can be placed within the same time frame. The selected finds (besides a B 071 type bead⁸¹ (*Pl. 2: 1*) and five pins with heads of natron glass (*Pl. 1: 2–6*)⁸²) include a crotal bell (*Pl. 2: 7*), a fire striker (*Pl. 2: 10*) and a belt-fitting (*Pl. 2: 11*); of weaponry, an arrowhead (*Pl. 2: 12*), a fighting knife chape (*Pl. 2: 15*) and parts of a Zavada-type sword belt⁸³ (*Pl. 2: 9,16,17*); and of riding gear, a spur (*Pl. 2: 19*), a buckle (*Pl. 2: 8*), a clamp (*Pl. 2: 14*) and two strap-ends (*Pl. 2: 13,18*) for fitting spurs, as well as many fragments of pottery vessels made on a slow wheel (*Fig. 17: 1–3; Pl. 2: 20–2*). The finds from *layer 2* are only a small portion of the finds from the Carolingian era at Gradišče;⁸⁴ the weaponry includes pommels of the type X swords, whereas the metal pieces of equestrian and horse equipment include stirrups,⁸⁵ bridles, spurs and cross-shaped strap dividers;⁸⁶ objects that were

also found at Gradišče as part of two hoards.⁸⁷ The parts of the equipment are superb products: the iron artefacts are often tinned,⁸⁸ whereas the bronze ones are gilded. The iron pieces are typical of the standard soldier-horseman equipment of the 9th c. The gilded artefacts probably belonged to someone of the highest rank.⁸⁹ This would suggest that Gradišče was one of the more important exposed places in Slovenian territory during the Carolingian era.⁹⁰

The beads of plant-ash glass (*Fig. 13*) fit the context; however, the appearance of pins with glass heads of natron glass is less clear. Only one survived intact, with a sharpened end, and is undoubtedly a decorative pin (*Fig. 12: 1; Pl. 2: 2*). No such pins are known from Slovenian sites; the two pins of this size (up to 4 cm) found near the pilgrim church of St. Hadrian in Zalavár, Hungary, were hair-pins.⁹¹ The other four supposed pins survive in part. Their heads were all made in such a way, that the end of the iron wire was wound with melted glass, which was then formed into a little globe (*Fig. 12: 2–5; Pl. 2: 3–6*). A similar little globe of natron glass with an iron stub, possibly part of a pin, was found in the settlement at Pristava at Bled (H 4; A 46).

Winding was also used to attach little glass globes to bronze-wire earrings. Three pairs of such earrings were found in grave 142 at Pristava (*Fig. 14: 1–6*). Glass could be attached to the neck of the noose under the hoop of the partly fashioned earring (*Fig. 14: 5,6*) and on pendants of bronze chains (*Fig. 14: 1,2*) or tiny iron bars (*Fig. 14: 3,4*).⁹² In the first instance, the glass looks like a hooked bead; in the second, like a hanging little globe or a head on an upturned pin. According to the PIXE-PIGE analysis, both samples are made of natron glass (A 68, 69; *Fig. 14: 1,6*).

⁷⁸ Šmit et al. 2009a, 122, Fig. 2. The two plant-ash glass beads are from the early medieval layer.

⁷⁹ Callmer 1997, 199, Pl. 16: B18,C4.

⁸⁰ 2 σ , measurement no. Beta-199408 (Beta Analytic Inc., Miami, Florida).

⁸¹ Callmer 1977, Cpl 2: B 071O.

⁸² Three pin-heads were analysed with the PIXE-PIGE method in 2004.

⁸³ Ungerman 2015, 263–267.

⁸⁴ Bitenc Knific 2001, 96–101, Cat. Nos. 315–330; Karo 2012a; Karo Knific 2015a.

⁸⁵ Karo 2004, 171–172, Cat. Nos. 5–7.

⁸⁶ Karo, Knific 2015b.

⁸⁷ Knific 2010, 86, 91, Pl. 3; Karo, Knific 2015b, 222–224, Fig. 5.

⁸⁸ Karo, Knific, Milić 2001.

⁸⁹ Knific 2007.

⁹⁰ On hill-top sites from the Carolingian area in Slovenia: Š. Karo and T. Knific, *Die frühmittelalterlichen Militärfunde von Höhensiedlungen in Slowenien*, Collection of the meeting in Wildon, Vienna 2016, in preparation. – A historical perspective on the Carolingian era: Štih 2013.

⁹¹ Szőke 2014, 104, Fig. 76.

⁹² Iron parts of bar-shaped pendants were originally wrapped with a narrow, 2-mm wide copper band. One of the iron bar-shaped pendants was probably accidentally attributed during/after the excavations to an earring with chains (*Fig. 14: 1*, the pendant on the right).

As stated, two kinds of glass were recovered from the early medieval layers at Gradišče. The more common is natron glass (*Fig. 12*), made in the Roman tradition, also found in untreated chunks struck from raw glass,⁹³ which could suggest local domestic glass-working. Pin-heads, made in the winding technique, are of natron glass. The barrel-shaped bead, possibly from Italy⁹⁴ and with a good parallel from the Carolingian era cemetery in Kinderheim near Kallmünz, Germany,⁹⁵ was made in the same way and consists of the same kind of glass. The other kind of glass at Gradišče above Bašelj is plant-ash glass, used in drawn beads of eastern origin (*Fig. 13*). In the context of the site, both types of glass can be dated from the late 8th to the first half of the 10th c.⁹⁶

There are many parallels for the military-equestrian finds from Gradišče above Bašelj; some of the artefacts are Carolingian in origin, others were made under Carolingian influences. In the settlements at Bojna, Slovakia,⁹⁷ these types of artefacts were found similarly clustered together; more dispersed, yet numerous were such finds in the territory alongside the SE border of the Frankish Empire from the Adriatic,⁹⁸ across the western Pannonian Basin⁹⁹ to the upper Danube region and further north.¹⁰⁰

Glass from the cemeteries of the Gorenjska region

PIXE-PIGE analyses were also performed on the glass from early medieval cemeteries in Gorenjska, on necklace beads and various decorative jewellery details. The finds from Pristava at Bled (H 4), Smokuč (H 7), Srednja vas v Bohinju (H 3), and Brdo in Bled (H 5) were chosen for the analysis. On the first three sites, the glass was found in graves together with other objects; the grave context for the

finds from Brdo in Bled is unknown, because the cemetery had been destroyed during sand digging. Similarly, site data are scarce for the two necklaces with mosaic beads (*Pl. 6: 1,2*) found in Predtrg near Radovljica (H 8) and Lajh in Kranj (H 10).

There are few necklaces from the early medieval period; the strings are short, the largest number of beads is of the necklace from grave 14 from Pristava, made of assorted beads, also from the Roman era, and fragments of glass vessels (*Pls. 3: 1; 5: 1*; the description in the catalogue of objects). The analysed beads are made of natron and plant-ash glass (A 49–59). Six beads are of clear, light green glass with bubbles, made in the winding technique; the analysed bead is made of natron glass (*Pl. 3: 1/51*). These beads are similar to the beads of a pair of earrings from grave 142 from Pristava (*Fig. 14: 5,6*), as well as the beads from other wire earrings from Pristava (*Fig. 15: 2,4*), Brdo in Bled (A 75; *Pl. 4: 11*; earring Inv. No. S 2121) and Srednja vas v Bohinju (*Fig. 15: 10*). The natron glass that was used and the manner of production suggest the same workshop. The same can be said for the wire earrings with chain pendants from graves 142 (*Fig. 14: 1,2*) and 65 from Pristava (*Fig. 15: 1; Pl. 3: 17*); the analysed little globes at the end of the pendants are made of natron glass. The light green natron glass was also used for the decorative stone of the ring from Pristava (*Fig. 15: 6*).

Also of natron glass are the green and blue decorative stones of the ring from grave 14 from Srednja vas v Bohinju (*Fig. 15: 11*); however, the ring is probably from a later date, because it was found with forged crescent earrings and temple rings with segmented ends.¹⁰¹ On Slovenian sites, the light green translucent natron glass was also used for the button and bead of the wire earring from the cemetery at Camberk in Gorjanci hills (*Fig. 15: 12,13*).¹⁰² Rings with lozengiform expansion and a pair of wire earrings connect Camberk to the find sites in central Slovenia,¹⁰³ whereas the parallels for the glass button are somewhat more distant, e.g. from the sites of Zalavár in Hungary¹⁰⁴ and Břeclav–Pohansko in southern Czech Republic.¹⁰⁵

⁹³ Besides the ones shown here (*Fig. 12: 7–9*), the early medieval layer revealed three additional fragments of raw glass (Knific, Nabergoj 2015, sl. 107).

⁹⁴ Callmer 1977, 86–87.

⁹⁵ Stroh 1954, 20, Taf. 11: 14.

⁹⁶ For the oldest early medieval finds cf. Karo, Knific, Lubišna Tušek 2011, 132–133, 137, 140; Karo 2012b, 449–450, 552; for the youngest (pommels of swords X) cf. paper by Š. Karo and T. Knific (in preparation), the title in fn. 90.

⁹⁷ Pieta, Ruttkay 2006; Pieta 2015.

⁹⁸ Milošević 2000; Jurčević 2011, Petrinc, Jurčević 2015.

⁹⁹ Szóke 2014.

¹⁰⁰ Profantová 2011; Turčan 2011.

¹⁰¹ Korošec 1979, 106/I, T. 36: 4; 37: 2.

¹⁰² Breščak 2002, 106–107, Abb. 4: 1; 6: 2; Križ 2009, 367, nos. 35a, 36b.

¹⁰³ Breščak 2002, 107–110, Abb. 5: 3 (grave 9); 6: 1–3 (grave 17).

¹⁰⁴ Szóke 2014, 107, Fig. 73.

¹⁰⁵ Přichystalová, Štelcl, Vávra 2014, 44, 55–56, Figs. 8: 2 (grave JP/177); 9: 1 (grave JP/202).

The PIXE-PIGE analyses also prove concurrent use of both types of glass: the wire crescent earring from Brdo in Bled was made by using beads of both natron and plant-ash glass as a decorative detail (Fig. 15: 7). Grave 14 contained an earring with a little globe of dark blue, probably recycled plant-ash glass (Fig. 15: 5; Pl. 3: 6) attached to the wire pendant. Such globes are normally made of natron glass, as is also the case with the earring with a metal bead from Pristava (Fig. 15: 3). The concurrent use of both types is also supported by the finds from grave 65 in Pristava: in addition to the globe of natron glass on the earring with chain pendants (Pl. 3: 17), the grave also contained a fragment of an earring with a hooked segmented bead of plant-ash glass (Pl. 3: 25).¹⁰⁶

In addition to the necklace and head jewellery, grave 14 from Pristava also held a decorative brooch, a ring with a lozengiform expansion, and a knife (Pl. 3: 10,12,15). The brooch is a quality item with guilloche decoration in bronze sheath covering a small iron plate. A similarly made decorative brooch, decorated with pretzel-shaped impressions arranged in a cross, was found in Smokuč, grave 51,¹⁰⁷ which also contained a silver temple ring with a drawn cut dark blue bead from plant-ash glass (Fig. 15: 9). A rectangular decorative brooch made in the same manner was found in grave 18 in Srednja vas v Bohinju, which also contained beads, among them a three-segmented bead of plant-ash glass, and two silver temple rings (Pl. 4: 6–9). At Brdo in Bled, two such decorative brooches were found next to earrings (Pl. 4: 10–14) and beads (later strung together at the museum; Pl. 5: 5): a rectangular brooch decorated with an inlay of blue natron glass (Fig. 15: 8; Pl. 4: 16) and a round brooch decorated with an exceptional motif of a centaur archer (Pl. 4: 15).¹⁰⁸

The jewellery from Brdo included a ring with a lozengiform expansion (Fig. 4: 18), whereas in grave 143 at Pristava a knife was found together with three beads of plant-ash glass (Pl. 4: 1,2). Knives were recovered from 23 graves at Pristava,

all of which (except one) lay within five rows of the older part of the cemetery.¹⁰⁹

The last of the typical artefacts connected with the findings of beads from mostly plant-ash striated glass (Fig. 16; Pl. 4: 3) is an earring with a hanging oblong metal bead from grave 2 in Smokuč (Pl. 4: 4). A pair of such earrings was found in grave 26/99 by the church of Sv. Peter in Komenda; the grave is classified among the earliest graves in the cemetery, which are dated from the end of the 7th to the first half of the 8th c.¹¹⁰ A very similar earring was found in Auhof near Perg, Upper Austria, in grave 75, together with a necklace of mosaic, segmented and simple beads of drawn glass.¹¹¹ Grave 2 from Smokuč also contained a simple earring with a hooked finely segmented copper ring (Pl. 4: 5); such rings were placed under globular heads of rivets, e.g. on metal parts of military equestrian equipment such as the two sword-belt fittings from Gradišče above Bašelj (Pl. 16: 16,17).

In connection with the mosaic, segmented and simple beads identified as plant-ash glass by the PIXE-PIGE analyses, a group of finds has come into focus that is part of the older early medieval archaeological material from the territory of Eastern Alps.¹¹² According to the former classification, this group of finds with its recognizable style would be categorized as *Köttlach culture*, or rather its earlier part.¹¹³ The division of objects of the so-called Köttlach culture into an earlier and a later group was suggested in 1961 by Korošec;¹¹⁴ it was confirmed by a stratigraphic analysis of the cemetery at Pristava at Bled.¹¹⁵ In the extensive publication of her thesis, the author presented the earlier group of finds from the territory of Eastern Alps as *Carantanian cultural group* and dated it to the 7th and 8th c. (in some cases the first half of the 9th c.).¹¹⁶

Further research into early medieval archaeological material from the territory of Eastern Alps¹¹⁷ in effect did not change the original division of the finds; typologically, the older set encompassed roughly the same objects, but it was differently named and dated: in Giesler as *time groups Vor-Köttlach*

¹⁰⁶ A good example for studying the concurrent use of both kinds of glass with PIXE-PIGE analyses are the finds from grave 1965_z0256, discovered at the cemetery by the parish church in Kranj (Pleterski, Štular, Belak 2016, 110–111). Besides a pair of wire earrings with beads of light green glass with bubbles (5–10), the grave also contained an earring with a hooked double-segmented bead of dark blue striated glass (1).

¹⁰⁷ Knific, Nabergoj 2015, 67, sl. 78 (lower right).

¹⁰⁸ Kastelic 1962–1963; Premk 2014.

¹⁰⁹ Knific 1974, 319–320, Plan 4.

¹¹⁰ Sagadin 2013, 284, T. 6A: 1,2.

¹¹¹ Tovornik 1986, 420, Taf. 10: 7.

¹¹² Giesler 2002, Eichert 2010, Pleterski 2013.

¹¹³ Vinski 1969, 632.

¹¹⁴ Korošec 1961.

¹¹⁵ Knific 1974.

¹¹⁶ Korošec 1979, 55–91/I; 305/I.

¹¹⁷ Review of the research: Pleterski 2013, 300–301; Ungerman 2016, 184–189.

(late 8th and first half of the 9th c.) and *Köttlach I* (second half of the 9th and first half of the 10th c.),¹¹⁸ and in Eichert, for the finds from Kärnten, as *groups B* (740–830) and *C1* (780–830).¹¹⁹ Both chronological research studies include mosaic, as well as drawn segmented and drawn cut beads, in both cases as the leading objects of the oldest groups *Vor-Köttlach*¹²⁰ and *Gruppe B*.¹²¹ For the group of pre-Köttlach finds, an earlier dating (to the second half of the 8th c.) is now accepted, also on the basis of the earlier dating of mosaic beads.¹²²

In Slovenia, the finds from the early medieval cemetery at Pristava at Bled are also divided into two main groups.¹²³ This division matches the division of material culture in the territory of Carantania as suggested by Korošec.¹²⁴ The only difference is the dates of finds, since the earliest date for the finds from Bled was the last third of the 7th c. In Pristava, they were dated based on the presence of the round decorative brooches with an iron core covered by a bronze sheath and adorned with various impressed motifs, e.g. braids (*Pl. 3: 10*), and in Brdo on the presence of the centaur archer (*Pl. 4: 15*).¹²⁵ Similarly made and decorated brooches were prevalent in the late 7th and early 8th c. along the upper Danube and in Rhineland,¹²⁶ and could have come to Bled from there. This early date was also probable for wire earrings with glass beads on chains hanging from three or more loops on the hoop (*Pl. 3: 2,5,6,16,17*). We were looking for the models for these earrings among gold earrings popular in the Byzantine Mediterranean in the 7th c., which were found as part of the rich hoard at Kyrenia on Cyprus, as well as on the island of Chios and in Egypt.¹²⁷

The references for dating the cemetery at Pristava were pieces of jewellery like the ones in grave 14

(*Pl. 3: 1–15*). The glass beads were not considered, because there were no identifiable mosaic eye beads among them. However, since the PIXE-PIGE analyses have determined that the regular sets of mosaic, segmented and simple annular beads were made of plant-ash glass, the presence of such beads in graves has become crucial as a dating method. If the time of their appearance in Europe in the late 8th c. or the second half of the 8th c. is reliable (cf. chapter *Mosaic and other beads from the plant-ash glass*), then grave groups, e.g. the finds from graves 14 and 65 (*Pl. 3*), cannot serve as proof for the suggested early dating of the cemetery in Pristava.

The same is true for the early dating of several other graves, e.g. grave 18 from Srednja vas v Bohinju (*Pl. 4: 6–9*), and artefacts like the crescent wire earring from Brdo in Bled (*Fig. 15: 7*). Also, the earring with an oblong metal bead from Smokuč (*Pl. 4: 4*) was worn later than the similar pair of earrings from Komenda.¹²⁸

With the identification of beads of plant-ash glass, the early dating of the *Carantanian cultural group*, which according to Korošec included the older part of the early medieval finds from the territory of the Eastern Alps, has also become unreliable. The dating to the 7th c. is, therefore, rejected and only the first half of the 8th c. becomes acceptable. The plant-ash glass in the graves of Bled, Smokuč, and Srednja vas indicates that the dead were buried in the second half of the 8th c. or later. Graves with beads made of plant-ash glass contained earrings with chains and an oblong metal bead, which are both classified within the *Vor-Köttlach* time group.¹²⁹ According to the *classification system* suggested for head jewellery by Pleterski, the wire earring with chains from grave 15 from Žale near Zasip (labelled as type NO0250_0201) is dated in the reference table to the end of the 8th and the beginning of the 9th c.¹³⁰ The PIXE-PIGE analysis has shown that one of the beads in the grave was made of plant-ash glass (*A 89; Pl. 1: 33*). All this points to the second half of the 8th c. and later.

A point must be made, however, that certain grave objects can be older in origin than the beads of plant-ash glass. Also, some of the dead could have been buried before the appearance of mosaic beads. This casts doubt on roughly equating the dates of mosaic beads and the dates of other finds

¹¹⁸ Giesler 1980, 86–87, Abb. 1, 2; Giesler 2002, 402, Abb. 22: 1–26.

¹¹⁹ Eichert 2010, 166–168, Abb. 45, 46.

¹²⁰ Giesler 1980, 86, Abb. 1: 9,10.

¹²¹ Eichert 2010, 166, Abb. 45.

¹²² Ungerman 2016, 186, 188.

¹²³ Knific 1974; Knific 2004, 98–100.

¹²⁴ Korošec 1970–1971; Korošec 1979.

¹²⁵ Knific 2004, 98–99, sl. 12: 5,6; 13: 1–3; Knific, Mlinar 2014, 453–454, Fig. 9: 1–3.

¹²⁶ Klein-Pfeuffer 1993, 45–54, 223–224.

¹²⁷ Knific 2004, 99. Cf. Dalton 1961, 542, Fig. 327; Bierbrauer 1987, 157, Abb. 26. For the gold earring from Assiût in Egypt cf. Wamser 2004, 301, Cat. No. 498. – Szöke (1992, 855) recognizes the same objects as the models for the territory of the Eastern Alps; similarly on the subject Ungerman (2016, 206–207).

¹²⁸ Sagadin 2013, 259–260, 284, T. 6A: 1,2.

¹²⁹ Giesler 1980, 86, Abb. 1: 4,7.

¹³⁰ Pleterski 2013, 334, Fig. 16.

from the pre-Köttlach groups – as is the case in both the late *Vor-Köttlach* group and the earlier *Gruppe B*. The equation of the dates would suggest that the mosaic beads were present already during the making and formation of the early medieval material culture in the territory of the Eastern Alps (previously called the *Köttlach culture*). This would obscure the concept of “import”, ascribed to the mosaic beads; however, the appearance of plant-ash glass in Europe is a novelty, which cannot be overlooked. The question nonetheless remains whether archaeology is capable of establishing more precisely the arrival of the products of plant-ash glass also as a temporal marker within the archaeological chronology of Europe. The sites of the so-called *Carantian cultural group* in Slovenia seem to be an important source of research in this direction.

Beads in graves with pottery

The third group of finds with analysed glass comes from skeletal graves with pottery. Cemeteries with this type of graves have mainly been discovered in eastern Slovenia and are dated partly to the 8th and predominantly to the 9th c.¹³¹ Individual graves with pottery have also been found in central Slovenia, mainly in cemeteries largely containing finds from the so-called *Carantian* and *Köttlach cultural groups*.¹³² The pottery in the graves is relatively unified; it is mostly pots with an everted rim, made on a slow wheel.¹³³ Glass beads are a rare find in graves with pottery; the exception is the cemetery in Turnišče near Ptuj (H 17), where six of the 27 graves contained beads.

From this site, the beads from graves 10 and 14 (*Pl. 6: 3,4*; descriptions in the catalogue of objects) have been analysed. There are no mosaic eye beads among the necklace beads, segmented beads are rare, and most are simple annular beads. Almost all are made of striated glass; the analysed beads are of plant-ash glass (A 135–140). In grave 10, roughly the same number of annular blue and yellow beads and just one segmented bead probably point to the original necklace composition

(*Pls. 1: 36; 6: 3*), while the necklace from grave 14 seems somewhat upgraded with possibly a large blue bead of glass with bubbles and two tiny white beads with blue dots (*Pl. 6: 4*), which, as a rule, do not appear in sets with mosaic beads.

Similar necklaces appear in other graves from Turnišče; the only bead that stands out is a golden-brown egg-shaped bead from grave 28.¹³⁴ With its size (length 1.5cm, diameter 1.0cm), form, the thin coat and the manufacturing technique of blowing and drawing it corresponds to the bead from grave 4 at Na plesi, Murska Sobota, made of plant-ash glass (A 168; *Pl. 1: 10*).

There are few other finds in Turnišče graves with beads; besides pottery pots, e.g. the two examples in graves 10 (*Fig. 17: 9*) and 14, also earrings (graves 14 and 22)¹³⁵ and bird or chicken bones (graves 9 and 22).¹³⁶ Chicken bones were also found in the grave with beads of plant-ash glass in Smokuč (H 7; *Pl. 5: 3*). Laying chickens into a grave was customary elsewhere, as well; in Auhof near Perg, Upper Austria, their bones were also found in graves with mosaic beads.¹³⁷

In other cemeteries with pottery in NE Slovenia, no beads of plant-ash glass have been found in graves containing pottery vessels. At the Ptuj Castle (H 18), where pots were added to three graves,¹³⁸ a necklace similar to the one from Turnišče was found in grave 367 (A 141–144; *Pl. 6: 5*) together with a pair of silver earrings, similar to Byzantine/Oriental earrings from the sites from the Great Moravia era.¹³⁹ The necklace from the Ptuj grave 339 is made of similar beads;¹⁴⁰ however, the beads have not been analysed.

Another possible find site of plant-ash glass is Brezje above Zreče; during 1954–1955, eight early medieval graves were discovered next to the late Roman graves, and five of them contained pottery pots (three of these also chicken bones).¹⁴¹ The only finds in grave 23 were two dark blue three-

¹³⁴ Korošec, Korošec 1953, 210, sl. 35; Bitenc, Knific 2001, 86, Cat. No. 277 (upper left).

¹³⁵ Earrings are among more common finds in Turnišče: Korošec, Korošec 1953, 216–221; Bitenc, Knific 2001, 86, Cat. No. 276.

¹³⁶ Korošec, Korošec 1953, 227–228.

¹³⁷ Tovornik 1986, 421 (grave 81), 425 (grave 114), 429–431.

¹³⁸ Graves 255, 294 and 299: Korošec 1999, 43–44, Taf. 30, 33.

¹³⁹ Dostal 1996, 35, obr. 8: 8–14.

¹⁴⁰ Korošec 1999, 51, Taf. 35: 16.

¹⁴¹ Pahič 1969; Knific 2002, 122–123.

¹³¹ Ciglencečki, Knific 1979, 478.

¹³² Korošec (1979, 32–55) merged the finds from graves with pottery into a *cultural group with pottery*.

¹³³ Knific 2002, 127–128; new sites of graves with pottery (supplement to Abb. 1): Dolsko near Ljubljana (Klasinc 2008), Nova tabla near Murska Sobota (Guštin 2008).

segmented beads of striated glass,¹⁴² comparable by sight to the beads of plant-ash glass from other sites, e.g. Pristava at Bled (*Pl. 1: 28*), Predtrg near Radovljica (*Pl. 1: 29*) and Smokuč (*Pl. 5: 3/118*). The graves from Brezje are dated to the second half or the end of the 8th and the first half of the 9th c.¹⁴³

Many beads of plant-ash glass have been found in the cemetery Na plesi in Murska Sobota (H 21). The data regarding correlations between beads and pottery in the graves of the newly discovered site have not yet been published. Beads from four graves (A 162–174) have been analysed; except for the one shaped like a melon (A 164), they are all made of plant-ash glass. Segmented and drawn cut beads are made of striated glass, some have a shiny coating (*Pl. 1: 28,32,34*). An exception is the egg-shaped bead from grave 4 (A 168; *Pl. 1: 10*), already mentioned in connection to the similar bead from Turnišče. Grave 4 also contained another similar egg-shaped bead of olive green plant-ash glass, which survives only in part (A 166).¹⁴⁴ Similar blown beads have been found at the sites of the older Great Moravia horizon, as well as along the upper Danube and in western Pannonia.¹⁴⁵ The beads discovered in the cemetery by the church of the Virgin Mary in Zalavár, consecrated on 24th January 850, are dated to no later than the end of the 9th c.¹⁴⁶

In central Slovenia, the group comprises graves from Brdo in Bled (H 5), Roje near Moravče (H 14) and Dolsko near Ljubljana (H 13). Because the cemetery at Brdo was destroyed, the correlations between the mosaic beads (*Pl. 5: 5*) and pottery (*Fig. 17: 8; Pl. 4: 20*) are only indicated, yet the time-line corresponds to the other finds from the site: the jewellery (cf. the chapter *Glass from the cemeteries of the Gorenjska region*) and a key of an early shape (*Pl. 4: 19*).¹⁴⁷ For the site of Roje near Moravče, these correlations are not known; they are, however, clear in the case of the double grave with pottery from Dolsko near Ljubljana. The beads by

a child's skeleton suggest the original composition (*Pl. 1: 14,25,26*); the analysed beads are of plant-ash glass (A 128–131). As the most likely dates, carbon dating of the charred wood suggests either 772–890 (87.8% probability) or 809–887 (62.2%).¹⁴⁸

Glass from lowland settlements

Glass finds from lowland settlements are rare; glass from four sites was analysed. From Pržanj in Ljubljana (H 12), plant-ash glass was identified in two mosaic beads of the MAP 120 variant (A 12–22) and a double-segmented coated bead (A 24, 25; *Pl. 1: 27*). The carbon dating of the coal from a settlement pit, where one of the mosaic beads was found, has shown 2 σ dating between the years 535–678 (81.1% probability), which is a good hundred years earlier than the generally accepted dating for mosaic beads.¹⁴⁹ An analysed little globe from the settlement of Pristava at Bled (H 4) is of natron glass (A 46); with its broken-off iron-wire stub it is a perfect parallel to the glass-head pins from Gradišče above Bašelj.

In the last two decades, the early medieval Pomurje region has revealed a vivid archaeological landscape. Besides the finds from the cemetery of Na plesi in Murska Sobota (cf. chapter *Beads in graves with pottery*), the glass from the Pomurje settlement sites of Nova tabla near Murska Sobota and Popava near Lipovci (H 20) has also been analysed. The glass comes from dwellings; the ten analysed samples from Nova tabla are all made of natron glass (A 146–155) and probably belong to the early settlement period. This matches the findings of comparative studies on pottery and the numerous carbon datings, which have shown an intense settlement pattern from the late 6th to the late 8th c. and its subsequent decline in the 9th c.¹⁵⁰

The same could be ventured for the glass from the settlement pits at the site of Popava 1 (H 20): the PIXE-PIGE analyses have identified natron glass in four of the beads (A 156, 158–161), and plant-ash glass in just one: a long cylindrical yellow-brown bead (A 157; *Pl. 1: 9*). There are no known parallels for the bead; the pit contained only fragments of pottery vessels (*Fig. 17: 4–7*) decorated with wavy lines made with a comb. One had its rim decorated with incisions, which

¹⁴² Pahič 1969, 240, 254, 296, T. 6: 3; Bitenc, Knific 2001, 87, Cat. No. 279.

¹⁴³ Pahič 1969, 270.

¹⁴⁴ A third of the egg-shaped blown bead survives. The coating is thin with a nipple (a fault in production or decoration?) The length of the surviving part is 0.95cm, diameter 1.1cm, thickness of the coating 0.1cm, width of the oval hole up to 0.3cm.

¹⁴⁵ Ungerman 2005, 728–729, obr. 5: 6.

¹⁴⁶ Szőke 2014, 66, Fig. 32 (necklace at the top).

¹⁴⁷ Bitenc, Knific 2015, 159–160, 168 (Cat. No. 25), sl. 9: 1.

¹⁴⁸ Klasinc 2008.

¹⁴⁹ Knific 2008, 36.

¹⁵⁰ Guštin, Tiefengraber 2002; Pavlovič 2012.

is relatively common for the early medieval pottery decoration.¹⁵¹ On the basis of the finds and carbon dating, the settlement at Popava is dated from the end of the 6th to the beginning of the 9th c. The plant-ash bead, therefore, would have come from the last period of its existence.

Another bead should be added to the glass from Popava: it comes from cremated grave 9, one of 11 cremated graves discovered in the territory of the Popava 2 settlement. The cremation cemetery is dated from the end of the 7th to the early 9th c.¹⁵² The clear light green bead (length 0.82cm, diameter 0.5cm) from grave 3 is of natron glass. It belongs to the small collection of glass finds from Pomurje, which mainly contains natron glass, probably from the first centuries of the colonisation of the western fringes of Pannonian Basin in the Early Middle Ages.

Beads from the cemeteries of the Bijelo Brdo culture

The last archaeological group with analysed glass belongs to the Bijelo Brdo culture.¹⁵³ It mainly contains finds from the NE Slovenian cemeteries, the largest of which is at the Ptuj Castle (H 18). One of the cemeteries lies near Središče ob Dravi (H 19), where glass beads from two necklaces and a number of individual beads were found. Four of the beads have been analysed (A 175–178): three globular beads with lined holes (*Pl. 1*: 18) are of plant-ash glass. Similar beads were found in Središče in grave 54,¹⁵⁴ even more at the Ptuj Castle (these beads have not been analysed).¹⁵⁵ Within the context of the Bijelo Brdo culture chronology, the beads from Ptuj together with other grave finds belong to the second half of the 10th and first half of the 11th c.¹⁵⁶ The dates correspond to the dating of these beads of Eastern origin in Scandinavia and the Baltic region.¹⁵⁷ The research of the Bijelo Brdo glass from Slovenia has only just begun; the PIXE-PIGE analyses may reveal new forms of plant-ash glass beads, and probably the gradual prevailing of plant-ash glass over natron glass.

¹⁵¹ Šavel, Karo 2012, 30–31, 62, 67, sl. 42: G 1243.

¹⁵² Šavel, Knific 2013, 68–69, no. 23 (PM, Inv. No. 12477).

¹⁵³ On the name *Bijelo Brdo culture*: Demo 2009, 552.

¹⁵⁴ Knific, Tomanič Jevremov 2005, 171, sl. 5: 14.

¹⁵⁵ Korošec 1999, 61–62 (necklaces in graves 77, 181, 192, 222, 287).

¹⁵⁶ Giesler 1981, 131, Taf. 53.

¹⁵⁷ Callmer 1997, 200, Pl. 18A: 23.

CONCLUSIONS

The results of the archaeometry research examined in this paper can be summarized in the following findings:

1. The research of the glass from early medieval archaeological sites in Slovenia has established it was made either in the Roman tradition, as natron glass, or with the ashes of plants growing in saline conditions (halophytes), which is typical of the glass of Eastern origin, which began to spread across Europe in the second half of the 8th c.

2. The physical analyses with the combined PIXE-PIGE method, performed in 2009–2016 on 179 samples from 25 Slovenian sites, have shown natron glass in 85 samples and plant-ash (halophytic) glass in 94 samples. The glass with the MgO content below 1.6% has been classified as natron glass, and with a higher percentage of MgO as plant-ash glass.

3. Mainly glass beads were chosen for the PIXE-PIGE analysis and only a few decorative inlays, chunks of raw glass and fragments of glass. Several types of natron glass were identified (Levantine I and II, Egypt II, HIMT, Foy 2–4). Natron glass beads are mainly made with the winding technique: the glass is clear, with bubbles.

4. Plant-ash glass has been identified in both mosaic eye beads and segmented and single-cut beads; the former were made in mosaic technique, the latter two are drawn beads. Segmented and simple beads have a coat of opaque and striated glass, often with a coating. Sets with mosaic eye beads are dated in Europe to the second half of the 8th and the first half of the 9th c.

5. Analysed beads come from five archaeological settings: from hill-top sites, the cemeteries of the so-called *Carantanian cultural group*, the cemeteries with pottery, lowland settlements, and the cemeteries of the *Bijelo Brdo culture*.

6. From the assemblage of finds from the hill-top sites, the glass from Gradišče above Bašelj is presented, where many pieces of weaponry, equestrian equipment and horse harness have been found, including gilded artefacts, typical of the attire of Carolingian elites. The majority of glass at the site is natron, including chunks of raw glass, which would suggest local domestic glass-working. Some beads are of plant-ash glass, which supports the dating of the site from the late 8th to the first half of the 10th c.

7. The analysed glass products of the so-called *Carantanian cultural group* are typically made

of natron glass; in Gorenjska, it is used in beads and decorative details on jewellery, particularly on wire earrings. The presence of such jewellery in graves next to the products of plant-ash glass (even as part of the same artefacts) is proof that both kinds of glass were used concurrently. The presence of plant-ash glass is key for a different chronological placement of the grave groups (e.g. from Pristava at Bled) dated to before the second half of the 8th c., or rather for clarification of the earlier dates for the so-called *Carantanian cultural group* (the 7th and 8th c.).

8. The necklaces from skeletal graves that contained pottery (or chicken bones) mainly consist of simple annular and segmented beads of striated plant-ash glass. Cemeteries where such burials were common (e.g. Turnišče near Ptuj) have been discovered in eastern Slovenia, while individual graves have also been found in central Slovenia. The dates for the graves for the main part (second half of the 8th and first half of the 9th c.) correspond with the dates of the mosaic beads and their sets.

9. The glass from four lowland settlements (i.e. the fourth group of finds) has been analysed. The only two mosaic eye beads have been found at the settlement at Pržanj in Ljubljana. The majority of lowland settlements have been discovered in NE Slovenia; particularly in Pomurje, they were clustered together. The bead from the cremated cemetery in Popava has also been analysed. The glass from Pomurje is mainly natron, only one plant-ash glass bead has been found. This corresponds to the prevalent early dates of these settlements determined by carbon dating (from the late 6th to the first half of the 9th c.).

10. The last archaeological group belongs to the *Bijelo Brdo culture* and consists of finds from cemeteries in NE Slovenia. Some beads from Središče ob Dravi have been analysed; three of them are of plant-ash glass. A lot of necklaces with similar beads were found at the cemetery at the Ptuj Castle. Within the chronological scheme of the *Bijelo Brdo culture*, such beads belong among the finds from the second half of the 10th and the first half of the 11th c. Additional PIXE-PIGE analyses could discover the hitherto unknown types of plant-ash glass beads and confirm the premise of the gradual prevailing of plant-ash glass over natron glass.

11. Besides the assortment of beads from mosaic sets, the PIXE-PIGE analyses have also been building up a collection of data on beads which are different in form, but also made of plant-ash glass. The great number of beads and their wide

distribution reveal that plant-ash glass establishes a recognizable archaeological layer, which separates and links the finds from the five early medieval groups. The finds can either be earlier than the arrival of plant-ash glass beads, simultaneous with their advancement or following the main stream, which enveloped Europe probably in the second half of the 8th and first half of the 9th c. The presence of plant-ash (halophytic) glass is an important fact for the chronology of the archaeological Early Middle Ages in Slovenia.

Acknowledgements

The authors are sincerely thankful to all who helped with this paper. Their contribution is great: Samo Sankovič enabled us to analyse and present the new finds from Murska Sobota; Milan Sagadin enabled the publication of selected finds from Smokuč; Peter Stadler provided us with the photos of the necklace and the data on the find from Roje near Moravče; Mojca Vomer Gojkovič, Marija Lubšina Tušek, Maja Janežič, Branko Kerman, Borut Križ and Ivan Žižek gave us access to the artefacts for the research from the sites of the Ptuj Castle, Turnišče, Ptuj, Dolsko, Nova tabla, Popava, Bela Cerkev and Camberk; Polona Bitenc made some valuable additions to the catalogue of objects; Tomaž Lauko authored the majority of the photos; Dragica Knific Lunder and Ida Murgelj contributed the drawings of the objects; the latter also edited the graphic materials.

THE CATALOGUE OF SITES

H: Mosaic eye beads and other beads of plant-ash (halophytic) glass in Slovenia (Fig. 9):

H 1. Devica Marija na polju near Bovec

Analysed samples: –.

In 1884 (or earlier) a skeletal grave with a necklace was excavated by the church of Devica Marija na polju near Bovec. The find went into a private collection, where it was seen in 1887 by archaeologist Szombathy, who wrote about it in his travel journal (Fig. 10).¹⁵⁸ He mentions yellow and blue 6-mm doughnut-shaped beads and a cylindrical mosaic eye bead. The beads are now missing, however, from the description and a sketch in his journal, it has been possible to partly reconstruct the mosaic bead.¹⁵⁹ In terms

¹⁵⁸ A manuscript notebook 89, p. 62. The original is kept by the archives of the Natural History Museum in Vienna under the title of *Tagebücher, Büchlein 89, Paläthnologische Excursionen 1884-1887*. The copy is kept in the archives of the Inštitut za arheologijo ZRC SAZU, Ljubljana.

¹⁵⁹ Svoljšak 2002, 268, 274, 277, Figs. 2 and 4 (colour reconstruction of the mosaic bead). The suggested classification of the mosaic bead as the MAP 1271 type variant is uncertain, because the design of the eye is unknown.

of the MAP typology,¹⁶⁰ the bead has a typical sequence of blue-white-red-yellow-red-white-blue stripes (pattern 1), form and singular arrangement of eyes between the two bands of stripes (variant 71). For a full classification of the bead, the pattern of the decorative eye is missing.

H 2. Tonovcov grad near Kobarid

During the archaeological research of the Late Antique hill-top settlement at Tonovcov grad in 1993–2006, a lot of glass was found, mainly shards of vessels and fragments of windowsills.¹⁶¹ Glass beads were scarce, necklace beads, including beads from striated glass, were found in grave 3.¹⁶² According to PIXE-PIGE analysis, one bead from Tonovcov grad was made of plant-ash glass,¹⁶³ i.e. a quadruple-segmented blue bead from the early medieval layer in building 1.¹⁶⁴

H 3. Žale near Srednja vas v Bohinju

Analysed samples: A 119–125.

In 1907, 23 skeletal graves were excavated in the fallow field of Žale near Srednja vas v Bohinju. The finds, mainly jewellery, are classified as part of the *Carantanian and Kottlach cultural groups*.¹⁶⁵ A child's grave (18) contained a decorative brooch and temple rings, as well as necklace glass beads (*Pl. 4: 6–9*).¹⁶⁶ The analyses (A 121–124) have shown that the dark blue triple-segmented bead is made of plant-ash glass (A 122; *Pls. 4: 6/122; 5: 4/122*).

H 4. Pristava at Bled

Analysed samples: A 46–74.

During excavations in 1948–1951, 233 skeletal graves from the Early Middle Ages were discovered in the fallow field of Pristava under the Bled Castle. In graves containing objects of the Carantanian group, glass beads¹⁶⁷ were also found; the analyses (A 47–75) have identified beads of natron glass, as well as several beads of plant-ash glass. Of the latter kind are some of the necklace beads from graves 14 (A 52–54; *Pls. 1: 24,29,31; 3: 1/52–54; 5: 1/52–54*) and 143 (A 71–73; *Pls. 1: 8,35,39; 4: 1/71–73; 5: 2/71–73*), while grave 65 contained a dark blue double-segmented bead, hooked onto a temple ring (A 63; *Pl. 3: 25*). Also of plant-ash glass was the bead of the pendant on an earring from grave 14 (A 48; *Fig. 15: 5; Pl. 3: 6*). The remains of an early medieval settlement were found near the cemetery;

According to the sketch in the journal, the bead was ca 2.5cm long and had 1cm in diameter.

¹⁶⁰ Andrae 1973, 110–117, Taf. 1–5.

¹⁶¹ Milavec 2011b and 2015.

¹⁶² Milavec 2011a, 71–73, Fig. 2.13.

¹⁶³ Šmit et al. 2013, 54, Table 1 (no. 22304).

¹⁶⁴ Milavec 2011a, 34, Fig. 2.3: 7, Pl. 4: 10.

¹⁶⁵ Both terms, suggested by Korošec (1979), are used here only as designations of recognizable groups of finds among the early medieval archaeological material from the territory of the Eastern Alps. From now on: Carantanian group or Kottlach group.

¹⁶⁶ Šmid 1908, 21, 25, Taf. 2: 29; Korošec 1979, 76/I, 17/II, T. 15: 3c,d.

¹⁶⁷ Kastelic, Škerlj 1950, 35–36, Fig. 17; Korošec 1979, 65/I, 72/I, 13/II, 15/II; T. 8: 5,11; 14: 2b–g; 154: 5.

among the finds from the settlement was a small globe (diameter 0.8cm) of clear bluish natron glass (A 46) with an iron-wire stub, possibly part of a pin.¹⁶⁸

H 5. Brdo in Bled

Analysed samples: A 75–87.

During the earthworks in 1894, 100 to 150 skeletal graves were disturbed in the fallow field of Brdo, east of the village Grad. The finds belonging to the Carantanian group survive only in part, with no detailed site information. At the top of a natural mound, where the finds were more numerous, two clay pots were discovered (*Fig. 17: 8; Pl. 4: 20*; the other pot is missing), and on its south rim, in at least two of the graves, glass beads were found,¹⁶⁹ which are now strung together (*Pl. 5: 5*). The analyses (A 79–87) have identified natron glass beads, as well as some beads of plant-ash glass (*Pl. 5: 5/81,82,85–87*), among them a mosaic cylindrical bead (MAP 0062) with a typical pattern of stripes (*Pl. 1: 7*). One of the three decorative beads on a wire earring (A 78; *Fig. 15: 7/78*) is also of plant-ash glass.

H 6. Zasip

Analysed samples: A 89–91.

In the fallow field of Žale, a cemetery with 55 skeletal graves was researched in 1985–1987. In 20 graves, small finds were discovered: mostly jewellery belonging to the Carantanian and Kottlach groups and some utility items, among them a pottery pot. In grave 15, necklace glass beads¹⁷⁰ were found; among them a golden-yellow triple-segmented bead, analysed as plant-ash glass (A 89; *Pl. 1: 33*).

H 7. Smokuč

Analysed samples: A 99–118.

After 1934, skeletal graves were found several times in the central part of the village. The archaeological research in 2003 and 2004 revealed they were part of a large cemetery. Another 76 graves were discovered at the time; some were from the late Roman era, while most were from the Early Middle Ages.¹⁷¹ The finds from the early medieval graves, particularly jewellery, are typical of the Carantanian and Kottlach groups. A grave with a pottery pot was also excavated, in the part of the cemetery where two such graves had been known from before.¹⁷² Two graves contained a glass bead necklace: in grave 2 it lay together with jewellery from the Carantanian group (*Fig. 16; Pl. 4: 3*), while in grave 60 chicken bones were also found next to the necklace (*Pl. 5: 3*).¹⁷³ The analyses of selected beads from both necklaces have shown, they are made of natron glass (grave 2: A 103,104,106; grave 60: A 112–114) and plant-ash glass (grave 2: A 99–102,105, *Pl.*

¹⁶⁸ Belak, Pleterski, Knific 2008, 180, Taf. 29: 20 (supposedly the little globe of an earring with chains).

¹⁶⁹ Müllner 1894, 14; Šmid 1908, 32, Taf. 2: 30; Korošec 1979, 11/I, 61/II, T. 2: 14,15.

¹⁷⁰ Knific, Pleterski 1993, 244–245, Abb. 17, Taf. 4: 15/4-63 (the triple-segmented bead of plant-ash glass is drawn on Taf. 4: 15/35).

¹⁷¹ Sagadin, Svoljšak 2000–2004.

¹⁷² Knific 2002, 118–119; Knific, Nabergoj 2016, 71, sl. 83.

¹⁷³ Knific, Nabergoj 2016, 71, sl. 83 (NMS, Inv. No. S 5609).

1: 13,22; grave 60: A 110,111,115–118; *Pl. 1*: 11,41). Grave 51 with jewellery of the Carantanian group also contained a bead of plant-ash glass, hooked onto a temple ring (A 110; *Fig. 15*: 9). The samples of beads from the late Roman grave 8 are of natron glass (A 107–109).

H 8. Predtrg near Radovljica

Analysed samples: A 92–98.

In 1906, eight skeletal graves were excavated at Sandrova polica in Predtrg near Radovljica. Two contained grave goods; one an iron knife and a pottery pot, and the other (grave 6) an iron knife and necklace glass beads (*Pl. 6*: 1).¹⁷⁴ The analyses have shown that most of the selected beads are of plant-ash glass (*Pl. 6*: 1/92,94–98), including the mosaic eye bead of the MAP 1272 type (A 94; *Pl. 1*: 5).¹⁷⁵ Among the analysed samples only a green tubular bead is made of natron glass (A 93; *Pl. 6*: 1/93).

H 9. Gradišče above Bašelj

Analysed samples: A 41–45.

Minor archaeological excavations took place at Gradišče in 1939, 1998 and 2015. Ruins of a Late Antique settlement (5th and 6th c.) were discovered, covered by a black layer thoroughly mixed with coal fragments and containing numerous early medieval finds, dated from the second half of the 8th to the first half of the 10th c. In 1998 a lot of metal artefacts (*Pl. 2*: 7–19) were discovered in the layer, particularly equestrian equipment typical of the Carolingian era,¹⁷⁶ many fragments of pottery (*Fig. 17*: 1–3; *Pl. 2*: 20–22) and several glass products (*Pl. 2*: 1–6) and chunks of raw glass (*Fig. 12*: 7–9). The analyses from 2004¹⁷⁷ and 2010 (A 41–45) have shown the prevalence of natron glass (*Fig. 12*); with only four beads made of plant-ash glass (*Fig. 13*; *Pl. 1*: 15).

H 10. Lajh in Kranj

Analysed samples: A 26–38.

During 1898–1905 and 2004–2010, 720 skeletal graves from the late 5th to the early 7th c. were discovered in the fallow field of Lajh below Kranj. Grave 57 stands out with its plant-ash glass beads (*Pls. 1*: 6,17,19,21; 6: 2/26–29,32,33), which date it to the late 8th or the first half of the 9th c. The grave also contained a round foot of a glass cup.¹⁷⁸ The find site of the string of beads (A 29–33; *Pl. 6*: 2) is not entirely certain, because the report on cemetery excavations contains no detailed information.¹⁷⁹ Also, until 1970 they were neither entered in the inventory book nor photographed as part of the assemblage of the finds from Lajh. In connection to the site they were mentioned in the 1973 study on mosaic eye beads¹⁸⁰ and published with a drawing in 1980.¹⁸¹

H 11. Ljubljana

Analysed samples: A 1–6.

During excavations of 1909–1912 under Šmid, two beads – a mosaic eye bead of the MAP 0120 type variant and a segmented bead (*Pl. 1*: 3,40) – were found in the territory of the Roman Emona.¹⁸² The PIXE-PIGE analyses have shown they are of plant-ash glass.

H 12. Pržanj in Ljubljana

Analysed samples: A 11–25.

The remains of an early medieval settlement from between the 8th and the 10th c. with evidence of iron production were researched in Pržanj in 2004. In the backfill of settlement pits, many pottery fragments were discovered, as well as a number of shards from various glass vessels, which were present in as many as 13 pits,¹⁸³ and some glass beads. The analyses have identified natron glass in two of the samples (A 11,23), and plant-ash glass in two mosaic beads of the MAP 0120 type variant¹⁸⁴ (A 12–22) and a double-segmented bead (A 24,25; *Pl. 1*: 27)

H 13. Dolsko near Ljubljana

Analysed samples: A 128–131.

An early medieval grave with an adult and a child was discovered in the fallow field of Spodnje Škovce near Dolsko in 2008.¹⁸⁵ A larger pot was placed into the grave behind the heads of the two deceased and a small pot at the feet of the adult. By the remains of the child's skull lay 43 glass beads, most of them simple annular and light or dark blue (*Pl. 1*: 14), as well as two double-segmented beads (*Pl. 1*: 25,26). The analysed beads are of plant-ash glass.

H 14. Roje near Moravče

Analysed samples: –.

On the ridge of Roje between Moravče and Gabrovka numerous early medieval graves were discovered in 1878, 1902, 1907, 1970 and 1999. Some contained jewellery of the Köttlach group, others pottery pots made on a slow wheel.¹⁸⁶ In 1902 several graves were excavated by Szombathy;¹⁸⁷ glass beads (*Fig. 11*) were found in one of them. The string, kept in the Natural History Museum in Vienna, contains a mosaic bead of the MAP 0450 type variant (*Pl. 1*: 4).¹⁸⁸

H 15. Bela Cerkev near Šmarjeta

Analysed samples: A 7–10.

The 2002 archaeological excavations at the motorway route below the village of Bela Cerkev unearthed the remains

¹⁷⁴ Pleterski 1990.

¹⁷⁵ Andrae 1973, 174, no. 116.

¹⁷⁶ Karo 2012a; Karo, Knific 2015a.

¹⁷⁷ Šmit et al. 2009a, 122, *Fig. 2*.

¹⁷⁸ Stare 1980, 55, 108, T. 26: 1.

¹⁷⁹ Šmid 1907, 63, Taf. 2.

¹⁸⁰ Andrae 1973, 171, no. 77.

¹⁸¹ Stare 1980, 55, 108, T. 26: 2.

¹⁸² Knific 2008, 36, sl. 3: 1,4 (the number 2 written under the segmented bead is incorrect).

¹⁸³ Hrovatin, Turk 2008, 147–149.

¹⁸⁴ Knific 2008, 35–36, nos. 1, 2.

¹⁸⁵ Klasinc 2008; Žorž, 2012, 286–288.

¹⁸⁶ Knific 2002, 121.

¹⁸⁷ Szombathy 1911, [20].

¹⁸⁸ Andrae 1973, 175, no. 120 (the bead is classified as the MAP 0410 variant).

of a settlement from the Early Iron Age and, as a stray find, a mosaic eye bead of the MAP 0121 type (*Pl. 1: 2*).¹⁸⁹

H 16. Ančnikovo gradišče near Jurišna vas

Analysed samples: –.

Archaeological research at the site in 1986–2002 revealed the remains of a late Roman fortified hill-top settlement (second half of the 4th and first half of the 5th c.)¹⁹⁰ and evidence of early medieval colonisation (second half of the 8th and 9th c.),¹⁹¹ namely scarce fragments of pottery and a type MAP 0473 mosaic bead (*Pl. 1: 1*).

H 17. Turnišče near Ptuj

Analysed samples: A 135–140.

27 early medieval skeletal graves were discovered near the manor of Turnišče in 1949, 1950, 1954, and 1970. Twelve contained pottery pots, seven held bird bones, and next to earrings, knives, fire strikers and other small finds, six of the graves (9, 10, 14, 16, 22, 28) also contained glass beads.¹⁹² Three beads from the two necklaces from graves 10 and 14 (*Pls. 1: 36; 6: 3,4*) have been analysed; all are of plant-ash glass. Both graves contained a pot and grave 14 a pair of partially surviving earrings.¹⁹³ The pot from grave 10 was made on a slow wheel (*Fig. 17: 9*), while the pot from grave 14 was handmade (*Fig. 17: 10*).

H 18. Ptuj Castle at Ptuj

Analysed samples: A 141–144.

At the large necropolis by the Ptuj Castle with roughly 400 early medieval graves, glass beads were found in 21 of the graves, often in great numbers, tiny, colourless, almost always next to the finds of the *Bijelo Brdo culture* (e.g. in graves 77, 175, 181, 192, 193, 208, 287, 395).¹⁹⁴ The beads from grave 367 (*Pl. 6: 5*), classified by Korošec on the basis of a pair of silver earrings into an earlier, Great Moravia phase of the Ptuj cemetery, are different.¹⁹⁵ The PIXE-PIGE analysis of selected beads from grave 367 has shown they are made of plant-ash glass.

H 19. Središče ob Dravi

Analysed samples: A 175–179.

Archaeological excavations in the fallow field of Cirkevca near Središče ob Dravi in 1907 and 1908 and again in 1993, 1994 and 1996 unearthed 21 skeletal graves with finds belonging to the *Bijelo Brdo culture*. They contained a few glass beads; the largest number of them was in grave 54,¹⁹⁶ some similar ones also in grave 71 (*Pl. 1: 18*), for

¹⁸⁹ Križ 2004, 98 (photo); Knific 2008, 36.

¹⁹⁰ Ciglencečki 2008, 488, 494.

¹⁹¹ Strmičnik Gulič, Ciglencečki 2003, 23–24, 34.

¹⁹² Korošec, Korošec 1953; Jevremov 1975; Bitenc, Knific 2001, 85–87, Cat. Nos. 275–277. – The description of graves in the first publication starts with the number 8, because seven of the graves had been disturbed before the excavations.

¹⁹³ Korošec, Korošec 1953, 203, drawings 9: 1,2; 10; Fig. 25.

¹⁹⁴ Korošec 1999, 60–62.

¹⁹⁵ *Ib.*, 50–1, Taf. 37: 11–13.

¹⁹⁶ Knific, Tomanič Jevremov 2005, 171, sl. 5: 14.

which the analysis has shown they are made of plant-ash glass (A 175–178).

H 20. Popava near Lipovci

Analysed samples: A 156–160.

In 2006, at the site of Popava 1, the remains of an early medieval settlement were discovered, among them pits of one-room dwellings. The backfill of the pits predominantly contained fragments of pottery, but five glass beads were also found, in dwellings 2, 3 and 29.¹⁹⁷ The analyses have shown that four beads are of natron glass (A 156, 158–160), while one, from dwelling 29, is of plant-ash glass (A 157; *Pl. 1: 9*). The pit of the building 29 also contained a number of fragments of pottery vessels (*Fig. 17: 4–7*).¹⁹⁸

H 21. Na plesi in Murska Sobota

Analysed samples: A 162–174.

Part of an early medieval cemetery was researched at the site of Na plesi, Murska Sobota, in 2013 and 2014. 24 skeletal graves from the end of the 8th to the 10th c. contained several glass bead necklaces.¹⁹⁹ Analyses have been performed on 13 beads from graves 2, 4, 14 and 15; only one is made of natron glass (A 164), the rest are of plant-ash glass (*Pl. 1: 10, 12, 28, 32, 34, 38*). Pottery was also found in the graves.

THE CATALOGUE OF OBJECTS

(see the Slovenian text: 'KATALOG PREDMETOV')

Translation: Katarina Jerin, Žiga Šmit

Timotej Knific
Podgorska cesta 34
SI-1210 Ljubljana-Šentvid
timotej.knific@nms.si

Žiga Šmit
Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani
Jadranska 19
SI-1000 Ljubljana
Institut Jožef Stefan
Jamova 39
SI-1001 Ljubljana
ziga.smit@fmf.uni-lj.si

¹⁹⁷ Šavel, Karo 2012, 350–355, 432–433, nos. 941, 947, 958, 959, 1242.

¹⁹⁸ *Ib.*, 432–433, nos. 1243, 1245–1247.

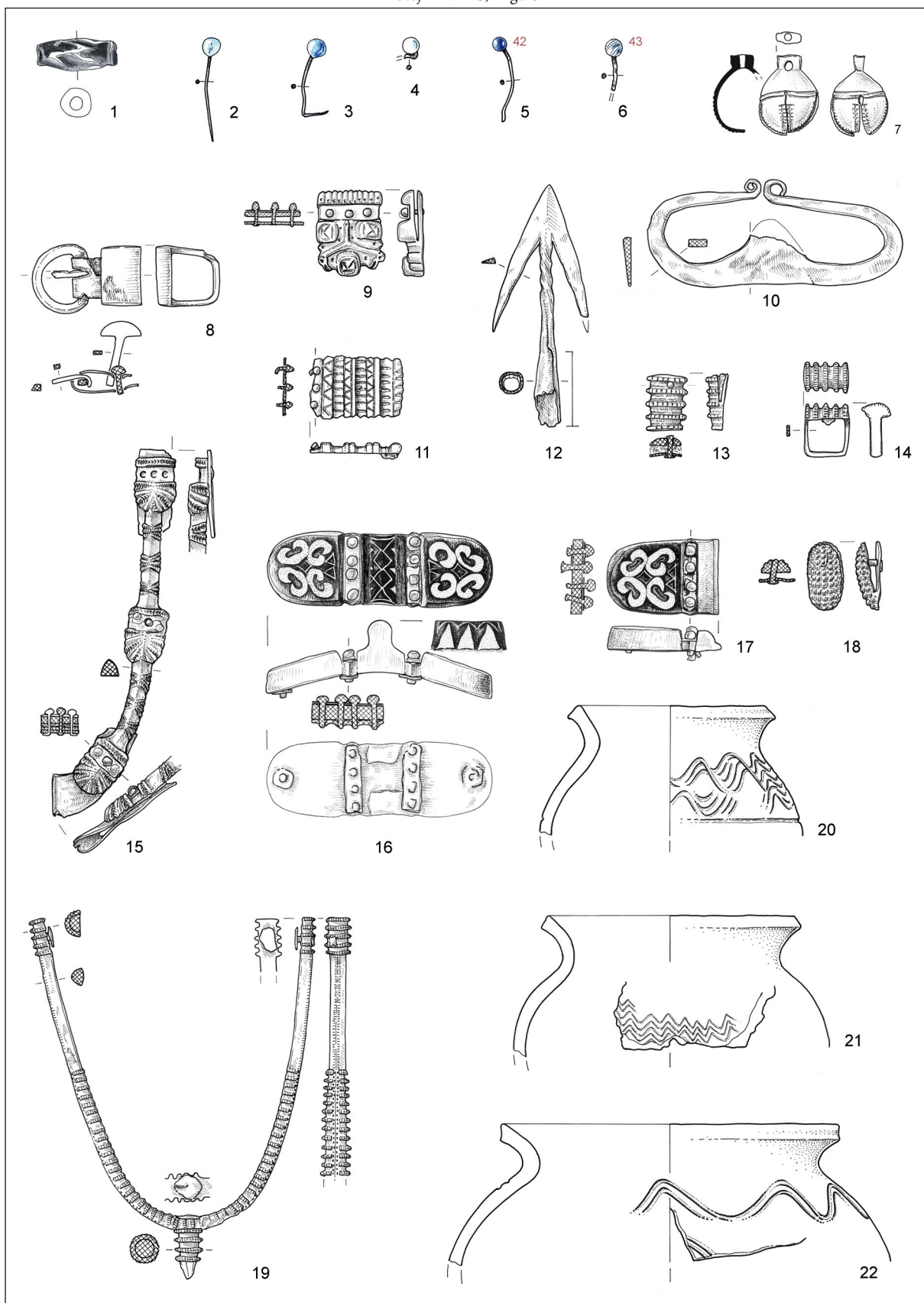
¹⁹⁹ Sankovič 2016 (a lecture in Kranj, 29th September 2016).



T. 1: Mozaične in druge jagode iz halofitskega stekla z najdišč v Sloveniji (gl. pril. A). Vse steklo. M. = 1:1.

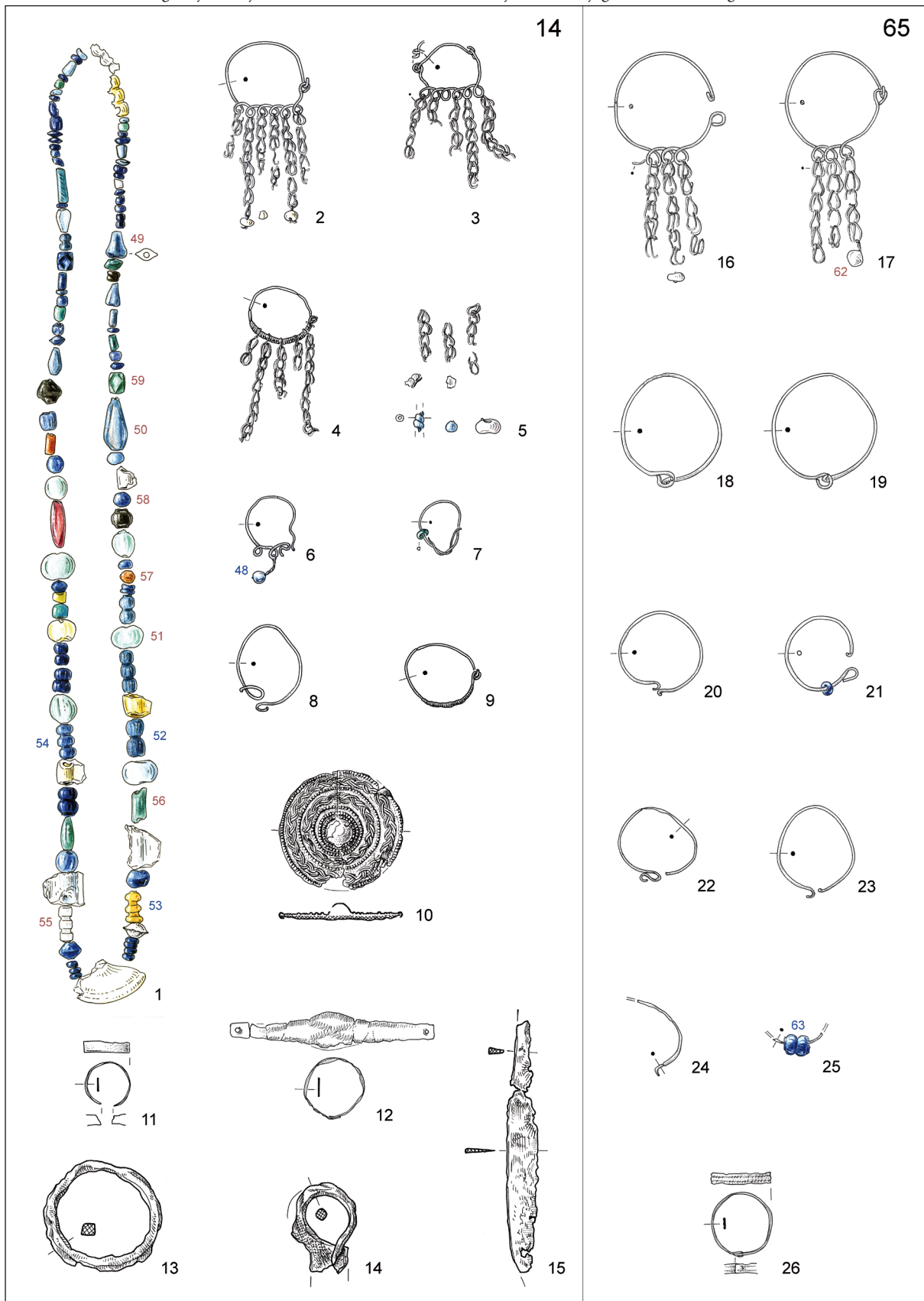
Pl. 1: Mosaic eye beads and other beads of plant-ash glass from the sites in Slovenia (cf. App. A). All glass. Scale = 1:1.

(Foto / Photo: 1 B. Kovačič; 2,3,5-41 T. Lauko; 4 A. Schumacher)



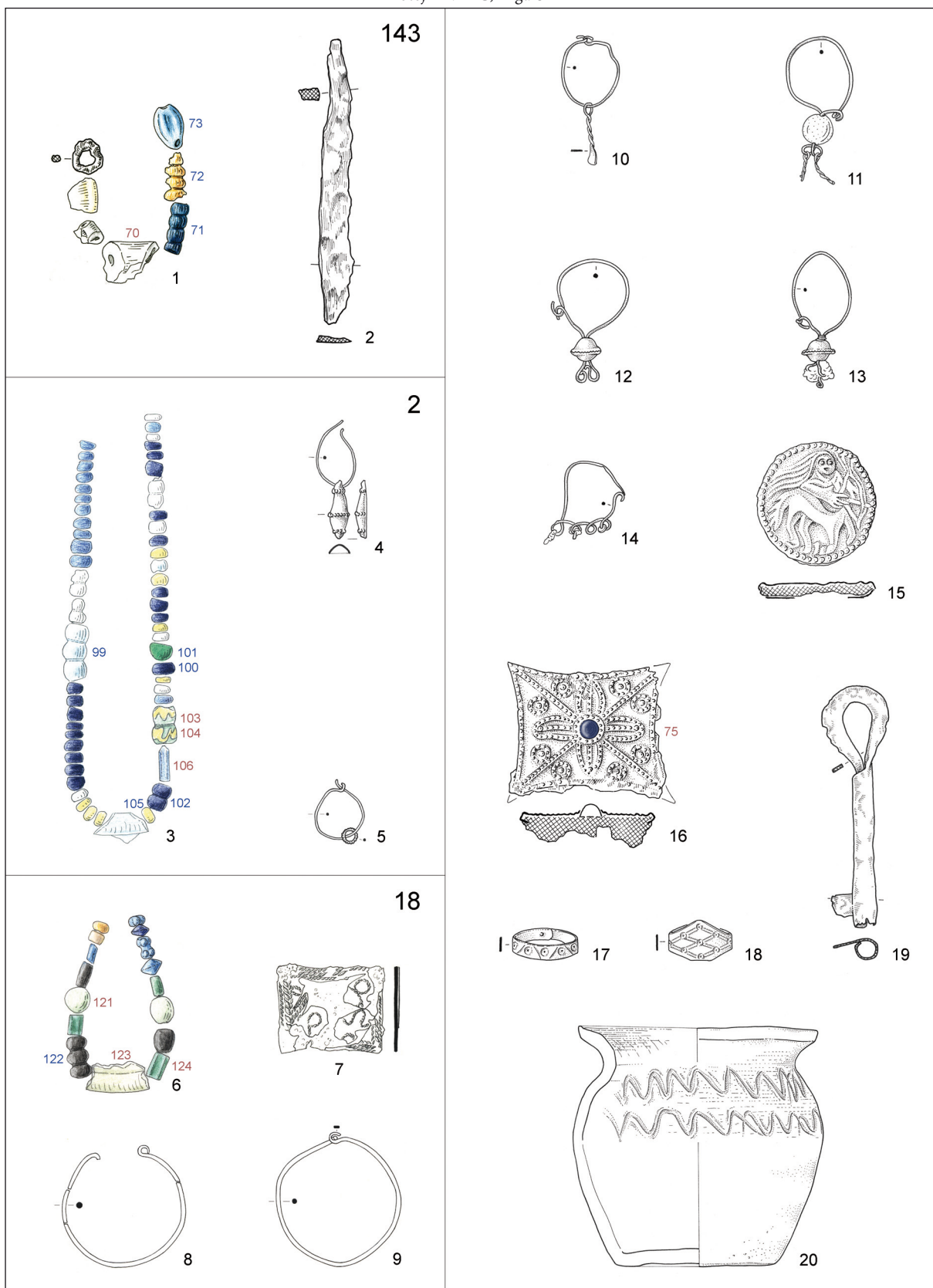
T. 2: Bašelj – Gradišče. Plast 2, sonda 1 (1–12,16,20–22); sonda 2 (13–15,17–19). 1 steklo; 2–6 steklo, železo; 7 bron; 8,10–14,18,19 železo; 9,15–17 baker, srebro, železo; 20–22 keramika. M. = 1:2; 20–22 = 1:3 (risba: 1–7,9,10,12,15–19 D. Knific Lunder; 8,11,13,14,20–22 I. Murgelj).

Pl. 2: Bašelj – Gradišče. Layer 2, Trench 1 (1–12,16,20–22); Trench 2 (13–15,17–19). 1 glass; 2–6 glass, iron; 7 bronze; 8,10–14,18,19 iron; 9,15–17 copper, silver, iron; 20–22 pottery. Scale = 1:2; 20–22 = 1:3.



T. 3: Bled – Pristava. Gr. 14 in 65. 1,2,5-7,16,17,21,25 bron, steklo; 3,4,8,9,11,12,18-20,22-24,26 bron; 10 bron, železo; 13-15 železo. M. = 1:2 (risba: D. Knific Lunder).

Pl. 3: Bled – Pristava. Grs. 14 and 65. 1,2,5-7,16,17,21,25 bronzes, glass; 3,4,8,9,11,12,18-20,22-24,26 bronzes; 10 bronzes, iron; 13-15 iron. Scale = 1:2.



T. 4: 1,2 Bled – Pristava, gr. 143; 3–5 Smokuč, gr. 2; 6–9 Srednja vas v Bohinju – Žale, gr. 18; 10–20 Bled – Brdo, prekopani grobovi. 1 železo, steklo; 2,19 železo; 3,6 steklo; 4,5,10,12–14,17,18 bron; 7,15 bron, železo; 8,9 srebro; 11 bron, steklo; 16 bron, železo, steklo; 20 keramika. M. = 1:2 (risba: 1,2,11–20 D. Knific Lunder; 3–10 I. Murgelj).

Pl. 4: Bled – Pristava, Gr. 143; 3–5 Smokuč, Gr. 2; 6–9 Srednja vas v Bohinju – Žale, Gr. 18; 10–20 Bled – Brdo, disturbed graves. 1 iron, glass; 2,19 iron; 3,6, glass; 4,5,10,12–14,17,18 bronze; 7,15 bronze, iron; 8,9 silver; 11 bronze, glass; 16 bronze, iron, glass; 20 pottery. Scale = 1:2.



T. 5: 1,2 Bled – Pristava; 3 Smokuč; 4 Srednja vas v Bohinju; 5 Bled – Brdo. Številke analiziranih vzorcev (*pril. A*): rdeče – natronsko steklo; modre – halofitsko steklo. M. = 2:3 (foto: T. Lauko).

Pl. 5: 1,2 Bled – Pristava; 3 Smokuč; 4 Srednja vas v Bohinju; 5 Bled – Brdo. Numbers of analysed samples (*App. A*): red – natron glass; blue – plant-ash glass. Scale = 2:3.



T. 6: 1 Radovljica – Predtrg; 2 Kranj – Lajh; 3,4 Turnišče; 5 Ptuj – Ptujski grad. Številke analiziranih vzorcev (*pril. A*): rdeče – natronsko steklo; modre – halofitsko steklo. M. = 2:3 (foto: T. Lauko).

Pl. 6: 1 Radovljica – Predtrg; 2 Kranj – Lajh; 3,4 Turnišče; 5 Ptuj – Ptujski grad. Numbers of analysed samples (*App. A*): red – natron glass; blue – plant-ash glass. Scale = 2:3.

SLOVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI IN UMETNOSTI
Razred za zgodovinske in družbene vede

ZNANSTVENORAZISKOVALNI CENTER SAZU
Inštitut za arheologijo

ARHEOLOŠKI VESTNIK

69
2018



ZALOŽBA
Z R C



LJUBLJANA
2018

ARHEOLOŠKI VESTNIK

ISSN 0570-8966

Izdali in založili / Published by	Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Inštitut za arheologijo, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Založba ZRC
Glavna urednica / Editor-in-chief	Sneža Tecco Hvala
Izvršna urednica / Managing editor	Andreja Dolenc Vičič
Uredniški odbor / Editorial board	Janez Dular, Jana Horvat, Zvezdana Modrijan, Marjeta Šašel Kos, Benjamin Štular, Biba Teržan, Borut Toškan, Peter Turk, Marko Dizdar, Paul Gleirscher, Claudio Zaccaria
Lektorji / Language editors	Terry T. Jackson, Špela Križ, Dušan Merhar, Barbara Smith Demo
Računalniška grafika / Computer graphics	Mateja Belak, Tamara Korošec, Drago Valoh
Naslov uredništva / Address	Arheološki vestnik, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Inštitut za arheologijo, Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija
E-naslov / E-mail	tecco@zrc-sazu.si, andreja.dolenc@zrc-sazu.si
Spletni naslov / Website	http://av.zrc-sazu.si
Tisk / Printed by	Cicero Begunje d.o.o.
Naklada / Printrun	600 izvodov / copies

© 2018, ZRC SAZU, Inštitut za arheologijo, Založba ZRC

Vse pravice pridržane. Noben del te knjige ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oz. na kateri koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega pisnega dovoljenja lastnikov avtorskih pravic.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher.

Vsebina

Prazgodovinske dobe

Anton VELUŠČEK, Blaž PODPEČAN, Tjaša TOLAR, Borut TOŠKAN, Janez TURK, Maks MERELA, Katarina ČUFAR: <i>Črnelnik in Devce, novoodkriti najdišči iz bakrene dobe na Ljubljanskem barju</i>	9
Bine KRAMBERGER: <i>Najdbe in sledovi poselitve iz bakrene dobe pod gomilo v Brezju pod Brinjevo goro</i>	69
Sabine PABST: <i>Poznobronastodobne fibule v obliki violinskega loka med Donavo, srednjim Jadranom in egejskim prostorom (Povzetek)</i>	176
Dragan BOŽIČ: <i>Halštatski ženski grob 20 iz gomile IV na Znančevih njivah v Novem mestu</i>	198
Katarina UDOVČ: <i>Poznolatenska peč za žganje keramike s Kapiteljskega hriba v Novem mestu</i>	209

Rimska doba

Mirta FALESCHINI: <i>Rimska naselbina Mužac v dolini Bele v Furlaniji (Povzetek)</i>	265
Janka ISTENIČ: <i>Rimske bronaste čelade republikanske dobe in zgodnjega principata v Sloveniji</i>	312
Mattia VITELLI CASELLA: <i>Bitka v Tihem kanalu v Kvarnerskem zalivu leta 49 pr. n. št.: nekaj topografskih opazanj (Povzetek)</i>	348

Pozna antika in zgodnji srednji vek

Tina MILAVEC, Žiga ŠMIT: <i>Analize poznoantičnega stekla s Tonovcovega gradu pri Kobaridu v arheološkem kontekstu</i>	360
Timotej KNIFIC, Žiga ŠMIT: <i>Zgodnjerednjeveško steklo na Slovenskem: študij sestave in jagode iz halofitskega stekla</i>	369
Paul GLEIRSCHER, Brigitte PONTA-ZITTERER: <i>Upodobitve ptic na karolinškodobnih kamnih s pleteninastim okrasom v Karantaniji (Povzetek)</i>	459

Paleookolje

Tjaša TOLAR: <i>Primerjava različnih metod vzorčenja in priprave arheobotaničnih vzorcev z eneolitiskih kolišč Strojanova voda in Maharski prekop na Ljubljanskem barju</i>	461
---	-----

In memoriam

Bernhard Hänsel (1937–2017) (Biba TERŽAN)	499
Miran Bremšak (1961–2017) (Jana HORVAT)	503

Ocene in prikazi

Anja Hellmuth Kramberger: <i>Monkodonja. Istraživanje protourbanog naselja brončanog doba Istre. Knjiga 2/1–2. Keramika s brončanodobne gradine Monkodonja – Tekst, Katalog / Forschungen zu einer protourbanen Siedlung der Bronzezeit Istriens. Teil 2/1–2. Die Keramik aus der bronzezeitlichen Gradina Monkodonja – Tekst, Katalog, 2017 (Manca VINAZZA)</i>	505
Werner Zanier: <i>Der spätlatène- und frühkaiserzeitliche Opferplatz auf dem Döttenbichl südlich von Oberammergau 1–3, 2016 (Jana HORVAT)</i>	506
Cristina-Georgeta Alexandrescu, Christian Gugl, Barbara Kainrath (ur.): <i>Troesmis I. Die Forschungen von 2010–2014, 2016 (Tina BERDEN)</i>	507
Macháček Jiří, Dresler Petr, Přichystalová Renáta, Sládek Vladimír: <i>Břeclav –Pohansko VII. Kostelní pohřebiště na Severovýchodním předhradí, 2016 (Jernej RIHTER)</i>	508
Howard Williams, Joanne Kirton, Meggen Gondek (ur.): <i>Early Medieval Stone Monuments. Materiality, Biography, Landscape, 2015 (Saša ČAVAL)</i>	509
Emilio Marin, Franjo Šanjek, Michel Zink (ur.): <i>Les projets franco-croates et les savants français qui se sont illustrés dans la recherche et la valorisation du patrimoine croate / Francusko-hrvatski projekti i francuski znanstvenici, istaknuti u istraživanju i vrednovanju hrvatske baštine, 2016 (Marjeta ŠAŠEL KOS)</i>	510

Contents

Prehistory

Anton VELUŠČEK, Blaž PODPEČAN, Tjaša TOLAR, Borut TOŠKAN, Janez TURK, Maks MERELA, Katarina ČUFAR: <i>Črnelnik and Devce, Newly discovered Copper Age sites at Ljubljansko barje</i>	46
Bine KRAMBERGER: <i>Funde und Besiedlungsspuren aus der Kupferzeit unter dem Grabhügel in Brezje unterhalb der Brinjeva gora (Zusammenfassung)</i>	111
Sabine PABST: <i>Spätbronzezeitliche Violinbogenfibeln zwischen Donau, mittlerer Adria und Ägäis</i>	135
Dragan BOŽIČ: <i>Grave 20 in Tumulus IV: Hallstatt-period burial of a woman at Znančeve njive in Novo mesto</i>	179
Katarina UDOVČ: <i>Late La Tène pottery kiln from Kapiteljski hrib in Novo mesto (Summary)</i>	222

Roman Period

Mirta FALESCHINI: <i>L'insediamento romano di Moggio Udinese nella valle del Fella (Friuli Venezia-Giulia)</i>	227
Janka ISTENIČ: <i>Roman bronze helmets from the Republican period and the Early Principate in Slovenia</i>	277
Mattia VITELLI CASELLA: <i>La battaglia del Canale di Maltempo/Tihi kanal (49 a.C.) nel golfo del Quarnaro/Kvarner: note topografiche</i>	335

Late Antiquity and Early Middle Ages

Tina MILAVEC, Žiga ŠMIT: <i>Analyses of late antique glass from Tonovcov grad near Kobarid in archaeological context</i>	351
Timotej KNIFIC, Žiga ŠMIT: <i>Early medieval glass in Slovenia: Analytical study and beads of plant-ash glass</i>	412
Paul GLEIRSCHER, Brigitte PONTA-ZITTERER: <i>Vogelardstellungen auf karolingischen Flechtwerksteinen in Karantanien</i>	437

Palaeoenvironment

Tjaša TOLAR: <i>Comparison of different sampling and treatment methods in order to reconstruct plant economies at the Eneolithic pile-dwellings of Strojanova voda and Maharski prekop at Ljubljansko barje</i>	486
---	-----

In memoriam

Bernhard Hänsel (1937–2017) (Biba TERŽAN)	499
Miran Bremšak (1961–2017) (Jana HORVAT)	503

Book reviews

Anja Hellmuth Kramberger: <i>Monkodonja. Istraživanje protourbanog naselja brončanog doba Istre. Knjiga 2/1–2. Keramika s brončanodobne gradine Monkodonja – Tekst, Katalog / Forschungen zu einer protourbanen Siedlung der Bronzezeit Istriens. Teil 2/1–2. Die Keramik aus der bronzezeitlichen Gradina Monkodonja – Tekst, Katalog, 2017 (Manca VINAZZA)</i>	505
Werner Zanier: <i>Der spätlatène- und frühkaiserzeitliche Opferplatz auf dem Döttenbichl südlich von Oberammergau 1–3, 2016 (Jana HORVAT)</i>	506
Cristina-Georgeta Alexandrescu, Christian Gugl, Barbara Kainrath (eds.): <i>Troesmis I. Die Forschungen von 2010–2014, 2016 (Tina BERDEN)</i>	507
Macháček Jiří, Dresler Petr, Přichystalová Renáta, Sládek Vladimír: <i>Břeclav – Pohansko VII. Kostelní pohřebiště na Severovýchodním předhradí, 2016 (Jernej RIHTER)</i>	508
Howard Williams, Joanne Kirton, Meggen Gondek (eds.): <i>Early Medieval Stone Monuments. Materiality, Biography, Landscape, 2015 (Saša ČAVAL)</i>	509
Emilio Marin, Franjo Šanjek, Michel Zink (eds.): <i>Les projets franco-croates et les savants français qui se sont illustrés dans la recherche et la valorisation du patrimoine croate / Francusko-hrvatski projekti i francuski znanstvenici, istaknuti u istraživanju i vrednovanju hrvatske baštine, 2016 (Marjeta ŠAŠEL KOS)</i>	510

List of abstracts

Anton VELUŠČEK, Blaž PODPEČAN, Tjaša TOLAR, Borut TOŠKAN, Janez TURK, Maks MERELA, Katarina ČUFAR: <i>Črnelnik and Devce, Newly discovered Copper Age sites at Ljubljansko barje</i>	9
Bine KRAMBERGER: <i>Finds and traces of a settlement from the Chalcolithic period under the burial mound in Brezje below Brinjeva gora</i>	69
Sabine PABST: <i>Late Bronze Age Violin bow fibulae between Danube, central Adriatic and Aegean</i>	135
Dragan BOŽIČ: <i>Grave 20 in Tumulus IV: Hallstatt-period burial of a woman at Znančeve njive in Novo mesto</i>	179
Katarina UDOVČ: <i>Late La Tène pottery kiln from Kapiteljski hrib in Novo mesto</i>	209
Mirta FALESCHINI: <i>Moggio Udinese in the Valle del Fella, Italy</i>	227
Janka ISTENIČ: <i>Roman bronze helmets from the Republican period and the Early Principate in Slovenia</i>	277
Mattia VITELLI CASELLA: <i>The Tihi kanal battle (49 BC) in the Kvarner gulf: some topographical remarks</i>	335
Tina MILAVEC, Žiga ŠMIT: <i>Analyses of late antique glass from Tonovcov grad near Kobarid in archaeological context</i>	351
Timotej KNIFIC, Žiga ŠMIT: <i>Early medieval glass in Slovenia: Analytical study and beads of plant-ash glass</i>	369
Paul GLEIRSCHER, Brigitte PONTA-ZITTERER: <i>Bird depictions on Carolingian marbles in guilloche ornaments in Carantania</i>	437
Tjaša TOLAR: <i>Comparison of different sampling and treatment methods in order to reconstruct plant economies at the Eneolithic pile-dwellings of Strojanova voda and Maharski prekop at Ljubljansko barje</i>	461

