



Annales

Instituti

Archaeologici

**XII - 2016**

*Godišnjak*

*Instituta za  
arheologiju*

## **Nakladnik/Publisher**

INSTITUT ZA ARHEOLOGIJU  
INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY

## **Adresa uredništva/Editor's office address**

Institut za arheologiju/Institute of Archaeology  
HR-10000 Zagreb, Ulica Ljudevita Gaja 32  
Telefon/phone 385 (0) 1 6150250  
fax 385 (0) 1 6055806  
e-mail: iarh@iarh.hr  
<http://www.iarh.hr>

## **Glavni i odgovorni urednik/Editor in chief**

Marko Dizdar

## **Izvršne urednice/Desk editors**

Asja Tonc  
Marina Ugarković

## **Tehničke urednice/Technical editors**

Asja Tonc  
Marina Ugarković

## **Uredništvo/Editorial board**

Katarina Botić, Siniša Krznar, Ivana Ožanić Roguljić, Ana Konestra, Andreja Kudelić, Asja Tonc,  
Marina Ugarković

## **Izdavački savjet/Editorial committee**

Vlasta Begović, Marko Dizdar, Dunja Glogović, Snježana Karavanić, Goranka Lipovac Vrkljan, Branka Migotti, Kornelija Michreiter, Ante Rendić Miočević, Tajana Sekelj Ivančan, Tihomila Težak Gregl, Željko Tomičić, Ante Uglešić

## **Prijevod na engleski/English translation**

Una Krizmanić Ožegović

## **Lektura/Language editor**

Boris Beck (hrvatski jezik/Croatian)  
Una Krizmanić Ožegović (engleski jezik/English)

## **Dizajn/Design**

REBER DESIGN

## **Korektura/Proofreaders**

Asja Tonc  
Marina Ugarković

## **Računalni slog/Layout**

Hrvoje Jambrek

©Institute of archaeology, Zagreb 2016.



## SADRŽAJ

### Arheološka istraživanja

- 10**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**  
**Gorana Kušić**

Sotin – Srednje polje i Zmajevac, istraživanja višeslojnih nalazišta u Podunavlju 2015. godine

- 14**      **Tomislav Hršak**  
**Tino Leleković**  
**Marko Dizdar**

Rezultati istraživanja nalazišta Batina – Sredno 2015. godine

- 19**      **Marko Dizdar**  
**Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marina Sečkar**

Zaštitna istraživanja nalazišta AN 3B Beli Manastir – Sedmitar na trasi autoceste A5 Beli Manastir – Svilaj

- 24**      **Marko Dizdar**  
**Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marina Sečkar**

Jagodnjak – Napuštene njive. Zaštitno istraživanje prapovijesnog i antičkog nalazišta na trasi autoceste Osijek – Beli Manastir

- 29**      **Hrvoje Kalafatić**  
**Mateja Hulina**

Zaštitno arheološko istraživanje lokaliteta AN7B Čeminac – Vakanjac na dionici autoceste A5 Beli Manastir – Osijek 2014. i 2015. godine

- 36**      **Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

Zaštitna istraživanja lokaliteta AN 2 Donji Miholjac – Vrancari

- 40**      **Katarina Botić**

Zaštitna arheološka istraživanja nalazišta AN 3 Donji Miholjac – Mlaka/trafostanica na južnoj obilaznici grada Donjeg Miholjca 2015. godine

- 46**      **Tatjana Tkalčec**

Prapovijesna, rimska i srednjovjekovna naselja na lokalitetu Donji Miholjac – Đanovci – zaštitna arheološka istraživanja u 2015. godini

- 59**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

Donji Miholjac – Panjik – zaštitno istraživanje naselja sopotske i badenske kulture u Podravini

## CONTENTS

### Archaeological Excavations

- 10**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**  
**Gorana Kušić**

*Sotin – Srednje polje and Zmajevac, research of multilayered sites in the Danube region in 2015*

- 14**      **Tomislav Hršak**  
**Tino Leleković**  
**Marko Dizdar**

*Research results from Batina – Sredno site in 2015*

- 19**      **Marko Dizdar**  
**Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marina Sečkar**

*Rescue excavation on the AN 3B Beli Manastir – Sedmitar site on the A5 Beli Manastir – Svilaj motorway route*

- 24**      **Marko Dizdar**  
**Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marina Sečkar**

*Jagodnjak – Napuštene njive (Abandoned fields). Rescue archaeology of the Prehistoric and Antique site on the Osijek – Beli Manastir motorway route*

- 29**      **Hrvoje Kalafatić**  
**Mateja Hulina**

*Rescue archaeological excavation at the AN7B Čeminac-Vakanjac site along the A5 Beli Manastir – Osijek motorway in 2014 and 2015*

- 36**      **Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

*Rescue excavations of the AN 2 Donji Miholjac – Vrancari site*

- 40**      **Katarina Botić**

*Rescue excavations of the site AN 3 Donji Miholjac – Mlaka/trafostanica on Donji Miholjac southern beltway route in 2015*

- 46**      **Tatjana Tkalčec**

*Prehistoric, Roman, Late Antique and medieval settlements at the Donji Miholjac – Đanovci site – rescue archaeological excavations in 2015*

- 59**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

*Donji Miholjac – Panjik – rescue research of a Sopot and Baden culture settlement in Podravina*

- 63 Zorko Marković  
Katarina Botić**  
Podgorač, Ražište – rezultati arheoloških istraživanja 2015. godine  
*Podgorač, Ražište – results of the archaeological excavations in 2015*
- 71 Kornelija Minichreiter**  
Slavonski Brod – Galovo, arheološka istraživanja 2015. godine  
*Slavonski Brod, Galovo, archaeological research in 2015*
- 77 Saša Kovačević**  
Istraživanja infrastrukture prapovijesnih naselja lokaliteta Nova Bukovica – Sjenjak, sezona 2015.  
*Research into the infrastructure of Prehistoric settlements at the Nova Bukovica – Sjenjak site, season 2015*
- 82 Marko Dizdar**  
Rezultati istraživanja groblja latenske kulture Zvonimirovo – Veliko polje u 2015. godini  
*Research results of the La Tène culture cemetery at Zvonimirovo – Veliko polje in 2015*
- 86 Jadranka Boljunčić**  
Rezultati istraživanja arheoloških ljudskih ostataka sa srednjovjekovnoga groblja Zvonimirovo (sjeverna Hrvatska), u kontekstu koštanoga i CT dokaza o rijetkoj infratentorialnoj – mastoidnoj trepanaciji  
*Research results on archaeological human remains from medieval cemetery Zvonimirovo (northern Croatia), in the context of bone and CT evidence of a rare infratentorial – mastoid trepanation*
- 93 Daria Ložnjak Dizdar  
Marija Mihaljević  
Mario Gavranović**  
Dolina – Babine grede – istraživanje kasnobrončanodobnoga naselja u Posavini 2015. godine  
*Babine grede in Dolina – research of a Late Bronze Age settlement in Posavina in 2015*
- 99 Tatjana Tkalčec**  
Kasnosrednjovjekovni arheološki kompleks Grubišno Polje – Šuma Obrovi – probna arheološka istraživanja u 2015.  
*Late medieval complex at Grubišno Polje – Šuma Obrovi – initial archaeological excavations in 2015*
- 113 Siniša Krznar**  
Torčec – Cirkvišće, arheološka istraživanja srednjovjekovnog i ranonovovjekovnog groblja 2015. godine  
*Torčec – Cirkvišće, archaeological research of the medieval and early modern cemetery in 2015*
- 117 Snježana Karavanić  
Andreja Kudelić**  
Kalnik – Igrišće – rezultati arheoloških iskopavanja u 2015. godini  
*Kalnik – Igrišće – results of archaeological excavations in 2015*
- 122 Andreja Kudelić  
Branko Mušič**  
Kurilovec – Belinščica – rezultati geofizičkih istraživanja  
*Kurilovec – Belinščica – results of geophysical research*
- 127 Tatjana Tkalčec**  
Burg Vrbovec u Klenovcu Humskom – arheološko konzervatorski radovi na kuli u 2015.  
*Vrbovec Castle in Klenovec Humski, archaeological and conservation works on the keep in 2015*

- 136 Asja Tonc  
Mateja Hulina**  
Preliminarni rezultati zaštitnih istraživanja na prostoru prezentacijskog platoa kod špilje Vrlovke  
*Preliminary results of rescue excavations in the area of presentation plateau near Vrlovka cave*
- 139 Bartul Šiljeg  
Ana Konestra  
Gaetano Benčić**  
Stancija Blek (Tar), kampanja 2015. g.: nastavak arheološko-konzervatorskih istraživanja i prezentacija rezultata široj javnosti  
*Stancija Blek (Tar), 2015: continuation of archaeological research and conservation activities, and presentation of results to the public*
- 144 Goranka Lipovac Vrklijan  
Ivan Valent  
Ana Konestra  
Ivana Ožanić Roguljić**  
Antički proizvodni keramičarski kompleks u Crikvenici – zaključna istraživanja 2015. godine  
*Roman pottery production complex in Crikvenica – conclusive research in 2015*
- 152 Ivan Radman-Livaja  
Asja Tonc**  
Rezultati probnih iskopavanja na Gradini Sv. Trojice 2015. godine  
*Results of trial excavations on Sveta Trojica Hillfort in 2015*
- 155 Kristina Turkalj  
Nera Šegvić  
Emmanuel Botte  
Audrey Bertrand**  
Brač Novo Selo Bunje 2015.  
*Brač Novo Selo Bunje in 2015*
- 160 Marina Ugarković  
Ivančica Schrunk  
Vlasta Begović  
Marinko Petrić**  
Rimska vila u uvali Soline na otoku Sveti Klement (Pakleni otoci, Hvar) – arheološka istraživanja 2015. godine  
*Roman villa in Soline Bay on the Island of St. Clement (Pakleni Islands, Hvar) – archaeological investigation in 2015*

## Terenski pregledi

**167**      **Marko Dizdar**  
**Hrvoje Vulić**

Terenski pregled i probna iskopavanja na izgradnji istočne obilaznice Vinkovaca

**170**      **Hrvoje Kalafatić**  
**Bartul Šiljeg**

Terenski pregled na prostoru općina Belišće, Marijanci i Donji Miholjac u 2015. godini

**173**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**

Terenski pregled i arheološki nadzor na izgradnji obilaznice Donjega Miholjca

**176**      **Zorko Marković**  
**Jasna Jurković**

Rezultati terenskog pregleda područja Grada Našice (naselja Granice, Polubaše i Rozmajerovac) 2015. godine

**185**      **Zorko Marković**  
**Katarina Botić**  
**Jasna Jurković**

Rezultati terenskog pregleda općina Našice i Koška 2015. godine

**192**      **Andreja Kudelić**  
**Filomena Sirovica**

Prikaz rezultata druge faze sustavnog terenskog pregleda gornje Podravine

**196**      **Goranka Lipovac Vrklijan**  
**Asja Tonc**  
**Vedrana Glavaš**  
**Ana Konestra**  
**Željka Molak Župan**

Rezultati terenskih pregleda na području podvelebitskog Primorja i neposrednog zaleđa

**201**      **Goranka Lipovac Vrklijan**  
**Ana Konestra**  
**Irena Radić Rossi**

Rezultati aktivnosti projekta „Arheološka topografija otoka Raba“ u 2015. g.: terenski pregledi, obrada arheološke građe, popularizacija znanosti

## Field Surveys

**167**      **Marko Dizdar**  
**Hrvoje Vulić**

*Field survey and trial excavations during the construction of the Vinkovci beltway*

**170**      **Hrvoje Kalafatić**  
**Bartul Šiljeg**

*Field survey on the territory of Belišće, Marijanci and Donji Miholjac municipalities in 2015*

**173**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marko Dizdar**

*Field survey and archaeological supervision during the construction of the Donji Miholjac beltway*

**176**      **Zorko Marković**  
**Jasna Jurković**

*Results of field survey in the City of Našice area (settlements Granice, Polubaše and Rozmajerovac) in 2015*

**185**      **Zorko Marković**  
**Katarina Botić**  
**Jasna Jurković**

*Results of a field survey of Našice and Koška municipalities in 2015*

**192**      **Andreja Kudelić**  
**Filomena Sirovica**

*Results of the second phase of a systematic field survey in Upper Podravina*

**196**      **Goranka Lipovac Vrklijan**  
**Asja Tonc**  
**Vedrana Glavaš**  
**Ana Konestra**  
**Željka Molak Župan**

*Results of field survey in sub-Velebit Coast and hinterland*

**201**      **Goranka Lipovac Vrklijan**  
**Ana Konestra**  
**Irena Radić Rossi**

*Results of the „Archaeological topography of the Island of Rab“ project in 2015: field surveys, processing of archaeological finds, popularization of science*

## **Eksperimentalna arheologija**

**207 Andreja Kudelić**

Eksperiment u arheologiji – priprema i sastav lončarske smjese

## **Experimental Archaeology**

**207 Andreja Kudelić**

*Experiment in archaeology – preparation and composition of clay paste*

## **Zračna arheologija**

**213 Bartul Šiljeg  
Hrvoje Kalafatić**

Zračno rekognosciranje, Osječko-baranjska županija 2015. godine

## **Aerial archaeology**

**213 Bartul Šiljeg  
Hrvoje Kalafatić**

*Aerial reconnaissance, Osječko-baranjska County in 2015*

## **Ostala znanstvena djelatnost Instituta za arheologiju**

**223-234**

## **Additional scientific activity of the Institute**

**223-234**



**Eksperimentalna arheologija**  
**Experimental Archaeology**

# Eksperiment u arheologiji – priprema i sastav lončarske smjese

## Experiment in archaeology – preparation and composition of clay paste

Andreja Kudelić

Primljeno/Received: 14. 03. 2016.  
Prihvaćeno/Accepted: 28. 06. 2016.

*U okviru istraživanja tehnologije proizvodnje i uporabe keramičkih posuda u pretpovijesti od 2012. godine sustavno se provode eksperimentalna istraživanja. Na temelju makroskopske analize keramičkih ulomaka i arheometrijskih analiza koje su napravljene na većem broju uzoraka provedena je serija eksperimenata sa svrhom preciznijeg definiranja vrste i količine primjese koje su dodavane u glinoviti materijal. Tema istraživanja je tehnologija proizvodnje keramičkih posuda iz brončanog doba. U tu svrhu izrađeno je više od stotinu glinenih pločica od različitih vrsta glinovitog materijala i različite količine i vrste primjese.*

*Ključne riječi: keramika, brončano doba, lončarska smjesa, organske primjese, grog, glinoviti peleti, eksperiment*  
*Keywords: pottery, Bronze Age, clay paste, organic temper, grog, clay pellets, experiment*

U razdoblju od 2012. do 2015. godine provedena je serija eksperimenata s ciljem boljeg razumijevanja brončanodobne tehnologije proizvodnje keramičkih posuda, na temelju određenih pokazatelja iz ostataka naselja te prije svega onih koji su zapisani u keramičkom materijalu. U radu se predstavlja tijek istraživanja jednog segmenta proizvodnog postupka odnosno pripreme lončarske smjese. Lončarska smjesa predstavlja materijal za izradu posuda sastavljen od glinovitog materijala i raznih primjese koje lončar namjerno dodaje glini. Specifična receptura lončarske smjese predstavlja jedinstven zapis o tehnologiji proizvodnje, funkciji posuda i njihovim kulturološko-ideološkim aspektima, stoga je njezino proučavanje uz tipološko kronološku analizu od velikog značaja za bolje razumijevanje društva koje ih je proizvodilo i koristilo. Na temelju makroskopske analize brončanodobnih keramičkih ulomaka i arheometrijskih analiza koje su napravljene na većem broju uzoraka provedena je serija eksperimenata.<sup>1</sup> Cilj ovdje predstavljenih istraživanja je utvrditi karakteristike lončarske smjese kroz analizu strukture brončanodobne keramike, vrste korištenih primjese i načina njihove pripreme. Za potrebe ovog istraživanja prikupljen je glinoviti materijal iz okolice brončanodobnih nalazišta koja se datiraju u srednje i početak kasnog brončanog doba (kulturalna grupa Virovitica). Predmet istraživanja su nalazišta na području Turopolja (Kurilovec–Belinščica) i Podravine (Podvratnec i Podgorica) pa je sirovina prikupljena na nekoliko lokacija u navedenim regijama. Prije prikaza eksperimentalnih istraživanja u idućem poglavlju definira se pojam sirovinski materijal i navode se njegove karakteristike.

### O sirovinskom materijalu

Glina odnosno glinoviti materijal je osnovna sirovina za izradu posuda. Nabava gline uvjetovana je dostupnošću odnosno udaljenošću gliništa od mjesta proizvodnje te se pretpostavlja da je lončar sakupljao glinu u neposrednoj blizini naselja, uzimajući u obzir da je zadovoljan kvalitetom sirovine. Istraživanja su pokazala da udaljenost od mjesta eksploatacije sirovine do mjesta na kojem se izrađuju posude može iznositi od 1 do 10 km, međutim najčešće se glina nabavlja u radijusu od 1 km od mjesta izrade posuda (Rice 1987: 116; Arnold 2000: 343). Gliništa nastaju tako da se odstrani humusni sloj s površine te se kopanjem vertikalne jame vadi glinovito tlo. Na bregovitim područjima sirovina se vadi iskopom na padini te je eksploatacija olakšana. U nizinama se ona vadila uglavnom u zamočvarenim i barskim predjelima gdje se taloženjima stvaraju slojevi bogati glinovitim materijalom, odnosno za lončara je to tlo koje prstima može oblikovati u željene oblike, a osnovni preduvjet njezine kvalitete je plastičnost koja ne smije biti prevelika ili premala. Glina se mogla prikupiti u vlažnom i u suhom stanju, a suho stanje omogućava i transport mnogo veće količine sirovine. Nakon što lončar nabavi glinu odgovarajuću kvalitetu, od nje se priprema smjesa za izradu posuda. U tu svrhu glini se mogu dodati razne primjese kako bi se postigla odgovarajuća kvaliteta za izradu posuda. Primjese također predstavljaju sirovinski materijal, a njihova priprema podrazumijeva postupak nabave i pripreme materijala. Namjerno dodana primjesa (eng. *temper*) jest svaki materijal koji se dodaje glini da bi se povećala viskoznost smjese. Najčešće se dodaju različiti neplastični materijali kao što su pijesak, sitni šljunak (razni litoklasti) organske primjese (suha trava, pljeva, dlaka, suha kravlja balega, kosti, školjke i sl.), grog (usitnjena keramika) itd. Dodavanjem takvog materijala u glinoviti materijal pospješuje se oblikovanje i pečenje keramike, pojačava čvrstoću i termičku izdržljivost posude te utječe na poroznost (Rice 1987: 408; Velde, Druc 1999). Svaka vrsta

<sup>1</sup> U sklopu izrade doktorske disertacije pod naslovom *Tehnološki i socijalni aspekti keramičkih nalaza grupe Virovitica u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i njihov arheološki kontekst* (Kudelić 2015), autorica rada je na keramičkom materijalu iz nekoliko brončanodobnih naselja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj provela arheometrijske analize i makroskopsku tehnološku analizu.

primjese djeluje na određena svojstva materijala i na proizvodni postupak, stoga je odabir primjese često povezan sa znanjima o njihovom utjecaju na tijek proizvodnje, a nerijetko je odabir podložan i tradiciji.

### **Eksperiment: glinoviti materijali i primjese**

Eksperimentalna istraživanja su oblikovana na osnovi makroskopske analize keramičkog materijala, smjernica iz stručne i znanstvene literature te je potom formiran inicijalni eksperiment. Nakon provedenih arheometrijskih analiza tijekom 2014. godine oblikovane su i prve hipoteze te su provedeni novi eksperimenti.

Na početku istraživanja cilj je bio locirati izvore potencijalne sirovine te su u tu svrhu određene lokacije za nabavu glinovitog materijala. Uzorci tla trebali su poslužiti za izradu eksperimentalne keramike, a dio je podvrgnut arheometrijskim analizama. U Turopolju su prikupljena četiri uzorka glinovitog materijala s tri različita ležišta u neposrednoj blizini ostataka brončanodobnog naselja. Četiri kilometra južno od arheološkog nalazišta Kurilovec-Belinščica nalazi se veliki glinokop (ciglana Mraclín d.o.o.) koji se eksploatira od šezdesetih godina prošlog stoljeća. Tijekom 2012. i 2013. godine na tom je mjestu prikupljena gotova mješavina raznih vrsta glinovitog materijala (oznaka M) i uzorak bijelo-sive boje koji se nalazi sporadično u dubljim slojevima tla (oznaka B). Zbog veličine glinokopa i dubine iskopa dobra vidljivost slojeva glinovitog tla u profilu predstavlja vrijednu informaciju za geologe i analizu glina i gliništa.<sup>2</sup> Druga dva ležišta pronađena su slučajno. Jedno se nalazi 600 metara sjeveroistočno od položaja nalazišta (oznaka G) i na tom mjestu glinoviti materijal prikupljen je na dubini većoj od 1 metra od površine, prilikom građevinskih radova. Drugo ležište nalazi se 500 metara jugoistočno od nalazišta (oznaka K), a uzorak je pronađen plitko na dubini od 40 cm od površine. U lipnju 2014. godine u Podravini je prikupljen glinoviti materijal u neposrednoj blizini ostataka četiriju brončanodobnih naselja. Glinoviti materijal je pomoću svrdla izvađen iz dubine od 30 – 100 cm. Pretpostavljalo se da sirovinu koja sadrži potrebna svojstva (plastičnost) možemo najlakše pronaći uz manje vodotoke pored naseobinskih ostataka što se pokazalo točnim. Lokacije svih ležišta odnosno uzoraka zabilježene su GPS uređajem kako bi se u slučaju potrebe mogli vratiti po isti tip tla. Rezultat terenskog istraživanja odnosno lociranja ležišta glinovitih slojeva tla je pokazao da se u neposrednoj blizini arheoloških nalazišta nalazi glinoviti materijal čija fizička svojstva zadovoljavaju odnosno odgovaraju kvaliteti za izradu posuda. Uz podatke o udaljenosti ležišta kvalitetne sirovine od položaja naselja i relativno plitko taloženi slojevi glinovitog materijala također su pokazatelj dostupnosti osnovne sirovine. Prikupljeni uzorci tla su ručno očišćeni od većih inkluzija poput šljunka, lišća i sličnog organskog materijala.

Fizikalna svojstva svakog glinovitog uzorka testirana su prema nekoliko kriterija: lakoći obrade, značajkama tijekom sušenja i svojstvima u odnosu na dodane različite primjese. Na osnovi makroskopske analize keramičkih ulomaka i obrade digitalnih makro fotografija<sup>3</sup> koje su provedene još 2012. godine ustanovljeno je da se u smjesu za izradu brončanodobnih posuda dodavao grog. Međutim primijećena je i pojava sitnih zrna kvarca za koje nije moguće sa sigurnošću tvrditi da su namjerno dodavana odnosno veća je vjerojatnost da se radi o prirodnoj inkluziji iz glinovitog materijala. Tamna boja presjeka keramičkih ulomaka i pojava većih pora pokazatelji su uporabe organskih primjesa poput suhe trave, pljeve i sl. Kako bi se bolje razumjeli procesi nastanka lončarskog zapisa u keramičkoj strukturi, proveden je inicijalni eksperiment te je izrađeno 39

glinenih pločica (Kudelić 2013) (tab. 1, sl. 1). Tijekom procesa sušenja pločica zabilježeno je da uzorak Mb najslabije podnosi naglo sušenje, osobito kada se u smjesi nalazi organska primjesa (pljeva) te u slučaju kada je smjesi dodan kvarcni pijesak. Uzorci M i G vrlo dobro podnose sušenje jednako kao i uzorak B za koji je ustanovljeno da vrlo brzo otpušta vodu. Uzoraka G tijekom sušenja izrazitije gubi volumen i vodu otpušta mnogo sporije od ostalih uzoraka. Od glinovitih uzoraka su napravljena po dva primjerka eksperimentalnih pločica zbog testiranja u različitim uvjetima. Cilj je bio pri procesu pečenja u različitim atmosferama (oksidacija, redukcija, nepotpuna oksidacija) utvrditi svojstva pojedine pločice s obzirom na vrstu sirovine te količinu i vrstu primjese. Pločice su pečene na otvorenoj vatri u uvjetima nepotpune oksidacije pri maksimalnoj temperaturi od 730°C i u peći u oksidacijskoj atmosferi pri jednakoj temperaturi (Kudelić 2013). Ovim su istraživanjima osim ispitivanja uzoraka potencijalne sirovine za izradu posuda u brončano doba, stečena i prva iskustva s takvom vrstom eksperimenta. Fizička svojstva uzoraka glinovitog materijala testirana eksperimentom ukazuju da je riječ o kvalitetnim glinama zadovoljavajuće plastičnosti koja omogućava oblikovanje posuda te dobro podnosi uvjete naglog sušenja. Nakon pečenja utvrđeno je da kod uzoraka M i B količina dodanih primjesa nije utjecala na izdržljivost prilikom pečenja, odnosno pločice nisu oštećene. Na uzorku G zabilježena su manja oštećenja kod pločica u kojima se nalazila pljeva te se za jedan uzorak može reći da je oštećenje posljedica prisutnosti zrna pšenice u smjesi. Pečenjem pločica na otvorenoj vatri kod istog uzorka (G) zabilježeno je oštećenje u obliku ljuski. Takva oštećenja povezuju se s oslobađanjem vode iz gline prilikom naglih podizanja temperature, ali i pojavom većih zrna primjesa u smjesi. U oba uzorka koja su izložena naglom podizanju temperature nalazila su se zrna groga i kvarcni pijesak koji su mogli biti uzrok nastanku oštećenja u obliku ljuski. Uzorak G u procesu sušenja vrlo sporo otpušta vlagu pa postoji vjerojatnost da je određena količina vlage ostala u glinenoj pločici što je mogao biti uzrok oštećenja prilikom pečenja. U tablici 1 su prikazane makro fotografije presjeka eksperimentalnih pločica pečenih na otvorenoj vatri u uvjetima nepotpune oksidacije. Vidljivo je da pojava organske primjese (pljeve) u smjesi znatno utječe na boju jezgre keramičke pločice. Uzorci koji sadrže isključivo kvarcni pijesak pokazuju određena odstupanja u odnosu na ostale uzorke, ali i zajedničke karakteristike neovisno o vrsti gline.

Tijekom 2014. godine u sklopu bilateralnog projekta provedene su opsežne arheometrijske analize na keramičkom materijalu iz navedenih brončanodobnih naselja.<sup>4</sup> Na taj je način znanstvenim metodama na mikroskopskoj razini potvrđen rezultat ranije provedenih makroskopskih analiza. Ipak, arheometrijske analize pružile su mnogo širi spektar informacija na čijim je osnovama tijekom 2014. i 2015. godine provedena nova serija eksperimenata. Utvrđeno je da su brončanodobni lončari koristili aluvijalni tip glina dobre kvalitete te da su smjesi dodavali grog, a zabilježeni su i pokazatelji uporabe organske primjese (Kudelić 2015; Kudelić et al. 2016). Budući da su arheološka nalazišta smještena u ravnica uz velike rijeke aluvijalni tip glina, kakav je prikupljen ovim istraživanjima, prirodan je i lako dostupan sediment. Cilj eksperimentalnih istraživanja koja su započeta 2015. godine jest ustanoviti određene karakteristike glinovite smjese i primjesa koje nije bilo moguće ustanoviti primijenjenim arheometrijskim metodama. To se posebice odnosi na pojavu većih inkluzija i primjesa te na pojavu primjesa organskog podrijetla (Albero Santacreu 2014: 14). Takve pojave mnogo je lakše uočiti u presjeku keramičkog ulomka pomoću

2 Lociranje ležišta glinovitog materijala i uzimanje uzoraka preporučljivo je provesti u suradnji i pod nadzorom geologa.









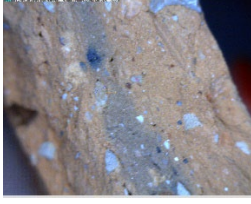
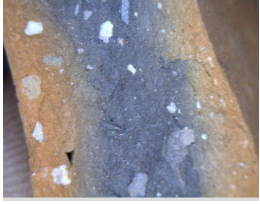
3 Makro fotografije napravljene su pomoću Dino Lite digitalnog mikroskopa pri uvećanjima od 50-60 puta.

4 Arheometrijske analize provedene su u sklopu bilateralnog Austrijsko-Hrvatskog projekta "Pottery in prehistoric culture, with an emphasis on the Hallstatt culture, in the Croatian and Austrian Danube Region" (01.01. 2014 – 30.12. 2015. godine). Voditeljica projekta je bila izv. prof. dr. sc. Marta Mileusnić s Rudarsko geološko naftnog fakulteta u Zagrebu.



Sl. 1 Primjese korištene u eksperimentu: pljeva, grog, kravlja balega (snimila: A. Kudelić).

Fig. 1 Temper used in the experiment: saw dust, grog, cow dung (photo: A. Kudelić).

glinoviti materijal	Ma*	Mb*	G	B	Ma	G
bez primjesa	2	2	2	2		
grog 5 i 10%	2	2	2	2		
organska primjesa	2		2			
grog (5%) i organska primjesa	2		2			
kvarcni pijesak 10%	2	2	2			
kvarcni pijesak (5 %) i grog (5%)	2		2			
režim pečenja (atmosfera/ temp.)	nepotpuna oksidacija i oksidacija/730°C				nepotpuna oksidacija	nepotpuna oksidacija

Tablica 1 Eksperimentalne pločice izrađene tijekom 2012. godine od glinovitog materijala iz Turopolja (M i B glinoviti materijal prikupljen u ciglani Mraclin, 1000 m južno od nalazišta Kurilovec-Belinščica, G – glinoviti materijal prikupljen 500 metara sjeverno od nalazišta Kurilovec-Belinščica). \*a – glinoviti materijal je korišten u stanju u kakvom je nabavljen; b – glinoviti materijal je dodatno pročišćen pomoću sita.

Table 1 Experimental tiles made from Turopolje clay in 2012 (M and B – clay from Mraclin brick factory, 1000 m south of the Kurilovec-Belinščica site, G – clay material taken 500 meters north of Kurilovec-Belinščica site). \*a – clay material was used as it was procured; b – clay material was purified using a sieve.

binokularnog ili digitalnog mikroskopa pri manjim uvećanjima. Cilj ovog istraživanja je utvrditi karakteristike različitih organskih primjesa i glinovitih peleta te u keramičkoj strukturi utvrditi razlike između zrna peleta i groga.

Organske primjese ovisno o vrsti manifestiraju se na ra-

zličiti način u keramičkoj strukturi, odnosno vizualno u njezinom presjeku. Prisutnost organskih primjesa (suha trava, slama, pljeva, kravlja balega) može biti slučajna (lišće, trava i korijenje iz tla) i namjerna. Kada se koristi s namjerom, njezina pojava smanjuje skupljanje gline i poboljšava svojstva glina koje su vrlo

plastične. Većina primjesa izgori tijekom pečenja te u strukturi keramike ostaju manje ili veće praznine odnosno pore koje smanjuju utjecaj termalnog šoka na stijenke posude. U ranije provedenim eksperimentima pokazalo se da pljeva u strukturi keramike ostavlja specifične, izdužene i krupne tragove izrazito tamnosive boje (tab. 1). U arheološkom materijalu zabilježen je samo jedan ulomak s nalazišta u Kurilovcu koji ima slične tragove u presjeku (sl. 2). Preostali keramički materijal ima presjek ujednačene tamnosive boje i vrlo poroznu strukturu, a upravo su to neki od pokazatelja uporabe vrlo usitnjene organske primjese. Pretpostavlja se da je u tu svrhu korištena kravlja balega. Suha kravlja balega lako se mrvi pri čemu se stvara fini prah sastavljen od sitnih čestica suhe trave, što nije moguće postići izravnim usitnjavanjem npr. suhe trave ili slame. Tako usitnjena primjesa lako se miješa s glinom. Godine 2015. napravljene su 24 eksperimentalne pločice od nekoliko vrsta glinovitog materijala kojemu je dodana različita količina kravlje balege (tab. 2). Cilj je ustanoviti na koji se način ona manifestira u keramičkoj strukturi te kolika je količina suhe balege potrebna da presjek pločice poprimi karakteristike presjeka arheološke keramike. Jedan od ciljeva je i ustanoviti u kojoj mjeri takva primjesa utječe na boju presjeka keramike tijekom pečenja na različitim temperaturama i u različitim uvjetima pečenja. Kod uporabe groga cilj je ustanoviti približnu vrijednost količine/volumena groga te odnos stvarne količine s količinom zrna koja su vidljiva u presjeku ulomka, što je dijelom ustanovljeno u istraživanjima koja su provedena tijekom 2012. godine (Kudelić 2013; 2015).

Osim primjesa groga, među brončanodobnim uzorcima keramike je zabilježena i pojava glinovitih peleta (eng. *clay pellets*). Glinoviti peleti mogu biti sastavni dio glinovite smjese ili se slučajno u njoj nalaze kao posljedica nedovoljno izmiješane smjese. U tom slučaju zrna su zaobljena, a njihova pojava se povezuje s načinom pripreme glinovitog materijala. Međutim, glinoviti peleti mogu biti napravljeni od suhe gline odnosno si-

rovinski su materijal od kojeg se izrađuje lončarska smjesa. U tom slučaju nakon pečenja zrna peleta vrlo su slična zrnima groga. Petrografskom analizom izbrusaka keramičkih ulomaka pojavu glinovitih peleta ponekad je teško razlikovati od zrna groga. Ipak, osnovnu razliku čine morfološke karakteristike. Glinoviti peleti su zaobljena zrna dok grog ima uglata do djelomično uglata zrna (Whitbread 1986; Quinn 2013: 84; Albero Santacreu 2014: 62). S tim u vezi 2014. godine napravljen je inicijalni eksperiment s ciljem ispitivanja vidljivosti i karakteristika takvog tipa primjese primjenom digitalne makro fotografije. Glinoviti peleti napravljeni su od komada suhe gline koja je usitnjena, a zatim su zrna pomoću sita odvojena od praha i dodana glinovitoj smjesi. Sličan postupak pripreme primjese primijenjen je prilikom izrade groga. Od smjese su izrađene pločice (2 komada) pečene na otvorenoj vatri pri temperaturi od 650 °C. Na makro fotografiji svježeg loma keramičke pločice komadići suhe gline imaju difuzne ili zaobljene rubove odnosno zrna su djelomično stopljena s matriksom (sl. 3a). Međutim u nekoliko slučajeva rubovi zrna su djelomično uglati i njihovi su rubovi jasno odvojeni od matriksa (sl. 3b) te u potpunosti odgovaraju izgledu groga. Rezultate tih istraživanja valja provjeriti na većem uzorku stoga je 2015. godine izrađena nova serija eksperimentalnih pločica.

Kako bi se odgovorilo na neka pitanja o tehnologiji proizvodnje keramičkih posuda kulturne grupe Virovitica, a koja su povezana s lončarevim odlukama o odabiru sirovinskog materijala i njegovoj pripremi, 2015. godine napravljeno je ukupno 45 glinenih pločica (tab. 2). Postupak pečenja provest će se tijekom 2016. godine kao i analiza rezultata. Kroz analizu rezultata eksperimentalnih istraživanja te usporednom analizom makro fotografija uzoraka keramike i eksperimentalnih pločica omogućit će se bolje razumijevanje postupka pripreme lončarskih smjesa. Na taj način omogućeno je i kvalitetnije razmatranje tehnoloških procesa proizvodnje keramičkih posuda iz brončanog doba.



Sl. 2 Eksperimentalna pločica s pljevom u smjesi i arheološki keramički ulomak s nalazišta Kurilovec-Belinščica (snimila: A. Kudelić).

Fig. 2 Experimental tile with saw dust in the mixture and a pottery fragment from the Kurilovec-Belinščica site (photo: A. Kudelić).

glinoviti materijal	bez primjesa	kravlja balega	grog i kravlja balega	glineni peleti	režim pečenja (atmosfera/temp.)
K	4	4	4	3	nepotpuna oksidacija, redukcija i oksidacija
P-Pg	4	4	4	3	nepotpuna oksidacija, redukcija i oksidacija
P-Pv	4	4	4	3	nepotpuna oksidacija, redukcija i oksidacija

Tablica 2 Eksperimentalne pločice izrađene tijekom 2015. godine (K – glinoviti materijal prikupljen 500 m južno od nalazišta Kurilovec-Belinščica u Turropolju, P-Pg – glinoviti materijal prikupljen uz nalazište Podgorica u Podravini, P-Pv – glinoviti materijal prikupljen uz nalazište Podvratnec u Podravini).

Table 2 Experimental tiles made in 2015 (K – clay material collected 500 m south of the Kurilovec-Belinščica site in Turropolje, P-Pg – clay from an area next to Podgorica site in Podravina, P-Pv – clay material collected next to Podvratnec site in Podravina).



Sl. 3 Eksperimentalna pločica – ostaci glinovitih peleta nakon pečenja (snimila: A. Kudelić).

Fig. 3 Experimental tile – remains of clay pellets after firing (photo: A. Kudelić).

## Literatura

- Albero Santacreu D. 2014, *Materiality, Techniques and Society in Pottery Production. Current Perspectives in the Technological Study of Archaeological Ceramics through Paste Analysis*, De Gruyter Open Ltd, Varšava, Berlin.
- Arnold, D. E. 2000, Does the Standardization of Ceramic Pastes Really Mean Specialization?, *Journal of Archaeological Method and Theory*, Vol. 7/4, 333—375.
- Kudelić, A. 2013, Testiranje tehnologije izrade keramičkih posuda i rekonstrukcija hipotetske horizontalne keramičarske peći, *Annales Instituti Archaeologici*, Vol. IX, 185—189.
- Kudelić, A. 2015, *Tehnološki i socijalni aspekti keramičkih nalaza grupe Virovitica u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i njihov arheološki kontekst / Technological and social aspects of the Virovitica group pottery finds in northwest Croatia and their archaeological context* (doktorska disertacija), Zagreb.
- Kudelić, A., Mileusnić, M., Grzunov, A. 2016, Archaeometry and comparative analysis of the bronze age pottery from Turopolje and Podravina region, *Opuscula Archaeologica*, Vol. 39, (u tisku).
- Quinn, P. S. 2013, *Ceramic Petrography – The Interpretation of Archaeological Pottery & Related Artefacts in Thin Section*, Oxford.
- Rice, P. M. 1987, *Pottery Analysis: A source book*, Chicago & London.
- Velde, B., Druc, I. C. 1999, *Archaeological Ceramic Materials, Origin and Utilization*, Springer, New York.
- Whitbread, I. K. 1986, The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections, *Archaeometry*, Vol. 28, 1, 79—88.

## Summary

In order to explore pottery production technology and its use during prehistory, systematic experimental research has been carried out since 2012. The aim of the research is to provide a better understanding of Bronze Age pottery production technology (Virovitica culture group) on the basis of specific indicators from settlement remains, primarily ceramic material. This paper presents the course of the research into a segment of pottery production, that is, preparation of clay paste. Based on the macroscopic analysis of pottery fragments and archaeometric analyses of a large number of samples, a series of experiments was undertaken to define the type and quantity of temper added to a clay paste. For research purposes, the raw material (clay) was collected near several archaeological sites. Types of temper present in archaeological ceramic were also prepared (organic material, grog, clay pellets). The aim of the experimental research, started in 2015, was to determine the feature of the clay paste and temper which could not be determined using only archaeometric methods. In order to achieve this, over a hundred clay tiles were made from different types of clay material and according to different recipes (with different types of temper, as well as different ratios).