



Annales

Instituti

Archaeologici

**X - 2014**

*Godišnjak*

*Instituta za  
arheologiju*

## **Nakladnik/Publisher**

INSTITUT ZA ARHEOLOGIJU  
INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY

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

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**

Kristina Jelinčić Vučković  
Kristina Turkalj

## **Tehničke urednice/Technical editors**

Kristina Jelinčić Vučković  
Kristina Turkalj

## **Uredništvo/Editorial board**

Katarina Botić, Hrvoje Kalafatić, 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**

Sanjin Mihelić

## **Lektura/Language editor**

Ivana Majer (hrvatski jezik/Croatian)  
Sanjin Mihelić (engleski jezik/English)

## **Dizajn/Design**

REBER DESIGN

## **Korektura/Proofreaders**

Kristina Jelinčić Vučković  
Kristina Turkalj  
Ivana Ožanić Roguljić  
Katarina Botić

## **Računalni slog/Layout**

Hrvoje Jambrek

©Institut of archaeology, Zagreb 2014.



# SADRŽAJ

## Arheološka istraživanja

- 9**            **Daria Ložnjak Dizdar**  
                 **Mirela Hutinec**
- Sotin – rezultati istraživanja 2013. godine
- 14**            **Tomislav Hršak**  
                 **Tino Leleković**  
                 **Marko Dizdar**
- Rezultati istraživanja nalazišta Batina – Sredno 2013. godine
- 21**            **Daria Ložnjak Dizdar**  
                 **Marko Dizdar**
- Terenski pregled i arheološki nadzor na rekonstrukciji državne ceste D212, Kneževi Vinogradi – Zmajevac
- 25**            **Marko Dizdar**
- Terenski pregled i nadzor na izgradnji dionice državne ceste D-2 – južna obilaznica Osijeka
- 29**            **Ivana Ožanić Roguljić**
- Probno arheološko istraživanje lokaliteta Beli Manastir – Popova zemlja (AN 2)
- 34**            **Tatjana Tkalčec**
- Probna arheološka istraživanja lokaliteta AN3 Beli Manastir – Sudaraž, sjever na trasi autoceste A5 Beli Manastir – Osijek – Svilaj 2013. godine
- 42**            **Hrvoje Kalafatić**
- Probna arheološka istraživanja lokaliteta AN 4 Novi Bolman – Grablje kod Jagodnjaka u Baranji
- 45**            **Marija Buzov**
- Probna istraživanja na trasi buduće autoceste A5 Beli Manastir – Osijek – Svilaj, dionica Beli Manastir – Osijek, arheološko nalazište AN 8 Beli Manastir – Atar, Napuštene njive
- 50**            **Siniša Krznar**
- Probno arheološko istraživanje lokaliteta Novi Čeminac – Remanec poljana – Krčevine, na trasi spojne ceste istočno od čvora Čeminac – južni krak (AN 9)
- 55**            **Tajana Sekelj Ivančan**
- Probni rovovi na arheološkom nalazištu Jagodnjak – Ciglana i Čemin – Ciganska pošta
- 63**            **Zorko Marković**  
                 **Katarina Botić**
- Podgorač, Ražište – rezultati arheoloških istraživanja 2013. godine
- 69**            **Kornelija Minichreiter**
- Slavonski Brod, Galovo, arheološka istraživanja 2013.

# CONTENTS

## Archaeological Excavations

- 9**            **Daria Ložnjak Dizdar**  
                 **Mirela Hutinec**
- Sotin – the results of research in 2013*
- 14**            **Tomislav Hršak**  
                 **Tino Leleković**  
                 **Marko Dizdar**
- The results of the investigations at Batina-Sredno in 2013*
- 21**            **Daria Ložnjak Dizdar**  
                 **Marko Dizdar**
- Field survey and archaeological supervision of the reconstruction of State Road D212, Kneževi Vinogradi – Zmajevac*
- 25**            **Marko Dizdar**
- Field survey and supervision of the construction of a section of D-2 State Road – the southern bypass of Osijek*
- 29**            **Ivana Ožanić Roguljić**
- Trial archaeological excavations at the Beli Manastir – Popova zemlja site (AS 2)*
- 34**            **Tatjana Tkalčec**
- Trial archaeological investigations at AS3 Beli Manastir-Sudaraž, north, on the route of the A5 Beli Manastir – Osijek – Svilaj motorway in 2013*
- 42**            **Hrvoje Kalafatić**
- Trial archaeological investigations at the AS4 Novi Bolman-grablje site near Jagodnjak in Baranja*
- 45**            **Marija Buzov**
- Trial investigations on the route of the future motorway A5 Beli Manastir – Osijek – Svilaj, the Beli Manastir – Osijek section, the archaeological site AS 8 Beli Manastir – Atar, Napuštene njive*
- 50**            **Siniša Krznar**
- Trial archaeological investigation at Novi Čeminac-Remanec poljana-Krčevine, on the route of a connecting road east of south extension Čeminac (AS 9)*
- 55**            **Tajana Sekelj Ivančan**
- Trial trenches at the archaeological sites Jagodnjak – Ciglana and Čemin – Ciganska pošta*
- 63**            **Zorko Marković**  
                 **Katarina Botić**
- Podgorač, Ražište – results of the archaeological excavations in 2013*
- Kornelija Minichreiter**
- Slavonski Brod, Galovo, Archaeological Research in 2013*

- 73**      **Tatjana Tkalčec**  
Posljednja sezona sustavnih zaštitnih arheoloških istraživanja nalazišta Crkvari – crkva sv. Lovre 2013. godine  
*The last season of systematic rescue archaeological investigations at Crkvari – St. Lawrence church in 2013*
- 82**      **Marko Dizdar**  
Rezultati istraživanja groblja latenske kulture Zvonimirovo – Veliko polje u 2013. godini  
*The results of the 2013 excavation at the La Tène culture cemetery in Zvonimirovo – Veliko polje*
- 85**      **Tatjana Tkalčec**  
**Iva Kostešić**  
Izrada digitalnog modela reljefa arheološkog nalazišta na primjeru Gradine kod Špišić Bukovice  
*The creation of a digital relief model of an archaeological site on the example of Gradina near Špišić Bukovica*
- 95**      **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Marija Mihaljević**  
**Marko Dizdar**  
Dolina Glavičice – rezultati istraživanja 2013. godine  
*Dolina Glavičice – the results of the 2013 investigations*
- 99**      **Tajana Sekelj Ivančan**  
Četvrta sezona arheoloških istraživanja nalazišta Virje – Volarski breg/Sušine  
*The fourth season of archaeological investigations at Virje – Volarski breg/Sušine*
- 104**     **Siniša Krznar**  
Arheološko istraživanje nalazišta Torčec – Cirkvišće 2013. godine  
*Archaeological investigation at Torčec-Cirkvišće in 2013*
- 110**     **Snježana Karavanić**  
**Andreja Kudelić**  
Arheološka i geofizička istraživanja na lokalitetu Kalnik – Igrišće 2013. godine  
*Archaeological and geophysical investigations at the Kalnik-Igrišće site in 2013*
- 116**     **Tatjana Tkalčec**  
Zaštitna arheološka istraživanja nalazišta Krapina – Vukšićev breg u 2013. godini  
*Rescue archaeological investigations at Krapina – Vukšićev breg in 2013*
- 128**     **Marina Ugarković**  
**Ivančica Schrunk**  
**Vlasta Begović**  
**Marinko Petrić**  
**Tina Neuhauser**  
Hvar, otok Sveti Klement, uvala Soline, arheološka istraživanja 2013.  
*Hvar, St. Clement island, Soline Bay, archaeological investigations in 2013*
- 134**     **Tatjana Tkalčec**  
Nastavak konzervatorskih radova na burgu Vrbovcu u Klenovcu Humskom u 2013. godini  
*The continuation of conservation work at Vrbovec castle in Klenovec Humski in 2013*
- 140**     **Asja Tonc**  
**Ivan Radman-Livaja**  
Rezultati probnih iskopavanja na gradini Svete Trojice 2013. godine  
*The results of trial excavations at the Holy Trinity (sv. Trojica) hillfort in 2013*
- 144**     **Goranka Lipovac Vrklijan**  
**Bartul Šiljeg**  
**Ivana Ožanić Roguljić**  
**Ana Konestra**  
Sustavna istraživanja lokaliteta Crikvenica – Ad turre: terenski rad i obrada nalaza u 2013. godini  
*Systematic investigations at Crikvenica – Ad turre: fieldwork and find processing in 2013*

**148**     **Bartul Šiljeg**  
**Vladimir Kovačić**  
**Nera Šegvić**  
**Iva Kostešić**

Arheološko-konzervatorska istraživanja lokaliteta Stancija Blek (Tar) u 2013. godini

**148**     **Bartul Šiljeg**  
**Vladimir Kovačić**  
**Nera Šegvić**  
**Iva Kostešić**

*Archaeological investigations and conservation work at the Stancija Blek site near Tar in 2013*

**154**     **Katarina Botić**

Prikupljanje uzoraka drveta – peta sezona 2013. godine

**154**     **Katarina Botić**

*Wood sampling – fifth season 2013*

## Terenski pregledi

**159**     **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Mirela Hutinec**  
**Marko Dizdar**

Terenski pregled područja između Sotina i Opatovca

**159**     **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Mirela Hutinec**  
**Marko Dizdar**

*Field survey in the area between Sotin and Opatovac*

**164**     **Zorko Marković**  
**Jasna Jurković**  
**Danimirka Podunavac**

Rezultati rekognosciranja arheoloških terena katastarske općine Donja Motičina 2012. godine

**164**     **Zorko Marković**  
**Jasna Jurković**  
**Danimirka Podunavac**

*Results of the archaeological field survey of sites in Cadastral Municipality Donja Motičina in 2012*

**169**     **Marko Dizdar**

Terenski pregled dionice državne ceste D-2 – sjeverna obilaznica Virovitice

**169**     **Marko Dizdar**

*Field survey of a section of D-2 state road – the northern bypass of Virovitica*

**174**     **Hrvoje Kalafatić**

Arheološki terenski pregled područja izgradnje pruge Križevci – Koprivnica – Botovo

**174**     **Hrvoje Kalafatić**

*Archaeological field survey on the route of construction of the Križevci-Koprivnica-Botovo railway*

**182**     **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Tatjana Tkalčec**

Terenski pregled predjela lijeve obale srednjeg toka rijeke Glogovnice (Tučenik, Buzadovec, Poljana Križevačka, Cubinec)

**182**     **Daria Ložnjak Dizdar**  
**Tatjana Tkalčec**

*Field survey of the left bank of the middle course of the Glogovnica river (Tučenik, Buzadovec, Poljana Križevačka, Cubinec)*

**192**     **Hrvoje Kalafatić**  
**Bartul Šiljeg**

Arheološki terenski pregled područja izgradnje Nove luke Sisak

**192**     **Hrvoje Kalafatić**  
**Bartul Šiljeg**

*Archaeological field survey in the area of construction of the New Port in Sisak*

**197**     **Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

Terenski pregled na području novoga trajektnog pristaništa Stinica

**197**     **Marko Dizdar**  
**Asja Tonc**

*Field survey in the area of the new ferry port at Stinica*

**202**     **Goranka Lipovac Vrkljan**  
**Bartul Šiljeg**  
**Ivana Ožanić Roguljić**  
**Ana Konestra**  
**Iva Kostešić**  
**Nera Šegvić**

Projekt Arheološka topografija otoka Raba: rezultati terenskog pregleda poluotoka Lopara u 2013. godini

**202**     **Goranka Lipovac Vrkljan**  
**Bartul Šiljeg**  
**Ivana Ožanić Roguljić**  
**Ana Konestra**  
**Iva Kostešić**  
**Nera Šegvić**

*The “Archaeological Topography of the Island of Rab” Project: the results of the 2013 field survey of the Lopar Peninsula*

## **Eksperimentalna arheologija**

**209 Andreja Kudelić**

Testiranje horizontalne keramičarske peći i pečenje posuda u redukcijskoj atmosferi

**209 Andreja Kudelić**

*The testing of a horizontal pottery kiln and firing pots in a reductive atmosphere*

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

**217-228**

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

**217-228**

# **Eksperimentalna arheologija**





# Testiranje horizontalne keramičarske peći i pečenje posuda u redukcijskoj atmosferi

## The testing of a horizontal pottery kiln and firing pots in a reductive atmosphere

Andreja Kudelić

Primljeno/Received: 07.03.2014.  
Prihvaćeno/Accepted: 10.03.2014.

*Tijekom 2013. godine nastavljena je serija eksperimentalnog pečenja glinenih posuda metodama kakve su mogle biti korištene u prapovijesti. Peć koju smo izgradili 2012. godine uništena je tijekom vrlo vlažne zime 2012./13., a tijekom ljeta peć je izgrađena ponovno uz određene konstrukcijske izmjene. Prilikom paljenja nove peći provedeno je i pečenje posuda u redukcijskoj atmosferi.*

*Ključne riječi: prapovijest, tehnologija, keramičarska peć, redukcijaska atmosfera, eksperimentalna arheologija*  
*Key words: Prehistory, technology, pottery kiln, reduction atmosphere, experimental archaeology*

Nastavljena je serija eksperimenata koja je započela još tijekom 2012. godine kada je izgrađena rekonstrukcija horizontalne keramičarske peći na osnovi arheoloških ostataka s lokaliteta Kurilovec – Belinščica.<sup>1</sup> Objekt čine dvije izdužene jame spojene uskim kanalom, ukupne dužine oko 3,5 metara, a najveće širine gotovo 1 metar. Objekt je interpretiran kao donji dio horizontalne keramičarske peći koja se sastoji od prostora za loženje te uskog kanala (prefurnija) kroz koji vrući zrak ulazi u komoru s posudama. Nadzemni dio peći rekonstruiran je na osnovi arheološke literature (Brea et al. 1997: 509–510). Određene konstrukcijske elemente bilo je potrebno prepraviti zbog određenih tehnoloških nedostataka koji su primijećeni prilikom prvog paljenja peći. Iz tih razloga ložište je podignuto i prošireno, a takve konstrukcijske izmjene pozitivno su utjecale na tijek pečenja. Omogućile su brže podizanje temperature u prvom stadiju pečenja te stabilan rast i bolju kontrolu temperature (Kudelić 2013: 185–189).

Tijekom 2013. godine nastavljena je serija eksperimentalnog pečenja glinenih posuda metodama kakve su mogle biti korištene u prapovijesti. Peć koju smo izgradili 2012. godine uništena je tijekom vrlo vlažne zime 2012./13. Peć nije bila natkrivena te je bila direktno izložena atmosferilijama, iako je bila prekrivena slojem geotekstila i najlona.

### Analiza urušene peći

Prilikom gradnje konstrukcije za novu peć bilo je potrebno razgraditi ostatke urušenja, a tom prilikom dokumentiran je presjek zidova peći. Vanjske stijenske zidova pokazuju tragove gorenja na najvišem dijelu prefurnija (ložišnog kanala) i na ve-

ćem dijelu kupole. Uz zonu blizu razine tla nisu bile primjetne izrazitije promjene uslijed gorenja. Presjek zidova peći je trobojan: vanjska stijenska je oker-bež, unutarnja stijenska je izrazito narančaste boje, a jezgra je tamnosiva. Ipak, određene razlike na ulomcima zidova mogu se primijetiti ovisno o njihovoj poziciji pa su dijelovi izloženi direktnoj vatri potpuno narančasti u presjeku (dio iznad ložišta te dio prijelaza između prefurnija u kupolu). Posljedice ovakvog stupnja izloženosti vatri te tragova kakve je ona ostavila na ovakvom tipu konstrukcije proizašli su iz dva paljenja peći (sl. 1). U oba slučaja temperatura je prešla 700 °C a paljenje je trajalo između 7 i 8 sati. Iako je peć korištena dvaput u trajanju od 7 sati, jezgra je na većem dijelu zidova ostala tamnosive boje. Jedan od razloga je količina organskog materijala u tom dijelu kupole (grane od konstrukcije peći), a kao drugi razlog ovakvog presjeka možemo navesti i nedovoljnu izloženost pojedinih dijelova peći (kupola i dijelovi blizu razine tla) vrlo visokoj temperaturi.

Tijekom zime peć je uništena zbog vlage i pod težinom snijega iako je bila zaštićena najlonom i geotekstilom.<sup>2</sup> Ostaci zidova peći iskorišteni su za proizvodnju groga za potrebe izrade glinenih posuda.

Nakon rastavljanja preostalih dijelova uništene peći, a prije gradnje nove konstrukcije od grana bilo je potrebno očistiti jamu za peć. Tom prilikom dokumentirali smo zatečeno stanje ukopanog dijela peći, odnosno jame. Jama za peć je ukopana u ilovaču te se ono razlikuje od tla u koje je ukopana jama s lokaliteta Kurilovec – Belinščica (šljunkovito-pjeskovito tlo). Na glinovitim tlima tragovi vatre ostavljaju intenzivnije tragove. Tragovi visoke temperature vidljivi su na rubovima jame, bliže razini tla te osobito na dijelu prefurnija – ložišnog kanala (sl. 1). Dno jame nije izrazito spaljeno, a tragovi koje možemo vidjeti na fotografiji lako se mogu ukloniti struganjem zemlje. Intenzivniji tragovi gorenja vidljivi su i na prijelazu dublje ložišne

1 U sklopu projekta *Tehnološki i socijalni aspekti proizvodnje keramike bronzanog doba* Centar za eksperimentalnu arheologiju je u suradnji s Institutom za arheologiju (projekt dr. sc. Snježane Karavanić *Geneza i razvoj brončanodobnih zajednica u sjevernoj Hrvatskoj*) proveo niz eksperimenata sa svrhom rekonstrukcije tehnološkog postupka proizvodnje brončanodobnih keramičkih posuda.

2 Na vanjskoj strani zidova peći vidljivi su tragovi oštećenja kao posljedica smrzavanja i promjena u temperaturi tijekom zime. Posebice je stradala vanjska strana zidova koja se ljuštila i lako drobila.



Sl. 1 Ostaci urušenja peći izgrađene i korištene 2012. godine (snimile: A. Kudelić i F. Sirovica)

Fig. 1 The remains of the collapsed kiln constructed and used in 2012 (photo: A. Kudelić and F. Sirovica)

jame u prefurnij – ložišni kanal. Ipak, iznenađuje činjenica da stijenke ukopanog dijela peći nisu izgorjele u onolikoj mjeri koja se očekivala.

### Horizontalna keramičarska peć – treća konstrukcija

Cilj ovogodišnjih istraživanja je nastavak testiranja tehnoloških i konstrukcijskih elemenata horizontalnog tipa keramičarske peći te utvrđivanje njezinih prednosti i nedostataka. Istodobno se prate fizička svojstva keramičkih posuda proizvedenih pečenjem u horizontalnoj peći.

Rekonstrukcija peći obavljena je tijekom mjeseca lipnja (29. i 30. lipnja 2013.) na istome mjestu. Iskorištena je postojeća jama dok smo zemlju za izgradnju kupole nabavili s glinista Vinipotok. U blizini peći iskopana je manja, duboka jama iz koje smo vadili ilovaču također za gradnju kupole. Prilikom gradnje napravili smo određene konstrukcijske izmjene: prefurnij je proširen za otprilike 7 cm; ložište je 5 cm kraće nego prethodno, ali je jednako visoko i jednako široko; dimnjak nismo izradili, a otvori za zrak postavljeni su na južnoj strani kupole (nasuprot gornjeg dijela vrata) (sl. 2).

Kao konstrukcija za zidove peći korištene su svježe vrbine grane na koje se lijepila smjesa od blata, pljeve i slame miješana s vodom. Određene probleme stvarale su grude suhe zemlje koja se nije lako topila u vodi. Suhu zemlju potrebno je smrviti prije miješanja odnosno bilo bi dobro koristiti svježe iskopanu (vlažnu) zemlju. Ovaj put kupola nije imala dimnjak jer se pokazalo da širina i položaj otvora s unutarnje strane kupole nisu bili dovoljno veliki u odnosu na veličinu ložišta i kupole. Iz tih razloga tijekom prvog i drugog paljenja 2012. godine bilo je potrebno djelomično otvoriti tzv. vrata da bi pojačali protok zraka u peći. Odlučeno je otvore za zrak postaviti nasuprot tzv. vrata kroz

koja se u peć umeću posude. Cilj je bio uspostaviti jednak protok zraka u prostoru za pečenje posuda istodobnim otvaranjem namjenskog otvora za zrak s južne strane i tzv. gornjeg dijela vrata sa sjeverne strane peći.

Na dno prostora za pečenje posuda ponovno smo postavili ulomke crijepa kao podlogu na koju smo postavili glinene posude. Otprilike 30 posuda posloženo je u peć s dnom prema gore.<sup>3</sup> Veći dio posuda manjih je dimenzija, te je peć napunjena tek djelomično (sl. 3). Otvor kroz koji smo umetali posude zatvoren je većim ulomcima crijepa kao i otvori za zrak s južne strane kupole. Za paljenje su prikupljene suhe grane u šumi bukve, graba i hrasta, a snopovi tankih, suhih grana korišteni su za izrazitija podizanja temperature.

Peć je zapaljena u 19.00 sati, a nakon četiri sata loženja temperatura je dosegla 600°C. Na osnovi boje posuda i jezičaka vrućeg zraka moguće je i bez termometra odrediti visinu temperature. Cilj je bio održati temperaturu od 650°C pola sata. Odlučeno je temperaturu pečenja spustiti za otprilike sto stupnjeva u odnosu na temperaturu postignutu tijekom posljednjih dvaju paljenja (2012. godine), a na osnovi rezultata mineraloških i termalnih analiza keramičkih ulomaka iz brončanog doba (Kreiter 2007: 122; Michelaki 2006: 96–97). Nakon više od četiri sata postignuta je zadana temperatura, a tome je pridonio i otvor s južne strane kupole (konstrukcija nam je omogućila da prema potrebi proširimo otvor). Gornji dio tzv. vrata nije bio otvoren jer se učinilo da će nasuprotni otvor biti dovoljan za protok zraka. Nakon više od pola sata održavanja zadane temperature (640–670°C), dodavanje goriva je prekinuto i time je pečenje bilo završeno (Graf 1). Peć se hladila do idućeg jutra.

3 Dio posuda i ovaj su put donirali profesori i učenici škole Primijenjene umjetnosti u Zagrebu te im ovim putem na tome zahvaljujemo.



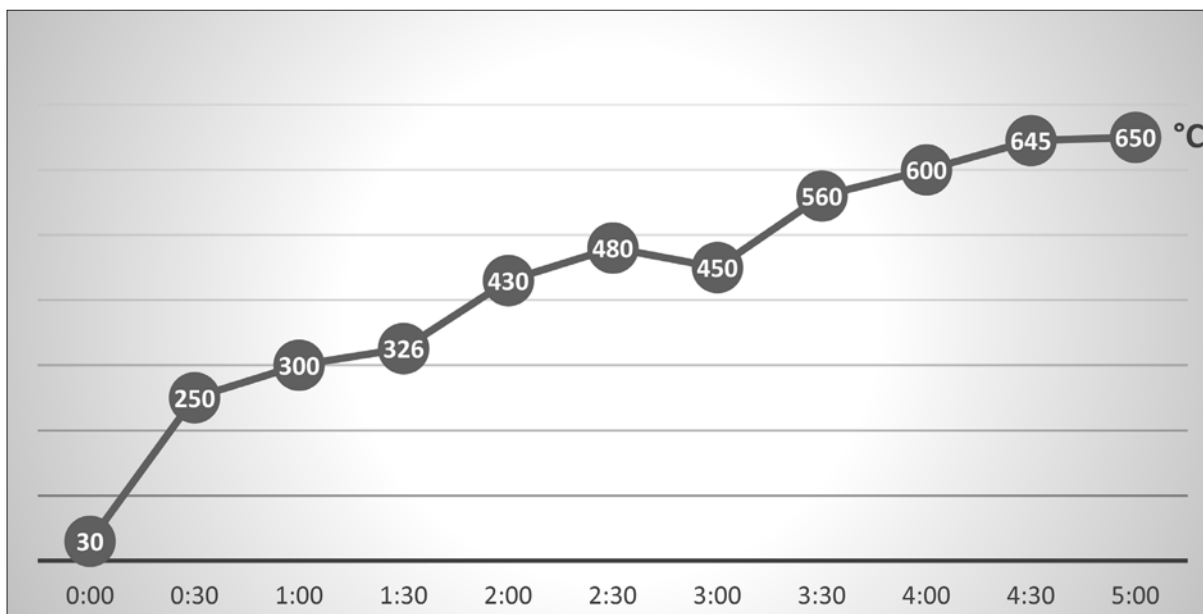
Sl. 2 Horizontalna keramičarska peć – treća konstrukcija (snimila: A. Kudelić)

Fig. 2 The horizontal pottery kiln – the third construction (photo: A. Kudelić)



Sl. 3 Horizontalna keramičarska peć – rezultati pečenja (snimila: F. Sirovica)

Fig. 3 The horizontal pottery kiln – the results of the firing (photo: F. Sirovica)



Graf 1 Režim pečenja – horizontalna keramičarska peć – treća konstrukcija (izradila: A. Kudelić)

Chart 1 The firing regime – the horizontal pottery kiln – the third construction (created by: A. Kudelić)

Rezultat pečenja su čitave, neoštećene posude. Vanjska stijenka posuda je smeđesiva iako je keramika pečena u oksidacijskim uvjetima. Razlog je vjerojatno vrsta drveta (suhe šumske grane nisu potpuno suhe), ali i zatvaranje otvora nakon prestanka dodavanja goriva, čime se omogućilo stvaranje dima koji je potamnio stijenke posuda. Presjek testne pločice iz peći potvrđuje pretpostavku, jer je ispod tankog sloja tamnosmeđe boje na površini vidljiva tanka linija narančaste odnosno oker boje kao dokaz oksidacijskih uvjeta pečenja (sl. 3). Potapanje testne pločice u vodu pokazalo je da glina nije u potpunosti pečena.<sup>4</sup> To iznenađuje s obzirom na postignutu temperaturu provjerenu termometrom. Ipak, u posljednjoj fazi pečenja otvor je u potpunosti otkriven te smo na taj način u finalnoj i najvažnijoj fazi izgubili previše energije i topline. Vjerojatno je da toplina u komori za pečenje nije bila ravnomjerno raspoređena, a nedovoljno popunjena peć također je mogla utjecati na ishod pečenja.

Zaključak i smjernice za idući eksperiment:

- osnovna konstrukcija i dalje je funkcionalna,
- otvor na južnoj strani kupole potrebno je smanjiti i postaviti nekoliko centimetara niže,
- tzv. gornji dio vrata valja otvoriti radi ravnomjernog protoka zraka unutar kupole,
- komoru za posude treba napuniti ili posude slagati u visinu, jednu na drugu,
- efekt tamne površine lako se postiže zatvaranjem otvora za zrak u posljednjoj fazi pečenja,
- ovakav sustav otvora omogućava brže podizanje temperature te kraće trajanje pečenja (ušteda goriva),
- utrošeno gorivo nabavljeno je u šumi (četiri veća snopa svezana i nošena na leđima) i ne predstavlja velik trošak,
- brzo podizanje temperature nije utjecalo na izdržljivost

posuda niti je rezultiralo njihovim oštećenjem.

### Pokušaj pečenja posuda u redukcijskoj atmosferi

Poseban tehnološki postupak predstavlja pečenje posuda u redukcijskoj atmosferi koja se postiže pečenjem posuda u dubokoj jami. Rezultat redukcijskog postupka predstavljaju posude čije su stijenke crne na površini i u presjeku. U eksperimentu rekonstrukcije redukcijskog pečenja, posude su pečene zajedno s gorivom u jami dubokoj 60 cm, promjera 60 cm. Na dno jame poslagan je crijep iznad kojeg su postavljene sijeno i suhe grane. Na taj sloj lakog goriva složeno je pet posuda koje su zatim prekrivene piljevinom, slamom i suhim granjem. Iako postupak zbog direktnog kontakta posuda s gorivom podsjeća na pečenje na otvorenoj vatri, sporo podizanje temperature sličnije je pečenju u horizontalnoj peći. Zbog nepovoljnih prilika eksperiment je prekinut nakon četiri sata kada je temperatura dosegla 480 °C. Iako posude nisu u potpunosti ispečene, njihove su stijenke postale crne na površini i u presjeku (sl. 4). Dvije su posude tijekom pečenja oštećene, ali za uspješnost postupka i za dobivanje pravih rezultata, eksperiment je potrebno ponoviti.

U zaključku naglašavamo potrebu za novim eksperimentalnim paljenjima, usporedbom s već dobivenim rezultatima provedenih eksperimenata i sustavnim bilježenjem svih promjena tijekom postupka. Iz svake pogreške ili nelogičnosti tijekom postupka proizlaze određeni zaključci i postavljaju se nova pitanja. Ipak, ne treba zanemariti i konzultiranje literature jer tako stečena znanja doprinose kvaliteti eksperimenata koje provodimo.

Eksperimentirajte!

4 Osim eksperimentalnog potapanja pločice u vodi, nesretnim slučajem nekoliko tjedana nakon pečenja, dogodila se poplava u prostoru u kojem su bile pohranjene posude te je tom prilikom dio posuda nepovratno oštećen (rastopljen). Veći broj posuda je ostao čitav što nam govori o neravnomjernom prijenosu topline unutar kupole.



Sl. 4 Rezultati pečenja posuda u redukcijskoj atmosferi (snimila: F. Sirovica)

Fig. 4 The results of the firing of vessels in a reduction atmosphere (photo: F. Sirovica)

## Literatura

- Brea, B. M., Cardarelli, A., Cremaschi, M. 1997, *Le Terramare*, Milano.
- Kreiter, A. 2007, *Technological Choices and Material Meanings in Early and Middle Bronze Age Hungary*, BAR International Series 1604, Archaeopress, Oxford.
- Kudelić, A. 2013, Testiranje tehnologije izrade keramičkih posuda i rekonstrukcija hipotetske horizontalne keramičarske peći, *Annales Instituti Archaeologici*, IX, 185–189.
- Michelaki, K. 2006, *Household Ceramic Economies*, BAR International Series 1503, Archaeopress, Oxford.

## Summary

In 2013 we continued a series of experiments with firing clay vessels by methods that may have been used in prehistory. The kiln we built in 2012 was destroyed during the very wet winter of 2012/2013, and during the summer we built it anew with certain structural changes that reduced the time of firing and the quantity of fuel. We observed certain deficiencies that we will try to eliminate in the next experiments. When the new kiln was fired we fired also vessels in a reduction atmosphere. Vessels were fired together with fuel in a pit 60 cm deep and 60 cm in diameter. On the bottom of the pit we placed tiles, over which we placed straw and dry branches. On this layer of fuel we placed five vessels that we then covered with sawdust, straw and brushwood. Due to unfavourable weather conditions we interrupted the experiment after 4 hours, when the temperature reached 480°C. Even though the vessels were not completely fired, their walls turned black on the surface and in the cross-section. Two vessels were damaged during firing, but in order to carry out a successful procedure and obtain proper results, it is necessary to repeat the experiment.