



ZNANSTVENI SKUP  
“Metodologija i arheometrija  
- stanje i smjernice”

Zagreb, 28. - 29.11.2013. Odsjek za arheologiju,  
Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

## **Znanstveni skup „Metodologija i arheometrija – stanje i smjernice“**

### **SADRŽAJ:**

<b>Lista predavača.....</b>	<b>2</b>
<b>Raspored predavanja.....</b>	<b>7</b>
<b>Sažeci predavanja.....</b>	<b>12</b>
<b>Bilješke.....</b>	<b>46</b>

**Skup je novčano potpomognut sredstvima Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske i Odsjeka za arheologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu**



## **LISTA PREDAVAČA:**

### **ALIĆ IVAN**

Zavod za anatomiju, histologiju i  
embriologiju  
Veterinarski fakultet Sveučilišta  
u Zagrebu  
Heinzelova 55, 10000 Zagreb  
ialic@vef.hr

### **BALEN JACQUELINE**

Arheološki muzej u Zagrebu  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 19  
10000 Zagreb  
jbalen@amz.hr

### **BOSCHIAN GIOVANNI**

Dipartimento di Biologia  
Università di Pisa  
1, via Derna, 56100 Pisa, Italy  
gboschian@biologia.unipi.it

### **BUGAR ALEKSANDRA**

Muzej grada Zagreba  
Opatička 20, 10000 Zagreb  
abugar@mgz.hr

### **DIRIX KATRIJN**

Department of Earth and  
Environmental Sciences  
University of Leuven  
Celestijnenlaan 200E, 3001  
Heverlee, Belgium  
katrijn.dirix@ees.kuleuven.be

### **DRNIĆ IVAN**

Arheološki muzej u Zagrebu  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 19  
10000 Zagreb  
idrnic@amz.hr

### **GAJSKI DUBRAVKO**

Zavod za fotogrametriju i  
daljinska istraživanja  
Geodetski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Kačićeva 26, 10000 Zagreb  
dgajski@gmail.com

### **GAL LUKÁS**

Terra Verita s.r.o.  
Mezi Školami 2321  
15800, Praha 5, Czech Republic  
gal@terraverita.cz

### **GEROMETTA KATARINA**

Odsjek za povijest, Odjel za  
humanističke znanosti  
Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
I. M. Ronjgova 1, 52100 Pula  
kgeromet@unipu.hr

### **GRGURIĆ MAJA**

Vektra d.o.o  
B. Vodnika 4b, 42000 Varaždin  
maja@vektra.net

**GROSMAN DARJA**

*Oddelek za arheologijo  
Filozofska fakulteta, Univerza v  
Ljubljani  
Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
apdarja@gmail.com*

**HALAMIĆ JOSIP**

*Hrvatski geološki institut  
Sachsova 2, 10000 Zagreb  
jhalamic@hgi-cgs.hr*

**HORŇÁK MILAN**

*Via Magna s.r.o., Martin  
Nábřežná 2, 03861 Vrútky,  
Slovakia  
hornak.milan@gmail.com*

**KALAFATIĆ HRVOJE**

*Institut za arheologiju  
Ljudevita Gaja 32, 10000  
Zagreb  
hrvoje.kalafatic@iarh.hr*

**KARAVANIĆ IVOR**

*Odsjek za arheologiju  
Filozofski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Ivana Lučića 3, 10000 Zagreb  
ikaravan@ffzg.hr*

**KOS KATARINA**

*GeoSvijet  
4. Bukovački ogranak 14,  
10000 Zagreb  
kos\_katarina@yahoo.com*

**KRAJCAR BRONIĆ INES**

*Laboratorij za mjerenje niskih  
radioaktivnosti, Zavod za  
eksperimentalnu fiziku  
Institut Ruđer Bošković  
Bijenička 54, 10000 Zagreb  
krajcar@irb.hr*

**KUDELIĆ ANDREJA**

*Institut za arheologiju  
Ljudevita Gaja 32, 10000  
Zagreb  
andreja.kudelic@iarh.hr*

**KUŽIR SNJEŽANA**

*Zavod za anatomiju, histologiju i  
embriologiju  
Veterinarski fakultet Sveučilišta  
u Zagrebu  
Heinzlova 55, 10000 Zagreb  
kuzir@vef.hr*

**LELEKOVIĆ TINO**

*Odsjek za arheologiju  
Hrvatska akademija znanosti i  
umjetnosti  
Ante Kovačića 5, 10000 Zagreb  
lelekovic@hazu.hr*

**LIPOVAC VRKLJAN GORANKA**

Institut za arheologiju  
Ljudevita Gaja 32, 10000 Zagreb  
gorankalv@gmail.com

**MAREKOVIĆ SARA**

Biološki Odsjek, Botanički  
zavod  
Prirodoslovno-matematički  
fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Marulićev trg 20/II, 10000  
Zagreb  
sara.marekovic@bilo.pmf.hr

**MEDARIČ IGOR**

Dunajska c. 17, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
igormedo@gmail.com

**BRANKO MIKUŠIĆ**

Brestovec Orehovečki 20  
49228 Brestovec Orehovečki  
bmikusic@gmail.com

**MARTA MILEUSNIĆ**

Zavod za mineralogiju  
petrologiju i mineralne sirovine  
Laboratorij za analizu geoloških  
materijala  
Rudarsko geološko naftni  
fakultet  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb  
mmileus@rgn.hr

**MIHALJEVIĆ MARIJA**

Gradski muzej Nova Gradiška  
Trg kralja Tomislava 7  
35400 Nova Gradiška  
marija.mihaljevic111@gmail.  
com

**MLEKUŽ DIMITRIJ**

Oddelek za arheologijo  
Filozofska fakulteta, Univerza v  
Ljubljani  
Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
dimitrij.mlekuz@ff.uni-lj.si

**MORI MATJAŽ**

Hrastje 65, 2341 Limbuš,  
Slovenija  
matjaz.mori@gmail.com

**MUŠIČ BRANKO**

Oddelek za arheologijo  
Filozofska fakulteta, Univerza v  
Ljubljani  
Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
branko.music@ff.uni-lj.si

**NOVAKOVIĆ PREDRAG**

Oddelek za arheologijo  
Filozofska fakulteta, Univerza v  
Ljubljani  
Aškerčeva 2, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
predrag.novakovic@ff.uni-lj.si

**OŽANIĆ ROGULJIĆ IVANA**

Institut za arheologiju  
Ljudevita Gaja 32, 10000 Zagreb  
iozanic@iarh.hr

**PEH ZORAN**

Hrvatski geološki institut  
Sachsova 2, 10000 Zagreb  
zoran.peh@hgi-cgs.hr

**POBLOME JEROEN**

Sagalassos Archaeological  
Research Project  
University of Leuven  
Inkomstraat 21, 3000 Leuven,  
Belgium  
jeroen.poblome@arts.kuleuven.  
be

**POPOVIĆ SARA**

D. Gervaisa 1, 10000 Zagreb  
sara.popovic@outlook.com

**POSILOVIĆ HRVOJE**

Hrvatski geološki institut  
Sachsova 2, 10000 Zagreb  
h\_posilovic@yahoo.com

**RAJKOVIĆ DRAGANA**

Muzej Slavonije Osijek  
Trg Sv. Trojstva 6, 31000 Osijek  
dragana.rajkovic@mso.hr

**ROKSANDIĆ DANIJELA**

Odsjek za arheologiju  
Filozofski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Ivana Lučića 3, 10000 Zagreb  
daroksan@ffzg.hr

**SIROVICA FILOMENA**

Bartolići 6, 10000 Zagreb  
filomena.sirovica@gmail.com

**SKELAC GORAN**

Geoarheo d.o.o.  
Kneza Mislava 3, 10000 Zagreb  
goran@geoarheo.hr

**SOLTER ANA**

Arheološki muzej u Zagrebu  
Trg Nikole Šubića Zrinskog 19  
10000 Zagreb  
asolter@amz.hr

**ŠIMIĆ KANAET-ZRINKA**

Odsjek za arheologiju  
Filozofski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Ivana Lučića 3, 10000 Zagreb  
zsimic@ffzg.hr

**ŠOŠIĆ KLINDŽIĆ RAJNA**

Odsjek za arheologiju  
Filozofski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Ivana Lučića 3, 10000 Zagreb  
rsosic@ffzg.hr

**ŠOŠTARIĆ RENATA**

*Biloški Odsjek, Botanički zavod  
Prirodoslovno-matematički  
fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Marulićev trg 20/II, 10000  
Zagreb  
rsostar@biol.pmf.hr*

**TASIĆ NENAD**

*Odeljenje za arheologiju  
Filozofski fakultet, Univerzitet  
u Beogradu  
Čika Ljubina 18-20, 11000  
Beograd  
ntasic@gmail.com*

**TONČINIĆ DOMAGOJ**

*Odsjek za arheologiju  
Filozofski fakultet Sveučilišta u  
Zagrebu  
Ivana Lučića 3, 10000 Zagreb  
dtoncini@ffzg.hr*

**TRBOJEVIĆ VUKIČEVIĆ  
TAJANA**

*Zavod za anatomiju,  
histologiju i embriologiju  
Veterinarski fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
Heinzelova 55, 10000 Zagreb  
tajana@vef.hr*

**TRESIĆ PAVIČIĆ DINKO**

*Kaducej d.o.o.  
Papandopulova 27, 21000 Split  
dtresic@gmail.com*

**VITEZOVIĆ SELENA**

*Arheološki institut Beograd  
Kneza Mihaila 35/IV, 11000  
Beograd  
selenavitezovic@gmail.com*

**VUKOVIĆ JASNA**

*Odeljenje za arheologiju  
Filozofski fakultet, Univerzitet u  
Beogradu  
Čika Ljubina 18-20, Beograd  
jvukovic@f.bg.ac.rs*

## **RASPORED PREDAVANJA:**

### **• Četvrtak, 28. 11. 2013.**

**9:00 - 9:10** *Ina Miloglav* Uvodna riječ

**9:10 - 9:20** *Aleksandar Durman* Uvodna riječ

-----  
MODERATOR: *Ina Miloglav*

**9:20 - 9:35** *Andreja Kudelić, Filomena Sirovica & Dinko Tresić Pavičić:* „Reljefne značajke nizinskih područja kao indikatori arheološkog potencijala“

**9:35 - 9:50** *Filomena Sirovica:* „Razmatranje potencijalnih indikatora znanstvene vrijednosti arheološkog zapisa“

**9:50 - 10:05** *Tino Leleković:* „Uporaba digitalnih baza podataka u stvaranju topografske karte rimskog nalazišta - Problemi i prednosti“

**10:05 - 10:15** **RASPRAVA**

**10:15 – 10:25** **PAUZA**

**10:25 - 10:40** *Domagoj Tončinić & Branko Mušič:* „Geofizička istraživanja na području rimskog vojnog logora Tilurija u 2013. god.“

**10:40 – 10:55** *B. Mušič, I. Medarič, K. Dirix, J. Poblome, & M. Mori:* "Geofizička i geokemijska prospekcija na području antičkih gradova na primjeru Sagalassosa u Turskoj"



**10:55 – 11:10 Branko Mikušić:** „Kompjuterska aplikacija ‘Arheos’ za vođenje arheološke terenske dokumentacije”

**11:10 – 11: 25 Zrinka Šimić-Kanaet & Danijela Roksandić:** „Digitalizacija podataka u obradi keramičkog materijala (primjer antičke keramike)“

**11:25 - 11:35 RASPRAVA**

**11:35 - 11:45 PAUZA**

MODERATOR: Jacqueline Balen

**11:45 - 12:00 Saša Bugar:** „Arheometrija u službi arheologije – mjerljiv doprinos arheološkoj interpretaciji“

**12:00 - 12:15 Sara Mareković & Renata Šoštarić:** „Usporedba utjecaja flotacije i vlažnog ispiranja preko sita na karbonizirane biljne ostatke nekih žitarica i mahunarki“

**12:15 - 12:30 Katarina Gerometta, Ivor Karavanić & Giovanni Boschian:** “Mikromorfologija u arheologiji”

**12:30 - 12:45 Marta Mileusnić:** „Arheometrija keramike i mineralogija glina“

**12: 45 - 12:55 RASPRAVA**

**12:55 - 13: 05 PAUZA**

**13:05 – 13:20 Hrvoje Posilović & Katarina Kos:** „Ravnoteža između minerala i okoliša - Ključ za tumačenje promjena na materijalima“

**13:20 – 13:35 Ivana Ožanić Roguljić & Goranka Lipovac Vrkljan:** „Arheometrijski rezultati analiza sirovine i struktura

*keramičkog posuđa i predmeta iz radionice Seksta Metilija Maxima (Crikvenica)“*

**13:35- 13:50 Hrvoje Kalafatić & Marija Mihaljević:** *„Preko granica tipologije – analiza brončanodobnih keramičkih oblika s obzirom na ritualnu ili svakodnevnu upotrebu“*

**13:50- 14:05 Jasna Vuković:** *„Procedure pečenja vinčanske keramike: rekonstrukcija neolitske tehnologije putem eksperimenta“*

### **ZAVRŠNA RASPRAVA**

*14:30 – ručak za sve predavače skupa*

#### **• Poslijepodnevni program:**

*18:00 - Stručno vodstvo kroz konzervatorsko-restauratorsku radionicu Arheološkog muzeja u Zagrebu i muzejski depo*

*20:00 – Otvorenje izložbe „Let u prošlost: ptice u arheološkoj baštini“ u Arheološkom muzeju u Zagrebu*

**• Petak, 29. 11. 2013.**

MODERATOR: Ina Miloglav

**9:00 – 9:15** **Ana Solter & Dubravko Gajski:** „3D skeniranje izabranih predmeta A kategorije iz fundusa Arheološkog muzeja u Zagrebu“

**9:15 – 9:30** **Maja Grgurić:** „3D laserski skener na arheološkom terenu“

**9:30 – 9:45** **Darja Grosman:** „2D, 3D, 4D. Pogled koji se mijenja“

**9:45 – 10:00** **Sara Popović:** „Starogradsko polje od zračne fotografije do 3D modela: kako nadzirati kulturni krajolik?“

**10:00 -10:10** **RASPRAVA**

**10:10 – 10:20** **PAUZA**

**10:20 – 10:35** **Dimitrij Mlekuž:** "Lidar i arheologija krajolika"

**10: 35 – 10:50** **Goran Skelac:** „Upotreba letjelica na daljinsko upravljanje u arheologiji“

**10:50 – 11:05** **Predrag Novaković, Milan Horňák, Lukás Gal& Nenad Tasić:** "Projekt CONPRA (Contributing to preventive archaeology: innovativeness, development and presentation)"

**11:05 – 11:15** **RASPRAVA**

**11:15 – 11:25** **PAUZA**

MODERATOR: Rajna Šošić Klindžić

**11:25 – 11:40** **Ines Krajcar Bronić:** „*Određivanje starosti metodom radioaktivnog ugljika 14C i neke primjene u arheološkim istraživanjima*“

**11:40 – 11:55** **Josip Halamić, Rajna Šošić Klindžić & Zoran Peh:**  
„*Geokemijske analize radiolarita iz arheoloških i geoloških konteksta središnje i istočne Hrvatske*“

**11:55 – 12:10** **Dragana Rajković & Jacqueline Balen:**  
„*Neolitička kamena industrija na području istočne Hrvatske*“

**12:10 – 12:25** **Ivan Drnić:** „*Arheometalurška istraživanja predmeta latenske kulture s prostora južne Panonije*“

**12:25 – 12:35** **RASPRAVA**

**12:35 – 12:45** **PAUZA**

**12:45 – 13:00** **Selena Vitezović:** „*Metodologija obrade koštanih artefakata: od prikupljanja i klasificiranja artefakata do analize koštane industrije*“

**13:00 – 13:15** **Snježana Kuži<sup>1</sup> & Tajana Trbojević Vukičević:**  
„*Tafonomija u arheozoologiji – multidisciplinarna istraživanja*“

**13:15- 13:30** **Tajana Trbojević Vukičević & Ivan Alić:**  
„*Laboratorijska, arheozoološka analiza: Izazovi, prednosti i nedostaci*“

**ZAVRŠNA RASPRAVA**

14:30 – ručak za sve predavače skupa

## **SAŽECI:**

**Četvrtak, 28. 11. 2013.**

***Andreja Kudelić, Filomena Sirovica & Dinko Tresić Pavić***

### ***Reljefne značajke nizinskih područja kao indikatori arheološkog potencijala***

*Na temelju istraživanja reljefnih značajki šireg područja nalazišta Kurilovec-Belinščica smještenog u nizinskom dijelu Turopolja, autori donose prijedlog korištenja digitalnog modela reljefa u istraživanju arheološkog potencijala nizinskih područja. Usporedbom s podacima dobivenim površinskim mjerenjima provedenim prije izvedbe arheoloških iskopavanja u neposrednoj okolini Osijeka, prikazuju važnost reljefnih značajki za analizu i interpretaciju arheološkog potencijala nizinskih područja.*

*Na temelju izvedenih zaključaka, predlažu nove smjernice za dokumentiranje arheoloških nalazišta koje mogu proširiti metodološki pristup prikupljanja podataka prije izvođenja arheoloških iskopavanja.*

**Filomena Sirovica**

***Razmatranje potencijalnih indikatora znanstvene vrijednosti  
arheološkog zapisa***

*Preduvjet smislenom i utemeljenom postupanju s arheološkim ostacima predstavlja razumijevanje njihove vrijednosti. Iz perspektive arheološke discipline, znanstveni je potencijal prioritetni kriterij vrijednosti arheoloških ostataka. No teoretsko razmatranje znanstvene vrijednosti, koje obuhvaća analizu indikatora arheološkog informativnog potencijala, već je tridesetak godina donekle zanemareno u arheološkoj literaturi pa ta tema zahtijeva nove studije znanstveno relevantnih podataka koji proizlaze iz međuodnosa stratifikacijskog sustava i pokretnih arheoloških materijala.*

**Tino Leleković**

***Uporaba digitalnih baza podataka u stvaranju topografske  
karte rimskog nalazišta: Problemi i prednosti***

*Projekt Arheološka baština antičke Murse i srednjevjekovnog Osijeka osmišljen je u suradnji Odsjeka za arheologiju HAZU i Konzervatorskog odjela Ministarstva kulture u Osijeku s ciljem stvaranja novog i unaprjeđenje postojećeg znanja o ostacima*

*antičkog grada Murse i različitih razvojnih faza srednjovjekovnog Osijeka koje su prethodile gradnji Tvrđe, te primjena tih znanja u zaštiti i prezentaciju arheološke baštine. Projekt obuhvaća istraživanje, zaštitu i promicanje arheološke baštine na području grada Osijeka.*

*Kratkoročni i srednjoročni ciljevi projekta su:*

*Prikupljanje i obrada podataka prikupljenih arheološkim istraživanjima, arheološkim nadzorima, probnim iskopavanjima i dojavama građana. Unošenje obrađenih podataka, arhivske građe, geoloških karata i ortografskih snimki u GIS program i stvaranje cjelovite digitalne baze podataka o arheološkoj baštini Osijeka,*

- Stvaranje arheološkog katastra grada Osijeka koji će biti dostupan široj javnosti putem interneta,*
- Provođenje probnih istraživanja kojima bi se provjerili i/ili nadopunili podaci dobiveni ranijim istraživanjima*

*Dok su dugoročni ciljevi:*

- Stvaranje cjelovite topografske karte antičke Murse na kojoj će biti točno naznačeni položaji ključnih građevina i gradske infrastrukture (bedemi, forum, gradske bazilike, sakralni objekti, groblja i sl.),*
- Odabir najreprezentativnijih objekata, čiji položaj tek treba utvrditi, za sustavna istraživanja i prezentaciju u obliku niza manjih arheoloških parkova na području grada.*

*U izlaganju će biti izloženi problemi i rješenja u dosadašnjem radu na stvaranju GIS baze podataka za antičku Mursu. Ujedno će u izlaganju biti raspravljena važnost usporednog proučavanja pokretnih i nepokretnih nalaza s ciljem stvaranja cjelovite slike o topografiji tog rimskog nalazišta, te će biti predstavljen pristup kako se ta građa obrađuje i uvrštava u digitalnu bazu podataka.*

**Domagoj Tončinić & Branko Mušič**

### ***Geofizička istraživanja na području rimskog vojnog logora Tilurija u 2013. god.***

*U ljeto 2013. god. provedena su geofizička istraživanja u sjeveroistočnom dijelu rimskog vojnog logora Tilurija. Rezultati geofizičkih istraživanja primjenom magnetske i georadarske metode ukazuju na zidane strukture s istim rasterom zgrada koji je poznat iz arheoloških iskopavanja uz južni bedem logora. Informacije dobivene neinvazivnom metodom su korištene i u smislu procjene stupnja sačuvanosti ostataka arhitekture u svrsi planiranja budućih arheoloških istraživanja. Posebna je pažnja posvećena analizi komplementarnog karaktera podataka dobivenih magnetskom i georadarskom metodom. Provedena istraživanja u velikoj mjeri potvrđuju i nadopunjuju podatke dobivene arheološkom prospekcijom 2001. god. Prepoznate strukture moguće je interpretirati, odnosno pripisati pojedinim tipovima rimske logorske*



arhitekture. Temeljem te rekonstrukcije moglo bi se na razini teoretske pripreme daljnjih istraživanja pretpostaviti tlocrt sjeveroistočnog dijela logora.

**Branko Mušič, Igor Medarič, Katrijn Dirix, Jeroen Poblome, Matjaž Mori**

### ***Geofizička i geokemijska prospekcija na području antičkih gradova na primjeru Sagalassosa u Turskoj***

*Desetljeće geofizičkih istraživanja na području antičkog grada Sagalassos u Turskoj je pokazalo djelotvornost geofizičke metode u centralnom dijelu grada s monumentalnim javnim zgradama i podzemnom infrastrukturom, kao i u perifernim dijelovima grada na području industrijskog kvarta s keramičarskim radionicama. Zadnjih nekoliko godina na perifernim dijelovima grada više se pažnje posvećuje proučavanju odnosa rezultata geofizičkih istraživanja i geokemijskih analiza primjenom multivariatnih statističkih metoda za procjenu prirode korelacije između određenih relevantnih elemenata. Na ovaj način možemo bitno doprinijeti poznavanju izvora anomalija na rezultatima geofizičke metode.*

**Branko Mikušić**

***Kompjuterska aplikacija 'Arheos' za vođenje arheološke terenske dokumentacije***

*Tema izlaganja je prikaz aplikacije 'Arheos' za vođenje arheološke terenske dokumentacije. Arheološki projekti rezultiraju velikim količinama dobivenih podataka što postavlja kao potrebu i standard korištenje računala radi čim učinkovitije pohrane i obrade istih. Jedan od standardnih oblika organiziranja i digitaliziranja podataka ovakvog opsega su relacijske baze podataka, a na takvoj se bazira i navedena aplikacija. U izlaganju će biti prikazane karakteristike aplikacije, rad u njoj, kao i smjernice i modeli kojima se autor vodio pri njenoj izradi.*

**Zrinka Šimić-Kanaet, Danijela Roksandić**

***Digitalizacija podataka u obradi keramičkog materijala (primjer antičke keramike)***

*Gotovo na svim prapovijesnim, antičkim i srednjovjekovnim lokalitetima najveću količinu pokretnih nalaza čini keramika. Keramički materijal je važan izvor informacija na svakom*

*arheološkom lokalitetu. Kako bi te informacije bile ujednačene po svim kriterijima struke, a svi relevantni podaci prikupljeni, na skupu će biti prezentirana pokusna verzija programa za obradu keramike. Na primjerima antičke keramike prikazat će se kako nastaje digitalna baza podataka koja osim osnovne statistike objedinjuje podatke o morfologiji i tipologiji materijala. Posebna pažnja će se posvetiti mikroskopskoj analizi strukture keramike. Izdvajanjem i implementiranjem uzoraka fabrikata u jedinstvenoj bazi podataka prikazat će se kao jedna od metoda obrade keramičkog materijala. Digitalna obrada keramike na jednom mjestu, zasigurno će pridonijeti učinkovitijoj i točnijoj analizi.*

**Saša Bugar**

### ***Arheometrija u službi arheologije – mjerljiv doprinos arheološkoj interpretaciji***

*Arheolozi Muzej grada Zagreba su tijekom dugogodišnjih istraživanja na brojnim lokalitetima u Zagrebu i njegovoj okolini, radeći na obradi i objavama nalaza te njihovoj prezentaciji na izložbenim projektima, dolazili i do brojnih pitanja na koje nije bilo moguće odgovoriti samo arheološkim podacima proizišlim iz terenskih istraživanja. Brojne arheometrijske analize provedene na odabranim uzorcima i nalazima s arheoloških lokaliteta dale su*

*mjerljiv doprinos arheološkoj interpretaciji u kojoj i najsitniji, ponekad neatraktivan nalaz predstavlja vrelo informacija koje arheolog, kao moderator, treba uklopiti u konačnu interpretaciju, baziranu na egzaktnim podacima znanstvenih disciplina proizišlih iz prirodnih, tehničkih, medicinskih i drugih interdisciplinarnih polja istraživanja. Upravo su rasprave o mogućnostima i ograničenjima arheometrijskih analiza i njihove pozitivne primjene u arheološkim interpretacijama arheoloških lokaliteta dovele do realizacije izložbe naslovljene „U službi arheologije“ postavljene u Muzeju grada Zagreba od travnja do listopada 2013. godine. Glavni cilj izložbe bio je pokazati široj javnosti, kroz muzeološki pristup, dijapazon mogućnosti koje suvremena arheologija ima u sinergiji s drugim, poglavito prirodnim znanostima. Tako su bile predstavljene geofizika, geodezija, geologija, znanost o drvu, radiografija, kemija, botanika, zoologija, antropologija te kao posebne teme – kronometrija i forenzika. Želja je bila ukazati na dugotrajnost, složenost, problematiku, mogućnosti i ograničenja različitih analiza u svrhu interpretacije određenog segmenta istraženog lokaliteta. Na tragu teme izložbe, na primjerima s odabranih lokaliteta iz Zagreba i njegove okolice, biti će predstavljene neke od arheometrijskih analiza i koliko su i kako rezultati tih analiza doprinijeli konačnoj arheološkoj interpretaciji.*

**Sara Mareković & Renata Šoštarić**

***Usporedba utjecaja flotacije i vlažnog ispiranja preko sita na karbonizirane biljne ostatke nekih žitarica i mahunarki***

*Na arheološkim se nalazištima biljni (ali i zoološki i arheološki) materijal često sakuplja skupa s velikim količinama zemlje pa je potrebno prije analize materijala pristupiti nekom od postupaka predobrade uzorka, kako bi se uklonilo tlo te kako bi se lakše obradili nalazi. Najčešće se pristupa jednoj od vlažnih metoda predobrade: flotaciji ili vlažnom ispiranju preko sita.*

*Međutim, primijećeno je da voda može negativno utjecati na karbonizirani biljni materijal koji arheobotaničari analiziraju i determiniraju te može pospješiti njegovo uništenje. Cilj našeg rada je bio da proučimo da li je ispiranje preko sita metoda koja više uništava karbonizirane biljne ostatke od flotacije te da uvidimo da li postoji razlika u osjetljivosti između često pronalazanih vrsta: boba, leće, pšenice, ječma i prosa. Ta saznanja pomoći će istraživačima da točnije interpretiraju dobivene omjere nađenih vrsta, kao i da odaberu primjerenu metodu predobrade uzorka.*

*Naše je istraživanje pokazalo da je vlažno ispiranje preko sita agresivnija metoda od flotacije i da mu treba pribjegavati samo u slučaju kad u uzorku nema mnogo fragilnih ostataka.*

*Dio našeg istraživanja odvijao se na karboniziranom biljnom materijalu s arheoloških nalazišta, a dio na materijalu*

*karboniziranom u laboratorijskim uvjetima. Laboratorijski karbonizirani uzorci leće, prosa i ječma jasno su pokazali da je recentni materijal dobiven karboniziranjem u mufolnoj peći mnogo otporniji i manje sklon raspadanju od pravog arheološkog materijala pa stoga samo djelomično može poslužiti u donošenju zaključaka oko postotka uništenja pojedinih biljnih vrsta.*

*Ovo je istraživanje pokazalo da su karbonizirana zrna leće i prosa osjetljiva te bi stoga uzorke koja ih sadržavaju trebalo po mogućnosti poštediti od vlažnog ispiranja preko sita. Karbonizirani ostaci boba, pšenice i ječma se pri obje predobrade sačuvaju u postotku većem od 70 % i stoga smatramo da su dovoljno robusni da zbog njih ne treba izbjegavati vlažno ispiranje.*

*Ukoliko će se raditi arheobotanička analiza uzorka, naš je prijedlog da se prije vlažne predobrade napravi preliminarni uvid u biljne vrste koje se u uzorku nalaze. Ukoliko uzorak sadrži karboniziranu leću i prosu, a moguće ga je suho prosijati (rastresito tlo), svakako bi trebalo izbjeći vlažnu predobradu. Ukoliko pak kompaktnost tla u kojem se uzorci nalaze, zahtjeva upotrebu vode, preporučujemo izbjegavanje vlažnog ispiranja preko sita, jer ono više oštećuje osjetljiviji karbonizirani materijal. U slučaju da je vlažno ispiranje već učinjeno ili mu se mora pribjeći zbog ubrzanja postupka obrade ili nekog drugog razloga, svakako predlažemo da se pri diskutiranju rezultata istraživanja radi davanja točnijih omjera nađenih vrsta, napomene činjenica da je kod leće možda došlo do njenog raspadanja većeg od 45 %, a kod prosa do 40 % nalaza.*

**Katarina Gerometta, Ivor Karavanić & Giovanni Boschian**

### **Mikromorfologija u arheologiji**

*Mikromorfologija u arheologiji je metoda pomoću koje se proučavaju intaktni, neporemećeni uzorci sedimenata i tala te pripadajućeg arheološkog materijala (npr. ognjišta, podova kuća, predmeta itd.) na mikroskopskoj i ultramikroskopskoj razini. Mikromorfološka nam analiza omogućuje proučavanje bioloških i geoloških promjena nakon taloženja koje se dešavaju unutar slojeva i raspoznavanje ljudskih od prirodnih aktivnosti (Goldberg i Sherwood 2006). Ovom metodom se, dakle, mogu ustanoviti taložni i postaložni procesi na arheološkim slojevima koji nisu vidljivi prilikom iskopavanja te dati cjelovitiju sliku konteksta arheoloških nalaza. Opažanja koja se provode na području mikromorfologije odnose se na prirodu sastojaka tla ili sedimenata (kemija i mineralogija), na njihovu morfologiju (veličinu i oblik), na njihov prostorni raspored (distribuciju i orijentaciju). Analizirajući međusoban prostorni raspored sastojaka, moguće je utvrditi vremenske odnose među samim sastojcima i razumjeti genetske i evolucijske procese tla ili sloja koji se proučava, pogotovo na temelju određenih struktura (pedostruktura) karakterističnih za specifičnu klimu ili djelovanje čovjeka.*

**Marta Mileusnić**

## **Arheometrija keramike i mineralogija glina**

*Keramika je jedan od najvažnijih izvora informacija za proučavanje drevnih kultura, budući da se koristila svakodnevno za spremanje tekućih i krutih namirnica, pripremu i serviranje jela. Pri arheološkim iskapanjima fragmenti keramike uobičajeni su nalazi. Uz klasična arheološka istraživanja keramike, danas su neizostavne i mineraloške, petrografske i kemijske analitičke tehnike, za čiju je provedbu te interpretaciju rezultata neophodno poznavanje mineralogije, osobito mineralogije glina. Mineralogija glina je jedna od temeljnih disciplina Zavoda za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, pa su time njeni članovi bili u dodiru i s arheometrijom keramike.*

*Cilj ovog izlaganja je dati uvod u arheometriju keramike, prikazati mogućnosti Laboratorija za analizu geoloških materijala u području arheometrije keramike, ukratko prikazati dosadašnje radove, te trenutna istraživanja vezana uz arheometriju keramike na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine.*

*Arheometrija keramike odgovara na pitanja: (1) kada je keramika nastala, (2) iz kojeg materijala i (3) na koji način je pripremana i pečena. Keramika se može datirati direktno metodom termoluminiscencije, a trenutno je u istraživanju i nova direktna metoda datiranja rehidroksilacijom. Izvorišni materijal te tehnologija izrade mogu se pretpostaviti na temelju kemijskih (npr. rendgenska fluorescencija; induktivno spregnuta plasma – masena*



spektrometrija) i mineraloških (npr. rendgenska difrakcija, polarizacijska mikroskopija, skenirajuća elektronska mikroskopija) analiza keramike i potencijalnih sirovina.

U Laboratoriju za analizu geoloških materijala izrađuju se mikroskopski preparati keramičkih ulomaka, mikroskopira keramika u polariziranoj svjetlosti, analizira mineralni sastav keramika i potencijalnih mineralnih sirovina rendgenskom difrakcijom na prahu. Na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine analizirana je keramika od prapovijesnog do srednjovjekovnog razdoblja s područja cijele Hrvatske s ciljem utvrđivanja podrijetla materijala i tehnologije izrade. Zavod ima plodnu suradnju s više arheoloških institucija u Hrvatskoj, a uspostavljena je i suradnja s Poljskom akademijom znanosti radi optimiziranja metode datiranja rehidroksilacijom.

***Hrvoje Posilović & Katarina Kos***

***Ravnoteža između minerala i okoliša - Ključ za tumačenje  
promjena na materijalima***

*Svaki mineral ima svoje polje stabilnosti. Ako se uvjeti u okolišu promijene, mineral postaje nestabilan i prelazi u drugi mineral koji je stabilan pri novim uvjetima. Uvjeti stabilnosti ovise o promatranom mineralu; o njegovom kemijskom sastavu i termodinamičkim svojstvima. Ovdje ćemo prikazati promjene u stabilnosti kalcijevog-karbonata, odnosno minerala kalcita. Glavni uvjeti koji određuju*

njegovu stabilnost su temperatura, tlak, kiselost i količina kalcijevih i karbonatnih iona u okolišu. Kalcit je u našem podneblju glavni mineral mnogih vapnenjačkih stijena, pa je kroz povijest bio lako dostupan i često korišten. Nalazimo ga npr. u građevnom kamenu, kao materijal raznih alatki, te kao dodatak keramičkim i staklenim smjesama. Kemijska stabilnost kalcita u otopini prikazana je na primjeru kamenih spomenika iz Varaždinskih Toplica. Korištene su metode optičke mikroskopije velike dubinske oštine, skenirajući elektronski mikroskop i EDS. Promjene na kalcitu uslijed otapanja možemo prikazati jednostavnom formulom  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ , gdje vidimo da se kalcijev karbonat u otopini razlaže na svoje komponente, kalcijev i karbonatni ion. Brzina i smjer ove reakcije ovisi o kiselosti, količini i vrsti iona. U slučaju V. Toplica spomenici od vapnenca izloženi su djelovanju vode s vrlo velikim udjelom sulfida i sulfata. Zanimljivo je da do reakcije s kalcitom ne dolazi direktno preko iona iz vode. Spomenici su zakopani u sediment bogat željezovitim mineralima koji reagiraju sa sulfidnim ionima pri čemu nastaje pirit. On se u obliku mikroskopskih kristalića kristalizira na površini i vrlo duboko u porama kamena. Jednom kad reakcija nastanka pirita završi, on u tim uvjetima ostaje stabilan. Do problema dolazi kad se spomenik izvadi iz sedimenta, tad i pirit više nije u svojim uvjetima stabilnosti. Dolazi do njegovog raspadanja na željezne okside i sulfatnu kiselinu. Kiselina reagira sa materijalom iz spomenika, a kalcij karbonat u ovom slučaju prelazi u kalcij sulfat, odnosno gips. Gips mehanički i kemijski vrlo nepovoljno djeluje na stabilnost spomenika izrađenih od vapnenca. Kao rezultat ovih izmjena

*minerala imamo mehaničko i kemijsko oštećenje spomenika, kao i crvenkasto obojenje nastalo oksidacijom željeza iz pirita.*

**Ivana Ožanić Roguljić & Goranka Lipovac Vrkljan**

***Arheometrijski rezultati analiza sirovine i struktura  
keramičkog posuđa i predmeta iz radionice Seksta Metilija  
Maxima (Crikvenica)***

*U Crikvenici je otkrivena rimska keramičarska radionica, za koju prema pečatima na tegulama znamo da je pripadala Sekstu Metiliju Maksimu. Arheometrijskim analizama dokazano je da amfore, tegule i posude s lokaliteta predstavljaju izvorni proizvod lokalne keramičarske radionice za koju je korištena lokalna sirovina iz neposredne blizine radionice dostupna dovoljnom količinom i kvalitetom. Sirovina je tek neznatno oplemenjena prije oblikovanja i pečenja, prvenstveno uklanjanjem krupnih ulomaka vapnenca. Zbog prirode glavnog minerala gline, ekspandirajućeg smektita, postupak sušenja morao je trajati neuobičajeno dugo, a peklo se je na temperaturama nižim od 850 °C u oksidativnoj atmosferi.*

*Radionica je proizvodila amfore, posuđe, keramički građevinski materijal i utege za tkalačke stanove. Makroskopskim analizama utvrđeno je osam struktura tipičnih za Crikvenicu. Prema strukturama i tipologiji posuđa distribucija proizvoda je za sada utvrđena na*

*području sjevernog priobalja rimske provincije Dalmacije te u unutrašnjost na području današnje Like.*

***Hrvoje Kalafatić & Marija Mihaljević***

***Preko granica tipologije – analiza brončanodobnih keramičkih oblika s obzirom na ritualnu ili svakodnevnu upotrebu***

*U radu se predstavljaju rezultati analiza izdvojenih tipova keramike s brončanodobnog lokaliteta Mačkovac. Ovo nalazište pokazalo se kao pogodan izvor podataka jer su višegodišnja istraživanja otkrila značajne dijelove brončanodobnog naselja i pripadajućeg mu groblja i omogućila komparativne analize širokog spektra. Tokom istraživanja i analiziranja keramičkih nalaza primijećena je sličnost određenih keramičkih formi koje se javljaju kako u naseobinskom kontekstu, tako i u ritualnom kontekstu u sklopu pogrebnog ritusa na groblju. Unutar skupine zamijećenih istih oblika, uočene su razlike u kvaliteti keramike ovisno o tome da li su pronađene u naselju ili u grobnom kontekstu. Komparacija okolnosti nalaza, kvalitete i kiselosti tla te dubine nalaza pokazale su da se činjenica različite kvalitete istih tipova keramike treba tražiti u nekim drugim razlozima.*

*Provedene makroskopske analize više uzoraka keramike iz naselja i sa groblja pokazale su da su početne hipoteze o različitim procesima*

*proizvodnje mogu potvrditi. Provedene analize usmjeravaju dalje istraživanja na eksperimentalna pečenja i dodatne analize sastava keramike.*

**Jasna Vuković**

***Procedure pečenja vinčanske keramike: rekonstrukcija  
neolitske tehnologije putem eksperimenta***

*Rasprave o kasnoneolitskoj vinčanskoj keramici izuzetno su brojne u arheološkoj literaturi, ali su pitanja tehnologije, a posebno procedure pečenja još uvek nepoznanica. S obzirom na činjenicu da je vinčanska grnčarija tamnosive i crne boje, jedan od osnovnih ciljeva eksperimenta bio je rekonstrukcija procedura redukcionog pečenja - u jamama, ali i na otvorenoj lomači, uz primenu tehnika naknadne redukcije. Rezultati su pokazali prednosti jamskog pečenja u odnosu na druge tehnike: kraće traje, ekonomičnije je, zahteva manje angažovanje majstora, vatra se lakše kontroliše, što za posledicu ima malu količinu ili poptuno odsustvo škarta. Sa stanovišta "tehnoloških izbora", eksperiment je pokazao i to da su niske temperature pečenja (ispod 800o C) posledica svesne odluke majstora. Temperaturu su održavali niskom da bi sprečili pojavu pukotina koje nastaju razgradnjom školjki, tj. kalcijum karbonata u fakturi na višim temperaturama.*

## **Petak, 29. 11. 2013.**

**Ana Solter & Dubravko Gajski**

### **3D skeniranje izabranih predmeta A kategorije iz fundusa Arheološkog muzeja u Zagrebu**

Arheološki muzej u Zagrebu raspolaže s približno 450.000 različitih spomenika. U 2013. godini skenirali smo odabrane predmeta najviše kategorije iz fundusa Muzeja.

Takav način zaštite i prezentacije spomenika nudi beskrajne mogućnosti obrade građe. Završni rezultati trodimenzionalnog snimanja velikog broja točaka su raznoliki: vektorski crteži, CAD modeli, 3D modeli s umjetnom teksturom i video animacije. Zbog načina snimanja površine predmeti su zabilježeni jako precizno s mnogo detalja.

Predmeti koji su jednom skenirani dostupni su u digitalnoj kopiji većem broju korisnika. Zbog toga Muzej može očekivati povećani broj korisnika, a time i povećanje svoje vidljivosti i utjecaja u društvu. Skeniranjem kulturne baštine moguće je nadati se virtualnoj dostupnosti muzejskih zbirki kao i promociji na globalnoj razini.

Projekt financira Ministarstvo kulture Republike Hrvatske, a snimanja se izvode u suradnji s Katedrom za fotogrametriju i daljinska istraživanja, Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

**Maja Grgurić**

### **3D laserski skener na arheološkom terenu**

*Svaki izlazak arheologa na teren podrazumijeva nepovratnu destrukciju arheološkog nalazišta što zahtijeva vrlo precizno, točno i objektivno dokumentiranje zatečenog stanja. Prenošnje terenske dokumentacije u digitalni oblik, snimanje nalazišta GPS-om i crtanje u uredu danas više ne predstavlja "posljednji krik mode" u dokumentiranju arheoloških nalazišta. Uvođenjem totalne stanice i GPS-a crtanje nalaza je uvelike olakšano i ubrzano, no u većini slučajeva stvarni izgled nalazišta može se nazrijeti samo iz fotografija i crteža koji ovise o subjektivnosti fotografa i crtača. Ova prezentacija će kroz nekoliko specifičnih lokaliteta predstaviti nevjerojatna tehnička dostignuća na području 3D laserskog skeniranja. Na ovaj način arheološka nalazišta mogu biti dokumentirana brže i točnije nego ikad prije, osiguravajući sve potrebne podatke i nakon što je nalazište zatrpano.*

*Bilo da je riječ o periodičkom praćenju iskopavanja, dokumentiranju konačnog stanja ili čak preliminarnom 3D snimanju terena radi utvrđivanja konfiguracija terena, podaci dobiveni 3D laserskim skeniranjem predstavljaju najtočniji oblik dokumentiranja s velikom prednošću trajno pohranjenih podataka. Jednom nepovratno uništeni podaci na terenu, na ovaj način ostaju sačuvani i uvijek dostupni za dodatne izmjere, istraživačke radove, prezentacije nalazišta i sl.*

**Sara Popović**

**Starogradsko polje od zračne fotografije do 3D modela: kako nadzirati kulturni krajolik?**

*Starogradsko polje na otoku Hvaru kulturni je krajolik koji je 2008. godine upisan na Listu svjetske baštine UNESCOa kao najbolje očuvani primjer grčkog katastarskog sistema. Ovo je prostor dinamične agrarne prakse te su ga proteklih 2400 godina oblikovale različite socijalne, ekonomske i političke prilike, no uvijek poštujući definiranu mrežu grčkih modularnih jedinica. Promjene uvedene zadnjih 50ak godina, s novom poljodjelnom mehanizacijom i ekonomskim promjenama vezanim uz pojačanje turizma, dovele su do uništavanja s jedne, i prirodne degradacije zbog zapuštanja polja s druge strane, što predstavlja veliku prijetnju fizionomiji Starogradskog polja.*

*Da bi se učinkovito pratile promjene, odnosno mogli procijeniti rizici i posljedice intervencija u velikom i kompleksnom području kao što je Starogradsko polje, različite metode se moraju primijeniti. Za dokumentiranje trenutnog stanja spomenika u cjelini zračna prospekcija je nezamjenjiva metoda. Generiranjem, analizom i mapiranjem setova kosih zračnih fotografija mogu se prepoznati i razumjeti promjene i trendovi koji se dešavaju u krajoliku.*

*Ovaj rad će razmotriti prednosti i izazove pri kartiranju kamenih struktura (baziranom na interpretaciji kosih zračnih fotografija u GIS okruženju) koje su glavni konstituent ovog kompleksnog, multiprirodnog, strukturiranog krajolika. Prikazati će se i potencijal*



*korištenja historijskih zračnih fotografija za retrospektivni monitoring Starogradskog polja odnosno za detekciju promjena koje su se dogodile u krajoliku kroz 20.st. S druge strane, biti će predstavljeni preliminarni rezultati korištenja zračnih fotografija za dokumentaciju pojedinih arheoloških lokaliteta kroz fotogrametrijsko 3D modeliranje.*

**Dimitrij Mlekuž**

***Lidar and landscape archaeology / Lidar i arheologija  
krajolika /***

*LiDAR – like photography and other visual technologies — does not produce only pictures, but extends our powers to detect, record and imagine landscapes. Laser scanning describes any technology which accurately and repeatedly measures distance using laser pulse, by precise measurement of time needed for the laser pulse to travel from the object and back, and transforms these measurements into a series of points, or a point cloud, from which information on the morphology of the object being scanned may be derived.*

*Airborne LiDAR (Light Detection And Ranging), ALS or ALSM (Airborne Laser Scanning, Airborne Laser Swath Mapping) is an active remote sensing technique, which records the surface of the earth using laser scanning. LiDAR is allows very precise three-dimensional mapping of the surface of the earth, producing high resolution topographic data, even where surface is obscured by forest and vegetation. The level of*

*detail on digital surface and terrain models produced from high resolution LiDAR topographic data helps us enormously in identification of past events which reworked and modified the surface of the earth. However, interpretation of LiDAR data poses much more than technical challenges. LiDAR does not provide only a layer of data, but offers a different view of landscape. What do we see with LiDAR? What is good practice of working with LiDAR derived high resolution topographic data?*

**Goran Skelac**

### ***Upotreba letjelica na daljinsko upravljanje u arheologiji***

*Cilj ovog izlaganja je predstaviti osnovne tehničke karakteristike letjelica na daljinsko upravljanje (nadalje LDU) i dosadašnja dostignuća u primjeni kao i specifične potrebe i mogućnosti vezane uz arheologiju. Mnogostruki „low-cost“ ove tehnologije, mobilnost, manevarske mogućnosti i male dimenzije izazvao je jako brzu primjenu LDU u brojnim komercijalnim, industrijskim i znanstvenim projektima.*

*U engleskom jeziku koristi se nekoliko sinonima koji označavaju letjelice bez posade: - dronovi (drones) zatim remote controlled aircraft i UAV odnosno unmanned aerial vehicle. LDU, zapravo su robotizirani modeli aviona, helikoptera i multitrotora – s 3, 4 ili više propelera. Ovi potonji, zbog mogućnosti lebdenja i veće sigurnosti u letu i upravljanju najprimjereniji su za arheološke potrebe.*

*Letjelice na daljinsko upravljanje koriste gps navigaciju, imaju radiokontrole, telemetrijski i video prijenos, brojne autopilot funkcije, kreću se po zadanim koordinatama i putanjama. Doseg leta ovakvih letjelica mjeri se u kilometrima kao i visina na koju mogu poletjeti. Mogućnost apliciranja geodetskih, geofizičkih i fotogrametrijskih mjernih instrumenata, meteoroloških stanica te drugih instrumenata, daje čitav spektar korisnih podataka koje se može dalje aplicirati na željeni prostor.*

Zračni TP

*U arheologiji primjena LDU omogućila je uvid u arheološka nalazišta iz jedne nove perspektive s većim mogućnostima pregleda terena te sagledavanjem većeg prostora iz orto perspektive, sažeto pod nazivom zračni terenski pregled. Teško pristupačni prostori poput visinskih, močvarnih ili šumskih te velika površina pregleda u kratkom vremenu očite su prednosti ove tehnologije.*

*Kod zračnog terenskog pregleda snima se ortofoto zadanog prostora u kraćim vremenskim intervalima.*

*Letjelica leti prema koordinatama u zadanoj geodetskoj mreži odnosno putnim točkama što omogućuje sustavno fotografiranje prostora te uočavanje arhitektonskih, vegetacijskih i drugih površinskih anomalija tijekom godine.*

*Upotreba termalnih i spektralnih kamera zatim Lidara malih dimenzija postepeno postaje novo oruđe arheologa u kreiranju Gis podloga i prostornim analizama.*

Dokumentiranje procesa iskopavanja

*Ortofoto skice i kosi pogledi mogu se snimati na dnevnoj bazi prilikom procesa iskopavanja. Omogućuju jasniji uvid u teren, a vrlo često omogućuju istraživačima jasnije definiranje cjelina i pravilnu strategiju za nastavak istraživanja.*

Prezentacije

*Video i foto dokumentacija iz zraka te modeliranje 3D modela iz fotografija daje izuzetnu atraktivnost pa se u kontekstu prezentacije arheoloških nalazišta LDU naveliko koriste širom svijeta.*

***Predrag Novaković, Milan Horňák, Lukás Gal & Nenad Tasić***

***Projekt CONPRA (Contributing to preventive archaeology: innovativeness, development and presentation)***

*Projekt CONPRA (Contributing to preventive archaeology: innovativeness, development and presentation), kojeg je u 7. okvirnom programu (Marie Curie) uspješno prijavio konzorcijum četiri partnera iz Slovačke, Slovenije, Češke i Srbije želi istražiti najznačajnije izazove na području preventivne arheologije u suradnji s akademskim institucijama i gospodarskim subjektima. Glavni fokus projekta je na optimizaciji postojećih metodoloških pristupa i razvoju novih tehnika u arheološkom terenskom radu i obradi podataka, koje bi značajno doprinijele porastu kapaciteta i kvaliteti istraživanja u kontekstu preventivne arheologije u zemljama koje još nemaju dugu tradiciju tržišta arheoloških usluga .*

*Projekt CONPRA izvodi se u četiri radna paketa koje koordiniraju pojedinačni partneri: aeoarheologija, RD skeniranje i 3D fotoskeniranje, obrada i manipuliranje s velikim količinama podataka, digitalna dokumentacija arheoloških iskapanja i digitalni arheološki arhivi. Glavni način rada su različiti oblici i programi stažiranja istraživača u kojima se izvodi istraživački i razvojni rad na određenim projektnim temama.*

*Jedan od glavnih ciljeva projekta je i izrada integrirane tehnološke platforme u HTML obliku, čija bi glavna prednost bila fleksibilnost i prilagodljivost za različite oblike arheološkog dokumentiranja i koja bi omogućavala učinkovitu manipulaciju s velikim količinama heterogenih podataka. Takva programska platforma bi bila otvorenog koda i kao takva data na raspolaganje širem krugu istraživača.*

**Ines Krajcar Bronić**

### ***Određivanje starosti metodom radioaktivnog ugljika 14C i neke primjene u arheološkim istraživanjima***

*Jedan je od najvažnijih problema u arheometriji, posebno izražen u arheologiji pretpovijesnog doba kada još nema pisanih zapisa o prošlim kulturama, je datiranje (određivanje starosti) materijalnih ostataka (artefakata) koji svjedoče o ljudskoj djelatnosti. Problem datiranja važan je i u povijesti umjetnosti za procjenjivanje*

*vrijednosti originalnih starih umjetničkih djela, za razlikovanje originalnih radova od kasnijih imitatora, ili prepoznavanje restauratorskih radova. Određivanje starosti materijala metodom radioaktivnog izotopa ugljika,  $^{14}\text{C}$ , je vrlo pogodna metoda za apsolutno datiranje materijala organskog porijekla starosti do oko 50000 godina. U živim bićima uspostavljena je ravnoteža između gubitka  $^{14}\text{C}$  uslijed radioaktivnog raspada i nadoknađivanja iz atmosfere. Nakon smrti organizma prestaje i izmjena tvari, pa se koncentracija  $^{14}\text{C}$  smanjuje radioaktivnim raspadom, te je moguće odrediti koliko je vremena proteklo od smrti organizma. Ovom metodom uspješno se određuje starost materijala kao što su drvo, drveni ugljen, kosti, zubi i rogovi, koža i kosa, biljke i plodovi.*

*Osnovne pretpostavke  $^{14}\text{C}$  metode su: stalna i jednolika produkcija  $^{14}\text{C}$  u atmosferi, jednolika raspodjela izotopa  $^{14}\text{C}$  u biosferi, poznato vrijeme poluraspada izotopa  $^{14}\text{C}$ , poznata aktivnost  $^{14}\text{C}$  u uzorku u trenutku prestanka izmjene tvari s okolinom, te izostanak naknadne kemijske ili izotopne izmjene s ugljikom iz okoline nakon smrti organizma. Zbog nejednolike produkcije  $^{14}\text{C}$  u atmosferi u prošlosti, potrebno je vršiti tzv. dendrokronološku kalibraciju izmjerene  $^{14}\text{C}$  starosti. Zbog niske aktivnosti  $^{14}\text{C}$  u uzorcima kojima se određuje starost, te niske energije elektrona koji nastaje radioaktivnim raspadom  $^{14}\text{C}$ , potrebne su posebne tehnike obrade i pripreme uzoraka u oblik pogodan za mjerenje, te posebne osjetljive tehnike mjerenja. Danas se najčešće koriste radiometrijska tehnika brojanja raspada  $^{14}\text{C}$  tekućinskim scintilacijskim brojačem (LSC) ili akceleratoraska masena spektrometrija (AMS). Glavna razlika je u*

*potrebnoj količini materijala za datiranje – za AMS tehniku dovoljno je nekoliko miligrama ugljika, dok za LSC treba nekoliko grama ugljika.*

*U ovom radu prikazat će se osnove metode određivanja starosti pomoću izotopa  $^{14}\text{C}$  i različite tehnike mjerenja, kao i rad Laboratorija za mjerenje niskih aktivnosti na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu i uvođenje AMS tehnike u laboratorij. Bit će predstavljeni i neki rezultati datiranja arheoloških uzoraka i lokaliteta u Hrvatskoj.*

**Josip Halamić, Rajna Šošić Klindžić & Zoran Peh**

### ***Geokemijske analize radiolarita iz arheoloških i geoloških konteksta središnje i istočne Hrvatske***

*Rožnjaci, radiolarijski rožnjaci i radiolariti su dominantni materijali koji su se tijekom ranog neolitika koristili kao sirovina za izradu kamenog oružja i oruđa. Samim tim nameće se i pitanje podrijetla te sirovine, jer u blizini većine arheoloških nalazišta na području središnje i istočne Hrvatske nema geoloških izdanaka tih stijena. Gore navedene stijene izdanjuju na više lokaliteta u Banovini na Zrinskoj i Trgovskoj gori, te na planinama sjeverne i središnje Bosne i čine tektonski isprekidani pojas od nekoliko stotina kilometara. Radiolarijski rožnjaci i radiolariti tih lokaliteta su stijene koje su nastale u dubokomorskom okolišu u različitim vremenskim razdobljima (trijas i jura). Njihovu starosnu pripadnost određujemo na temelju paleontološke analize radiolarijskih skeleta. Petrografski*

su te stijene vrlo slične tako da im je na temelju makroskopske i mikroskopske analize teško definirati pripadnost pojedinom izdanku. Međutim, bez obzira na međusobnu petrografsku sličnost, svaka vrsta navedenih stijena ima specifičan geokemijski sastav, koji je predodređen mjestom i vremenskim razdobljem njenog nastanka. Radi toga smo geokemijski analizirali materijale iz arheoloških nalazišta na glavne i elemente u tragovima. U svrhu određivanja njihove geografske pripadnosti pomoću diskriminantne analize smo ih pokušali razvrstati u grupe prema od prije poznatih stijena s poznatih lokaliteta.

**Dragana Rajković & Jacqueline Balen**

### **Neolitička kamena industrija na području istočne Hrvatske**

Kamene glačane alatke neizostavan su dio u proučavanju materijalne kulture neolitičkih populacija. Ova vrsta arheološke građe dugo je vremena bila zapostavljena u objavama istraženih lokaliteta. U posljednjih nekoliko godina napravljen je značajan pomak na tom polju te je ostvarena izvrsna suradnja arheologije s ostalim znanstvenim disciplinama, posebice iz područja geologije. U ovom radu biti će predstavljeni dosadašnji rezultati analize kamenih glačanih alatki sa sopotskih lokaliteta Novoselci, Samatovci, Čepin-Ovčara i Kaznica-Rutak kao primjer metodološkog pristupa ovoj vrsti



građe koji podrazumijeva odabir sirovine, tehnologiju izrade, tipološke karakteristike te način uporabe.

**Ivan Drnić**

### **Arheometalurška istraživanja predmeta latenske kulture s prostora južne Panonije**

*U analizi arheološkog materijala koji najčešće uključuje tipološko i kronološko definiranje predmeta često se izostavlja njihov tehnološki aspekt, što je uglavnom uvjetovano nedostatkom sredstava koja su nužna za provođene raznih analiza, ali i nedovoljnom koordinacijom s kolegama iz drugih struka zainteresiranih za ovaj oblik znanstvene suradnje. Ipak, kada smo u mogućnosti provesti određene analize rezultati znaju biti iznimno zanimljivi.*

*U predavanju izložit će se tri projekta u kojima su različitim metodama analizirani sastavi slitina od kojih su bili izrađeni predmeti, uglavnom latenske kulture mlađeg željeznog doba s prostora južne Panonije. U prvom je pet kasnolatenskih lijevanih fibula analizirano SEM-EDXS metodom te je zabilježen visok postotak olova u bakrenoj slitini korištenoj u proizvodnji. Naime, tzv. olovna bronca poznata je još od kasnog brončanog doba no ovi predmeti sadrže iznimno velik postotak olova u sastavu što predstavlja određen pomak u tehnologiji lijevanja.*

Drugi projekt imao je za cilj analizu fibula tipa Jezerine, najraširenijeg oblika sa samog završetka mlađeg željeznog doba (Lt D2 stupanj), u kontekstu širenja tehnologije mjedi koja je u Europu pristigla posredstvom Rimljana sredinom 1. st. pr. Kr. U analizi je korištena PIXE metoda koja je pokazala prilično heterogenu sliku ukazujući da su analizirani primjerci proizvođeni u različitim radionicama smještenim od sjeverne Italije i jugoistočno Alpskog prostora preko zapadnog Balkana do južne Panonije.

U posljednjem projektu, koji se još nalazi u početnoj fazi, pokretnim XRF-uređajem analizirani su mlađe željeznodobni predmeti iz AMZ-a izrađeni od srebra s ciljem utvrđivanja kvalitete slitine, ali i pojedinih tehnoloških aspekata koji su važni za njihovu proizvodnju.

**Selena Vitezović**

**Metodologija obrade koštanih artefakata: od prikupljanja i klasificiranja artefakata do analize koštane industrije**

Metodologija obrade različitih vrsta pokretnog arheološkog materijala stalno se mijenja, dopunjava i usavršava. Standardizacija u metodološkom postupku neophodna je da bi se dobili ispravni znanstveni podaci i da bi se rezultati sa različitih lokaliteta mogli uspoređivati. Standardizovani postupak je neophodan i da bi se olakšala obrada, počev od iskopavanja pa do trenutka kada materijal dođe na specijalističku analizu.

*Za pojedine vrste predmeta standardizovana metodologija oformljena je prije izvesnog vremena i široko je prihvaćena, i danas se samo usavršava, kao što je slučaj sa litičkom industrijom. Koštana industrija, međutim, spada u slabo proučene aspekte prapovijesne tehnologije, i metodologija je još uvijek neujednačena. Štoviše, jedan od problema jeste razdvajanje koštanih artefakata i faunalnih ekofakata; ponekad se koštani predmeti uopće ne analiziraju kao industrija, već se samo daje kratak komentar pri dnu faunalnog izvješća, ili se pak potpuno odvajaju od faune i izbor sirovina se ne posmatra na adekvatan način.*

*U ovom će radu biti prikazan osnovni postupak za obradu koštanih artefakata, počev od prikupljanja, razdvajanja i klasificiranja prilikom rada na terenu, do finalne analize. Naročito će biti posvećena pažnja razdvajanju koštanih artefakata od faunalnih ekofakata, kao i osnovnim aspektima tehno-tipološke analize. Također će biti izložen predloženi model za tipološku klasifikaciju na osnovu veze između oblika i funkcije, odnosno na osnovu namjene i forme aktivnog, radnog dijela. Ovakva je klasifikacija potekla iz tradicije francuske arheološke škole i sa manjim modifikacijama prihvaćena u većini analiza, između ostalog, i u analizama koštanih industrija u Rumuniji i Bugarskoj. Predloženi model je dopunjen i razrađen na osnovu analiza koštanih industrija iz neolitskog i eneolitskog perioda na tlu centralnog Balkana (starčevačka, vinčanska, bubanjska kultura).*

**Snježana Kužir & Tajana Trbojević Vukičević**

### **Tafonomija u arheozoologiji – multidisciplinarna istraživanja**

*Prilikom arheozoološke analize, odnosno pri izvođenju zaključaka na osnovi te analize, treba imati na umu da je samo mali dio prošlosti u stvari dostupan. Dio nije nikad iskopan, dio je uništen tijekom vremena a dio onog što je nekad živjelo i postojalo nije nikad ni pokopan. Procesima prijelaza organske tvari iz biosphere u litosferu bavi se posebna znanstvena grana, TAFONOMIJA (grč. taphos: pokop, nomos: pravilo, zakon), koja začetke ima u paleontologiji (1940. Ivan Efremov). Vrlo brzo tafonomske metode prihvaćaju arheolozi što pridonosi njenom razvoju, naročito poslije 2009. i osnivanja "Tafonomy working group" unutar ICAZa. Cilj tafonomske analize u arheozoološkoj analizi otkrivanje je tafonomskih čimbenika (djelovanje čovjeka, životinja ili prirodnih sila) koji kroz tafonomski process (prvenstveno promjene koštanog tkiva) dovode do tafonomskog efekta kao što su anatomska disocijacija koštanih elemenata, promjene kemijskog sastava te strukturne ili morfološke alteracije na kostima. Poznavanje posebnosti građe koštanog sustava sisavaca, ptica, riba i gmazova pri tome je neophodno. Ukratko, tafonomija fokusira postmortalne, pre i post pokopne podatke o životinjskim ostacima, i kao takva od temeljne je važnosti pri rekonstrukciji bilo kojeg arheološkog lokaliteta. O tafonomskim procesima ovise i metode prikupljanja životinjskih ostataka na*

*arheološkom nalazištu kao i reprezentativnost zadanog uzorka. Sve je veći broj mudrih arheologa koji u svoja istraživanja uključuju stručnjake raznih područja i to od samog početka terenskog rada, suočeni s činjenicom da samo zajedničkim nastojanjima mogu doći do vjerodostojnih i sveobuhvatnih podataka.*

**Tajana Trbojević Vukičević & Ivan Alić**

### **Laboratorijska, arheozoološka analiza:**

#### **Izazovi, prednosti i nedostaci**

*Arheozoološko istraživanje sastoji se od tri osnovna dijela: identifikacije, analize i interpretacije, pa se laboratorijska arheozoološka obrada može podijeliti u primarne i sekundarne podatke s ciljem razlikovanja identifikacije i analize. Primarni podaci mogu se promatrati kao više opisni i objektivniji, ali manjih mogućnosti interpretacije. U primarnu analizu ubrajaju se: stupanj očuvanosti, odredba kosturnog elementa, taksonomska identifikacija, broj uzoraka, anatomske značajke dobi i spola, mjere, težina uzorka, modifikacije i tragovi na kostima, patološke promjene i mjerni podaci. To su osnovni podaci koji bi uvijek trebali biti zabilježeni.*

*Sekundarni podaci se najčešće izvode matematički iz primarnih, sažimajući prethodna opažanja, a zahtijevaju objašnjenje i interpretaciju. U sekundarnu analizu ubrajaju se kosturna frekvencija, relativna učestalost vrsta, konstrukcija dobnih razreda i spolnih*

*omjera, procjena tjelesnih dimenzija te procjena prehrambenog udjela.*

*Frekvencija uzoraka s različitih dijelova kostura važna je u izučavanju životnih navika drevnih žitelja. Govori nam o transportu, načinima mesarenja i pripreme hrane, navikama zbrinjavanja, a u širem smislu i o aktivnosti cjelokupne humane populacije na nekom području, funkcioniranju naselja i socijalnoj organizaciji. Za procjenu relativne učestalosti vrsta u životinjskom uzorku, koristi se i najmanji broj jedinki ili MNI (eng. Minimum Number of Individuals). Definira se kao najmanji broj jedinki neke vrste, a izračunava se po kosturnom elementu koji se najčešće pojavljuje u uzorku. To je izvedena jedinica zato što može i ne mora uzeti u obzir varijacije među uzorcima kao što su dob, spol ili veličina.*

*Dobni razredi osnivaju se na procjeni dobi u trenutku uginuća životinje i dobri su pokazatelji učestalosti kojom je određena životinjska vrsta korištena a spolni omjer se najčešće određuje iz relativnih razlika u veličini tijela koje se očituju osteometrijskim izmjerima. Konstrukcija dobnih i spolnih omjera jedne životinjske vrste, osim za proizvodnju mesa, može ukazivati i na uzgoj radi sekundarnih proizvoda: mlijeka, sira, maslaca, vune i krvi.*











