

CU
PRIRODNE NAUK
SCIENCE
N
R
H
3 (2007)
R
H
E
O
L
O
G
I
J
A
R
C
H
A
E
O
L
O
G
Y



ARHEOLOGIJA I
PRIRODNE NAUKE

Center for New Technology
Archaeological Institute Belgrade

ARCHAEOLOGY
AND SCIENCE

3
2007

Belgrade 2008

Centar za nove tehnologije
Arheološki institut Beograd

ARHEOLOGIJA I
PRIRODNE NAUKE
3
2007

Beograd 2008.

Published by:
Center for New Technology Viminacium
Archaeological Institute Belgrade
Kneza Mihaila 35/IV
11000 Belgrade, Serbia
e-mail: cnt@mi.sanu.ac.rs
Tel. +381 11 2637191

Izdavači:
Centar za nove tehnologije Viminacium
Arheološki institut Beograd
Kneza Mihaila 35/IV
11000 Beograd, Srbija
e-mail: cnt@mi.sanu.ac.rs
Tel. +381 11 2637191

For the publishers:
Miomir Korać
Slaviša Perić

Editor-in-chief:
Miomir Korać

Glavni urednik:
Miomir Korać

Editorial Board:
Snežana Golubović, Archaeological Institute
Žarko Mijailović, Faculty of Mathematics
Živko Mikić, Faculty of Philosophy Belgrade
Milan Milosavljević, School of Electrical Engineering
Dragan Milovanović, Faculty of Mining and Geology
Zoran Obradović, Temple University, USA
Zoran Ognjanović, Mathematical Institute
Slaviša Perić, Archaeological Institute
Dejan Vučković, Faculty of Mining and Geology
Zsolt Zolnai, University of Wisconsin - Medison, USA
Lanfranco Masotti, Universita' di Bologna
Gianfranco Cicognani, Central European Initiative
Marco Pacetti, Universita' Politecnico delle Marche
Nemanja Mrđić (secretary), Archaeological Institute

Uređivački odbor:
Snežana Golubović, Arheološki institut
Žarko Mijailović, Matematički fakultet
Živko Mikić, Filozofski fakultet Beograd
Milan Milosavljević, Elektrotehnički fakultet
Dragan Milovanović, Rudarsko-geološki fakultet
Zoran Obradović, Univerzitet Temple, SAD
Zoran Ognjanović, Matematički institut
Slaviša Perić, Arheološki institut
Dejan Vučković, Rudarsko-geološki fakultet
Zsolt Zolnai, Univerzitet u Viskonsinu - Medison, SAD
Lanfranco Masotti, Universita' di Bologna
Gianfranco Cicognani, Central European Initiative
Marco Pacetti, Universita' Politecnico delle Marche
Nemanja Mrđić (sekretar), Arheološki institut

Translation:
Milica Tapavički-Ilić

Prevod:
Milica Tapavički-Ilić

Cover Design:
Miomir Korać

Dizajn Korica:
Miomir Korać

Graphic design by:
Nemanja Mrđić

Dizajn i tehničko uređenje:
Nemanja Mrđić

Print:
Digital Art Beograd

Štampa:
Digital Art Beograd

Printed in:
500 copies

Tiraž:
500 primeraka

SADRŽAJ / CONTENTS

| | | |
|---|---|----------|
| Nenad Tasić Momir Vukadinović Aleksandar Kapuran | KOMPARATIVNA ARHEOLOŠKA I GEOFIZIČKA ISPITIVANJA NA LOKALITETU VINČA – BELO BRDO METODOM GEOELEKTRIČNOG SKENIRANJA..... <i>Comparative Archaeological and Geophysical Research on site Vinča–Belo Brdo by Using Geoelectrical Scanning</i> | 7 16 |
| Milica Tapavički-Ilić | PRILOG OPREDELJIVANJU RIMSKIH GRAĐEVINSKIH OSTATAKA SA LOKALITETA KOSANČIĆEV VENAC 12–16 BEOGRADU..... <i>A Contribution To The Study Of Roman Architectural Remains On The Site 12–16 Kosančićev Venac Street in Belgrade.....</i> | 19 22 |
| Bebina Milovanović Angelina Raičković | DELOVI OLOVNIH VODOVODNIH CEVI SA VIMINACIJUMA..... <i>Parts Of Lead Water Pipes From Viminacium.....</i> | 25 28 |
| Scott C. Speal | EVALUATING INTERCOSTAL VARIABILITY IN STERNAL RIB ENDS FOR PURPOSES OF SKELETAL AGING.... <i>Vrednovanje interkostalnog varijabiliteta sternalnih okrajaka rebara u cilju određivanja starosti skeleta.....</i> | 31 36 |
| Ilija Mikić | ANTROPOLOŠKI OSVRT NA PAGANSKU GROBNICU G-2624 ANTIČKOG VIMINACIJUMA..... <i>Anthropological Perspective On The Pagan Tomb G 2624 At Ancient Viminacium.....</i> | 37 41 |
| Marija Radović | DENTALNI PROFIL STANOVNika ANTIČKOG VIMINACIJUMA – ISKOPAVANJA 2003–2006..... <i>Dental Profile Of The Population Of Roman Viminacium Excavations 2003–2006.....</i> | 45 64 |
| Dragana Rogić Darko Despotović Bebina Milovanović | FRAGMENTI ZIDNOG SLIKARSTVA SA TERMI IZ VIMINACIJUMA..... <i>Fragments of Wall Paintings discovered in Thermae from Viminacium.....</i> | 75 81 |
| Marko Porčić | KVANTIFIKACIJA U ARHEOLOGIJI: ISTORIJSKI I TEORIJSKO-METODOLOŠKI ASPEKTI..... <i>Quantification In Archaeology: Historic And Theoretic-Methodological Aspects.....</i> | 83 99 |

Tatjana Timotijević
Ana Kaplarević-Mališić
Zoran Ognjanović

DESKRIPTIVNE LOGIKE I ONTOLOGIJE
OSNOVA ZA WEB BUDUĆNOSTI.....101
Descriptive logics and ontologies – base for the future web.....108

UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU PRIPREME ČLANKA
ZA ČASOPIS ARHEOLOGIJA I PRIRODNE NAUKE (APN).....109

*Korice: Viminacium, legijski logor (castrum) - kosi aerosnimak
(fotografija M. Korać)*

Nenad Tasić
Filozofski fakultet, Beograd
ntasic@f.bg.ac.rs

Momir Vukadinović
Institut Jaroslav Černi, Beograd

Aleksandar Kapuran
Arheološki institut, Beograd

UDK 902.3:550.8(497.11)"2000"

Izvorni naučni članak



Belo brdo, Vinča, Srbija
LAT 44° 45' 34" / LONG 20° 37'29"

KOMPARATIVNA ARHEOLOŠKA I GEOFIZIČKA ISPITIVANJA NA LOKALITETU VINČA – BELO BRDO METODOM GEOELEKTRIČNOG SKENIRANJA

APSTRAKT

U ovom radu predstavljen je metod geoelektrične tomografije obavljen na višeslojnom arheološkom nalazištu Belo Brdo u Vinči 2000. godine. Primenjeni geofizički metod izabran je da bi se dobila što bolja rezolucija pri detekciji podzemnih struktura. Ovaj poduhvat je od značaja za arheološka istraživanja, s obzirom da je jedan od geoelektričnih profila bio postavljen neposredno uz arheološki profil, što je omogućilo direktno upoređivanje dobijenih rezultata geoelektričkog skeniranja i rezultata arheoloških iskopavanja. Osim međusobne provere, ova merenja su od koristi za početak atribucije pojedinih vrsta arheoloških slojeva pojedinim specifičnim otpornostima.

KLJUČNE REČI: VINČA-BELO BRDO, METODOLOGIJA, PROSPEKCIJA, GEOELEKTRIČNO SKENIRANJE-TO-MOGRAFIJA, ELEKTRIČNA OTPORNOST, NEOLIT, ENEOLIT, BRONZANO DOBA

UVOD

Istraživanja na nalazištu Vinča-Belo Brdo obnovljena su u jesen 1998. godine upravo na devedesetogodišnjicu prvih istraživanja profesora Miloja Vasića. Njegova iskopavanja su decenijama predstavljala sam vrh arheološke metodologije. Arheološka dokumentacija sa pomenutih iskopavanja, koju je profesor Miloje Vasić ostavio za sobom i danas predstavlja izuzetno važan izvor za proučavanje vinčanske kulture. Četiri knjige *Praistorijska Vinča*, iako po pitanju hronologije dobrim delom prevaziđene, još uvek su uzor za objavljivanje rezultata arheoloških iskopavanja. Ovakav povod i delo koje je za sobom ostavio pro-

fesor Vasić, obavezivale su i potonje istraživače da pokušaju da eponimnom nalazištu vinčanske kulture vrate mesto koje mu pripada.

Odlučili smo se da prilikom novih iskopavanja uvedemo multidisciplinarnost i donekle promenimo uobičajeni ritam istraživanja. Želja nam je bila da što potpunije sagledamo pojedine nepokretne objekte, istražujući detalje koji u vreme Vasićevih radova nisu mogli biti konstatovani u pokušaju da obezbedimo što bolji kontekst za pokretni arheološki materijal. Planirano je sprovođenje različitih fizičko-hemijskih analiza koje bi mogle da pomognu u rekonstrukciji uslova života tokom pozognog neolita (stanište, ishrana, itd.), ali takođe da nam pokažu međusobni

odnos objekata. Upravo jedna od novih tehnika metodologije istraživanja je geofizička prospekcija, odnosno snimanje nalazišta putem merenja električnog rezistiviteta čijim rezultatima je i posvećen ovaj rad.

Istraživanja geoelektričnog rezistiviteta na arheološkim nalazištima dole opisanom metodologijom novina je u našoj arheologiji. Stoga smo smatrali svršishodnim vršenje uporednih geofizičkih i arheoloških istraživanja u cilju provere i atribucije vrednosti dobijenih ispitivanjem električnog otpora. Drugim rečima, pokušali smo da slojeve koji su dobijeni softverskom interpretacijom rezultata električne detekcije preklapimo sa poznatim profilom sondi, istraženih arheološkim iskopavanjima.

Primena metoda geofizičke prospekcije u arheologiji započeta je šezdesetih godina dvadesetog veka. Cilj uvođenja geofizike u arheološku praksu bio je da pomogne pri pronalaženju ostataka kulturnih slojeva, zidova, grobnica i ostalih objekata. Prva ispitivanja bila su uglavnom eksperimentalna, a prve metode korišćene na našim prostorima su geomagnetske i geoelektrične. U vreme tih, pionirskih pokušaja, geofizički instrumenti su bili dosta glomazni i nepraktični, a postupak obrade snimljenih podataka na terenu bio je dug i zamoran zbog komplikovanog matematičkog aparata kojim su geofizičari morali da se koriste. Te i neke druge okolnosti otežavale su širu primenu ovih metoda u arheologiji.

Nagli razvoj računarske tehnologije u poslednjih desetak godina omogućio je da se veličine terenskih geofizičkih instrumenata smanje na dimenzije koje su ranije bile nezamislive. Pojavom personalnog računara obrada podataka svela se na nekoliko sekundi u odnosu na raniji radni postupak od nekoliko nedelja. Zatim, uvođenje posebnih kompjuterskih programa, specijalističkog softvera, omogućilo je da se rezultati merenja predstave dvodimenzionalno ili trodimenzionalno, što je osnova za ozbiljan istraživački rad i efikasnu saradnju geologa-geofizičara sa drugim naukama.

Ovaj interdisciplinarni poduhvat arheologa i geologa je samo nastavak duge zajedničke istorije naših nauka. Od prvih arheoloških tekstova, koji su gotovo po pravilu izlazili iz pera ondašnjih geologa, kao i arheologiji pozajmljenog stratigrafskog metoda, pa sve do zajedničkog rada na detekciji arheoloških ostataka u novije vreme, ova

tradicija i dalje daje samo pozitivne rezultate.

Primenom metoda merenja specifičnog električnog otpora pokušali smo da steknemo uvid u još uvek neistražene dubine arheološkog nalazišta Belo Brdo u Vinči. Izmereni profili, uklopljeni su u geodetsku mrežu arheološkog nalazišta i postavljeni tako da se odmah, klasičnim arheološkim iskopavanjima mogla proveriti preciznost metoda i poslati povratna informacija da bi se napravila „atribucija“ pojedinih vrsta zemljista, odnosno sastava tla, kao i arheoloških objekata u odnosu na vrednosti električne otpornosti dobijene merenjem. Namera nam je bila da svaki sloj, nastao bilo kao rezultat ljudskog delovanja (pečena zemlja, gar, stambeni objekti, otpadne lame), ili kao posledica prirodnih činilaca (aluvijalni ili eolski nanosi), dobije vrednosti specifične električne otpornosti. Na taj način bi, posle narednih merenja, bilo moguće sagledati prostiranje pojedinih slojeva i uskladiti strategiju i tempo arheoloških iskopavanja. Planirano je snimanje još nekoliko profila, koji bi rekonstruisali prvobitnu topografiju terena i dali odgovor na pitanje postoji li palisadno utvrđenje oko jednog od vinčanskih naselja. Novim merenjima bi se, takođe, moglo utvrditi granice naseljavanja u pojedinim fazama vinčanske kulture.

Na lokalitetu Belo Brdo kod Vinče u okolini Beograda, u periodu od 1999 do 2000 godine, izvršena su prvo probna geofizička ispitivanja metodom vertikalnog geoelektričnog sondiranja, a zatim su 2001 godine izvršena ispitivanja na četiri profila metodom geoelektričnog skeniranja ili geoelektrične tomografije.

METODA GEOELEKTRIČNOG SKENIRANJA ILI GEOELEKTRIČNE TOMOGRAFIJE

Pod geoelektričnim skeniranjem ili tomografijom podrazumeva se istraživanje raspodele električne otpornosti geoloških sredina u funkciji dubine ispod površine ispitivanog terena. Pošto se pretpostavlja da je podzemlje izgrađeno od različitih geoloških slojeva, koji imaju razne debljine i zauzimaju različite položaje, poznato je da svaki od tih slojeva ima svoju specifičnu električnu otpornost. Da bi izmerili specifičnu električnu otpornost – SEO, svakog od tih slojeva ili sredina,

sprovodimo niz terenskih postupaka.

U tlo se uvode jake struje iz portabilnih galvanskih izvora koje teku kroz razne slojeve različitom gustinom strujnih linija. Kako se izazivanje strujnih tokova vrši po površini terena, tako se isto po površini mere i efekti koji su prouzrokovani njihovim uspostavljanjem. Ti efekti su u stvari potencijalne razlike koje se mere na mernim tačkama. Elektrode kojima uvodimo struju u tlo nazivamo strujnim, a elektrode kojima merimo izazvane potencijale nazivamo potencijalnim. Na taj način, od izmerenih vrednosti struja i razlike potencijala, po Omovom zakonu, poznatom iz elektrotehnike, sračunavamo električnu otpornost. Da bi došli do podataka o broju prisutnih slojeva i njihovih električnih otpornosti, o geometriji ili gradi podzemlja, dobijeni podaci se analiziraju specijalnim postupkom takozvanom interpretacijom računarskim programom u varijanti dvodimenzionalnog modela (2 D).

Izmereni podaci na terenu se zapisuju i obrađuju u programu za izračunavanje električne specifične otpornosti, zatim se ubacuju u drugi program za formiranje »import« fajla i na kraju se koristi treći program za finalnu interpretaciju tako da je obrada podataka na personalnom računaru generalno podeljena u tri faze.

Terenska ispitivanja metodom geoelektričnog skeniranja izvode se na taj način što se mesingane ili bakarne elektrode u linijskom nizu postave po površini terena iznad one oblasti koju želimo da istražimo. Biranje mernog dispozitiva i uključivanje pojedinih elektrodnih kombinacija (za odgovarajuće dubinske nivoe), vrši se preko specijalnog preklopnika, preko koga je višežilnim kablom povezan kompletan linijski raspored elektroda. Pri tome, elektrodama se prema sistemu merenja menjaju uloge, odnosno svaka može biti ili strujna ili potencijalna. Elektrode su posebnim filterom međusobno odvojene, obezbeđena je zaštita od telurskih struja, a sopstveni potencijal između aktiviranih potencijalnih elektroda se manuelno ili automatski poništava. Korišćeni linijski raspored ima 51 elektrodu, a veza sa višežilnim kablom se obavlja pomoću štipaljki. Na prvom dubinskom nivou ispitivanja, rastojanje elektroda je najmanje i jednako je minimalnom rastojanju elektroda u dispozitivu (a).

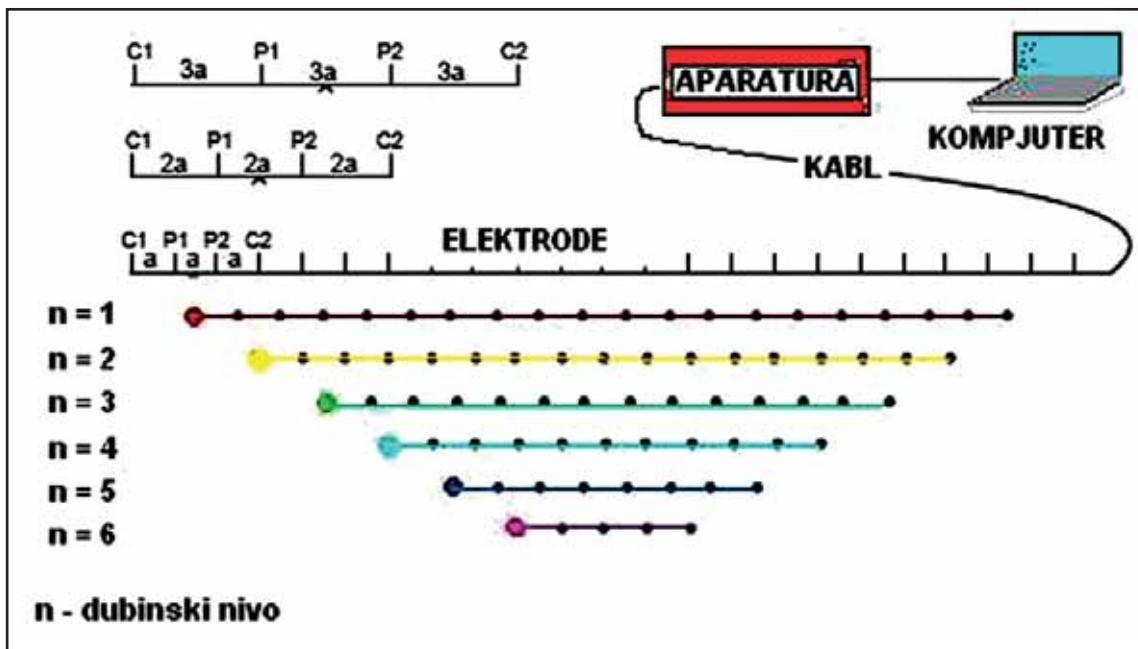
Po izvođenju prvog merenja, kada su aktivirane prve četiri elektrode 1, 2, 3 i 4, kako je

to naznačeno na principijelnoj šemi, aktiviraju se elektrode 2, 3, 4 i 5, pri čemu elektrode 2 i 5 imaju ulogu strujnih, a 3 i 4 potencijalnih. Merene vrednosti prividne specifične električne otpornosti se pripisuju određenoj tačci trenutno aktivnog dispozitiva, što je naznačeno tačkicama. Postupak se na sličan način ponavlja, dok se ne izvrše sva merenja na prvom dubinskom nivou ispitivanja. Merenja na drugom dubinskom nivou započinju aktiviranjem elektroda 1, 3, 5 i 7, koje su na međusobnom rastojanju 2a, čime se postiže veći dubinski zahvat ispitivanja. Korak ispitivanja na svim nivoima jednak je minimalnom rastojanju elektroda (a), tako da se kod sledećeg merenja na drugom nivou aktiviraju elektrode 2, 4, 6 i 8, gde elektrode 2 i 8 imaju ulogu strujnih, a 4 i 6 potencijalnih elektroda. Na taj način se potpuno šematski isto i automatski vrši merenje na svim dubinskim nivoima.

Zbog povećanja dimenzija mernog dispozitiva sa povećanjem dubine ostalih nivoa ispitivanja, smanjuje se broj merenih podataka specifične električne otpornosti, SEO, kako se vidi na datoj šemi za primjenjeni Venerov dispozitiv. Zbog toga prostorna pozicija prikupljenih podataka ima trapezoidnu formu. Ovako organizovanim merenjima, koja su delimično ili potpuno automatizovana, ostvaruje se dovoljna gustina podataka za utvrđivanje bočnih promena specifične električne otpornosti, a istovremeno i dovoljan maksimalni dubinski zahvat ispitivanja, čime se objedinjavaju osobine geoelektričnog sondiranja i geoelektričnog kartiranja. Sekcije prividne SEO odražavaju raspodelu specifičnih električnih otpornosti i geometriju ispitivanog poluprostora, što omogućava izvođenje 2 D interpretacije.

Ispitivanja geoelektričnim skeniranjem moguće je izvesti primenom različitih rasporeda elektroda, aktiviranjem odgovarajućih elektroda u linijskom nizu više elektroda. Neki od najčešće upotrebljivanih dispozitiva prikazani su na slici 2.

Rezultati merenja geoelektričnim skeniranjem prikazani su u vidu sekcija električnih otpornosti koje su predstavljene odgovarajućim slikama u boji. Svaka od zastupljenih boja ima odgovarajuću vrednost električne otpornosti, što u praksi znači da su posredno identifikovane geološke sredine i njihova prostorna pozicija (debljina, dubina zaleganja itd.). Zbog metodološkog, odnosno geoelektričnog pristupa rešavanju ove



Slika 1. Principijelna šema veza geoelektričnog skeniranja

problematike, izdvojene sredine, po parametru specifične električne otpornosti, nazivamo geoelektričnim sredinama, a rezultate skeniranja predstavljamo geoelektričnim preseцима.

Obrada prikupljenih terenskih podataka izvršena je na personalnom računaru, Pentium II, a program za obradu podataka skeniranja je RES2 Dinv.

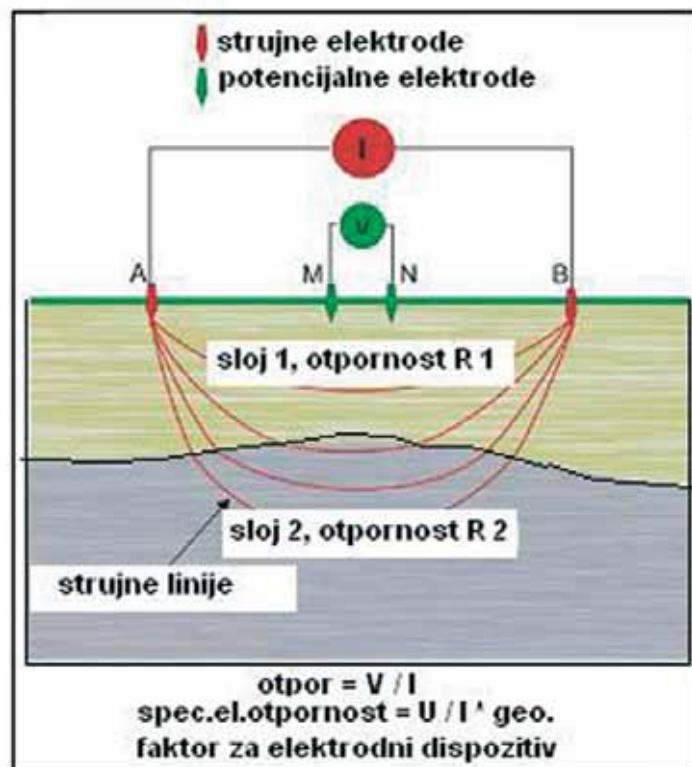
REZULTATI GEOELEKTRIČNOG SKENIRANJA ILI TOMOGRAFIJE NA LOKALITETU BELO BRDO

Na lokalitetu Belo Brdo, metodom skeniranja dobijena su četiri vertikalna geoelektrična preseka sa oznakama VGF-1, 2, 3 i 4.

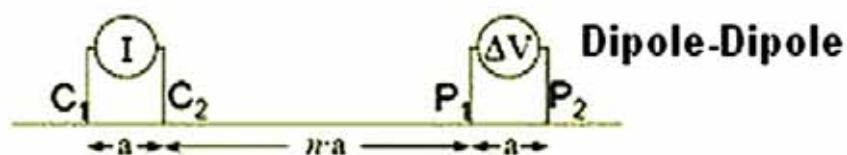
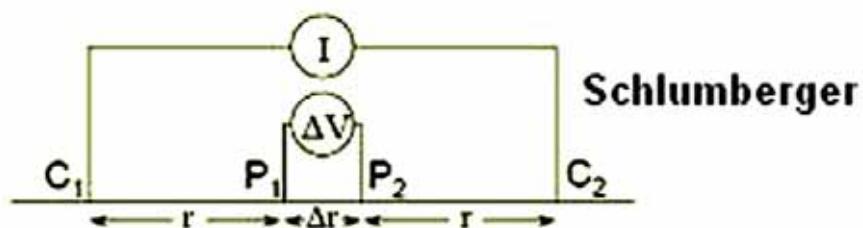
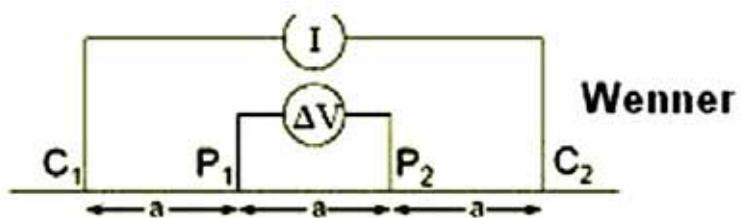
Preseci VGF-2 i VGF-3 su dugački po 50 m, a dubinski zahvat je 8 m. Preseci VGF-1



Slika 3. Orto fotografija lokaliteta sa pozicijom VGF profila



Четвороелектродни диспозитив



Slika 2. Tipovi mernih dispozitiva

| GEOFIZIKA | ARHEOLOGIJA |
|---|--|
| Površinski snimak sa elektrodamama je pravolinjski, što vodi ka odstupanju u nižim slojevima | Površinske kote beleže pad terena ka istoku |
| Slojevi I i II su identifikovani u 4 sloja različitog otpora kao i jedan ukop srednjovekovnog groba | U slojevima I i II ne može se ustanoviti razlika, koja je ustanovljena električnim otporom, ali je potvrđen srednjovekovni ukop sa dva groba. |
| Slojevi III i IV se očitavaju kao različite otpornosti. | Slojevi III i IV su očigledno različiti, kako po kvalitetu zemlje (sloj III je kompaktan, a IV je rastresit sa puno pepela) tako i kulturno - hronološki |
| Slojevi V i VI su identifikovani jednakim rezistivitetom | Sloj V i VI su sa arheološkog aspekta različiti, obzirom da sloj V predstavlja šut od zidova, a VI kompaktna podnica. |

i VGF-4 su 25 m dugački, a dubinski zahvat je 2 m. Merenje na kraćim profilima je imalo za cilj da se dobije maksimalna rezolucija ispitivanja ispod površine terena za potrebe dubinskog zahvata.

Presek VGF-4 je za sada jedini potvrđen arheološkim istražnim terenskim radovima. Presek VGF-4 obuhvata delove geodetske mreže arheološkog nalazišta Belo Brdo po blokovima B, C i D po V (petom) redu, odnosno linija geofizičkog profila je postavljena po mrežnom profilu $G_1 - G_7$, a prostire se od G_1 do G_6 . Profil je postavljen na višem delu terena, paralelno profilu na rastojanju od približno 1 m sa absolutnom kotom 86,15 m. Niži deo terena, prema Dunavu, ima kotu 85,65 m.

Posle geofizičkih snimanja južnog profila istraženog arheološkim iskopavanjima 1980 – 1984 godine,¹ arheološka ekipa je očistila i zaglačala profil, koji se tokom petnaest godina urušio i odneo u proseku oko jedan metar u dubinu neistraženog dela kulturnih slojeva. Treba napomenuti, da je radi zaštite od daljeg urušavanja, profil zasečen pod uglom, što je donekle otežavalo sagledavanje precizne stratigrafske slike. Analizom geofizičkog snimka kao najinteresantnija učinila nam se zona oko elektrode br. 16. Odlučili smo da na tom mestu otvorimo kontrolnu sondu, koja je obuhvatila dva kvadrata odnosno lokuse 4 i 5 u Bloku VI, Kvadrat 2.

¹ Jovanović 1984, 28, Sl. 21.

Kontrolna sonda je istraživana sa dvanaest (12) otkopnih slojeva, prosečne debljine 10 cm. Na koti 85,20 m, u šestom otkopnom sloju, otkrivena su dva srednjovekovna groba, orientacije severoistok-jugozapad, na samoj granici lokusa. Sačuvani grob pripada odrasloj individui, dok je dečiji grob naknadno ukopan. Ovaj grob se idealno poklapa sa stanjem dobijenim interpretacijom električnog otpora. Naime, na geofizičkom snimku vidi se pravilan upad u niži sloj svetlomrke zemlje neposredno iznad stambenog objekta.

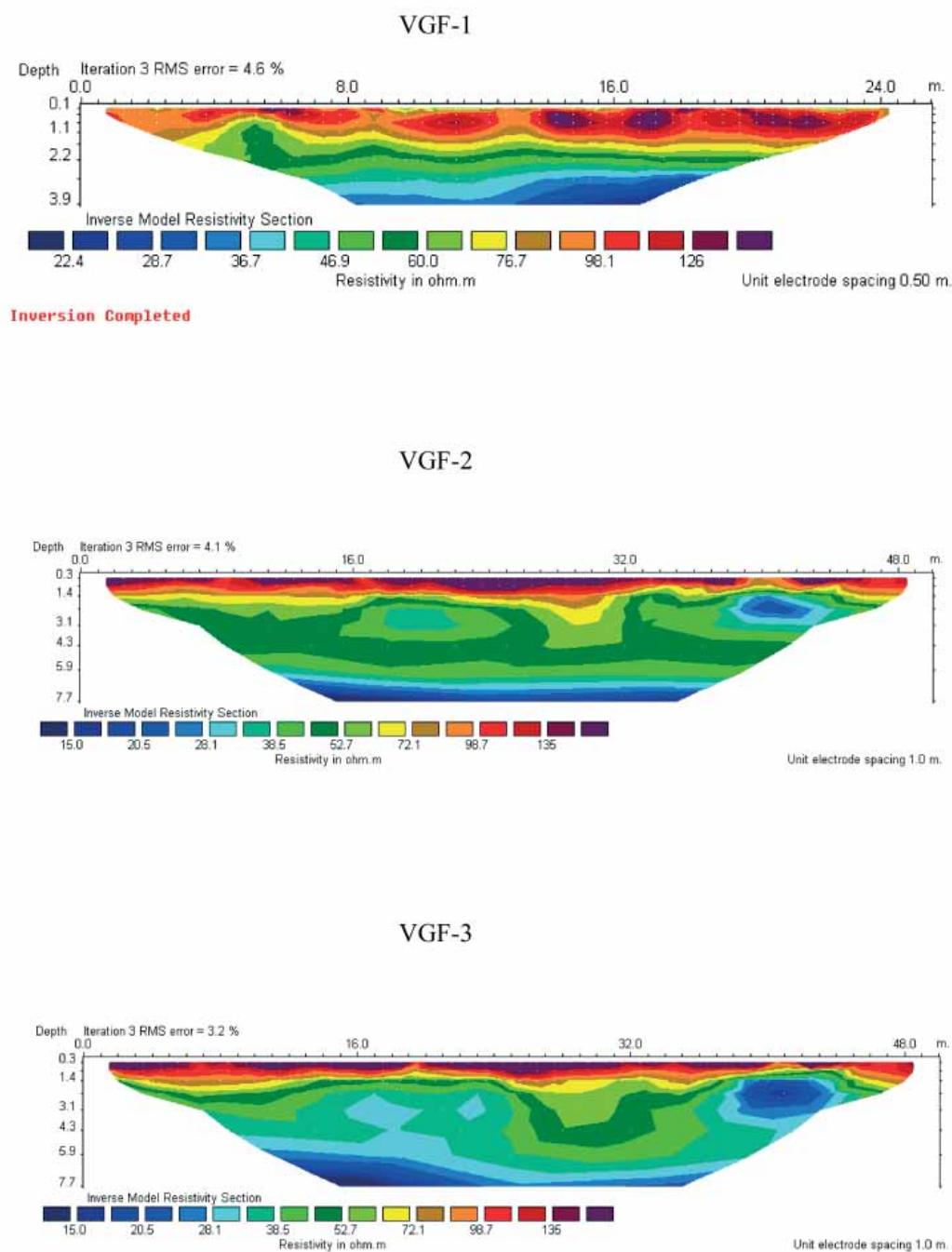
Između kota 84,58 m i 84,76 m otkriven je ruševinski sloj zidova vinčanske kuće, kao i očuvana kompaktna podnica prekrivena tankim slojem pepela.

U osnovi probne sonde, na kotama između 84,58 m i 84,76 m, uočavaju se ostaci stambenog objekta koji je primećen i u profilu u dužini od 8 m (vidi sliku 6).

U profilu probne sonde može se uočiti šest različitih slojeva.

1. I sloj predstavlja površinski humus.
2. II sloj predstavljuju ukopi srednjovekovnih grobova.² Donja granica ovog sloja ide-

² Nekropola u Vinči traje od 8. do 18. v.n.e. Konstatovana je kao starosrpska nekropola još 1906. godine (Vasić 1906: str. 55–56). Prvi put je sistematski istraživana od 1978 do 1983. godine (Marjanović-Vujović 1978, 129–130; 1980, 186–188; 1985, 105–106). Ukupan broj skeleta otkrivenih od 1911. do 1983. godine prelazi cifru od 1000.



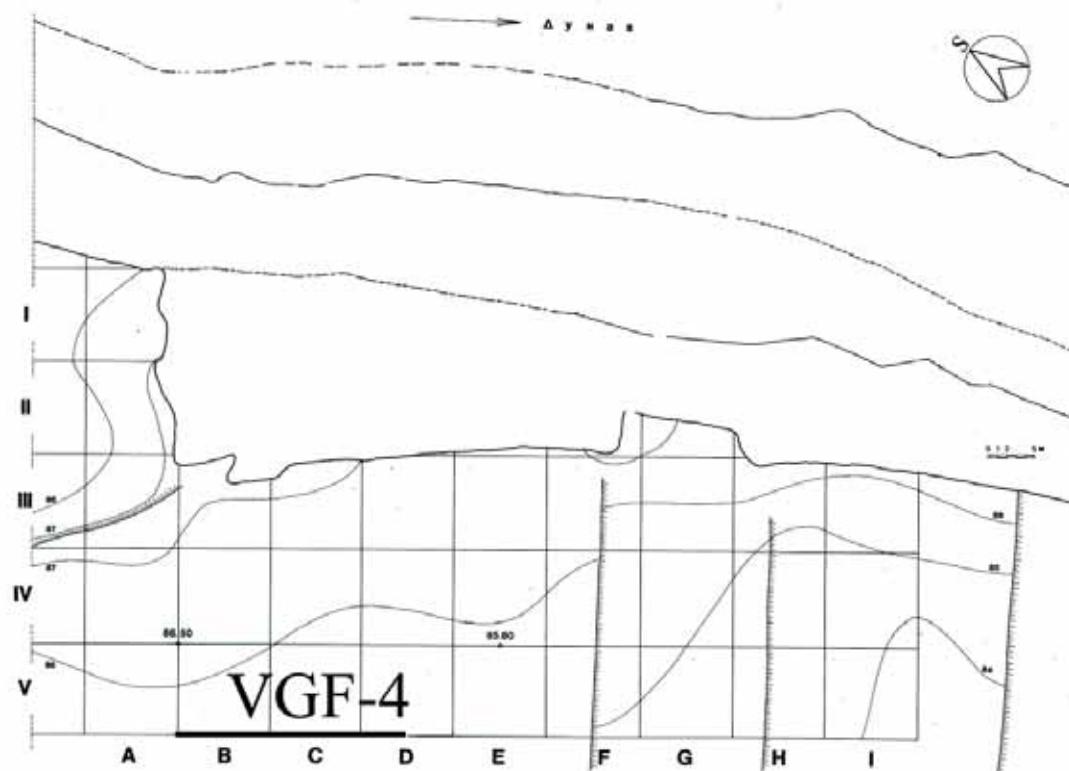
Slika 4. Izgled profila VGF – 1, 2, i 3

alno se poklapa sa geofizičkim snimkom. Istim snimkom nije ustanovljeno postojanje dva groba, što se može opravdati nedovoljnom rezolucijom, ali i činjenicom da je manji grob, verovatno deteta (otkrivene kosti pripadaju infantu), ukopan u raku starijeg groba odrasle osobe (Slika 8).

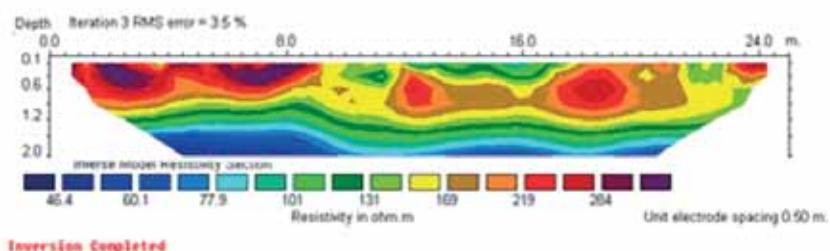
3. III sloj debljine 80 cm sastoji se od sve-

tlomrke zemlje u kojoj od pokretnih arheoloških nalaza dominira materijal iz srednjeg bronzanog doba odnosno vatinske kulture³ (Slika 9 tabla sa keramikom).

³ (Tasić 1977, T. IV Abb. 2; Tasić 1984, T. XIV 1–4); (Bogdanović 1986, 37, sl. 37, 38, 40)



Vinča - Belo Brdo
geoelektrični presek G4



Slika 5. Izgled profila VGF-4

4. IV sloj predstavlja svetlomrka ras-tresita zemlja sa pepelom i gareži. Od pokretnog materijala u ovom sloju pronađeni su fragmenti keramičkog posuđa iz bronzanog doba i eneolita⁴

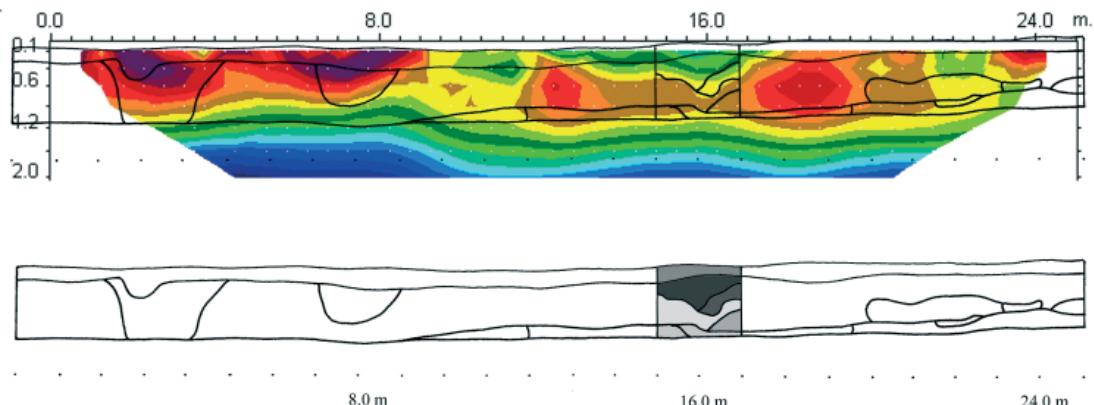
⁴ Tasić 1995, 165;

Položaj vatinskog i badenskog kulturnog horizonta je stratigrafski lako određljiv, ali se usred ukopavanja mlađeg u starije naselje ne može ustanoviti debljina svakog kulturnog sloja pojedinačno (Jevtić 1986, 135).

(Slika 9 tabla sa keramikom).

5. V i VI sloj predstavljaju ruševinski sloj zidova vinčanske kuće i kompaktne podnice, a keramički i koštani nalazi iz tog objekta hronološki pripadaju finalnoj fazi vinčanske kulture, Vinča-Pločnik IIa-IIb⁵ (Slika 9 tabla sa keramikom).

⁵ Garašanin 1979, 175-176, Sl. 13, 28-29.



Slika 6. Prekopljeni geoelektrični i arheološki profil

ZAKLJUČAK

Posle izvršene komparativne analize geoskeniranja i arheološkog snimanja profila, možemo zaključiti da se oba metoda u dobroj meri preklapaju.

Uporedni slojevi dobijeni merenjem električnog rezistiviteta i arheološkom metodologijom prikazani su u tabeli.

Ovo interdisciplinarno istraživanje je sigurno korak u pravom smeru koji će nam u doglednoj budućnosti omogućiti da metodom merenja specifičnog električnog otpora, ne samo pronalazimo objekte, već i da planiramo strategiju iskopavanja.

Površinski snimak sa elektrodama je pravolinijski, što vodi ka odstupanju u nižim slojevima. Ova greška se može prevazići korišćenjem dodatnog softvera koji je u planu.

Kao što je to u slojevima V i VI potvrđeno arheološkim sredstvima, metodologija geoskeniranja u primjenjenoj rezoluciji ne može da razlikuje kompaktni od rastresitog kućnog lepa, ali ga ipak jasno odvaja od okolne zemlje.

Uspeli smo da izdvojimo i atribuiramo određene strukture i vrste zemljišta, kao što su ukopi i, što je naročito važno u metodologiji praistorijskih istraživanja, strukture od pećene zemlje. Ova atribucija će nam omogućiti da prilikom sistematskog snimanja Belog Brda u Vinči, ili na bilo kom arheološkom nalazištu, bez iskopavanja dođemo do odgovora na pitanja o strukturi naselja, postojanju ili nepostojanju sistema odbrane u pojedinim fazama i sl.

S obzirom da je savremena arheološka metodologija veoma spora, s obzirom da se traga za

detaljima koji mogu da pomognu prilikom interpretacije, geoskeniranje i ostale metode detekcije, mogu da nam pruže nezamenjive podatke prilikom rekonstrukcije celine naselja ili nekropola.

BIBLIOGRAFIJA:

Богдановић 1986

Богдановић М., *Љуљаци насеље промотивинске и ватинске културе*, Крагујевац 1986.

Васић 1906

Васић М., Старосрпска налазишта у Србији, *Старинар I*, Београд 1906, 55–56.

Гараšанин 1979

Гараšанин М., Centralnobalkanska zona, Винчанска група, *Praistorija jugoslovenskih zemalja 2*, Сарајево 1979, 144–12.

Јевтић 1986

Јевтић М., Гробови бакарног доба из Винче, *Старинар 37*, Београд 1986, 135–144.

Јовановић 1984

Јовановић Б., Насеља винчанске културе, Стратиграфија, *Винча у праисторији и средњем веку*, каталог изложбе у галерији САНУ, Београд 1984, 23–34.

Marjanović-Vujović 1978

Marjanović-Vujović G., Vinča–Beli Breg, Brdo, srednjovekovna nekropola, *Arheološki pregled 20*, Beograd 129–130.

Marjanović-Vujović 1980

Marjanović-Vujović G., Beli Breg – Belo brdo, Vinča srednjovekovna nekropola, *Arheološki pregled* 21, Beograd 1980, 186–188.

Марјановић-Вујовић 1985

Марјановић-Вујовић Г., Прилог проучавању историјата истраживања средњовековних некропола у Србији, *Старинар* 36, Београд 1985, 105–114.

Tasić 1977

Tasić N., Neue funde der Vatiner kultur aus den Jugoslawischem Donauraum, *Archaeologia Iugoslavica* Vol. 18., Beograd 1977, 17–25.

Tasić 1984.

Tasić N., *Kulturen der Frühbronzezeit das Karpatenbeckens und Nordbalkans*. Beograd 1984.

Tasić 1995

Tasić N., *Eneolithic cultures of central and west Balkans*, Beograd 1995.

COMPARATIVE ARCHAEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCH ON SITE VINČA BELO – BRDO USING METHOD OF GEOELECTRIC SCANNING

In autumn 1998 archaeological research on the site Vinča-Belo Brdo was renewed, just at the 90th anniversary of the first excavations conducted by Miloje M. Vasić. One of the aims of the new research was introduction of multi-disciplinary work and adjustment of classical archaeological research to new accomplishments of other scientific fields. Our wish is to examine some of the objects as good as possible, by researching details which were impossible to examine in the time of Vasić's excavations and in the same time trying to secure the best context possible to small finds. During the new research, numerous methodologies were introduced. One of them was technique of measuring electric resistivity, to which this paper is dedicated.

Application of measuring electric resistivity by methods described below is new in our archaeology. This is why a need occurred to conduct parallel geo-physical and archaeological research,

in order to check the attribution of the measures gained by examining electric resistivity.

Quick technological development and introduction of computers in geo-physics and archaeology made it possible to represent measuring in two or three dimensions. This represents an excellent base for a serious research and efficient cooperation of geo-physicists with other scientists. Such interpretations are of the utmost importance to archaeologists, since they show contents of the sub-soil structures in a clear and easily understandable way.

The measured profiles were fit into the archaeological net and placed in such a way that it was possible to check the preciseness of the method and get the retroactive information in classical archaeological methods. In such a way, an "attribution" of certain kinds of soil in relationship to the values of electric resistivity gained by measuring was made.

From 1999 to 2001 pilot geo-physical research was undertaken by applying the method of vertical geo-electrical sounding. During 2000, four profiles were done with methods of geo-electric scanning or geo-electric tomography.

By now, the cross-section VGF-4 is the only one that was confirmed by archaeological excavation. This cross-section includes parts of the net within the blocks B, C and D in the 5th row, i.e. the line of the geo-physical profile was placed corresponding to the net-profile g1-g7 a, that spreads from g1 to g6. The profile was set at the upper terrain part, parallel with the profile set approximately at 1 meter distance, with the peak elevation 85,65 m. The lower terrain part, towards the Danube, is at the peak elevation 85,65 m. After the comparative analysis of geo-scanning and archaeological examination of the profile, we can conclude that the results of both methods mostly match. Just like it was confirmed with archaeological research in the layers V and VI, the method of geo-scanning does not tell the difference between compact and loose wattle wall, but it still differs it clearly from the surrounding soil.

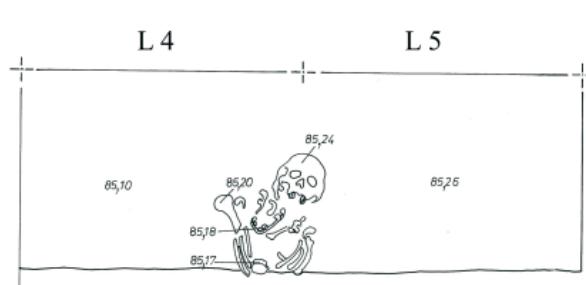
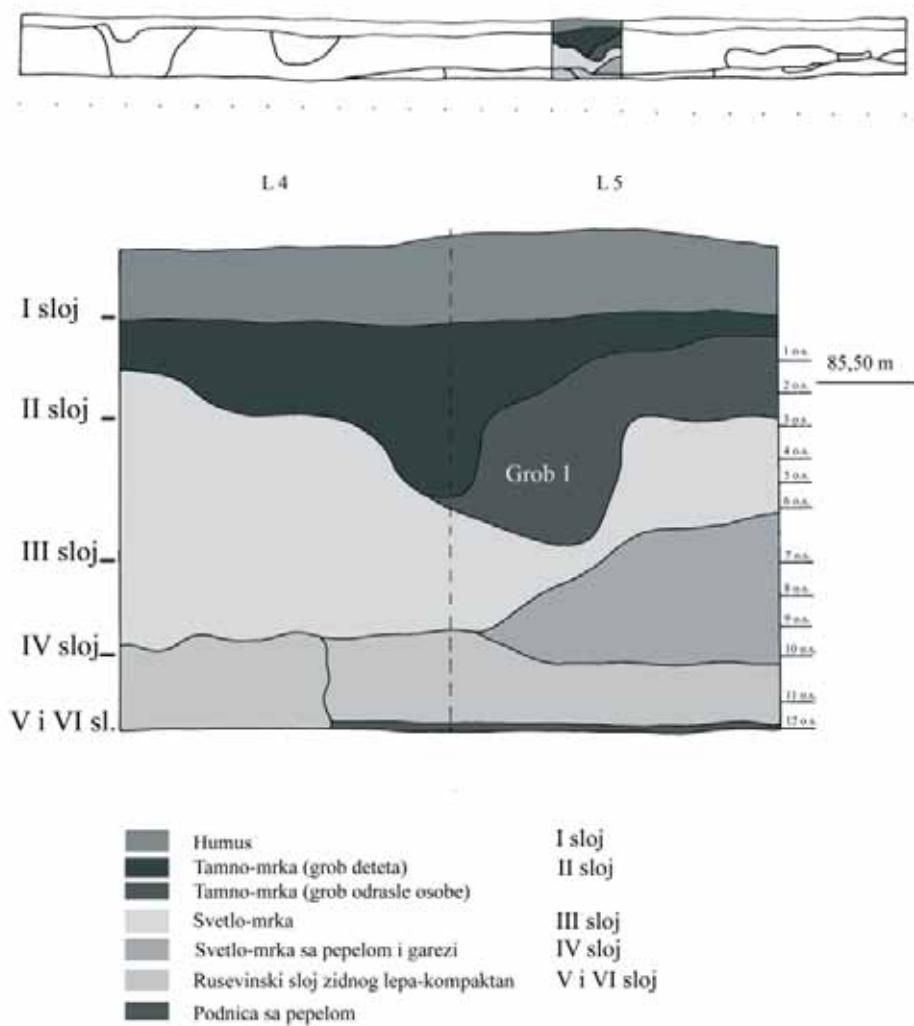
This is understandable, because by scanning, one can recognize and separates different materials according to their physical parameter of specific electric resistivity, and the wattle wall, compact or not, possesses similar electric resistivity.

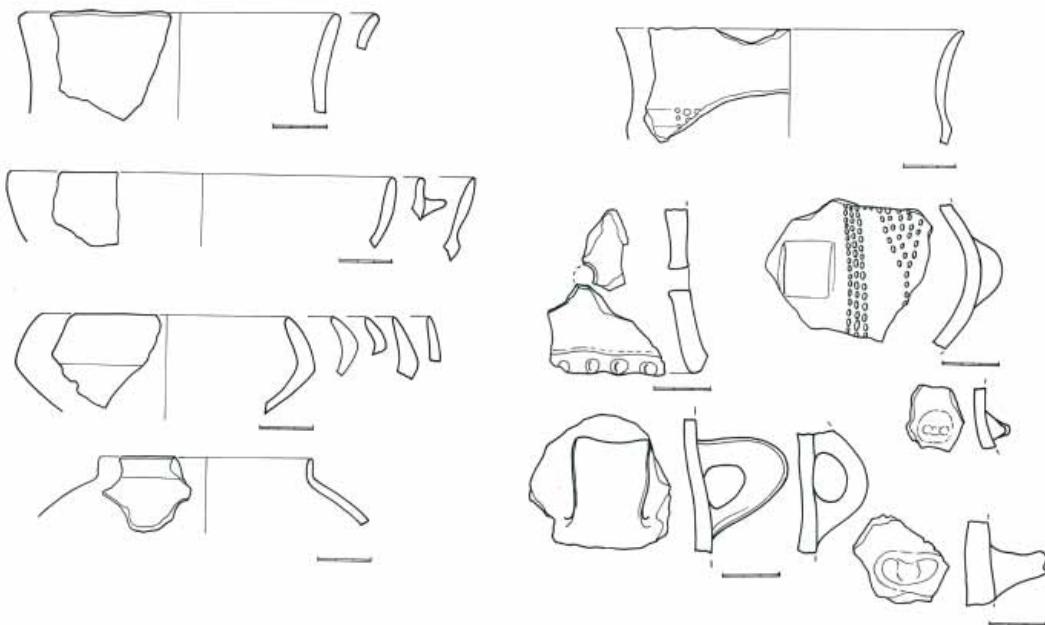
Geo-physic measuring, undertaken in sec-

tor II of the archaeological site Belo Brdo in Vinča showed that the method of geo-sounding is very suitable for application within archaeology. In such way, it is possible to determine the spreading of layers on a site and the existence of sub-soil structures. By applying such methods, creating of

the excavation strategy is made easier for archaeologists, which brings us closer to the idea of a "non-invading" archaeological research. In such a way, parts of the site get examined but still remain preserved for future generations of archaeologists.

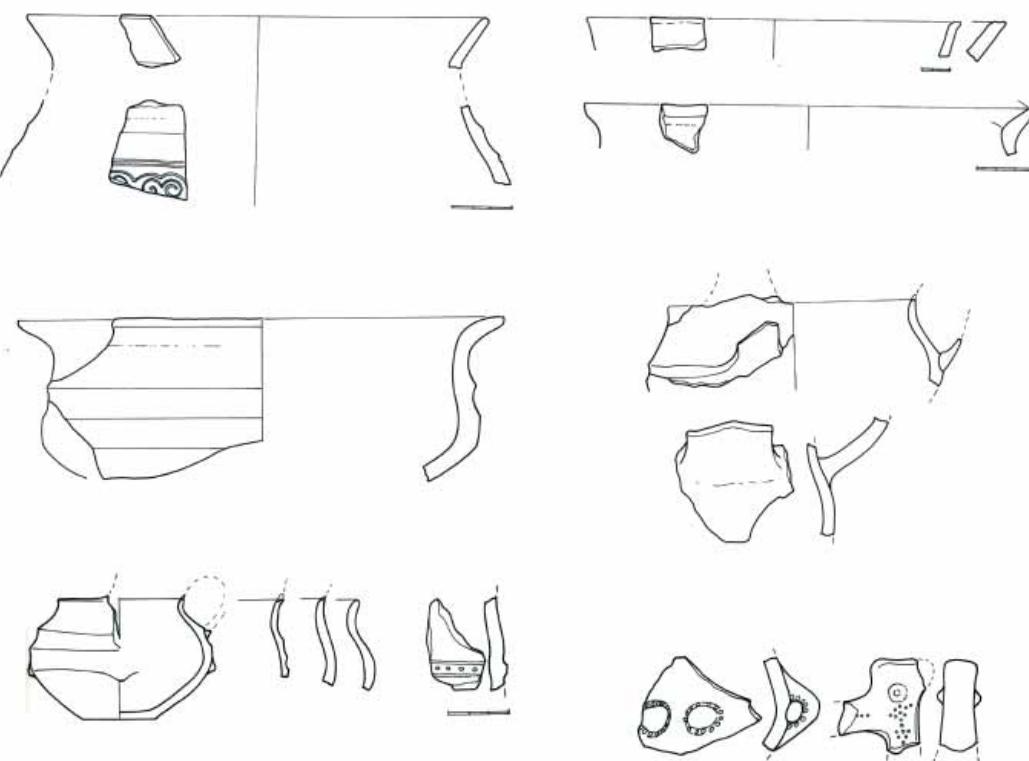
Translated by M. Tapavički-Ilić





Ruševinski sloj iznad podnice
V i VI sloj

Svetlo - mrka sa pepelom i gareži
IV sloj



Svetlo -mrka kompaktna III sloj

Slika 9. Keramički materijal

UDK 904:725.73(497.11)"02/03"

Izvorni naučni članak



Singidunum, Beograd, Srbija
LAT 44° 48' 58" / LONG 20° 27' 56"

PRILOG OPREDELJIVANJU RIMSKIH GRAĐEVINSKIH OSTATAKA SA LOKALITETA KOSANČIĆEV VENAC 12–16 U BEOGRADU

APSTRAKT

Током ископавања локалитета у улици Косанчићев венац 12–16 у Београду откријени су остаци грађевине из римског периода. С обзиром да је истраживањима био обухваћен само централни део ове грађевине, било је тешко одредити њену намену. Ипак, у близини овог локалитета, у дворишту данашње Патријаршије, откријен је натпис, на којем се спомиње римско купатило, терме. Њих је за своје саборије из легије IV Флавије подигао известан Елије Терције. Опис купатила које је овај ветеран изградио, а који се налази на споменутом натпису, у великој мери се подудара са резултатима добијеним током ископавања (базен, мозаици). Због тога се може претпоставити да се на поменутој локацији заиста налазило римско купатило коришћено у 3. и 4. веку.

KLJUČNE REČI: KOSANČIĆEV VENAC, RIMSKE GRAĐEVINE, BEOGRAD

У периоду од 1989. до 1997. године на локалитету Косанчићев венац 12–16 у Београду вршена су ископавања усмерена на истраживања римских архитектонских остатаха. С обзиром да се отварањем откопне површине најшло на средиште римског објекта и да nije констатован ни један од његових спољних зидова, остalo је отворено пitanje да ли се ради о луксузној грађевини тј. вили или купатилу.¹

Godine 1952. Miroslav Marković objavio je prevod i tumačenje natpisa nađenog u blizini зgrade Patrijaršije, стотинак метара удаљене од

локалитета на Косанчићевом венцу.² Prevod ће овде бити наведен у целини:³

Ja, bistra voda, hraniteljka kupatila, padam sa [obližnje]
stene, па је [тако] од камена начинjen је-
дан диван [базен или ку-
патило] и на живописном месту никло је jed-
но [вештачко] језеро.

Međutim, [све је то] један suprug, пово-
дом svog spasenja,

1 Osnova otkrivenog dela ovog објекта objavljena је у чланку Tapavički 1998, 121, pl. 2.

2 Marković 1952, 234–240.

3 Marković 1952, 234.

namenio na upotrebu upravo negdašnjim isluženim vojnicima

(veteranima) [legije (ili kohorte)], dostojne [da nosi] Aleksandrovo ime.

Sa stenovitog vrela pada bistra voda, potmulo žuboreći.

Vlasnik i tvorac ove, hvale toliko dostoje konstrukcije,

[jedan veteran?], zaželeo je da je posveti uspomeni na svoju

suprugu. Ipak, da bi i ti, čitaoče, mogao da doznaš (njegovo)

ime, kazuje [ti ga] svako pojedinačno početno slovo [stih].

[Elije Tercije] sa Elijom Tercijom, čerkom [ove] časne supruge.

Marković ovaj natpis datuje u vreme vladavine Aleksandra Severa, dok graditelja tj. donatora smatra veteranom legije IV Flavije.⁴ Ovo datovanje se poklapa sa datovanjem većine numizmatičkih i drugih sitnih nalaza sa lokaliteta, koji se opredeljuju u period 3. i 4. veka.⁵

Među numizmatičkim materijalom nađenim od 1995. do 1997. preovlađuju bronzani novčići, a samo dva su izrađena od srebra.⁶ Većina pripada periodu vladavine vojničkih careva, od 235. do 284. godine. U ranijim kampanjama je među rimskim numizmatičkim materijalom preovlađivao novac iz 4. veka (Valentinjan, Valens, Konstancije II),⁷ što je logično, jer su tada istraživani mlađi slojevi nalazišta.

Sitni nalazi iz kampanja od 1995. do 1997. obuhvataju dve aplikacije od bronzanog lima, T-fibulu, bronzanu narukvicu i prsten, kao i balsamarijum i žižak. Među nalazima iz ranijih kampanja takođe se nalazi jedna T-fibula, fragmenti tera-sigilate iz 2. i 3. veka, metalni delovi pojasa itd.

Posebnu pažnju privlače opeke sa žigom legije IV Flavije. One su nalažene tokom svih kampanja i rečito govore o tome da je vojska uzeila učešće u izgradnji objekta o kojem je ovde reč.

4 Marković 1952, 238.

5 Тапавички 1998, 123.

6 Tapavički 1998-a, 54–62. Podaci se odnose na numizmatičke nalaze otkrivene tokom kampanja 1995, 1996 i 1997.

7 Цветковић-Томашевић 1981, 185, 189, 191, 195.

Dobar primer predstavljaju stubovi hipokausta, koji se sastoje od po osam opeka – sedam manjih i jedne veće, koja je služila kao baza stuba. Svaka od tih većih opeka na sebi ima žig LEG IIII FF (*Legio IIII Flavia Felix*).⁸ Ovakva formula imena legije navedena na pečatu spada među najstarije, tj. one korišćene krajem 1. i početkom 2. veka. U tom periodu je ova legija stacionirana na Dunavu, najpre u Viminacijumu, a zatim u Singidunumu. Dolazak IV Flavije u Singidunum se vezuje za završetak ratnih operacija protiv Dačana, tj. za period Trajanove vladavine.

Na osnovu formule pečata su opeke, a samim tim i građevina, datovani u kraj 1. i početak 2. veka.⁹ Ako bi se pošlo od pretpostavke da se ovde ipak radi o kupatilu, moguće je da je donator iskoristio već postojeću građevinu, kojoj je dodao bazen pravougaonog oblika, dimenzija 8,60 X 3,10 m, koji se na severnoj strani završavao polukružnom apsidom i do kojeg su sa istočne strane vodili kanali popločani kamenom.¹⁰ Položaj i pravac ovih kanala odgovarao bi opisu u redovima 1-2 i 8 Markovićevog prevoda. Po dimenzijama, bazen bi mogao odgovarati opisu iz trećeg reda istog. Zapadno od bazena nalazi se pravougaono dvorište, oko kojeg su sa južne i zapadne strane raspoređene prostorije zagrevane sistemom hipokausta. Površina severno od dvorišta nije u potpunosti istražena, ali su se i ovde, u istraženom delu, pojavili stubiči hipokausta. Ova činjenica bi mogla da ukazuje na to da je dvorište sa tri strane bilo okruženo zatvorenim prostorijama koje su posedovale sistem zagrevanja, dok je sa četvrte, istočne strane, imalo izlaz ka bazenu. Pretpostavci da je donator, Elije Tercije, već postojećoj građevini dodao bazen i pretvorio je u kupatilo, ide u prilog činjenica da se u natpisu nigde ne spominju propratne prostorije, sastavni delovi svakog kupatila, već samo bazen.

Imajući u vidu carske terme, kao što su Trajanove ili Dioklecijanove u Rimu, ili pak čuvene terme u Triru, jasno je da bi se ovde radio o jednoj vrlo pojednostavljenoj šemi kupatila tipičnih za period 2. i 3. veka.¹¹ Ona su po strukturi prilagođena terenu i klimi u kojoj su nastajala, a

8 Цветковић-Томашевић 1981, 183;

Тапавички 1998, 122.

9 Тапавички 1998, 122, nap. 5.

10 Тапавички 1998, 121, pl. 2.

11 Picard 1988, 146.

po veličini potrebama stanovništva. U ostalom, na natpisu koji je donator postavio, najverovatnije na ulaz ovog kompleksa, стоји да је он купатило на меню на употребу negdašnjim isluženim војницима тј. veteranim legije у којој је сигурно некада и сам služio (упореди redove 5-7 Markovićevog prevoda). Могуће је да је приступ купатилу био омогућен само relativno ograničenom broju корисника, што и Marković потврђује у свом чланку. Он пиše: „...природа је живописна и базен (или купатило) је sjajно саграђен, али ipak, то nije svima наменjeno, već upravo (главом), tim i tim veteranim...“.¹²

Kao декоративни елемент великог броја термиjavља се мозаик.¹³ Ни купатило са локалитета на Косанчићевом венцу у том смислу не би представљало изузетак. Оtkriven је велики број остатаца подних мозаика, njih preko 120, рађених од уломака црне, беле и црвене боје.¹⁴ Analizom нађених фрагмената мозаика могло се утврдити да су применjivane две технике изrade: „terrazzo“ i „opus tessellatum“. Прва техника подразумева уметање неправилних комада мермера и камена у малтер, dok друга подразумева улагanje кockica od мермера и камена у малтер по одређеном redosledu. Уstanovljeno је да се на 12 фрагмената ове техникеjavljaju u kombinaciji jedna sa drugom.¹⁵

Od фрагмената на којима је било могуће утврдiti украс, petnaest има геометријске motive, tri biljne, a dva figuralne. Међу геометријским motivima se izdvajaju sрcoliki motivi sa volutama, izvedeni crnim kockicama na beloj osnovи.¹⁶ Floralni motivi приказују stilizovane lotosove cvetove i pupoljke, takođe izvedene crnim kockicama na beloj osnovи.¹⁷ Najteže је било реконструisati фрагменте sa figuralном представом, за које се pretpostavlja da представљају задње noge neke животинje, zeca ili psa.¹⁸

Kombinacija dveju mozaičkih техника, од којих је техника „terrazzo“ старија, као и čинjenica да је читав мозаик изведен у само три боје, govore u prilog ranom datovanju мозаика, a samim tim i cele građevine. Paralele za ovakve mozaike pos-

toje u Галији, npr. u Remsu.¹⁹ To bi možda moglo i да ukazuje на сastav legije IV Flavije, u којој је сигурно било dosta војника regrutovanih upravo из ове provincije.

Među ѕутом нађено је i dosta фрагмената zidnih fresaka. Većina je oslikана crvenom bojom, dok su ostali oslikани зelenom, oker i mrkom bojom. Na jednom фragmentu su crvenom, зеленом i crnom bojom oslikani koncentrični krugovi na beloj osnovи.²⁰ Jedan фragment freske bio je pozlaćen.

Još jednu zanimljivost међу pokretnim nalazima predstavlja osmougaona podna opeka.²¹ Ona je нађена u sondi br. VIII, u severozападном делу локалитета, dakle u onom u којем је нађен највећи број stubova hipokausta i нај bolje очувани delovi подница. Ovakve opeke su u velikom броју налажене на Viminacijumu, i то утврдо у termama.

* * *

Iako bi napred наведени аргументи могли да поткрепе mišljenje да се код римских грађевинских остатаца са Косанчићевог венца ради о купатилу, ipak treba задржати извесну rezervu по том пitanju. Udaljenost od oko sto metara između остатаца ове грађевине i zgrade Patrijarшије, pored које је natpis нађен, може се smatrati kako prevelikom, tako i adekvatnom, ако би се узело у обзир да је natpis стајао на ulazu u park koji je okruživao купатило. Sa друге стране, već је ranije наведено да је овај терен više puta nestručno prekopavan²², па је sasvim могуће да су детаљи, који би могли да буду од presudne važnosti за определјивање грађевине, izostали. Tumačenje ovog natpisa i njegovo dovođenje u vezu са obližnjim римским arhitektonskim остацима треба shvatiti само kao pokušaj, a nikako као definitivno определjenje.

12 Марковић 1952, 237.

13 Picard 1988, 146.

14 Цветковић-Томашевић 1981, 180.

15 Цветковић-Томашевић 1981, 180.

16 Цветковић-Томашевић 1981, 181, sl. 8.

17 Цветковић-Томашевић 1981, 181, sl. 9.

18 Цветковић-Томашевић 1981, 181, sl. 10.

19 Stern 1975, 25, br. 8, 16, 23 i 69.

20 Цветковић-Томашевић 1981, 183.

21 Цветковић-Томашевић 1981, 185.

22 Тапавички 1998, 124.

LITERATURA

Марковић 1952

Марковић М., Ad CIL III 8153 (Singidunum), *Жива антика 2*, Скопље 1952, 234–240.

Picard, Stierlin 1988

Picard G., Stierlin H. (izdavač), *Architektur der Welt – Imperium Romanum*, Berlin 1988.

Stern 1975

Stern H., *Recueil général des mosaïques de la Gaule I - Gaule Belgique – I. Partie Ouest*, Paris 1975.

Тапавички 1998

Тапавички М., Неки од резултата нај-новијих ископавања у Београду, улица Косанчићев венац 12–16, *Гласник САД* 14, Београд 1998, 119–126.

Тапавички 1998a

Тапавички М., Нови налази римског новца са ископавања на локалитету Косанчићев венац 12–16 у Београду, *Нумизматичар* 21, Београд 1998, 54–62.

Цветковић-Томашевић 1981

Цветковић-Томашевић Г., Археолошки локалитет на Косанчићевом венцу бр. 12–16 у Београду, *Саопштења XIII*, Београд 1981, 177–197.

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF ROMAN ARCHITECTURAL REMAINS ON THE SITE 12–16 KOSANČIĆEV VENAC STREET IN BELGRADE

During the excavation in 12–16 Kosančićev venac Street in Belgrade, remains of a building from Roman times were discovered. Considering the fact that only the central part of the building was excavated, it was difficult to determine its purpose. Nevertheless, in the vicinity of this site, within the yard of the Patriarchate, an inscription was found, on which a Roman public bath, the *thermae*, is mentioned. They were erected by Elius Tercius, who built them for his fellow-soldiers from the legion 4th Flavia. The description of the bath built by this veteran is given on the inscription. In many details, it corresponds to the results gained during the excavation (pool, mosaics etc.). Therefore, one can presume that on the mentioned site, there actually was a Roman bath, used during 3rd and 4th century A.D.



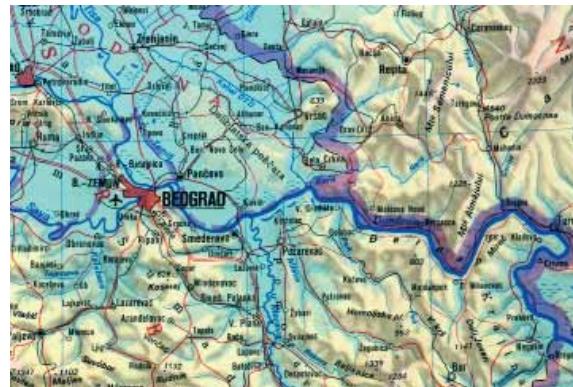
Položaj rimskih građevinskih ostataka na lokalitetu Kosančićev venac 12–16 u Beogradu u odnosu na mesto nalaza natpisa u dvorištu zgrade Patrijaršije.

Bebina Milovanović
Arheološki institut, Beograd
bebina27@yahoo.com

Angelina Raičković
Arheološki institut, Beograd

UDK 904:621.643-034.4"652"(497.11)

Izvorni naučni članak



Viminacium, Stari Kostolac, Srbija
LAT 44° 44' 09" / LONG 21° 12' 42"

DELOVI OLOVNIH VODOVODNIH CEVI SA VIMINACIJUMA

APSTRAKT

Razvijena vodovodna mreža je bila osnova svakog rimskog urbanog centra. Na prostoru Viminacijuma ona se može pratiti pojedinačnim nalazima olovnih cevi koje svedoče o raširenoj vodovodnoj mreži koju potvrđuje i otkriće akvedukta. Potpunije podatke o olovnim vodovodnim cevima pružaju nam istorijski izvori, pre svega, Vitruvijevi zapisi kojim dopunjujemo naša saznanja iz ove oblasti. Proizvodnja olovnih cevi različitog prečnika, sa pečatima i bez njih bila je sastavni deo zanatske proizvodnje i nezaobilazna stavka u planiranju gradske arhitekture.

KLJUČNE REČI: CEVI, OLOVO, VODOVOD, VIMINACIJUM, VITRUVIJE

Kad je reč od snabdevanju gradova vodom, Rimljani su imali razvijenu vodovodnu mrežu neophodnu za funkcionisanje grada. Pored akvedukata koji su predstavljali glavne dovode vode od izvorišta do urbanih centara, bile su neophodne mreže vodovodnih kanala sa keramičkim i olovnim cevima koje su se širile ispod grada dovodeći vodu do termi, fontana, vila, palata, logora i drugih objekata. Ispod Rima pronađeno je hiljade olovnih cevi. Neke nose pečate sa imenima imperatora, prokuratora, vlasnika, te oblasti ili municipiјa ili samog proizvođača.¹ Uglavnom se radi o slučajnim nalazima fragmentarno sačuvanih olovnih cevi različitog prečnika. Vitruvije pruža najpouzdanije podatke o rimskom vodovodu i olovnim cevima. Navodi da ako se voda dovodi olovnim cevima, treba napraviti bazen kod izvora,

a na osnovu količine vode, odrediti prečnik cevi, pa tek onda postaviti cevi od bazena do rezervoara koji je u samom gradu. Iz istih zapisa saznajemo dimenzije i težine olovnih cevi.² Cevi prave *plumbarii* ili *fistulatores*, na sledeći način: izlivena ploča olova savija se uz pomoć drvenog debla, dok se unutrašnjost cevi ispunjavana peskom. Varenjem se spajaju ivice cevi. Prilikom zavarivanja, sa strane se postavljaju drvene letvice kako bi sprečile curenje otopljenog olova (slika 1a). Var ostavlja grubi trag duž sastava cevi koji je deblji u odnosu na zidove cevi. To se dešava jer se novi liv nije mogao potpuno stopiti sa već ohlađenim

² Vitruvius, *De architect.* VIII, VI, 183. Cev dužine od sto palaca težine je 1200 funti; od osamdeset palaca, 960 funti; od pedeset palaca 600 funti; od četrdeset palaca 480 funti; od trideset palaca 360 funti; od dvadeset palaca 260 funti; od petnaest palaca 180 funti; od deset palaca 120; od osam palaca 100 i od pet palaca 60 funti.

¹ DAGR, IV, 1, 515; Boulakia 1972, 144.

zidovima cevi (slika 1b). Kovanjem vara ublažava se sastav i time dobija konačan izgled cevi sa „V“ presekom (slika 1c).³ Svaka je cev imala poseban naziv u zavisnosti od širine olovne ploče od koje je oblikovana. Širina se merila u palcima. Recimo, cev napravljena od olovne ploče širine pedeset palaca naziva se *quinquagenaria*.⁴ Cevi su međusobno spajane tako što su najpre na jednom kraju dijagonalno sečene, a zatim su uklapane jedna u drugu. Šupljina koja je ostajala uvlačenjem cevi u cev prekrivana je varenjem olovnog lima (slika 2a).⁵ Varenje je izvođeno postavljanjem glinenog kalupa iz tri dela (jedan deo ispod cevi i po jedan sa obe strane) tako da su kalupi prave ili šupljinu veličine 1,25 cm svuda oko cevi koja je ispunjavana otopljenim olovom u gornjem delu preko prethodno postavljenog lima (slika 2b), čime se završavao proces varenja dve cevi.

Vitruvije navodi par korisnih saveta važnih za postavljanje vodovodne mreže. Ukoliko cevi prolaze kroz podnožje neke doline, onda je neophodno napraviti „trbuh“ (grč. κοιλιανός) odnosno, treba podzidati taj deo, ali ne previsoko, da bi se održao isti nivo. Ako se ne primeni navedeni princip, usled velikog pritiska vode, može doći do raskidanja cevi na sastavima. U tzv. trbusima, treba praviti ventilaciju kako bi se oslabio pritisak vazduha.⁶

Vitruvije upozorava i na otrovno dejstvo vode iz olovnih cevi, čiji je razlog oksidacija olova štetna po ljudsko zdravlje. Iz tog razloga,

3 Tylecote 1962, 95, 98.

4 Vitruvius, *De architectura...*, knj. VIII, VI, 183.

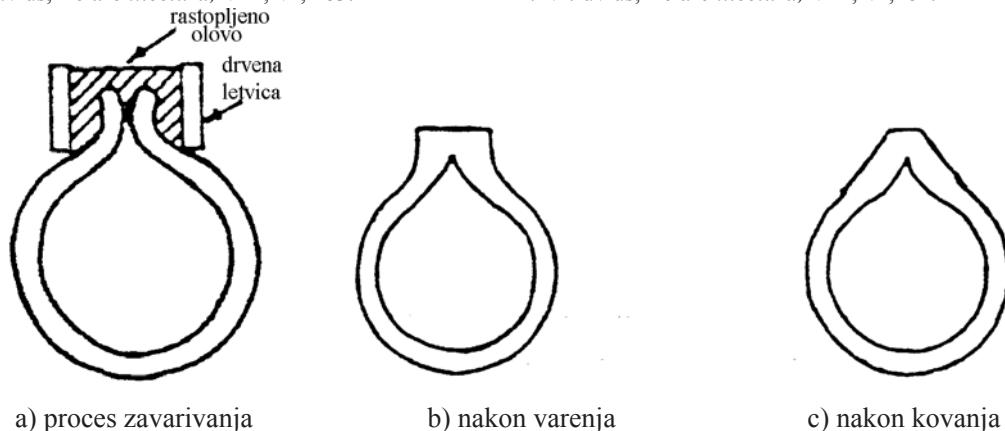
5 Obično je bila oko 7,5 cm duga. Stoga je bilo neophodno da lim koji prekriva taj razmak bude bar 10,5 cm.

6 Vitruvius, *De architectura*, VIII, VI, 183.

on navodi dobra svojstva glinenih cevi: lako se mogu popraviti ukoliko dođe do kvara, a i voda je zdravija. Kao primer za štetno dejstvo olova na zdravlje, Vitruvije navodi radnike u livnicama olova koji su u licu bledi usled topljenja olova čije pare „oduzimaju snagu krvi u njihovim udovima“.⁷ Danas je dokazano da prilikom topljenja, oovo ključa na 1750°C, a i ispod te tačke ispušta znatne količine otrovnih olovnih fosfata. Velika akumulacija olova u telu izaziva trovanje. Obično su to gastroenteritis kod odraslih, dok kod dece može doći i do moždanih poremećaja. Anemija, zatvor i stomačni grčevi, zbumjenost, progresivna paraliza, ponekad i rak mozga, nastaju od hronične izloženosti olovnim fosfatima.

Delovi olovnih cevi sa Viminacijuma nađeni su na širem području grada (lokalitet Gakovac). Meštani su na ovom mestu prilikom obrade zemljišta nailazili na fragmente keramike, kamena, maltera i olovnih cevi. Lokalitet se nalazi u neposrednoj blizini otkrivenog akvedukta pa se može pretpostaviti da na pomenutoj lokaciji možemo očekivati objekat do koga je sprovođena voda od obližnjeg akvedukta. Na jednoj od cevi sačuvan je spoj o kome je već bilo reči tekstu (T. I, slika 1, uporediti sa slika 2a, b). Posebno su zanimljiva oštećenja na cevima koja su naknadno zalivana otopljenim olovom što se jasno vidi na primercima sa Viminacijuma (T. I, slika 3a, b). Sa istog lokaliteta potiču fragmenti cevi manjeg prečnika savijeni pod pravim uglom (T. II, slika 4). Cevi malog prečnika možda su imale funkciju oluka za slivanje vode sa krovnih konstrukcija ili su se nalazile uz ivice podova objekata i spajale sa cevima većeg prečnika koje su kanalima odvo-

7 Vitruvius, *De architectura*, VIII, VI, 184.



Slika 1.

dile ili dovodile vodu. Opisujući dvorišta Vitruvije spominje oluke, tj. cevi koje sprovode kišnicu oko zidova.⁸

Obično su olovne cevi prolazile ispod zemlje kroz posebne kanale i sprovidile vodu od akvedukta ili cisterni do vodovodne mreže sa keramičkim cevima. Takva funkcija se pripisuje olovnoj cevi nađenoj na termama u Caričinom Gradu.⁹ Deo presavijene olovne cevi na pola poznat je sa lokaliteta Mihajlovac-Blato, a nađen je u kv. F III, u otkopnom sloju II.¹⁰ Dva fragmenta deformisanih olovnih cevi poznata su nam iz Sirmijuma. Jedna od njih je puno livena. Verovatno je došlo do topljenja olova i deformacije cevi usled visoke temperature. Može se prepostaviti da potiče iz objekta stradalog u požaru.

Od vodovodne mreže ispod zapadne polovine foruma Municipijuma DD kod Sočanice sačuvana je 26,75 m duga olovna cev, ovalnog preseka, prečnika oko 22 cm. Varena je na gornjoj strani, a na svaka 2 m dužine je pločasto zadebljanje, odnosno mesta međusobnog spoja cevi. Cevi su bile postavljene u kanalu nasutom sitnim peskom koji je zatim zatrpan i preko koga je išlo popločanje. Vodovodna mreža pripada periodu aktivnog života Municipijuma DD, tj. periodu od

početka II do poslednje četvrtine III veka.¹¹

Zakoni rimske hidrodinamike su nam postali poznati zahvaljujući lokalitetu *Castellum aquae* na antičkoj Medijani. Objekat od posebne važnosti za upoznavanje vodo-snabdevanja antičkih naselja istražen je osamdesetih godina. Olovna cev prečnika 15,5 cm pružala se celom dužinom ispod poda bazena B, a na severnom kraju bazena ulivala se u ozidani odvodni kanal G i služila je za drenažu bazena A. Cev je sa obe strane bila isturena za oko 10 cm u odnosu na ravan zid. Druga olovna drenažna cev ulivala se u ozidani drenažni kanal F, prolazeći kroz severni zid po samoj osovini bazena B. Datovanje objekta potkrepljuju nalazi novca Konstancija i Aurelijana.¹²

Posebno treba spomenuti da su delovi olovnih cevi na viminacijumskim nekropolama korišćeni i u sekundarne svrhe, npr. za libaciju. Ljubacione cevi su obično sastavljane od keramičkih, vertikalno postavljenih tubula (visine do 1,5 m). Međutim, u specijalnim okolnostima, u te svrhe su korišćeni keramički imbreksi okrenuti jedan prema drugom, formirajući cevastu formu ili olovne, vodovodne cevi.¹³

8 Vitruvius, *De architectura* VI, III, 130.

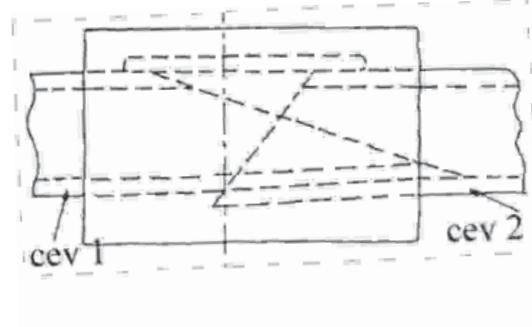
9 Petrović 1961, 17–18, sl. 9, 10.

10 Špehar 2004, 220, kat. br. 743.

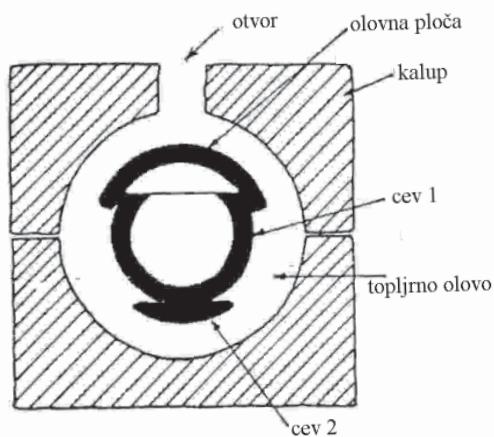
11 Čerškov 1970, 25.

12 Jeremić 1988, 67–70, sl. 6, 8, 9, 10, 14.

13 Jovanović 1984, 105, sa napomenom br. 389.



a) spajanje dve cevi



b) proces zavarivanja dve cevi

Slika 2.

LITERATURA

Boulakia 1972

J. David C. Boulakia, Lead in the Roman World, *American Journal of Archaeology*, Vol. 76, No. 2, 1972, 139–145.

DAGR 1918

A Daremberg, M. E. Saglio, *Dictionnaire des Antiquités Grecques et Romaines*, Tome IV, 1, Paris, 1918.

Jeremić 1988

M. Jeremić, *Castellum aquae antičke Medijane*, *Starinar XXXIX*, Beograd, 1988, 61–81.

Jovanović 1984

Jovanović, A. *Rimske nekropole na teritoriji Jugoslavije*, Beograd, 1984.

Petrović 1961

N. Petrović, Terme u Caričinom gradu, *Starinar*, n. s. XII, Beograd, 1961, 11–20.

Tylecote 1962

R. F. Tylecote, *Metallurgy in Archaeology*, London 1962.

Čerškov 1970

E. Čerškov, *Municipium DD kod Sočanice*, Priština-Beograd, 1970.

Vitruvius *De architectura*

Vitruvijevih deset knjiga o arhitekturi (preveo M. Lopac), Sarajevo, 1951.

Špehar 2004

P. Špehar, *Materijalna kultura ranovizantijskih utvrđenja na prostoru Đerdapa (od ušća Porečke reke do ušća Timoka)*, Beograd, 2004 (magistarska teza, nepublikovano).

PARTS OF LEAD WATER PIPES FROM VIMINACIUM

A developed water supplying net was basis of every Roman urban centre. On Viminacium, such a net can be followed through isolated finds of lead pipes, which give testimony to the existence of a developed water supplying net, including the discovery of an aqueduct. More data about lead water supplying pipes are offered in written sources, most of all in Vitruvius' writings, supporting our knowledge in this area. Production of lead pipes of different diameters, with or without stamps, was a part of handcraft production and an inevitable part of every urban architecture planning.

KEY WORDS: PIPES, LED, VIMINACIUM, VITRUVIUS



1

R 1:10



R 1:10

2



3a



3b

TABLA I / 1-3b

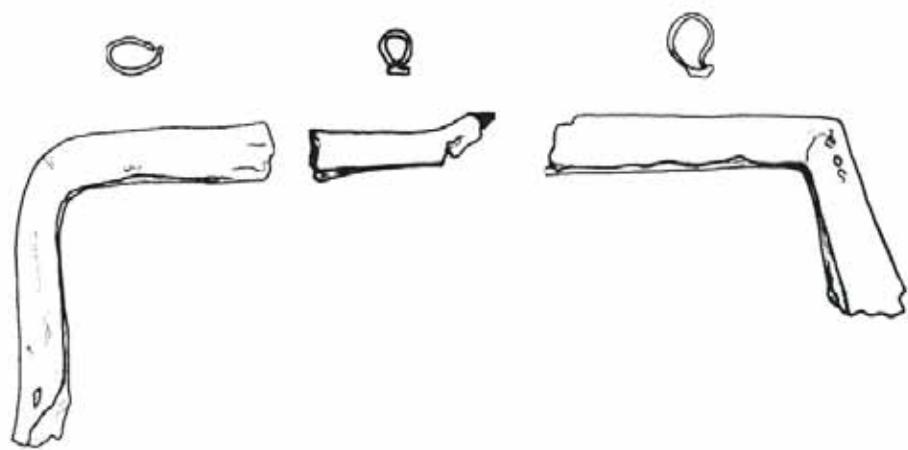
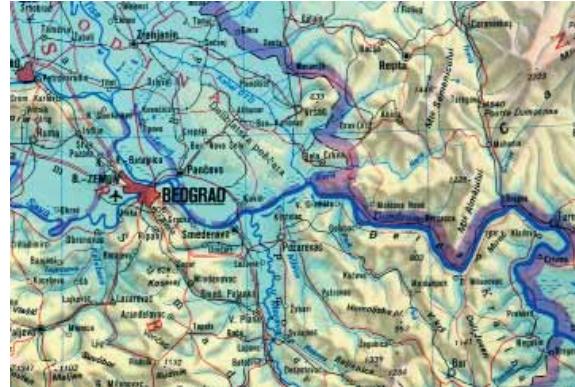


TABLA II / 4

Scott C. Speal
Pennsylvania State University, USA
sspeal@yahoo.com

UDK 902.01:572.781(497.11)"2001/2005"
Izvorni naučni članak



Viminacium, Stari Kostolac, Srbija
LAT 44° 44' 09" / LONG 21° 12' 42"

EVALUATING INTERCOSTAL VARIABILITY IN STERNAL RIB ENDS FOR PURPOSES OF SKELETAL AGING

ABSTRACT

Chronological changes in sternal rib morphology have long been known to have applications for determination of skeletal age. Unfortunately, this technique has seen limited application in some circles due to a perception that it is only applicable to the fourth rib. This study demonstrates a reasonable consistency in sternal rib morphology within individuals from an archaeological collection recently excavated from the site of Pirivoj at Viminacium, Serbia. It thereby reveals that identification of the fourth rib is not necessary and, in fact, development of a method that considers multiple rib scores from the same individual is likely to improve the accuracy of the technique.

KEY WORDS: SKELETAL AGING TECHNIQUES, STERNAL RIBS

Chronological changes in the morphology of the sternal end of the fourth rib have been known to have applications for the determination of skeletal age since at least the mid-1980's¹. Subsequent tests of this method have demonstrated the viability of the approach across sex and race². It has even been shown that this technique performs better than pelvic methods for some age groups³. Unfortunately, the technique has seen fairly limited application in some circles due to a perception that it is only applicable to the fourth rib, which can be difficult to identify in archaeological or incomplete assemblages. The develop-

ers of the method, however, provide no explicit reason for their selection of the fourth rib as an age indicator. The choice appears to have been an arbitrary one designed to minimize the effects of variability between ribs in morphological change.

This study therefore attempts to demonstrate consistency in age-related morphological changes of the sternal end across the ribs within individuals from an archaeological collection. The assemblage employed was recovered from the necropolis of Pirivoj at Viminacium – a provincial Roman urban center located in Eastern Serbia along the Danube River – between 2001 and 2005. The present test was conducted on an archaeological assemblage in order to examine its performance under taphonomic conditions in

¹ Iscan et al. 1984, 1985; Iscan and Loth 1986.

² Duder et al. 1993.

³ Russell et al. 1993.

which there has been considerable post-depositional breakage. A clinical collection is not necessary for purposes of studying morphological variability within individuals, as true chronological age is not at issue. The Viminacium assemblage was a good candidate for the study because bone preservation at the site is good, and most of the skeletons recovered had been placed in individual graves, which eliminated the problem of commingled ribs from multiple persons. Any ribs that could not be confidently be attributed to a particular individual were not included in the study. The results demonstrate that identification of the fourth rib is not necessary and, in fact, development of an approach that makes use of multiple rib scores from the same individual is likely to improve the accuracy of the technique.

METHOD

In the Iscan Method, specimens are scored into 9 distinct phases (0-8) based on changes noted in the form, shape, texture, and overall quality of the sternal facet⁴. Metamorphosis begins with the formation of an indentation (pit) in the medial articular surface of the rib. This is initially a small amorphous depression in the previously flat, bilowy endplate. As the pit deepens, the indentation

between the anterior and posterior walls takes on a V-shaped appearance that gradually widens into a U-shape. With increasing age, the pit becomes wider and deeper. The rim of the pit progresses from a regular, rounded border to a thinner one with a scalloped edge, but with a still fairly even margin. At advanced age, the rim grows increasingly sharp and irregular. The texture and density of the bone itself, smooth and solid in youth, begins to deteriorate until the bone becomes thin, brittle and porous in the elderly.

ANALYSIS

For this study, all intact sternal rib ends from the collection were scored according to the criteria outlined in the Iscan method. Several examples are presented here to clarify the procedure. Six ribs, for instance, from male specimen G152 from the site of Pirivoj were scored to phases 2 or 3, associated with an age range of 20.8 – 27.75 by Iscan (Figure 1). This individual was otherwise estimated to be between 20 and 44 on the basis of the pelvis symphyseal joints. Note the shallow central depression and thick, scalloped edges.

Six ribs from male individual G184 were scored 3-4, associated with an age range of 24.1 - 30.6 in the Iscan system (Figure 2). This individ-

⁴ For more comprehensive summaries of the method see Burns 1999:57 or Bass 2005:136–41

⁵ All age ranges in the Iscan technique are calculated to a 95% confidence interval



Figure 1: Five of the Six Ribs Scored from PIR G152. Note shallow central pit and scalloped edges



Figure 2: Ribs Scored from Individual PIR G184. Note deepening depression with incipient porosity and thinning edges that lack scalloping.

ual's age was otherwise estimated to be between 25–42 on the basis of auricular surface morphology. Note deepening depression with incipient porosity and thick edges that lack scalloping.

Seven ribs from female individual G121 were all scored as a 6 on the Iscan system (Figure 3). This score is associated with an age range of 43.3 – 58.1 by Iscan. On the basis of pelvic morphology, this individual was estimated to have

died at between 25 – 78 years of age. Note irregular projections of bone and increased porosity inside the central depression.

Five ribs from individual G61 were examined (Figure 4). Two were scored phase 6 and three (including both 1st ribs) to phase 7, associated with a combined age range of 44.3 - 64.1 in the Iscan system. This individual's age was otherwise estimated to be between 26 and 59 years of



Figure 3: Ribs Scored from Individual PIR G121. Note irregular projections of bone and increased porosity inside the central depression.



Figure 4: Ribs Scored from Individual G61. Note the irregular, porous central interior and thin, irregular edges of the specimen on the far left.

age on the basis of the pelvic joints. Note the irregular, porous central interior and thin, irregular 'crab-claw' appearance of the edges.

RESULTS

337 sternal rib ends derived from 58 individuals for which multiple scores could be obtained were examined (out of a sample population of 168). It was not possible to document the presence of the 4th rib in most cases due to the fragmentary condition of the assemblage. In only four instances could its presence be confirmed. The laws of probability, however, allow the number of 4th ribs included in the study to be estimated at between 27 and 50 ($a = .05$, $z = 1.96$). This range is sufficiently high to infer that fourth ribs composed a substantial proportion of the sample.

The range of scores within any one individual showed a fairly strong degree of consistency. Only three individuals (5.2%) produced discontinuous (i.e. ribs from non-sequential) age phases, and these were always a product of the 1st rib. Nine (15.5%) manifested morphology characteristic of three consecutive age phases. Thirty-three (56.9%) were scored into two consecutive phases and 13 (22.4%) were scored into a single phase. Furthermore, both the 2nd and 10th ribs were found to agree with the rest of each assemblage in the majority (87.5%, $n = 18$) of the cases in which they were identified. Only the 1st rib manifested a high proportion (46.6%, $n = 30$) of disagreement or scored to a non-consecutive age phase.

The variability in rib scores was further examined using regression analysis by plotting the

scores against a point estimate for age obtained from the midpoint of each phase weighted by the number of ribs falling within that phase. These were modeled by estimated sex in order to check for any biasing patterns related to that variable. None were found. The results show that the relationship between rib score and skeletal age ($s=0.799$, $r^2 = 85.1$) was not purely linear, with an obvious increase in variance at higher ages (Figure 5). A logarithmic remedial measure, however, produces a more coherent model ($s=0.661$, $r^2 = 89.8$). By eliminating the 1st rib scores, one obtains a substantially lower standard deviation and higher coefficient of determination ($s=0.517$, $r^2 = 93.3$) (Figure 6). Excluding scores for the 2nd and 10th ribs provides only minimal further benefit to the model ($s=0.508$, $r^2 = 93.7$).

CONCLUSIONS

Even when scored to two or three consecutive phases, the rib age results were often more precise than those obtained from either the pubic symphysis or auricular surface alone. The standard deviation of rib scores within any individual when all ribs except the first are considered is 0.517 phases, meaning that ribs fell within a two phase range about 95% of the time ($t = 2.077$, $d.f. = 58$). The present results are consistent with those of earlier studies that also found no significant intercostal variation between the 'typical' (3rd-9th) ribs, and suggest that it is reasonable to extend the principle to the 2nd and 10th ribs as well. These results imply that identification of the fourth rib is not necessary and, in fact, development of an approach that makes use of multiple rib scores from

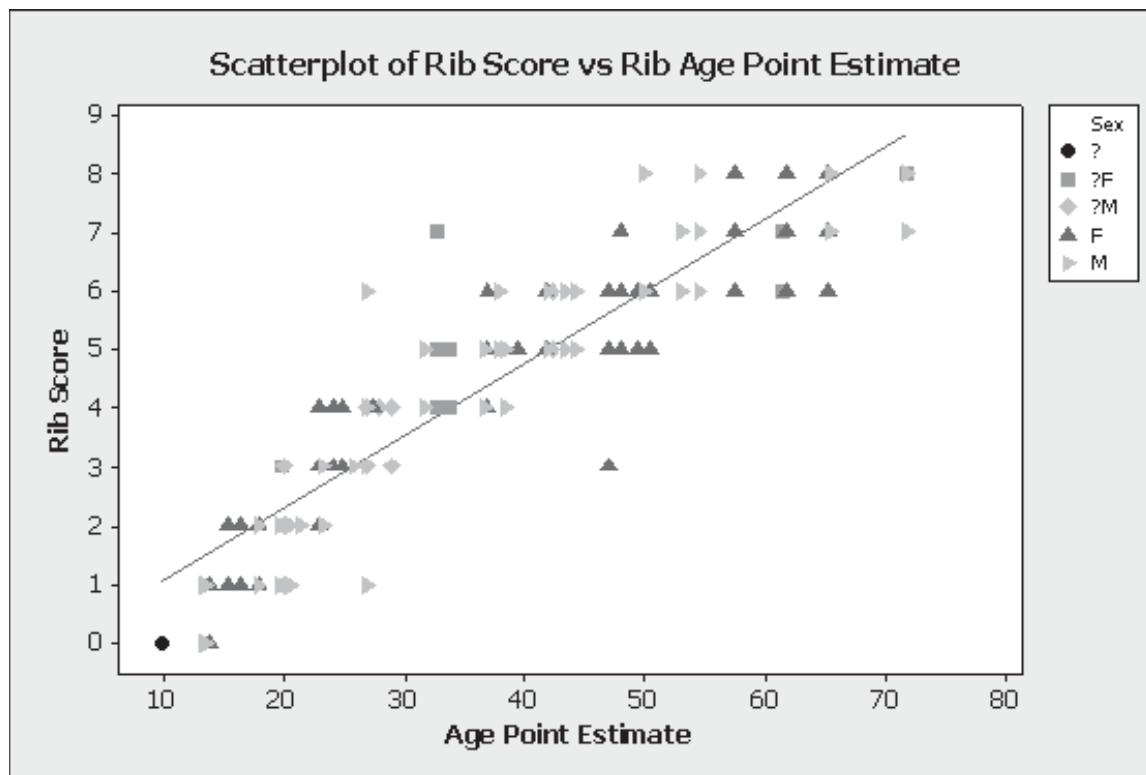


Figure 5: Scatterplot of Rib Score versus Age at Death Point Estimate Derived from Ribs.

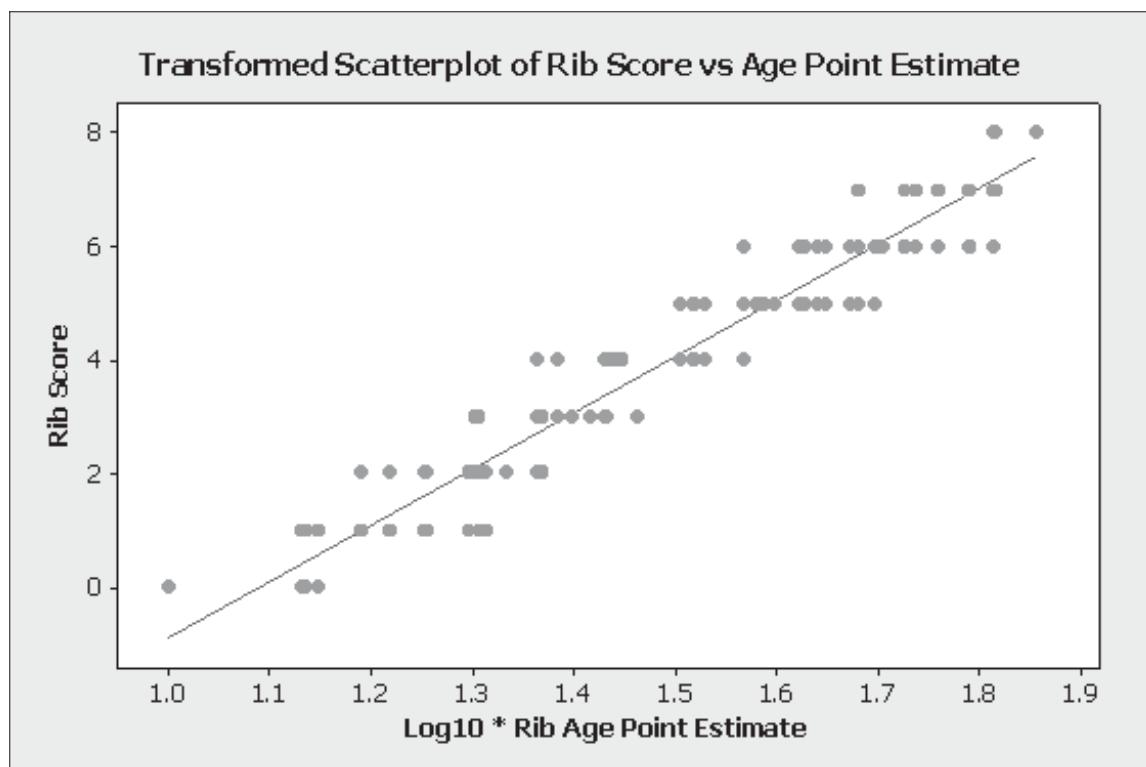


Figure 6: Transformed Scatterplot of Rib Score Versus Point Estimate with 1st Ribs Removed.

the same individual is likely to improve the accuracy of the technique—if by somewhat decreasing its precision.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by an Individual Advanced Research Opportunities grant from the International Research and Exchanges Board (IREX), a Grant-in-aid of Research from the Sigma Xi Scientific Research Society, and a Hill Foundation grant from the Department of Anthropology at the Pennsylvania State University.

REFERENCES

Bass 2005

Bass, William M. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual*. 5th Edition. Special Publication No. 2 of the Missouri Archaeological Society, Columbia, MO. 2005

Burns 1999

Burns, Karen R. *Forensic Anthropology Training Manual*. Prentice-Hall. Saddle River NJ. 1999.

Dudar 1993

Dudar, J. Christopher, Identification of Rib Number and Assessment of Intercostal Variation at the Sternal Rib End. *Journal of Forensic Sciences* 38:788–97, 1993

Dudar et al. 1993

Dudar, J. Christopher, Susan Pfeiffer, and Shelley Saunders, Evaluation of Morphological and Histological Adult Skeletal Age-at-Death Aging Techniques Using Ribs. *Journal of Forensic Sciences* 38:677–85, 1993

Iscan and Loth 1986

Iscan, M. Yasar, and Susan Loth, Estimation of Age and Determination of Sex from the Sternal Rib. In *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*, edited by Kathleen J. Reichs, pp. 68–89. Charles C. Thomas, Springfield IL. 1986.

Iscan et al. 1985

Iscan, M.Y., S. R. Loth, and R. K. Wright, Age estimation from the rib by phase analysis: White females. *Journal of Forensic Sciences* 30:853–63, 1985.

Iscan et al. 1984

Age estimation from the ribs by phase analysis: White males. *Journal of Forensic Sciences* 64:53–57, 1984.

Russell et al. 1993

Russell, Katherine F., Scott W. Simpson, Jeremy Genovese, Mary D. Kinkel, Richard S. Meindl, and C. Owen Lovejoy. Independent Test of the Fourth Rib Aging Technique. *American Journal of Physical Anthropology* 92:53–62, 1993.

Yoder et al. 2001

Yoder, Cassady, Douglas H. Ubelaker, and J. F. Powell. Examination of Variation in Sternal Rib End Morphology Relevant to Age Assessment. *Journal of Forensic Sciences* 46:223–27, 2001.

VREDNOVANJE INTERKOSTALNOG VARIJABILITETA STERNALNIH OKRAJAKA REBARA U CILJU ODREĐIVANJA STAROSTI SKELETA

Odavno je poznato da hronološke promene oblika sternalnih okrajaka rebara mogu da posluže za određivanje starosti skeleta. Na žalost, ova tehnika je imala ograničenu primenu, jer se smatralo da se ona može primeniti samo na četvrtu rebro. U ovom tekstu se pokazuje da kod individua iz arheološke zbirke nedavno iskopane na lokalitetu Pirivoj na Viminacijumu u Srbiji, postoji smislena doslednost u morfologiji sternalnih okrajaka. U njemu se obrazlaže da nije neophodna identifikacija četvrtog rebra i da zapravo razvoj metode koja obuhvata višestruke skorove rebara iste individue može poboljšati tačnost ove tehnike.

KLJUČNE REČI: STAROST SKELETA, TEHNIKE, STERNALNI OKRAJAK REBARA

UDK 904:726.8"652"(497.11);
902.2:572.7(497.11)"2005"

Izvorni naučni članak



Viminacijum, Stari Kostolac, Srbija
LAT 44° 44' 09" / LONG 21° 12' 42"

ANTROPOLOŠKI OSVRT NA PAGANSKU GROBNICU G-2624 ANTIČKOG VIMINACIJUMA

APSTRAKT

Paganska grobnica pod brojem G 2624 nađena je na lokalitetu Pećine 1983. godine. Spada među najbolje očuvane oslikane grobnice Viminacijuma. Njen antropološki sadržaj odlično je očuvan zbog čega i zaslužuje posebnu pažnju. Polovinom IV veka u njoj su sahranjene dve individue, i to muškarac star oko 60 godina i devojka stara manje od 20 godina. Smatra se da je baš ova mlada žena predstavljena na zidu grobnice.

Na njenim antropološkim ostacima konstatovana je izražena deformacija praćena erozijom, odnosno osteoporozom, oba femura zbog prebolelog rahitisa u dečijem uzrastu.

KLJUČNE REČI: ARHEOLOŠKA ISKOPAVANJA, ANTROPOLOŠKA ANALIZA, POLNA PRIPADNOST, INDIVIDUALNA STAROST, STEPEN OČUVANOSTI, PATOLOŠKE PROMENE, RAHITIS.

UVOD

Tokom arheoloških istraživanja u periodu od sedamdesetih godina XX veka do sada, na Viminacijumu je otkriveno 29 oslikanih grobnica.¹ Po tome se može zaključiti da njihov broj nije konačan, već da bi sa daljim iskopavanjem trebalo računati sa cifrom nekoliko puta većom od dosadašnje. Najverovatnije da bi taj broj iznosio preko stotinu grobnica. Najveći broj oslikanih grobnica na Viminacijumu datuje se u period oko sredine IV veka.² U to vreme i pagani i hrišćani sahranjivali su se na zajedničkoj nekropoli, što pokazuje da je u urbanim centrima, kakav je bio Viminacijum,

bio moguć spoj paganskog i hrišćanskog.

Ustanovljeno je da su na nekropolama Viminacijuma, na kojima je do danas istraženo oko 14 hiljada grobova, veoma retke sahrane sa tipičnim hrišćanskim obeležjima. Postoji izvestan broj oštećenih ili opljačkanih grobova, kao i onih koji su netaknuti, ali bez grobnih priloga. Te grobove u zoni sahrana iz IV veka nemoguće je pouzdano opredeliti kao paganske ili ranohrišćanske. Pored grobova hrišćana na Viminacijumu koje je 1995. godine publikovala Lj. Zotović,³ sahranjuju se i pagani. Iste godine objavljena je i prva ranohrišćanska grobnica sa oslikanim zidovima iz IV veka.⁴

1 Korać 2007.

2 Korać 2007.

3 Zotović 1995.

4 Korać 1995.

Na Viminacijumu su oslikane grobnice nalažene u sedam arheoloških kampanja i na tri lokaliteta.⁵

Na lokalitetu Pećine 1983. godine otkrivena je prva grobniča pod brojem G 2624, a zatim su iste godine istražene još tri: G 3130, G 3186 i G 3238.

Godine 1985., na istom lokalitetu nađeno je najviše grobniča. Ukupno je istraženo trinaest: G 3869, G 3880, G 3904, G 3941, G 3953, G 3971, G 4006, G 4733, G 4734, G 4736, G 4767, G 4815 i G 4816.

Na Viminacijumu su 1987. godine otkrivene tri oslikane grobniče: G 5053, G 5337 i G 5350.

Grobniče G 5454 i G 5464 istražene su potonje 1988. godine.

Na lokalitetu Pećine 1990. godine otkrivene su još dve: G 5507 i G 5517.

Na lokalitetu Više Burdelja 1977. godine otkrivene su grobniče G 54, G 55 i G 65.

Na lokalitetu Pirivoj 2003. godine otkrivena je oslikana grobniča G 160 čije su freske, kao i one u grobničama G 2624 i G 5517 sa Pećinom, konzervirane i prezentovane.

Antropološki ostaci iz svih ovih grobniča su izuzetno slabo očuvani. Grobniča G 2624 predstavlja izuzetak, tako da je idealna i za socio-religijsku i za antropološku analizu. Utvrđeno je da je paganska, a nađeni antropološki ostaci direktno se vezuju za mladu žensku osobu naslikanu na čeonoj, zapadnoj strani grobniče.

MATERIJAL I METOD

Prema statistici očuvanosti skeleta, od 29 oslikanih grobniča Viminacijuma, antropološki ostaci pogodni za obradu nađeni su u ukupno 10 ne računajući G 160 sa lokalitetom Pirivoj koja je otkrivena 2003. godine, a čija je obrada još u toku. To su grobniče na Pećinama označene kao G 2624, G 3130, G 3186, G 3238, G 4768, G 4816, G 5035, G 5313, G 5350 i G 5517. Razlog loše očuvanosti skeleta je u tome što su grobniče uglavnom razrušene, odnosno opljačkane i to najčešće još u antičkom periodu, a ne retko i u savremenom dobu. U navedenim oslikanim grobničama Viminacijuma, ljudski skeletni ostaci su toliko slabo očuvani da su sa većom ili manjom

verovatnoćom mogli biti utvrđeni samo pol i individualna (biološka) starost sahranjenih osoba.

Iz ostalih grobniča skeletni ostaci nisu mogli biti ni podignuti za antropološku obradu, pošto su nalaženi ili u tragovima ili u dislociranom položaju. U nekim je još tokom arheoloških iskopavanja konstatovan veći broj sahranjenih osoba.⁶

Za vreme arheoloških iskopavanja na lokalitetu Pećine 1983. godine, ustanovljeno je da su u paganskoj grobniči G 2624 bile sahranjene dve osobe: muškarac star oko 60 godina i žena, odnosno devojka stara do 20 godina. Stepen očuvanosti muškog skeleta bio je toliko mali da je mogla biti konstatovana samo izuzetna fragmentovanost kostiju uz nekompletnost skeleta. Međutim, očuvani koštani delovi su po svom robusticitetu na prvom mestu ukazali na muški pol. Rast i razvoj kostiju bio je završen, čak sa znacima dublje starosti (obliteracija lobanjskih šavova), tako da je procenjeno da je osoba imala oko 60 godina u trenutku smrti. Na osnovu raspoloživih ostataka nije bilo moguće izvršiti druge antropološke analize, a nije bilo moguće dobiti ni jedan osteometrijski parametar.

Kad se radi o ženskom skeletu onda je situacija znatno drugačija. Specifična okolnost da je ova grobniča posvećena baš ovoj osobi omogućila je višestruku analizu. Takozvana pilot-skica očuvanosti ovog ženskog skeleta (T. 1) pokazuje da je nađen njegov manji deo, ali u poređenju sa antropološkim sadržajima ostalih grobniča sa Viminacijuma svakako je najkompletniji. Lobanja je očuvana u fragmentovanom stanju i to samo delom leve parietalno-temporalne zone. Gornji ekstremiteti su, takođe, očuvani u fragmentima. Od većih komada dugih kostiju izdvajaju se različiti delovi oba humerusa, a slična je situacija i sa podlakatnim kostima. Karlična krila (Os coxae) su očuvana u gornjim delovima i to samo desne strane. Najbolje su očuvani femuri koji su i najznačajniji za ovaj antropološki osvrt (T. 1). Od podkolenih kostiju očuvani su različiti delovi tibija. Uz veće fragmente uglavnom dugih kostiju koje je bilo moguće i pouzdano orijentisati (po strani pripadanja skeletu), nađeno je i dosta usitnjениh komada lobanje, kičmenih pršljenova, rebara, šaka i stopala. Međutim, zbog svoje po-

roznosti nisu mogli biti ni podignuti iz grobnice. Treba napomenuti da ni zubi nisu očuvani.

Metodologija antropološke obrade skeletnih ostataka iz paganske grobnice G 2624 kreće se u okvirima standardizovane metodologije utvrđivanja polne pripadnosti i individualne starosti.⁷ To znači da je pol muškog skeleta određen prema elementima za individue kod kojih je završen morfološki rast i razvoj kostiju. Dominiraju naglašeni prečnici dugih kostiju i jako naglašena hvatišta mišića. S druge strane, kod ženskog skeleta, pol je utvrđen prema elementima karakterističnim za fazu rasta i razvoja, ali u korelaciji sa izraženom vrlo gracilnom građom kako fragmenata dugih kostiju tako i malobrojnih lobanjskih delova.

Individualna starost muškog skeleta je već pomenuta i bila je u trenutku smrti oko 60 godina. Ali, pošto je utvrđena na osnovu samo jednog elementa navedene metodologije, odnosno visokog stepena sraslosti lobanjskih šavova na očuvanim delovima, dobijeni podatak treba shvatiti okvirno.

Individualna starost ženskog skeleta je mogla biti utvrđena opet samo na osnovu jednog elementa navedene i primenjivane metodologije, ali znatno pouzdanijeg, a to je stepen okoštavanja epifiznih okrajaka dugih kostiju. Kako se vidi na manje obolelom femuru (T. 1), epifizna fuga same glave femura još je otvorena i nedostaje. Pošto ona kod osoba ženskog pola srašćuje između 15. i 19. godine života, zaključeno je da je u trenutku smrti ova individua imala manje od 20 godina.

Više oboleli levi femur (T. 2) zahvaćen je izraženom destrukcijom i unutrašnje i spoljne strukture gornjeg dela, a što jasno potvrđuje rentgenski snimak oba femura. Krajnji ishod, odnosno nalaz, je poremećaj u osifikaciji praćen izraženom osteoporozom. Kada se radi o humanom osteološkom materijalu sa arheološkim nalazišta, zaključke je moguće donositi na osnovu što potpunijeg opisa i dokumentovanja određenog defekta, a ne uporednim dijagnozama, pošto antropolog na raspolaganju ima samo jedno tkivo ljudskog organizma. Naravno, nove laboratorijske metode mogu znatno doprineti boljim i novim rezultatima prilikom ovakvog pristupa.

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Na čeonoj, zapadnoj strani grobnice G 2624 nalazi se portret pokojnice, čiji su antropološki ostaci centralna tema ovog osvtra. To je ujedno i centralna freska ove grobnice i dočarava nam osobu kojoj je grobnačica namenjena. Predstavljena je ženska osoba koja u trenutku smrti nije imala više od dvadesetak godina.

Za razliku od drugih grobnica, u kojoj su ljudske figure naslikane prilično šematisirano i tipizirano, ova pokojnica nije prikazana ni hijeratično ni konvencionalno.

Lik je individualizovan i može se prepostaviti da je rađen prema modelu. Portret je inače samo jedna od bitnih odlika sepulkralne paganske ikonografije. Izuzetno je čest na stelama i sarkofazima, a nešto je redi u slikarstvu grobnica. Njegova osnovna karakteristika je da se u simboličkom značenju oslanja na zamisao apoteoze pokojnika.

Pokojnica je predstavljena frontalno sa pogledom na desnu stranu. Vidi se da se radi o mladoj ženi ili devojci izduženog, ovalnog lica, krupnih kestenjastih očiju, pravilnog nosa, naglašenih senzualnih usana i nežnog i dugog vrata. Za razliku od lica sluge prinosioca, sa naglašenim rumenilom na obrazima, lice i vrat ove pokojnice su izvedeni polutonovima oker i bele boje, bez potenciranja njene očigledne mладости.

Boja kose pokojnice je kestenjasta. Pada do visine brade, oštro je savijena i zabačena unazad. Preko nje je prebačena tanka mrežica. Poznato je da su udate žene bile ili gologlavе ili su pokrивale glavu velom koji je imao različite oblike. Devojke su, pak nosile mrežice, krugove ili čeone trake.⁸ Pokojnica iz grobnice G 2624 prikazana je do pojasa. Odevena je u skupocenu i tešku, indigom obojenu brokatnu i drapiranu stolu.⁹

Predstava nema analogija u funerarnom slikarstvu. Najviše analogija ima u gliptici i mazaičkoj umetnosti. Slikar koji je radio ovaj portret posvetio je posebnu pažnju glavi pokojnice, uključujući i detalj sa mrežicom koji treba da predstavlja njeno devojaštvo.

Paleopatološka analiza femura pokojnice, koji su ujedno i najbolje očuvani delovi njenog skeleta, pokazali su, s jedne strane njenu individu-

⁸ Sidow 1969.

⁹ Wilpert 1898; Huston 1920; Wilson 1938;

alnu starost, a sa druge njeno zdravstveno stanje. Analiza i rentgensko snimanje su obavljeni decembra 2005. godine na Antropološkom institutu Ludvig Maksimilijan Univerziteta u Minhenu, uz konsultovanje odgovarajuće literature.¹⁰ Pokazalo se da se radi o prebolelom rahitisu koji je zapravo poremećaj u prometu kalcijuma i fosfata u krvi i tkivima. Drugim rečima, radi se o pomanjkanju D vitamina, što u dečijem uzrastu prouzrokuje rahične promene na skeletu, a kod odraslih osteomalacijum. U ovom slučaju to je mogao biti jako otežan hod, na granici nepokretnosti.

Bez obzira što nemamo na raspolaganju sve duge kosti pokojnice, ili bar veći deo njenog skeleta, dobili smo dovoljno dokaza da zaključimo da je njeno zdravstveno stanje bilo veoma loše i da ne bi mogla podneti eventualnu trudnoću. Zaključujemo da je slikar svakako poznavao njenu ličnost u celini, a mreža za kosu sa njegovog portreta kao znak devojaštva poklapa se sa ovim paleopatološkim nalazom. Ovo je samo još jedan primer interdisciplinarnog pristupa nekom problemu. U ovom slučaju, a što je karakteristično uopšte u novijim istraživanjima Viminacijuma, konfrontirani rezultati arheologije, istorije umetnosti i biofizičke antropologije, ukazali su na jedinstven i zajednički rezultat.

BIBLIOGRAFIJA

Ferembach et al. 1980.

D. Ferembach, I. Schwidetzky, M. Stloukal, Recommendations for Age and Sex Diagnoses of Skeletons, *Journal of Human Evolution* 9, London 1980, 517–549.

Korać 1995.

M. Korać., The Paintings in the Late Classical Tombs in Viminacium, *The Age of Tetrarchs*, SANU, Belgrade 1995.

Korać 2007.

M. Korać, *Slikarstvo Viminacijuma*, Centar za nove tehnologije – Viminacijum, Beograd 2007.

Ortner, Putschar 1985.

D.J. Ortner, Putschar W.G., *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*, Smithsonian Institution Press., Washington 1985.

Rösing et al. 2005.

F. W. Rösing, M. Graw, B. Marre, S. Ritz-Timme, M. A. Rothschild, K. Rötzscher, A. Schmeling, I. Schredör und G. Geserick, Empfehlungen für die forensische Geschlechts – und Alterdiagnose am Skellet, *Anthrop. Anzeiger* 63/2, Stuttgart 2005, 221–232.

Sidow 1969.

W. von Sidow, Zur Kunstgeschichte des spätantiken Portraits im 4. Jahrhundert n. Chr. dans *Antiquities Reiche* 3. 8, Bonn 1969.

Stuart 1989.

P. L. Stuart-Macadam, Nutritional Deficiency Diseases: A Survey of Scurvy, Rickets, and Iron-Deficiency Anemia, in: *Reconstruction of Life From the Skeleton*, Alan R. Liss, Inc, 201 – 222.

Wilpert 1898.

J. S. Wilpert, *Die Gewandung der Christen in der ersten Christlichen Jahrhunderten*, Köln 1898.

Wilson 1938.

L. M. Wilson, *The Clothing of the Ancient Romans*, London 1938.

Zotović 1995.

LJ. Zotović, Early Christianity in Viminacium, *The Age of Tetrarchs*, Belgrade 1995.

10 Ortner, Putcher 1985; Stuart-Macadam 1989.

ANTHROPOLOGICAL PERSPECTIVE ON THE PAGAN TOMB G 2624 AT ANCIENT VIMINACIUM

At ancient Viminacium 29 fresco-painted tombs have been discovered up to this point. Three of them (G 2624, G 5517 and G 160) were conserved and reconstructed and thus included in the Viminacium archaeological tourist presentation. Aside from tombs discovered at the beginning of the 20th century, they certainly number over a hundred. Regarding chronological elements, most of the fresco-painted tombs can be dated to the middle of the 4th century. Since, according to their character, they include both pagan and Christian burials, this confirms that both sects were buried at the common necropolis at Viminacium.

The pagan tomb G 2624 was discovered in 1983 at the site of Pećine. It is one of the best preserved tombs from ancient Viminacium. It contained the skeletal remains of two persons: a male of about 60 years of age and those of a girl, certainly younger than 20, who was depicted on the western wall and to whom the tomb was dedicated. On her anthropological remains (see Pl. 1) pathological changes were noticed, including deformations related to bone necrosis and osteoporosis, especially of the left femur attributed to healed rachitis (see Pl. 2).

Paleopathological analysis of the femur of the deceased, which represented the best preserved part of her skeleton, showed her individual age, but on the other side also her health condition. The analysis and X-ray examination were undertaken in December 2005 at the Anthropological Institute of the Ludwig Maximilian University in Munich. Literature research was also included. The diagnosis was healed rachitis, representing abnormal calcium and phosphate formation in blood and tissues. In other words, one is dealing with the lack of vitamin D which, at a young age, results in rachitic changes of the skeleton and at adult age in osteomalation. In this case it could have resulted in extremely impaired walking ability, almost at the edge of immobility.

Disregarding the fact that we do not have all the other long bones of the deceased at our disposal, or even most of her skeleton, there was

sufficient evidence to infer that her health condition would not permit marriage. We can conclude that the painter certainly knew the whole of her personality. The hair net on her portrait, as a sign of girlhood, supports this finding. This paper is an example of an interdisciplinary approach to a paleopathological problem. In this case, typical of modern research at Viminacium, archaeological results were compared to the history of art and to biophysical anthropology, providing a unique and common result.

*Translated by
Milica Tapavički-Ilić*

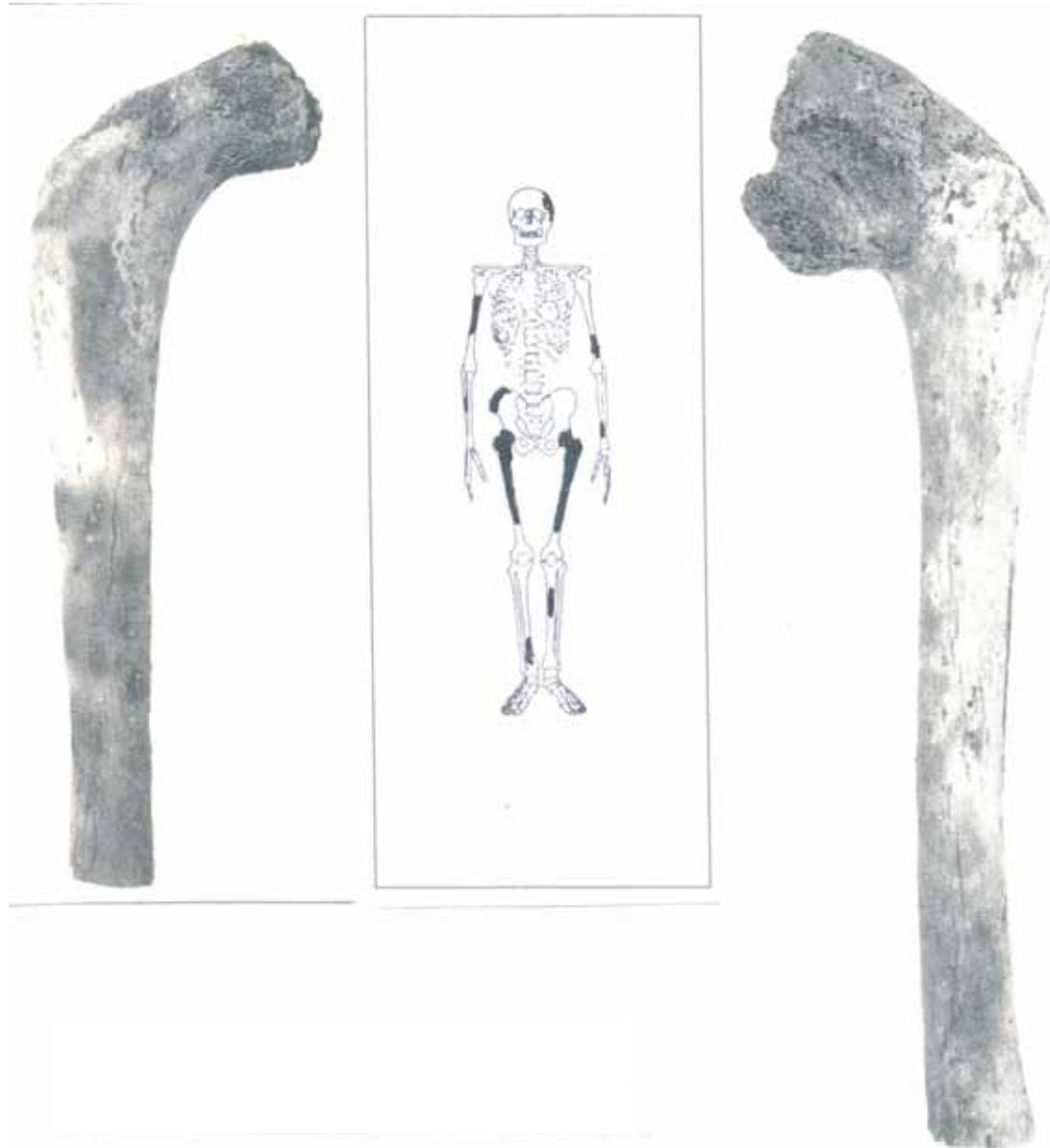


Tabla 1. Skica očuvanosti ženskog skeleta i fotografije obolelih femura

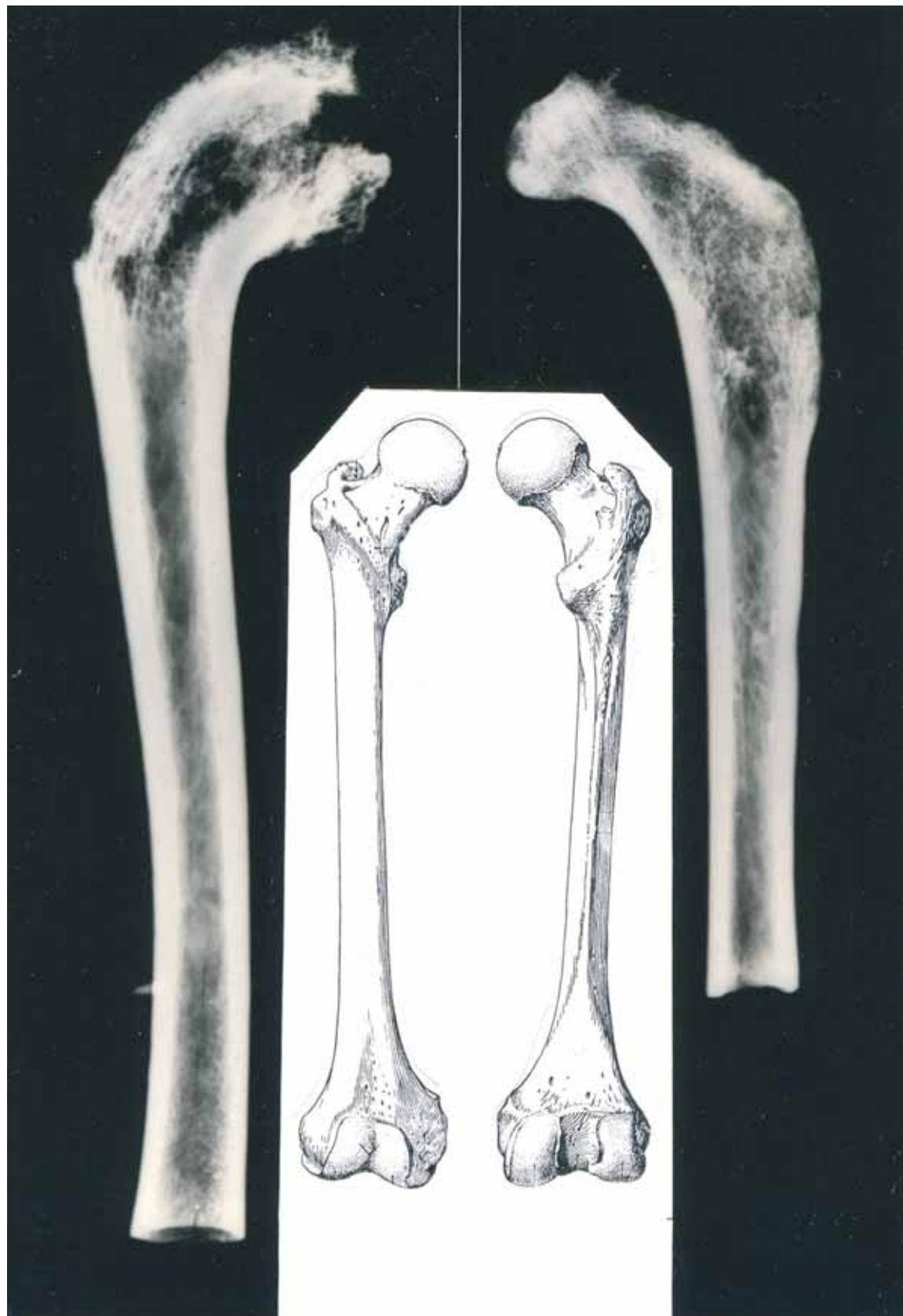


Tabla 2. Rentgenski snimci obolelih femura u poređenju sa normalnim femurom



UDK 902.2:572.77(497.11)"2003/2006"

Izvorni naučni članak

Viminacium, Stari Kostolac, Srbija
LAT 44° 44' 09" / LONG 21° 12' 42"

DENTALNI PROFIL STANOVNIKA ANTIČKOG VIMINACIJUMA – ISKOPAVANJA 2003 – 2006

APSTRAKT

U ovom istraživanju posmatrane su metričke i morfološke karakteristike i izvršena je analiza bolesti zuba 59 odraslih individua (28 ženskih i 31 muških) sa istočne nekropole Viminacijuma (I – IV vek). Instrumenti korišćeni za ove nalaže su svetlosni mikroskop i nonijus. Glavni cilj ovog istraživanja i bio je utvrđivanje dentalnog profila ovog dela antičke populacije sa teritorije Srbije zato što je do sada ovo gotovo neistraživana oblast u antropologiji kod nas. Osim toga, u kulturno-istorijskom smislu period od I do IV veka je dug, tačnije, to je period u kome su se na ovoj teritoriji desile brojne promene, kako istorijske, religijske i kulturne, tako i populacione. Na individualnom nivou u periodu od četiri veka, se svakako, menjaju i životne navike, te se s pravom moglo očekivati da analiza zuba ovih individua pokaže sve te promene.

Na osnovu analiziranog dentalnog materijala možemo reći da je deo stanovništva Viminacijuma koji se sahranjivao na ovoj nekropoli u prvim vekovima naše ere imao dobro očuvane zube (kod žena i kod muškaraca zaživotno je izgubljen, u proseku, samo jedan od dvadeset zuba). Jako mali broj zuba je zahvaćen karijesom (5% u proseku), proteinska komponenta je igrala značajnu ulogu u ishrani, a 10% muških individua ima azijsko poreklo. Ovo istraživanje je pokazalo i da dentalna analiza, ukoliko je sveobuhvatna i detaljna, može nam dati iscrpne podatke o životnim navikama i biološkoj istoriji individua i veza unutar ili između čitavih populacija u prošlosti.

KLJUČNE REČI: DENTALNI PROFIL, ZUBI, STANOVNIŠTVO, NEKROPOLE, POPULACIONE PROMENE, VIMINACIJUM

UVOD

Zubi su najčvršća komponenta tela, te predstavljaju izvrsne male vremenske kapsule koje u sebi čuvaju brojne, relevantne i izuzetno značajne podatke. Podaci koje možemo dobiti analizom zuba mogu pružiti brojne dragocene informacije o načinu života drevnih ljudi. Bolesti zuba i vilica govore o uslovima života, kvalitetu ishrane i higijeni pojedinaca i čitavih populacija. Istovreme-

no, metričke, a naročito morfološke karakteristike zuba nam mogu dati nešto više podataka o populacionoj pripadnosti osobe, a u nekim slučajevima morfološke sličnosti mogu da odrede i genetsko srodstvo individua. Usavršavanjem, razvojem i primenom tehnika dentalne antropologije, naša sposobnost da prikupimo te podatke i na pravi način ih prezentujemo samo će se povećavati.¹

1. Irish, Nelson 2008.

Istraživački rad u ovoj oblasti važan je iz više razloga. Do sada je to gotovo neistraživana oblast u antropologiji kod nas (izuzev nekolicine radova Dinke Mucić i Đurice Grge). Upravo zbog toga, gotovo da ne posedujemo nikakvu sliku o dentalnom profilu drevnih stanovnika Srbije. Iz ovih, a i drugih razloga koji će biti navedeni, tema kojom se bavi ovaj rad je stvaranje opšte dentalno-antropološke slike populacije antičkog Viminacijuma. Materijal na kome su rađene dentalne analize potiče sa istočne nekropole Viminacijuma, datovane od I do IV veka. Na individualnom nivou u periodu od četiri veka, se svakako, menjaju i životne navike, te se s pravom može očekivati da analiza zuba ovih individua pokaže sve te promene. U svakom slučaju, po prvi put ćemo dobiti dentalni profil dela antičke populacije sa naše teritorije.

Treba, svakako, istaći i prednosti istraživaja u dentalnoj antropologiji. Bavljenje dentalnom antropologijom podrazumeva prevashodno analizu zuba. Sami po sebi zubi se ne smatraju posebnom kategorijom aheoloških nalaza, bez obzira što se veoma razlikuju od kostiju po svojim biološkim osobinama. Još je 1542. Andreas Vezalius uočio ove razlike u strukturi i funkciji zuba, a danas je jasno da ne mogu biti posmatrani kao delovi koštanog skeleta u uskom smislu.² Zubi kao posebna komponenta skeleta, odnosno tela poseduju izvesne anatomske i fiziološke osobine koje su jako značajne za istraživača. Pre svega, zubna gled je čvrsta i dobro se očuva. Ona se ne remodeluje. Značajna je i uvek prisutna interakcija između zuba i okolne sredine, zatim je tu i izražena genetska komponenta, kao i činjenica da zubi sporo evoluiraju, pa možemo bez problema upoređivati arheološki sa recentnim dentalnim materijalom.³

Zubi su kompleksne strukture i bez obzira što ta kompleksnost zahteva dosta rada da bi bila savladana, ona istovremeno čini zube tako značajnim izvorom informacija. Proučavanje zuba kao posebne klase arheoloških nalaza obično isplati sav trud koji je u to proučavnjе uložen.⁴

RAZVOJ DENTALNE ANTROPOLOGIJE

Albert Dahlberg 1991. godine objavljuje rad za izdanje *Advances in Dental Anthropology⁵* pod naslovom „Historical perspective of dental anthropology“. Nekoliko godina kasnije, jedan stariji autor⁶ je napisao rad o istorijatu dentalne antropologije pod naslovom „Dental anthropology“ za uredeno izdanje Franka Spensera *History of Physical Anthropology* (1997). Dahlberg je bio i zubar i pionir dentalne antropologije, zato se i njegov rad fokusira na obe ove oblasti, na razvoj oralne biologije, kao i na istorijat dentalne antropologije same po sebi. Nasuprot tome, Scott koji je fizički antropolog, u svom radu daje opšti pregled početnog razvoja dentalnih istraživanja, ali se njegov rad fokusira na to na koji su način zubi korišćeni u antropološkim istraživanjima. Posle njih objavljeno je nekoliko radova koji se bave razvojem dentalne antropologije, ali u određenim geografskim područjima.⁷ Takvi radovi su značajni u dokumentovanju dostignuća iz ove oblasti, ali u pojedinim državama i regijama.

Kada se govori o istorijatu istraživanja u dentalnoj antropologiji uopšte, postoje nekoliko obalsti na koje su se ta istraživanja fokusirala tokom dvadesetog veka i ostavila potencijalne smernice za istraživanja u 21. veku. Raspon istraživanja ide od korišćenja zuba u rešavanju antropoloških problema, preko formiranja raznih asocijacija dentalnih antropologa i razvoja dentalne antropologije u različitim krajevima sveta, preko uspostavljanja određenih standarda u istraživanjima, primene dostignuća iz ove oblasti u drugim oblastima biofizičke antropologije, pa sve do uvođenja savremenih trendova u istraživanjima.

Uloga fizičkog antropologa je da opiše biološke varijacije i objasni njihovu adaptaciju, evoluciju i istoriju. Zubi su jako zahvalni za ovakav pristup istraživanju, ali kako su pod jakim genetskim uticajem i kao jedini deo skeleta direktno izložen spoljnim uticajima, te varijacije se ispoljavaju u različitim oblicima. Genetska informacija se ogleda u veličini, obliku i morfologiji zuba, zajedno sa devijacijom od ustanovljene formule za datu vrstu koja se tiče broja zuba u vilici. Utica-

2. Hillson 2005.

3. Irish, Nelson 2008.

4. Hillson 2005.

5. Kelly i Larsen 1991.

6. Scott 1997.

7. Brown 1992, 1998; Kosa1993.

ji okoline su najviše uočljivi u istrošenosti zubnih krunica usled žvakanja određene hrane.

ISTRAŽIVANJA NA RECENTNIM POPULACIJAMA

U predarvinističkom periodu antropološka istraživanja su se fokusirala na rasne varijacije i klasifikacije, a zubi gotovo da nisu igrali nikakvu ulogu u istraživanjima koja su se odnosila na spolja vidljive osobenosti: kožu, kosu, boju očiju, oblik nosa, visinu itd. Od kraja 19. veka zubi polako postaju predmet antropoloških istraživanja. Ta istraživanja u početku su vršena na ljudskim skeletnim ostacima, jer su mogućnosti za pravljenje otisaka sa živilih bile ograničene. Jedan od prvih istraživača, Aleš Hrdlička⁸, ispitivanjem dentalne morfologije primetio je da se američki Indijanci razlikuju od ostalih ljudskih populacija razvojem izraženog marginalnog grebena na lingvalnoj površini gornjih sekutića (lopatasti incizivi). Takođe, W.K. Gregory dvadesetih godina prošlog veka bavio se istraživanjem dentalne morfologije, ali nije dao nikakve populacione razlike na osnovu svojih istraživanja. Do pedesetih godina dvadesetog veka sledi niz istraživača, sve do pojave P.O. Pedersena koji se bavi istraživanjima zuba Eskima sa istočnog Grenlanda⁹ i započinje novu eru u razvoju dentalne antropologije. U isto vreme, antropolozi počinju da poklanjaju više pažnje ispitivanju genetike, a manje tipologiji i klasifikacijama. Rad G.W. Laskera¹⁰ koji se odnosio na genetske analize rasnog porekla zuba, uveo je u antropologiju razmišljanje o naslednosti i korsinosti dentalno morfoloških varijacija. Pedesetih godina Dahlberg prvi put koristi gipsane izlivke zuba napravljene po ugrizima u vosku i koristi ih u istraživanjima, te se od tada mogu vršiti poređenja i na recentnim populacijama. Značajan korak u razvoju dentalne antropologije predstavljaju novi standardi za opisivanje zubnih krunica koje daje šesdesetih godina prošlog veka T. Murphy, a baziraju se na modelu izloženosti dentina.

Od kada je 1963. Don R. Brothwell objavio *Dental Anthropology*, taj termin zvanično ulazi u nauku, iako je korišćen i pre toga. Značajno je još

pomenuti da se od 1965. redovno saziva internacionalni Simpozijum o dentalnoj antropologiji koji uvek okupi istraživače sa najnovijim radovima i dostignućima iz oblasti dentalne ontogeneze, genetike i varijacija.¹¹

MATERIJAL I METODE

NEKROPOLE VIMINACIJUMA ISTORIJAT ANTROPOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

Od I do V veka Viminacijum je bio vojni logor i glavni grad rimske provincije Gornje Međe. Ostaci rimskog grada sa nekropolama nalaze se u blizini sela Stari Kostolac i prostiru se i na levoj i na desnoj obali Mlave, sve do njenog ušća u Dunav. Izuzetan geografski položaj, bogato zaleđe u dolini Mlave, rudnici i pozicija na raskršću puteva u donjem Dunavu učinili su Viminacijum vojnim, trgovačkim i kulturnim centrom Provincije. Kao takav bio je idealno mesto za život u rimskom periodu u ovom delu Balkana i naseljavaju ga ljudi najrazličitijeg profila. Međutim, tragove naseljavanja možemo pratiti sve od neolita preko bronzanog i gvozdenog doba pa sve do Kelta. Danas, sve ovo čini Viminacijum najvećim „gradom mrtvih“ u ovom delu Evrope.

Iskopavanja Viminacijuma počeo je još krajem XIX veka M. Valtrović. Od tada su prekidana i nastavljana više puta, a traju i danas. Za antropologiju su značajane serije iskopavanja posle II svetskog rata, koje počinju 1973. godine Lj. Zotović i Č. Jordović. Od tada pa do danas konstatovano je postojanje sedam nekropola oko grada, a od toga pet spada u rimski horizont naseljavanja. Pre rimskog horizonta je keltska nekropola (IV – III vek pre n.e.), a posle slede sahrane Gepida i Ostrogota.¹² Do 1997. iskopano je preko 13000 grobova. Radi se kako o individualnim, tako i o grupnim sahranama kako primarno, tako i sekundarno sahranjениh pokojnika; a pored inhumiranih pokojnika, brojni su i grobovi sa kremacijom.¹³ Sva ova raznolikost u vezi sa pogrebnim običajima nam govori o heterogenosti populacije, religiji i običaja. Što se tiče sudbine ovog osteološkog

8. Hrdlička 1911; 1920.

9. Pedersen 1949.

10. Lasker 1950.

11. Irish, Nelson 2008.

12. Mikić 1993b.

13 Mikić 1993a.

materijala, podelio je sudbinu materijala sa gotovo svih lokaliteta u to vreme, te je posle antropoloških analiza koje je radio Ž. Mikić, ponovo pokopan, usled nedostatka uslova za trajno čuvanje. Pored standardne antropološke analize Mikić je ispitivao i specifičnosti na materijalu.¹⁴ Sa ostalim istraživačima, objavio je i brojne radove o svojim istraživanjima. Pored specifičnosti konstatovanih na ovom materijalu kao što su određene patološke promene, veštački deformisane i trepanirane lobanje, paleodemografske raznolikosti, koje ukazuju na „geografski luk od prednjeg Istoka do obale Jadrana i njegove duboke zaleđine“¹⁵, zahvaljujući dosadašnjim antropološkim analizama posedujemo osnovne podatke o populaciji antičkog Viminacijuma. Tako znamo da je prosečni životni vek trajao 31 godinu, a da je skoro četvrtina stanovništva umirala pre 20-e godine života¹⁶. Znamo i da je stanovništvo Viminacijuma imalo raznolike pogrebene običaje, te da je pored inhumiranih trećina pokojnika spaljena, a trećina sahranjena u grupnim grobnicama.

VIMINACIJUM ISTOČNA NEKROPOLA

Nova serija iskopavanja započinje od 2000. godine, a od 2003. do danas iskopano je preko 500 skeleta i važno je naglasiti da se sav iskopani materijal sada čuva. Pored dentalne analize materijala kojom se bavi ovaj rad, antropolog S. Spil sa Univerziteta u Pensilvaniji, već šest sezona radi osnovnu antropološku analizu, tragove i lečenje povreda, patološke analize, ako i utvrđivanje starosti na osnovu sternalnih okrajaka rebara na osteološkom materijalu sa Viminacijuma. Podatke o polu i starosti individua koje su predmet dentalne analize u ovom radu imamo, zahvaljujući upravo osnovnoj antropološkoj analizi S. Spila.

Materijal na kom je izvršena dentalna analiza u ovom radu potiče sa istočne nekropole Viminacijuma. Iskopavana je od 2003. do 2006. godine. Podaci o istraživanjima na ovoj nekropoli nisu još uvek objavljeni, ali preliminarnom analizom pokretnog materijala iz grobova ona je datovana u period od I do IV veka. To je dug vremenski pe-

riod, gotovo da se poklapa sa postojanjem samog grada, u kome su se desile brojne promene, kako u istorijskom, tako i u populacionom smislu. Međutim, osim u tipovima grobih oblika, ne beležimo naročit diverzitet pokretnog arheološkog materijala. Nismo sigurni koji deo populacije se sahranjivao na ovoj nekropoli, koliko je socijalno raslojena, ali je u antropološkom smislu vrlo raznolika. Što bi i naša dentalna ispitivanja trebalo da pokažu.

Od ukupno 93 groba iskopanih u periodu od 2003. do 2006. godina na istočnoj nekropoli, za ovu analizu je odabранo 59 odraslih individua. Radi se o 28 ženskih i 31 muškoj individui. Individue za ovu analizu su morale biti odrasle, dakle starije od 18 godina, kako bi se na svima primenila ista metodologija dentalne analize, a samim tim dobijeni rezultati bili jasniji. Osim toga, uzorak se sveo na 59 individua, jer je bilo potrebno da broj muškaraca i žena bude ujednačen, ali isto tako da materijal bude fragmentovan što je manje moguće. Ukupan broj ispitanih zuba je 1678, tačnije 816 zuba ženskih i 862 zuba muških individua. Ne računajući zube koji nedostaju ante ili posmormet za analizu je bilo dostupno 92 inciziv, 63 kanina, 144 premolara i 144 molara kod ženskih individua, dok je kod muških inividua dentalna analiza mogla biti urađena na 127 inciziva, 76 kanina, 143 premolara i 151 molaru.

METODE ISTRAŽIVANJA DENTALNI ZAPISNIK

Obrada materijala sa istočne nekropole Viminacijuma, tačnije dentalna analiza istog, zahtevala je formiranje odgovarajućeg dentalo - antropološkog zapisnika. Smatrali smo da je najbolje rešenje da se zapisnik oblikuje u formi elektronske baze podataka radi kasnije lakše obrade i interpretacije rezultata. Takođe, pri izradi zapisnika, imali smo u vidu da je, pošto je oblast dentalna antropologija kod nas gotovo nerazvijena, potrebno da zapisnik obuhvati kako osnovnu analizu zuba, tako da prati i eventualne specifičnosti.

Od podataka koji su obuhvaćeni zapisnikom tu su oni koji se tiču arheološkog konteksta i osnovnih antropoloških podataka o određenoj individui. To su, dakle, podaci o uslovima nalaza, opisu grobnog konteksta i datovanju, kao i informacije o polu i starosti individue. Zapisnik daje

¹⁴ Mikić 1993c.

¹⁵ Mikić 1981

¹⁶ Hošovski, 1990/1991

i podatke o tipu vilice i eventualnim promenama na njoj. Tako dolazimo i do samog zuba (zubi su označeni numerički sistemom četiri kvadranta). Za svaki Zub posebno naći ćemo podatke o njegovom prisustvu, odnosno razlozozima odsustva iz odredene vilice, metrički, morfologiji, a takođe, i opis stanja, promena i bolesti na samom zubu.

METRIKA

Osnovne mere na Zubima koje se uzimaju i koje se nalaze u ovom zapisniku su maksimalne dimenzije krunice zuba, posmatrane okluzalno (dijagram x). Veoma je bitno definisati mere u okvirima nepromenljivih tačaka na bukalnoj i lingvalnoj strani krunice. Definisanje tačaka je jedan od osnovnih problema u biometriji. Ako pretpostavimo da treba da pravimo poređenja između vrsta, ili populacija, ili polova, onda tačke sa kojih se uzimaju mere moraju definisati strukture koje imaju iste funkcije kod svih bioloških kategorija ili vrsta koje se porede na ovaj način – moraju biti homologne.¹⁷ Razlog zbog kog merimo okluzalne dijametre krune zuba je taj što oni definišu glavne ose okluzalne, tj. žvakaće površine zuba, dakle površine koja kod svih vrsta ima istu funkciju.

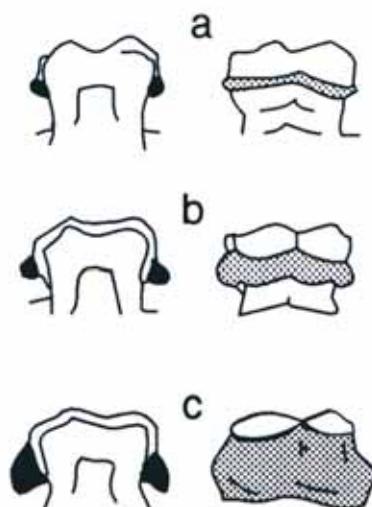
Meziodistalni dijometar krune se definije kao dužina krune duž njene meziodistalne linije, ograničena kontaktnim površinama sa susednim

zubima. Mera se uzima noniusom. Bukolingvalni dijometar ili širina krune je dimenzija koja se uzima u ravni pod pravim uglom u odnosu na ravan u kojoj uzimamo dužinu krune, ali to nije uvek pravilo. Kod jednostavnih krunica (inciziva ili kani), ovaj dijamaetar predstavlja rastojanje između najistaknutijih površina sa jedne i sa druge strane krunice. Međutim, kod komplikovanih zuba (premolara ili molara), može se desiti da takvih istaknutih površina ima više sa bukalne, odnosno lingvalne strane krunice. Tada se nonius može prisloniti na dve istaknute površine sa jedne strane, ili se može uzeti više širina krunice. Ono što je bitno je da ravan u kojoj se to meri mora ostati upravna na ravan meziodistalnog dijametra.¹⁸

KAMENAC

Zubni kamenac, videli smo, nastaje pod uticajem više faktora. Prisustvo, odnosno odsustvo kamena nam govori kako o oralnoj higijeni individue, tako i o načinu ishrane. U ovom radu kamenac je beležen opisno. Sagledavanje njegove prave količine na Zubima stanovnika Viminacijuma nije bilo moguće, jer se jasno vidi da je u velikom broju slučajeva opran. Beleženje kamenaca u ovom slučaju može poslužiti u daljim istraživanjima, upravo iz razloga što je u zapisniku beleženo da li se radi o supragingivalnom ili subgingivalnom kamencu (daljim hemijskim analizama se se mogu utvrditi uzroci pojave jednog ili drugog); opisivana je lokacija (bukalno, lingvalno, mezikanalno, distalno ili oko cele krunice) i na kraju i količina (malo, srednje ili jako prisutan).

18 Hillson 2005.



Slika 1. Varijacije u količini zubnog kamenca:
a) malo prisutan; b) srednje prisutan; c) jako prisutan
(Brothwell 1981, Figure 6.14b)



Slika 2. Grob 130, subgingivalni kamenac



Slika 3. Grob 170, supragingivalni kamenac



Slika 6. Grob 96, jedna linija hipoplazije na zubu 26



Slika 4. Grob 184, kamenac na bukalnoj strani zuba

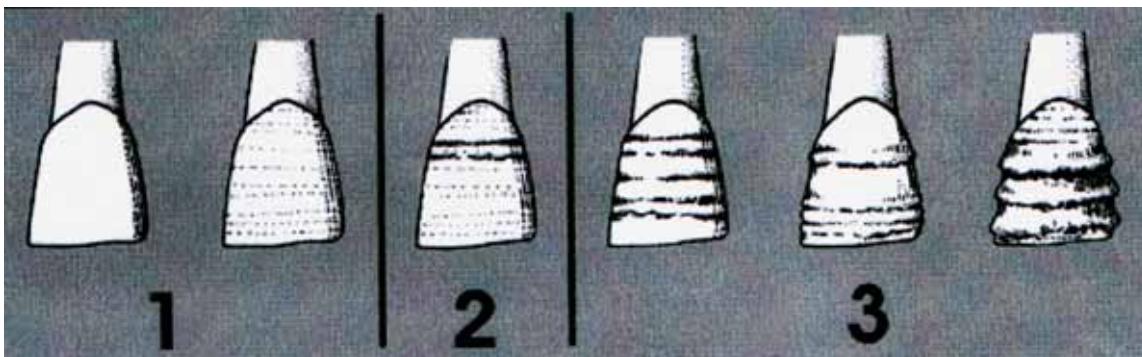


Slika 7. Grob 96, dve linije hipoplazije na gornjim incizivima

HIPOPLAZIJA

Hipoplastične lezije su najčešće na incizivima i kaninima. Međutim, analiza materijala sa Viminacijuma pokazala je da se hipoplazija kod pripadnika ove populacije pojavljuje i na ostalim zubima, zato ćemo u ovom radu beležiti eventualne defekte na svim zubima. Neće se uzimati u obzir samo zubi sa leve strane vilice, kako mnogi istraživači predlažu, jer je uočeno da simetrija u pojavljivanju hipoplazije na zubima ovih individua nije obavezna. U nastavku je data skica hipoplastičnih lezija na zubima koje se beleži. Pod legendom „ne može se posmatrati“ podrazumeva

alne defekte na svim zubima. Neće se uzimati u obzir samo zubi sa leve strane vilice, kako mnogi istraživači predlažu, jer je uočeno da simetrija u pojavljivanju hipoplazije na zubima ovih individua nije obavezna. U nastavku je data skica hipoplastičnih lezija na zubima koje se beleži. Pod legendom „ne može se posmatrati“ podrazumeva



Slika 5. standard za zubnu hipoplaziju (Schultz 1988).



Slika 8. Grob 135, dobra očuvanost donjih premolara i molara



Slika 9. Grob 67, sedam kvržica na trećem gornjem molaru



Slika 10. Grob 105, Karabeljeva kvržica na zubu 16

se zub kod koga je više od 50% krunice oštećeno abrazijom ili usled nekog drugog razloga.¹⁹

- 0 zub nije prisutan ili se ne može posmatrati
- 1 nema linearne hipoplazije
- 2 jedna linija je prisutna (može se osjetiti pod noktom)
- 3 dve ili više linija hipoplazije je prisutno

belijeve kvržice kod gornjih molara, i opisivanje oblika fisura kod donjih molara.

KARIJES I ABRAZIJA

Karijes i abrazija su opisivani zajedno i to po formularu koju je ponudio Hilson²⁰. Svaki red u okviru formulara, osim prvog koji se odnosi na

20. Hillson 1998

MORFOLOGIJA ZUBA

Kada se radi o morfološkim karakteristikama zuba, zapisnikom su obuhvaćene varijacije na svim zubima. Opisivan je oblik inciziva (lopatast ili ne), kao i broj eventualnih lingvalnih kvržica. Kod premolara je beležen broj lingvalnih kvržica. Za gornje i za donje molare beležen je broj kvržica, sa tim da je u zapisniku ostavljeno posebno mesto za beleženje prisustva ili odsustva Kara-



Slika 11. Grob 97, parastil na zubu 18

19 Schultz, 1988



Slika 13. Grob 50, Protostilid na zubu 38

prisustvo zuba, opisuje promenu na zuba koja je u vezi sa karijesom ili abrazijom. Različitim kategorijama uočenih promena date su numeričke vrednosti kojima se formular popunjava.

Red 1. Prisustvo/odsustvo zuba, i opis gross gross karijesa

0 = prisutan zub, bez gross-gross karijesa.

7 = šupljina gross-gross karijesa, sa tolikim gubitkom delova zuba da nije moguće odrediti da li je lezija nastala prvobitno na krunici ili na korenju.

8 = šupljina gros-gross karijesa, sa tolikim gubitkom delova zuba da nije moguće odrediti da li je lezija nastala prvobitno na krunici ili na korenju i postoji jasno otvaranje Zubne šupljine gde je izlo-



Slika 12. Grob 112, Dobra očuvanost zuba donje vilice

žena zubna pulpa ili kanal korena.

10 = zub nedostaje, prisutna je alveolarna jama u vilici, bez znakova remodelovanja.

11 = zub nedostaje, prisutna je prazna šupljina kod koje postoje znaci remodelovanja, ali kost nije potpuno remodelovana.

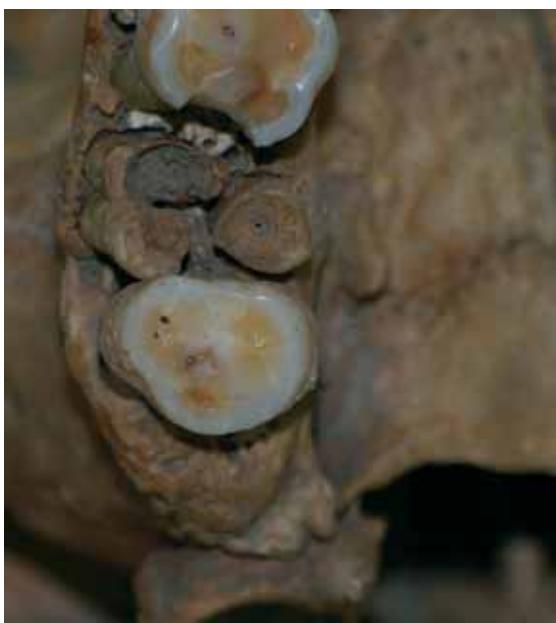
12 = zub nedostaje, sa potpunim remodelovanjem vilice.

13 = ne postoje dokazi da je zub ikad izbio (kao posledica mladosti, impakcije ili ageneze).

14 = zub je delimično izbio

Red 2. Karijes na okluzalnoj površini premolara i molara

PRAZNINA = lokacije nedostaju iz bilo kog ra-



Slika 14. Grob 160a, gross-gross karijes na zubu 16



Slika 15. Grob 25, gross-gross karijes na zubima 36 i 37



Slika 16. Grob 55, gross-gross karijes na zubu 36

zloga, ili su potpuno zatamnjena.

0 = lokacije prisutne, ali je enamel providan i glatke površine.

1 = bela ili sa mrljama neprovidna površina na enamelu fose/žleba/fisure, sa glatkom sjajnom ili mat površinom.

2 = bela ili sa mrljama neprovidna površina, ogrubljena ili sa blagom destrukcijom.

3 = mala šupljina, kada nije jasno vidljivo da prodire u dentin.

5 = veća šupljina koja jasno prodire u dentin.

6 = velika šupljina koja je jasno inicirana na položaju fisure/žleba/fose u okviru okluzalne površine (ne obuhvata kontaktne površine), u okviru poda gde je otvorena zubna šupljina, ili kanal korena.

7= gross koronarni karijes uključuje okluzalnu površinu krunice i kontaktну površinu ili rupu (pit).

8= gross koronarni karijes, definisan kao pod brojem 7 iznad, u okviru poda gde je otvorena zubna šupljina ili kanal korena.

Red 3. Lokacije šupljina kod molara i gornjih inciziva

PRAZNINA = lokacija šupljine nije prisutna ili vidljiva (iz bilo kog razloga).

0 = lokacija ili lokacije prisutne, ali je enamel providan i glatke površine.

1 = bela ili tamna površina sa mrljama na enamelu šupljine, sa glatkom sjajnom ili mat površinom.

2 = bela ili tamna površina sa mrljama, ogrubljena ili sa blagom destrukcijom.

3 = mala šupljina, kad nije jasno vidljivo (ili ne



Slika 17. Grob 47d, okluzalni karijes na zubu 37

Sistem fisura, položaji žleba i fose. Računa se ceo okluzalni sistem fisura premolara i molara kao jedna lokacija, kad bilo koji deo preostane i može da se vidi da je nezatamnjen. Uzima se u obzir najdublja lezija ako postoji više od jedne.



Slika 18. Grob 130, karijes u šupljini bukalne strane zuba 48

Računa se zasebno svaka prisutna šupljina. Nema ih svaka denticija, ali postoji često jedna bukalna šupljina na molaru i, ponekad, lingvalna šupljina smeštena iznad lingvalnog tuberkula gornjih inciziva (ređe kanina). Bilo bi neuobičajno da postoji više od jedne šupljine po zubu, ali se i to može desiti.

postoji dokaz) da li prodire u dentin.

5 = veća šupljina koja jasno prodire u dentin.

6 = velika šupljina koja je jasno inicirana na mestu šupljine, uokviru poda odakle je otvorena zubna šupljina, ili kanal korena.

7 = gross koronarni karijes, koji obuhvata šupljinu i okluzalnu površinu krunice (Red 2 iznad).

8 = gross koronarni karijes, definisan kao pod 7 iznad, uokviru poda odakle je otvorena zubna šupljina ili kanal korena.

Red 4. Opis okluzalne atricije

The Smith (1984) sistem je najjednostavniji za upotrebu.

PRAZNINA = okluzalna površina nije prisutna, ili zatamnjena, iz bilo kog razloga.

1 – 8 = Smith faze atricije

10 = frakturna zuba, sa preostalom površinom koja pokazuje neki stepen atricije.

Red 5. Atricija okluzalne površine u dentinu karijes i izloženost pulpe.

Računa se cela površina kao jedana lokacija i beleže se ozbiljnije lezije ako ih ima više od jedne.

PRAZNINA = ogoljen dentin ili još nije izložen, nedostaje ili je zatamnjen (iz bilo kog razloga).

0 = dentin je izložen na okluzalnoj abrazivnoj površini, ali bez površina sa mrljama, ili šupljinama.

4 = površina dentina i/ili enamela sa mrljama, koja može ili ne mora da bude karijesna lezija.



Slika 20. Grob 61, Levkasta abrazija na donjim molarima

5 = jasna šupljina u dentinu.

6 = zubna šupljina izložena na abrazivnoj površini, koja je sa mrljama ili je izgleda modifikovana razvojem šupljine.

8 = izložena zubna pulpa u kojoj nema ni znaka od mrlja ili iregularnih formacija šupljine.

Red 6. Atricija okluzalne površine enamel, lomljenje ivica i karijes

Ova kategorija može biti važna samo za neke kolekcije – posebno grupe lovaca – sakupljača. Računa se rub enamel atricione površine kao jedan položaj.

PRAZNINA = istrošen rub enamel, ali još uvek



Slika 19. Grob 85, Visok stopen abrazije na zubima donje vilice



Slika 21. Grob 105, Abrazija na incizivima

nije izložen na bilo kojoj tačci obima okluzalne površine, nedostaje ili je zatamnjen (iz bilo kog razloga).

0 = rub enamela okluzalne abrazivne površine je izložen u nekoj tački, ali netaknut bez odlomaka.

1 = odlomci koji su nastali *post-mortально*.

2 = odlomci koji su nastali *ante-mortem*, ali na njih nije uticao karijes.

3 = odlomci uslovljeni karijesnim lezijama.

7 = gross karijesna lezija (7 ili 8 u redovima 2, 3, 8, 12, 15, 18) koja obuhvata rub enamela okluzalne površine, ali nije jasno u vezi sa bilo kojim odlomkom.

8 = gross karijesna lezija, definisana kao pod brojem 7 iznad, koja obuhvata rub enamela, u okviru poda gde je otvorena zubna šupljina, ili kanal korena.

Lokacije lezija na mezijalnoj ili distalnoj strani Redovi 8 i 12. Karijes mezijalne i distalne kontaktne površine

PRAZNINA = kontaktna površina nedostaje ili nije vidljiva iz bilo kog razloga.

0 = kontaktna površina je prisutna, ali je enamel providan i sa glatkom površinom (izložen dentin je bez mrlja i nema šupljine).



Slika 22. Grob 68, okrnjenost gornjih inciziva



Slika 23. Grob 232, okrnjenost zuba gornje vilice

1 = bela ili sa mrljama neprovidna površina enama, sa glatkom sjajnom ili mat površinom.

2 = bela ili sa mrljama neprovidna površina enama, ogrubljena ili sa blagom destrukcijom.

3 = mala šupljina u enamu gde ne postoji jasan dokaz da prodire u dentin.

4 = diskoloracija izloženog dentina aproksimalne abrazivne površine

5 = veća šupljina u enamu koja jasno prodire u dentin (ili jasna šupljina u dentinu aproksimalne abrazivne površine).

6 = velika šupljina, jasno inicirana na kontaktnoj površini aproksimalne abrazivne površine, u okviru poda odakle je otvorena zubna šupljina, ili je otvoren kanal korena.

7 = velika šupljina na kontaktnoj površini ili aproksimalnoj abrazivnoj površini, koja obuhvata susedne okluzalne površine (položaje) (Redovi 2 ili 6) i/ili mesta na površini korena (Redovi 9 ili 13).

8 = gross šupljina, definisana kao pod brojem 7 iznad, u okviru poda odakle je otvorena zubna šupljina, ili otvoren kanal korena.

Redovi 9 i 13. Karijes mezijalne i distalne površine korena

PRAZNINA = nema očuvanog dela mezijalne/distalne površine korena ili cement-enamel spoja, ili ako su prisutni nisu vidljivi.

0 = površina korena/cement-enamel spoj prisutni i vidljivi, bez tragova mrlja ili pojava šupljina.

1 = površina sa tamnijim mrljama duž cement-enamel spoja ili na površini korena.

5 = plitka šupljina (sa mrljom ili bez), koja prati liniju cement-enamel spoja, ili je ograničena na

površinu korena.

6 = šupljina koja obuhvata cement-enamel spoj, ili samo površinu korena, u okviru poda odakle je otvorena zubna šupljina, ili kanal korena.

7 = gross šupljina, koja obuhvata cement-enamel spoj ili površinu korena, što utiče na susedne kontaktne površine (Red 9 ili 13), okluzalne (Red 2) ili lokacije okluzalne abrazivne površine (Red 6).

8 = gross šupljina, definisana kao pod brojem 7 iznad, u okviru poda odakle je otvorena zubna šupljina ili kanal korena.



Slika 24. Grob 19, karijes distalne kontaktne površine na zubu 47



Slika 25. Grob 184, karijes mezijalne kontaktne površine na zubu 17



Slika 26. Grob 187, karijes distalne površine korena na zubu 25

Redovi 16 i 19. Bukalni/labijalni i lingvalni karijes površine korena.

PRAZNINA = nema očuvanih delova bukalne/labijalne/lingvalne površine korena ili cement-enamel spoja, ili barem nisu vidljivi iako su prisutni.
 0 = površina korena/cement-enamel spoj prisutni i vidljivi, bez dokaza o mrljama ili o šupljinama.
 1 = površina tamnije mrlje duž cement-enamel spoja ili na površini korena.

5 = plitka šupljina (sa mrljom ili bez), koja prati liniju cement-enamel spoja ili je vezana za površinu korena.

6 = šupljina koja uključuje cement-enamel spoj,

Računa se jedna lokacija po mezijalnoj ili distalnoj površini. Lokacija može da zalaže u bukalno/labijalni ili lingvalni položaj

ili samo površinu korena, u okviru poda odakle se otvara zubna šupljina ili kanal korena.

7 = gross šupljina koja uključuje cement-enamel spoj, ili površinu korena, koja uključuje susedne strane krunice (Redovi 15 ili 18), okluzalne ili položaje šupljina (Redovi 2 ili 3) ili položaje okluzalnih abrazivnih površina (Red 6).

8 = gross šupljina, definisana kao pod brojem 7 iznad, u okviru poda odakle se otvara zubna šupljina ili kanal korena.



Slika 27. Grob 16, karijes bukalne površine korena na zubu 44

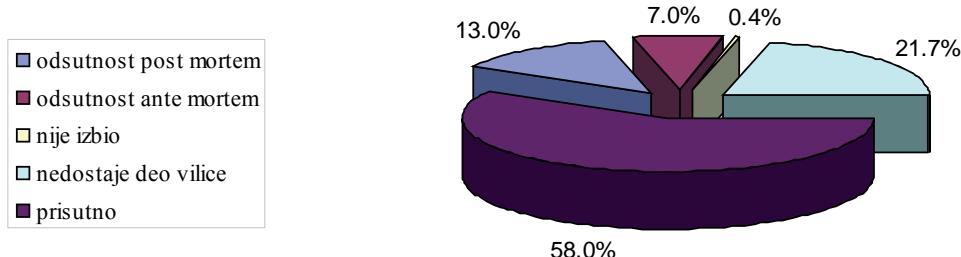
REZULTATI ANALIZE

PRISUSTVO ZUBA (TABELA 1.)

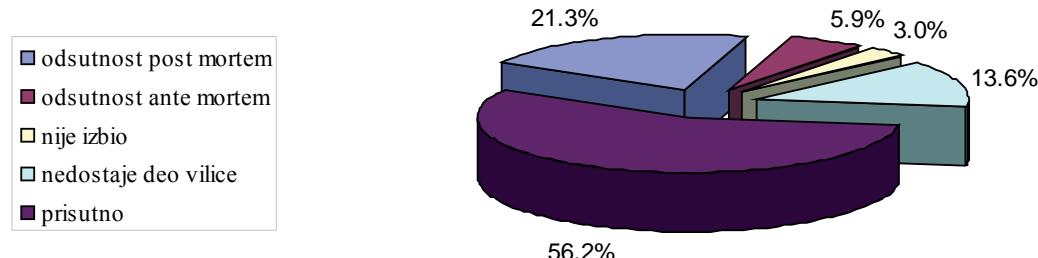
Od 1678 obrađenih zuba 816 ili 48,6% pripada ženskim individuama, dok je 862 ili 51,4% zuba muških individua. Kod muških individua prisutno, odnosno dostupno za analizu je bilo 497 zuba ili 57,6%. Fragmentovanost vilica je uzrok za nedostatak 186 zuba ili 21,6%, a nije izbilo 3 zuba, odnosno 0,35%. Postmortalno je izgubljeno 111 zuba ili 12,9%, a za života 60 zuba ili 7%.

Kod ženskih individua je bilo prisutno, odnosno dostupno za analizu 454 zuba ili 55,6%. Fragmentovanost vilica je uzrok za nedostatak 110 zuba ili 13,5%, a nije izbilo 24 zuba odnosno 2,9%. Postmortalno je izgubljeno 172 zuba ili 21,1%, a za života 48 zuba ili 5,9 %.

prisustvo zuba kod muških individua



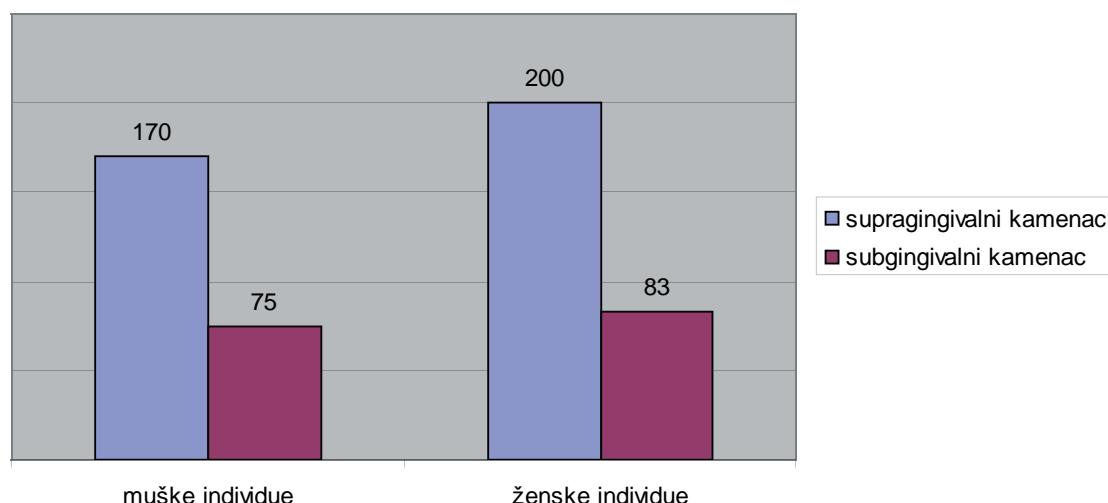
prisustvo zuba kod ženskih individua



ZUBNI KAMENAC (TABELA 2.)

Kada govorimo o prisustvu kamenca, treba naglasiti da je u toku analize uočeno da stanje koje sada uočavamo nije realna slika prisustva kamenca na zubima stanovnika antičkog Viminacijuma.

Veliki deo kamenca je odstranjen postmortalnim tretmanom materijala. Tako da sada možemo reći da se supragingivalni kamenac pojavljuje na samo 170 zuba muških individua, što bi bilo 34,2% od ukupnog uzorka dostupnog za analizu. Kod ženskih individua supragingivalni kamenac je uočen



na 200 zuba, odnosno 44%. Subgingivalni kamenac je prisutan na 75 zuba muških individua, što predstavlja 15,1% od ukupnog prisutnog uzorka, dok je kod ženskih subgingivalni kamaenac uočen na 83 zuba, a to čini 18,3%.

HIPOPLAZIJA (TABELA 4.)

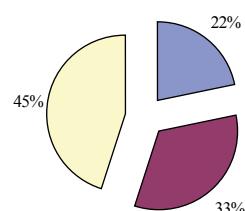
Dve ili više linija hipoplazije je uočeno na 90 zuba muških individua, što iznosi 18,1% od prisutnog uzorka. Jedna linija hipoplazije vidi se na 137 zuba muških individua, što je 27,6%. Hipoplazije nema na 186 zuba muškaraca, a to je samo 37,4% ispitanih uzorka.

Dve ili više linija hipoplazije je uočeno na 67 zuba ženskih individua, što iznosi 14,7% od prisutnog uzorka. Jedna linija hipoplazije vidi se na 118 zuba ženskih individua, što je 26%. Hipoplazije nema na 213 zuba ženskih individua, a to je 47% ispitanih uzorka.

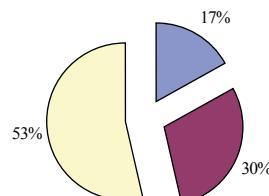
STEPEN ABRAZIJE (TABELA 5.)

Prilikom analize stepena abrazije na zubima ispitanih individua sa Viminacijuma, utvrđeno je da je abrazija prisutna na svim zubima, makar i u neznatnom stepenu. To je razumljivo, jer analizirani zubi pripadaju odraslim individuama. Međutim, kako je važno naglasiti da je na velikom broju analiziranih zuba stepen abrazije viši od 3²¹. Tačnije kod muških individua visok stepen abrazije je uočen na 166 zuba ili na 33,4%. Kod ženskih individua broj zuba sa abrazijom višom od trećeg stepena je 186, odnosno 41%. Ova činjenica umnogome otežava druge analize na zubima od-

hipoplazija kod muških individua



hipoplazija kod ženskih individua



nosno rezultati koji se tiču karijesa i morfologije zubnih krunica, kao metričkih vrednosti istih bili bi mnogo precizniji.

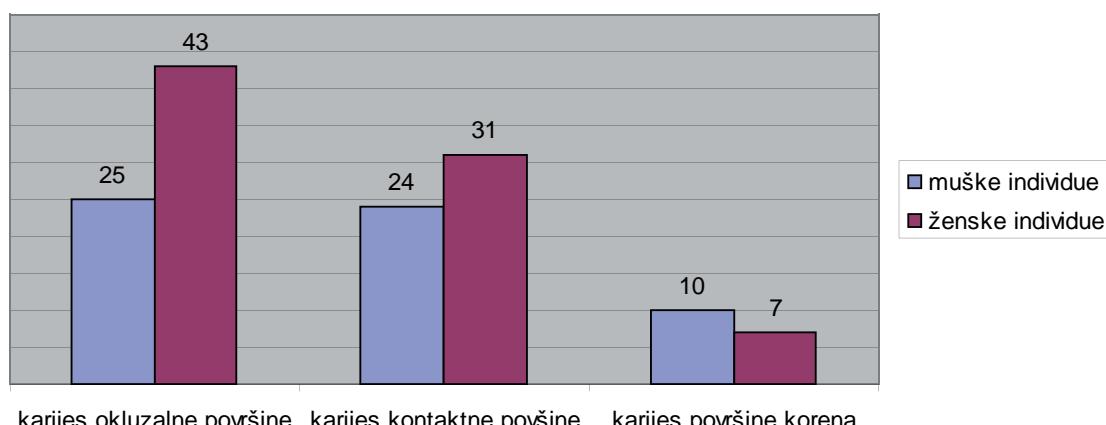
KARIJES (TABELA 6. – 10.)

Karijes je mogao biti posmatran na 497 zuba kod muškaraca i 454 zuba kod žena. Ovi brojevi se odnose na zube koji su prisutni, dakle, konačni rezultat ne uzima u obzir zube koji nisu izbili, kao ni one izgubljene *ante-* ili *post mortem*. Opšte stanje zuba zahvaćenih karijesom nismo predstavili. Karijes je posmatran po Hilsonovim kategorijama²² i ovde ćemo procentualno izraziti

21 Shultz, 1988

22 Hillson, 2001

broj zuba sa karijesom



samo ukupno stanje prekarijesnih lezija po kategorijama, kao i stanje zuba već zahvaćenih karijesom. Kada govorimo o karijesu okluzalne površine (Tabela 6.), prekarijesnim lezijama zahvaćeno je 110 zuba muških (22,1%) i 52 zuba (11, 4%) ženskih individua. Razvijenih oblika okluzalnog karijesa ima na 5% zuba muških i na 9,5% zuba ženskih individua.

Karijesom kontaktne površine na mezijalnoj strani zahvaćeno je 2,6% zuba muških i 3,3% zuba ženskih individua (Tabela 7.). Dok sa distalne strane na kontaktnoj površini karijes ima 2,2% zuba muškaraca, odnosno 3,5 zuba kod žena (Tabela 8.).

Kada se radi o karijesu površine korena (Tabela 9.-10.), on se pojavljuje, takođe, u zanemarivom procentu – ima ga na 2% zuba muškaraca, odnosno na 1,5% zuba kod žena. Što se tiče prekarijesnih lezija na ovoj lokaciji, prisutne su na 4,8% zuba kod muškaraca i 1,1% zuba žena.

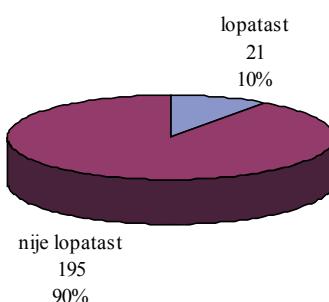
MORFOLOGIJA (TABELA 11. – 14.)

Pre nego što opišemo morfologiju zuba posmatranih individua, moramo naglasiti da je izuzetno visok stepen abrazije uticao na to da uzorak koji je mogao biti posmatran bude jako mali.

Dostupniji za analizu u većem broju bili su jedino incizivi. Od 216 prisutnih inciziva muških individua, 21 zub (9,7%) je lopatast. Kod žena lopatast oblik uočen je na samo dva zuba, što iznosi 1% od ispitanih 204 inciziva (Tabela 11.).

Na premolarima muških individua od obrađenih 216, jednu lingvalnu kvržicu srećemo na 13,4% zuba, a dve na 8,3 procenata zuba. Kod premolara ženskih individua od ukupno obrađenih 204 zuba, jednu lingvalnu kvržicu možemo uočiti na 18,6%, dok su dve prisutne na 12,7%. Na četiri zuba ženskih individua uočene su po četiri lingvalne kvržice (Tabela 12.).

prisustvo lopatastih inciziva



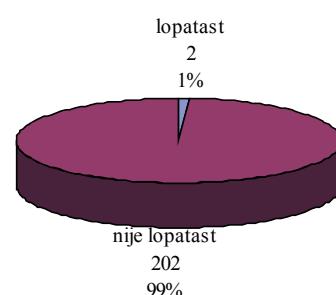
Kada je o morfologiji okluzalnih površina molara reč, situacija je najmanje jasna. Najveći deo zuba i kod muških i kod ženskih individua nije mogao biti posmatran usled abrazije. Od 322 prisutna molara muških individua, okluzalne površine nisu mogle biti posmatrane na 276 zuba, tačnije na 85,7%. Na prisutnim molarima uočena je raznovrsnost u broju kvržica, kako na gornjim, tako i na donjim molarima, tačnije taj raspon se kreće od 3 do 7 kvržica. Od 307 prisutnih molara ženskih individua, na 62% okluzalna površina nije mogla biti posmatrana, dok se broj kvržica kreće od 3 do 6 i na gornjim i molarima (Tabela 13.).

Na 168 donjih molara muških individua posmatran je oblik fisura. Usled abrazije na 147 molara, tačnije na čak 87,5% fisure nisu mogle biti posmatrane. Tako da od donjih molara muških individua na 6% uočavamo "+" oblik fisure, na 4,7% "X" oblik fisure i samo na 0,01% "Y" oblik fisure. Kod ženskih individua je stanje slično. Kod prisutnih 162 donja molara, usled abrazije na 144 molara, tačnije na čak 89% fisure nisu mogle biti posmatrane, tako da od donjih molara ženskih individua na 3,1% uočavamo "+" oblik fisure, na 6,2% "X" oblik fisure i samo na 1,7% "Y" oblik fisure (Tabela 14.).

Karabelijeva kvržica uočena je samo kod dve muške individe i to na prvim maksilarnim molarima.

METRIKA

Usled obimnosti uzorka, metrički podaci za svaki zub posebno su dati u okviru priloga. Metrička analiza podrazumevala je merenje meziostalnog i bukolingvalnog dijametra krunice zuba. Na osnovu dobijenih dijametara izračunati su indeksi zuba – model krune i indeks krune. Rezultati modela i indeksa krune dati su po biološkim kategorijama i grupama zuba, ali na nivou či-



tavog ispitanog uzorka, kako bi rasvetlili dentalni profil ovog dela populacije u metričkom smislu. Svi zubi pokazuju pozitivnu korelaciju između meziodistalnog i bukolingvalnog dijametra, koja je veća kod molara nego kod prednjih zuba. Polni dimorfizam u veličini krunica zuba na ispitanom uzorku postoji u gotovo zanemarljivom delu popstotka, mada je i inače on manje izražen kod ljudi nego kod ostalih primata²³.

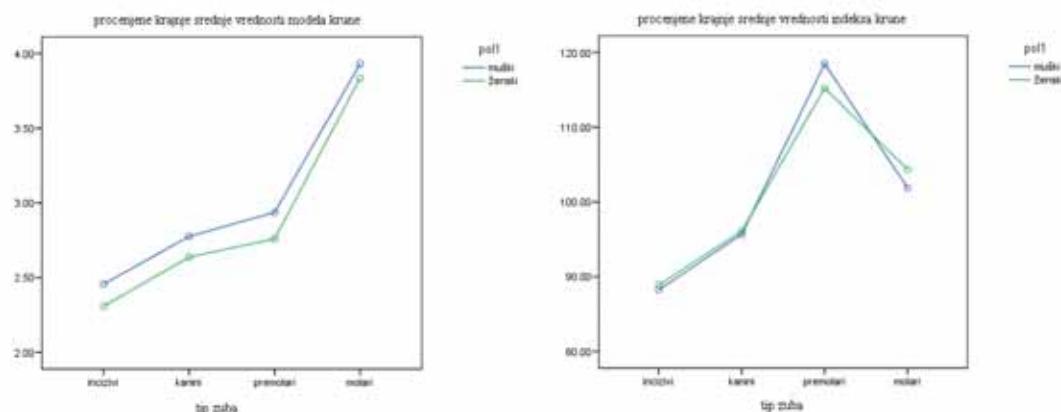
23 M. Đurić-Srejić, 1995

ZAKLJUČAK

Analiza zubnog materijala sa istočne nekropole Viminacijuma datovane od I do IV veka, pored toga što je dala jednu novu metodologiju u istraživanju u posebnoj oblasti fizičke antropologije do sada neistraživane kod nas, doprinela je, po prvi put, formiranju dentalnog profila dela antičke populacije sa teritorije Srbije.

Na osnovu analiziranog dentalnog materi-

| | | Muški | | | |
|-----------|-----------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
| Tip zuba | pol | model krune | | indeks krune | |
| | | srednja vrednost | standardna devijacija | srednja vrednost | standardna devijacija |
| incizivi | incizivi | 2,457142857 | 0,452702643 | 88,25215803 | 12,34503464 |
| | kanini | 2,775384615 | 0,389200364 | 95,66943629 | 15,87359746 |
| | premolari | 2,936666667 | 0,28606384 | 118,4875981 | 16,89162319 |
| | molari | 3,930333333 | 0,55274344 | 101,8718665 | 23,26625311 |
| pol | | Ženski | | | |
| Tip zuba | pol | model krune | | Indeks krune | |
| | | srednja vrednost | standardna devijacija | srednja vrednost | standardna devijacija |
| | | 2,308571429 | 0,415374847 | 88,88670313 | 23,48702175 |
| | | 2,637692308 | 0,372594232 | 96,085791 | 14,41515437 |
| premolari | incizivi | 2,759 | 0,302360335 | 115,2183957 | 19,11955062 |
| | molari | 3,835 | 0,3769966 | 104,3513299 | 13,95726945 |



jala možemo reći da deo stanovništva Viminacijuma koji se sahranjivao na ovoj nekropoli u prvim vekovima naše ere, ne računajući postmortalno izgubljene zube i oštećene vilice, ima dobro očuvane zube. Iako se radi o odraslim, čak i starim individuama, i kod žena i kod muškaraca zaživotno je izgubljen, u proseku, samo jedan od dvadeset zuba.

Kada govorimo o prisustvu zubnog kamanca kod ispitanih individua, treba naglasiti da je dobar deo ove mineralizivane bakterijske plake odstranjen u arheološkom tretmanu materijala. Na materijalu je posmatran preostali kako supragingivalni, tako i subgingivalni kamenac. Uzaludno je komentarisati količinu naslaga kamanca iz navedenog razloga, a nisu uočene nikakve značajne razlike distribuciji ova dva tipa naslaga na Zubima. Takođe, ujednačene količine kamanca su prisutne i kod ženskih i kod muških individua. Jedino činjenica da supragingivalnog kamenca ima 2,5 puta više i kod žena i kod muškaraca ukazuje na to da pojava kamanca na Zubima stanovnika Viminacijuma ima više veze sa oralnom higijenom i načinom ishrane, a manje sa oboljenjima na Zubima. Ovaj podatak o kamencu na Zubima može govoriti i o tome da je proteinska komponenta igrala određenu ulogu u ishrani stanovnika sahranjivanih na ovoj nekropoli. Svakako, ovo bi trebalo proveriti dodatnim hemijskim analizama.

Jedna, dve ili više linija hipoplazije prisutna je gotovo na polovini ukupnog uzorka. Nešto više je prisutna kod muškaraca nego kod žena. Iako znamo da je ovaj poremećaj u formiraju matriksa Zubne gleđi retko nasledan, i da najčešće nastaje kao posledica nedostataka u ishrani, ne bi to trebalo da prihvativmo olako. Statističkom analizom koju je obavio M. Porčić, poredeći pojmu hipoplazije kod individua različitog socijalnog statusa, a na osnovu diverziteta grobnih konstrukcija, nisu uočene značajne razlike. Pored niza razvojnih faktora koji mogu izazvati pojavu hipoplazije, za stanovnike Viminacijuma svakako su bili značajniji faktori sredine i promena navaika ili prilagođavanja na njih.

Kada je o karijesu reč, razvijeniji stepeni raznih oblika karijesa sreću se u jako malim procentima (uglavnom ispod 5%), jedino se kod žena okluzalni karijes sreće na svakom desetom zubu. Polazeći od činjenice da analizirani zubi potiču samo od odraslih individua, očekivano je bilo da

najviše ima okluzalnog karijesa i da je češći kod žena (u ovom slučaju i 2 puta više kod žena nego kod muškaraca). Zatim slede karijes kontaktnih površina i karijes površine korena, koji su ujednačeno raspoređeni na Zubima i žena i muškaraca, ali u jako malim procentima. Ukupan broj zuba zahvaćenih karijesom je za 6% viši kod žena. Kako se radi o odraslim individuama, ovaj podatak ne iznenađuje, jer je to model pojavljuvanja karijesa u do sada ispitivanom arheološkom materijalu. Treba imati u vidu da uz praćenje modela Zubne abrazije, ovi rezultati o količini karijesa, a uz proučavanje njegove epidemiologije, mogu umnogome olakšati rekonstrukciju modela ishrane ovog stanovništva.

Kada je reč o morfologiji krunica zuba i njenom opisivanju, ne možemo, a da ne pomeneš visok stepen abrazije, koji je onemogućio da formiramo jasniju sliku o morfološkim karakteristikama analiziranih zuba. Dostupniji za analizu su, svakako, bili incizivi. Kod žena lopataste incizive ima samo jednu individu, dok je kod muškaraca nešto drugačija situacija - jedna desetina inciziva ima lopatast oblik. Takav oblik zuba se najčešće sreće kod stanovnika Azije, a najmanje kod Evropljana i u ovom posebnom slučaju može se govoriti o eventualnim migracijama, odnosno prisustvu stanovništva čije poreklo nije sa ove teritorije. Ako imamo u vidu da je Viminacijum imao legijski logor, ova činjenica o eventualnom raznolikom poreklu stanovništva ni malo ne iznenađuje. Međutim, još uvek nemamo podatke o tome koji se deo stanovništva Viminacijuma sahranjivao na ovoj nekropoli da bismo mogli da se upustimo u podrobnije tumačenje rezultata. Što se ostalih grupa zuba tiče, dobijeni su raznovrsni podaci, ali zbog abrazije oni odslikavaju morfološke karakteristike vrlo malog broja analiziranih zuba. Za sada možemo zaključiti da morfologija krunica premolara i molara pokazuje veliku raznolikost.

Posle svega navedenog jedino nam preostaje da se osvrnemo na značaj istraživanja u ovoj subdisciplini biofizičke antropologije i da damo neke smernice za dalja istraživanja. Bez obzira što je Zub najčvršća komponenta skeleta i tela, način tretiranja zuba kao arheološkog nalaza, odnosno način skupljanja zuba iz arheološkog sloja i njegov dalji tretman umnogome može da utiče na konačnu sliku koju ćemo dobiti o individui ili populaciji na osnovu dentalne analize. Dentalna analiza,

ukoliko je sveobuhvatna i detaljna, može nam dati iscrpne podatke o životnim navikama i biološkoj istoriji individua i veza unutar ili između čitavih populacija u prošlosti. Tako ćemo upotpuniti sliku koju već imamo ili dobijamo iz drugih izvora o životu drevnih ljudi, a koja se ne zasniva samo na ostacima materijalne kulture ili istorijskim svedočanstvima.

BIBLIOGRAFIJA

Brothwell, D.R., (editor)

1963 Dental Anthropology. Pergamon Press, New York.

Brown, T.

1992 Dental anthropology in South Australia. *Dental Anthropology Newsletter*, 6, 1–3.

1998 A century of dental anthropology in South Australia. *Human Dental Development, Morphology and Pathology*, editor. J.R. Lukacs. University of Oregon Anthropological Papers, 54, 421–441.

Buikstra, J. F i D. H. Ubelaker (editors)

1994 Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. Arkansas Archeological Survey, Fayetteville, Arkansas.

Đurić-Srejić, M.

1994 Uvod u fizičku antropologiju drevnih populacija. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.

Dahlberg, A.A.

1991 Historical perspective of dental anthropology. *Advances in Dental Anthropology*, editor M.A. Kelly & C.S. Larsen, 7–11.

Goose, D.

1963 Dental measurement: an assessment of its value in anthropological studies, editor Brothwell, D., *Dental Anthropology*, Pergamon Press, London, 125–148.

Hillson, S.

1996 Dental Anthropology. Cambridge University Press, Cambridge.

2001 Recording Dental Caries in Archaeo-

logical Human Remains. *International Journal of Osteoarchaeology* 11:249–289.

2005 Teeth, Cambridge University Press, Cambridge.

Hošovski, E.

1990/1991 Prvi paleodemografski rezultati o antičkom Viminaciju, *Saopštenja*, 22/23, 273–278.

Hrdlička, A.

1920 Shovel-shaped teeth. *American journal of Physical Anthropology*, 3, 429–465.

Irish, J. D. i G. C. Nelson (editors)

2008 Technique and Application in Dental Anthropology. Cambridge University Press, Cambridge.

Kelley, M.A.,Larsen,C.S. (editors)

1991 Advances in Dental Anthropology. Wiley-Liss, New York.

Kosa, F.

1993 Directions in dental anthropological research in Hungary, with historical retrospect. *Dental Anthropology Newsletter*, 7, 1–10.

Lasker, G.W.

1950 Genetic analysis of racial traits of the teeth. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 15, 191–203.

Lieverse, A. R.

1999 Diet and the Aetiology of Dental Calculus. *International Journal of Osteoarcheology* 9:219–232.

Mikić, Ž.

1993a Viminacijum – antropološki pregled grupnih grobova rimskog perioda, *Saopštenja* 25, 179–198.

1993b Viminacijum – prikaz nekropole iz perioda Velike seobe naroda, *Saopštenja* 25, 99–207.

Pedersen, P.O.

1949 The East Greenland Eskimo dentition, *Meddelelser om Gronland*, 142, 1–244.

Weidenreich, F.

1937 The dentition of Sinanthropus pekinensis: a comparative odontography of the hominids, *Paleontologia Sinica*, 101, 1–180.

Wolpoff, M.

1971 Metric trends in Hominid Dental Evolution. Case Western Reserve University Press, Cleveland & London

Slike: 1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 i 30, fotografisali i obradili: Marija Radović i Savo Zirović, 2009.

DENTAL PROFILE OF THE POPULATION OF ROMAN VIMINACIUM EXCAVATIONS 2003 – 2006

We analyzed metric and morphological characteristics and dental disease of teeth of 59 adult individuals (28 females and 31 males) from the Eastern cemetery of Viminacium (1st – 4th century AD), using light microscopy and sliding caliper. The main aim of the study was making dental profile of this part of antique population from the territory of Serbia because such analysis has never been done before in Serbian anthropology. Beside that, period from 1st to 4th century AD is very long, and many cultural, religious, historical and population changes occurred during it. We also expected the reaction pattern to all these changes when it is about an individual and their teeth.

Based on our results we can say that the teeth of the part of Viminacium population who used to bury in Eastern cemetery in begin of the Era were well preserved (only one of twenty was lost antemortem). Just 5% of teeth suffered from caries, the diet was highly based on protein component, and 10% of male individuals had Asian origins. This study showed that dental analysis can give us information about living habits and biological history of individuals inter and among populations in the past.

Tabela 2. Prisustvo suprastigivalnog kanenca

Tabela 3. Prisustvo subžigivajnog kamenca

Tabela 4. Prisustvo hipoplazije

Tabela 5. Stepen abrazije

Tabela 6. Okluzalni karijes

Tabela 7. Karijes mezijalne kontaktne površine

Tabela 8. Vozniac dicto na kontolima novogima

Tabela 9. Karijes bukalne površine korena

Tabelle 10 Variationskoeffizienten

Tabela 11. Lopatasti incizivi

| Lopatasti incizivi | | Broj zuba | | | | | | | | Total |
|---------------------|----------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Pol | Lopatast | 11 | 12 | 21 | 22 | 31 | 32 | 41 | 42 | |
| muški | FALSE | 20 | 21 | 21 | 21 | 28 | 28 | 28 | 28 | 195 |
| | TRUE | 6 | 5 | 5 | 5 | | | | | 21 |
| muški Total | | 26 | 26 | 26 | 26 | 28 | 28 | 28 | 28 | 216 |
| ženski | FALSE | 24 | 24 | 24 | 24 | 27 | 27 | 27 | 27 | 202 |
| | TRUE | | | | 2 | | | | | 2 |
| ženski Total | | 24 | 24 | 24 | 24 | 27 | 27 | 27 | 27 | 204 |
| Grand Total | | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 55 | 55 | 420 |

Tabela 12. Broj lingvalnih krvžica na premolarima

| premolarji | | Broj krvžica | | | | | | | | | Total |
|---------------------|---------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Pol | Prem | broj krvžica | 14 | 15 | 24 | 25 | 34 | 35 | 44 | 45 | |
| muški | 0 | 22 | 23 | 21 | 19 | 21 | 22 | 17 | 17 | 22 | 167 |
| | 1 | 3 | 3 | 5 | 7 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 29 |
| | 2 | | | | | 4 | 2 | 9 | 9 | 3 | 18 |
| | (blank) | 1 | | | | | | 1 | | | 2 |
| muški Total | | 26 | 26 | 26 | 26 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 216 |
| ženski | 0 | 15 | 13 | 17 | 17 | 16 | 17 | 10 | 10 | 16 | 121 |
| | 1 | 7 | 10 | 6 | 6 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 38 |
| | 2 | | | | | 8 | 5 | 9 | 9 | 4 | 26 |
| | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 15 |
| | (blank) | | | | | | 2 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| ženski Total | | 24 | 24 | 24 | 24 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 204 |
| Grand Total | | 50 | 50 | 50 | 50 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 420 |

Tabela 13. Broj kvržica na molarima

Tabela 14. Oblík físiure na domum molarima

| donji molari | | Oblik lisure | | | | 46 | | 47 | | 48 | | Total |
|--------------|---|--------------|----|----|--|----|--|----|--|----|--|-------|
| Pol | | 36 | 37 | 38 | | 46 | | 47 | | 48 | | |
| muški | | 25 | 22 | 26 | | 26 | | 23 | | 25 | | 147 |
| | + | 2 | 3 | | | 2 | | 3 | | | | 10 |
| | X | | 2 | | | | | | | | | |
| muški | Y | 1 | 1 | 2 | | | | 2 | | 1 | | 7 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| muški Total | | 28 | 28 | 28 | | 28 | | 28 | | 28 | | 168 |
| ženski | | 26 | 21 | 26 | | 25 | | 26 | | 26 | | 144 |
| | + | | 1 | 1 | | | | | | | | |
| | X | 1 | 4 | | | | | | | | | 5 |
| ženski | Y | | 1 | 1 | | 1 | | 4 | | | | 10 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| ženski Total | | 27 | 27 | 27 | | 27 | | 27 | | 27 | | 162 |
| Grand Total | | 55 | 55 | 55 | | 55 | | 55 | | 55 | | 330 |

Dragana Rogić
Arheološki institut Beograd
rogic.dragana@gmail.com

Darko Despotović
konzervator

Bebina Milovanović
Arheološki institut Beograd

UDK 904:75.052”652”(497.11) ;
902.2(497.11)”2003/2004”

Izvorni naučni članak



Viminacium, Stari Kostolac, Srbija
LAT 44° 44' 09" / LONG 21° 12' 42"

FRAGMENTI ZIDNOG SLIKARSTVA SA TERMI IZ VIMINACIJUMA

APSTRAKT

Sistematska arheološka iskopavanja termi na Viminaciju dopunjuju naša saznanja o životu antičkog grada. Novac nađen u pristoriji 1 i 2, datuje mlađu fazu termi iz druge polovine III veka, kada je objekat proširen dodavanjem novih bazena i pomoćnih prostorija.

Ostaci zidnog slikarstva otkriveni u prostoriji 1 sugerisu način unutrašnjeg dekorisanja javnih zgrada. Konzervatorskim postupkom pojedini fragmenti su postavljeni na novi malterni nosač. Sačuvane ostatke fresaka nije bilo moguće potpuno rekonstruisati, već samo stabilizovati i od njih napraviti više prenosivih eksponata.

KLJUČNE REĆI: KONZERVACIJA, TERME, FRAGMENTI, SPAJANJE, MALTER, REKONSTRUKCIJA.

UVOD

Sistematska arheološka iskopavanja na javnim, gradskim termama u Viminaciju započeta su u julu 2003. godine i trajala su samo mesec dana. Iskopavanja većeg obima nastavljena su na redne godine i trajala su od maja do kraja novembra. Tom prilikom otkriven je najveći deo rimskog kupatila na kome se povremeni arheološki i konzervatorski radovi još uvek izvode. Terme, očuvane u nivou hipokausta, dozvoljavaju praćenje više građevinskih faza u dužem hronološkom periodu od kraja I do sredine V veka. Pored osnovnih bazena za kupanje u toploj (*caldarium* – konhe I, II, IV, V) i hladnoj vodi (*frigidarium* – konha III), istraženo je još nekoliko prostorija različitih po obliku i nameni.

O raskoši i umetničkom nadahnuću svedoče oslikani zidovi prostorije 1¹. Naime, u severozapadnom delu termi konstatovane su dve pravougaone prostorije zidane od lokalnog kamena „zelenca“,² prilikom čijih iskopavanja se u prostoriji broj 1, u sloju šuta (fragmenti opeka,

1. Prostorija je tako naznačena u terenskoj dokumentaciji.
2. Pod pojmom „zelenac“ podrazumeva se kamen iz lokalnog kamenoloma u Ramu, tj. iz rimske Lederate, odakle je dovožen građevinski materijal za izgradnju Viminacija. Zelenac, odnosno, zeleni škriljac pripada velikoj grupi, mahom ortometamorfnih stena, nastalih pod sličnim uslovima. Zajednička im je škriljava tekstura, dok im struktura zavisi od preovlađujućih minerala i može da bude granoblastična, lepidoblastična i nematoblastična. Najvažniji minerali koji se u njima pojavljuju su epidot, hlorit, albit, talk, amfiboli, kvarc i dr. Ime dobijaju prema mineralnom sastavu (hloritski, albitski, talkni).



sl. 1. čišćenje fragmenata fresaka čije su poledine iznivelišane postupkom opisanim u tekstu

kamena peščara i zelenca, maltera i sitnozrnog žutog peska), na koti od 79,78 m naišlo na prve fragmente zidnog slikarstva. Dimenzije spoljnih zidova prostorije su 6,85 x 4,85 m. Širina zidova varira od 0,65 do 0,77 m. Prostorija je sačuvana u nivou ispod poda, sa visinom zidova od 3,55 m, dok je sama podnica bila probijena.

Ostaci fragmenata opeka i heksagonalnih, leptirastih i pravougaonih keramičkih podnih pločica svedoče da je pod verovatno bio popločan ovim materijalom, dok su podnu substrukciju činili sitnozrni pesak, zemlja i malter.

O nameni prostorije svedoči otkriveni kanal sagrađen od kamena zelenca i opeka povezanih malterom. Dimenzije kanala su 5 x 2 m, a očuvana visina 2,20 m. Kanal je u obliku čiliričnog slova P, sa zidovima širine oko 0,70 m.

Na severnom zidu konstatovan je naknadno zazidan zasvedeni prolaz kao i manji lučno zasveden otvor ozidan opekama. U južnom zidu uočena su dva manja lučno zasvedena otvora simetrična u odnosu na one u severnom zidu, a u zapadnom još jedan lučno zasveden otvor koji vodi do sledeće prostorije, do sada neistražene. Veličine lučno

zasvedenih otvora variraju i prosečnih su dimenzija oko 0,50 x 0,42 m. Simetrično su postavljeni, a kroz njih su prolazile keramičke cevi za dovod vode, ali i zagrevanje prostorije broj 2 koja se nadovezuje na istočni zid. U njoj se nalaze stubovi od opeka, odnosno hipokaust.

Neki od lučnih otvora su naknadno zazidani, verovatno kada su odaje izgubile svoju prvo bitnu namenu, odnosno korišćene su u druge svrhe kada sistem podnog grejanja više nije bio u funkciji. Fragmenti cevi nađeni su u štu tokom iskopavanja. Otkriveni kanal unutar prostorije broj 1, definiše namenu odaje. Naime, ona je bila u funkciji latrine, tj. toaleta.

Nalazi fragmenata zidnog slikarstva iz ove prostorije svedoče da su zidovi iznad podnice bili oslikani. Pokretni arheološki materijal je raznovrstan, ali ne i tako brojan. Pored fragmenata različitih keramičkih i staklenih posuda, nađene su koštane ukosnice, olovne i bronzane oplate, gvozdeni klinovi i amorfni komadi gvozdene zgure. Najznačajniji nalazi koji hronološki determinišu prostoriju, svakako su četiri bronzana novčića. Novac je pod velikom patinom i uglavnom neči-



sl. 2. Spajanje fragmenata po slikanom motivu



sl. 3. Nivelisanje fragmenata u pesku, pre nanošenja maltera

tak. Po obliku se može datovati u drugu polovinu trećeg veka. Novac nađen tokom iskopavanja unutar prostorije broj 2 koja pripada istoj građevinskoj i hronološkoj fazi je brojniji. Najraniji primerak pripada periodu vladavine Septimija Severa (193–211), dok su ostali primerci iz sredine ili s kraja III veka. Poznat je po jedan primerak bronzanog novca Gordijana III sa suprugom Trankvili-nom sa natpisom na grčkom (238–244), zatim Valerijana (253–260), Galijena (253–268) i Klaudija II Gotskog (268–270). Pronađeno je čak 18 bronzanih novčića Aurelijana (270–275) kovanih u tri različite kovnica: Sisciju, Mediolanum i Kizik. Devetnaesti primerak je iskovan u čast njegove supruge Severine. Iz perioda vladavine cara Proba (276–282) potiče šest novčića, dok jedan pripada vladavini Karusa (282–283), a dva su iz vremena Maksiminusa (286–305). Najmlađi novac pripada Konstantinu II (341–346), a u IV vek su datovana dva slepljena i korozijom oštećena novčića.

Na osnovu nalaza novca, obe prostorije bi pripadale kasnijoj fazi termi, tj. drugoj polovini III veka, kada su po svoj prilici prvo bitne terme proširene dodavanjem bazena III i V i pomoćnih prostorija (svlačionice, toalet, vežbaonice i sl.).

Verovatno se ova obnova desila u vreme cara Aurelijana kako to pokazuju brojni primerci novca iz perioda njegove vladavine nađeni u prostoriji broj 2.

Iskopavanja unutar prostorije 1 su završena na relativnoj dubini od oko 3,55 m, tj. do nivoa opekom popločanog poda.

Fragmenti zidnog slikarstva su deponovani u arheološki centar na prostoru TE Drmno.

U aprilu 2007. godine započeti su konzervatorsko radovi na fragmentima.

RADOVI NA FRAGMENTIMA FRESAKA SA TERMI

Konzervatorski radovi obuhvatili su spajanje fragmenata i njihovo postavljanje na novi nosač. Od postojećih fragmenata nije bilo moguće potpuno rekonstruisati likovnu celinu jer je nedostajao veći deo slikane površine. Radovi su tekli ovim tokom: čišćenje; fiksiranje; dokumentovanje; zaštita lica fragmenata flasterima gaze i adekvatnim lepkom da ne bi došlo do dodatnih oštećenja jer je poledina fragmenata morala da se obradi; ojačavanje malterom; razvrstavanje fragmenata po boji, slikanom motivu i malteru; spajanje fragmenata i izrada novog nosača.

Faze rada:

Fragmenti su prvo očišćeni suvom mekanom četkom, zatim su hirurškim skalpelima mehanički uklonjene veće naslage zemlje. Nakon ove faze pristupilo se čišćenju fragmenata pamučnim tuferima i destilovanom vodom. Postupak čišćenja ponavljan je nekoliko puta sve dok u potpunosti nisu uklonjene naslage nečistoća.

Bojeni sloj je uglavnom bio stabilan i nije bilo većih problema prilikom čišćenja, sem što se na pojedinim fragmentima otirala crvena boja. Posle čišćenja fragmenti su ostavljeni nekoliko dana da se dobro osuše, a zatim je urađeno fiksiranje sa 3% rastvorom Paraloida B72 u acetonu. Fiksiranje je urađeno dva puta, a fiksativ je nanošen finom četkom.

Nakon fiksiranja fragmenti su razvrstani kako bi se utvrdilo da li mogu da se spoje u jednu celinu. Osnovni metod za grupisanje bilo je uklapanje po slikanom motivu, ali su i sama struktura

i sastav maltera mogli da ukažu na to koji delovi gde pripadaju.

Debljina maltera bila je različita i kretala se od 1 do 15 centimetara, zbog čega je bilo neophodno da se ona izjednači na debljinu od 1 – 3 cm. Fragmenti su sa lica zaštićeni flasterima gaze da ne bi došlo do dodatnog pucanja prilikom istanjivanja. Za lepak je korišćena karboksi-metil celuloza i 10% tutkalo u razmeri 1:1. Svaki sloj gaze i lepka se sušio 24 časa. Za istanjivanje maltera korišćena je rotaciona žičana četka koja je bila postavljena na stubnu bušilicu. Kada su istanjeni svi fragmenti urađeno je ojačavanje maltera krečno kazeinskim akrilnim vezivom.

Napravljen je drveni ram sa dnom, dimenzija 120 x 120 cm, u koji je stavljen pesak radi lakšeg nивелисања и спајања фрагмената.

Za прављење maltera korišćeno je mermerno brašno i krečno-kazeinsko, akrilno vezivo. Gaza je u prvim slojevima maltera služila kao armatura, kako bi veza sa spojenim delovima bila čvršća, поставljана je u trakama 10 cm širine. Trake su постављене тако да се свака преклапа по неколико centimetara sa narednom.

Fragmenti су нивелисани у песку, а када је тачно одређено њихово место повезани су malterom. За сушење maltera bilo je потребно 10 dana да би celina могла да се обрађује, а да не дође до раздвајања спојених delova. Malter je nanošen u dva sloja 0,5 cm niže od bojenog sloja. Manje celine koje су биле сastavljene, nakon оčvršćivanja maltera, постављене су licem na dole да би се nastavilo са обрадом poleđine. Posle сушења нанесен је још један слој maltera debljine око 0,5

cm, ali prethodno je oko fragmenata postavljen pravougaoni kalup који је davao konačnu formu nosača. Sve manje celine imaju tri sloja gaze i tri sloja maltera sa poleđine. Kada je završena obrada malternog nosača i kada se sve dobro osušilo (20 dana), sastavljenе celine су obrađivane sa lica i tada je nanešen završni sloj maltera. Pre ovog završnog sloja, površina suvog maltera je navlažena vezivom. Za završni sloj maltera korišćeno je prosejano mermerno brašno i nešto slabije vezivo da ne bi došlo do pucanja završnog sloja maltera.

Ovim postupkom urađeno je шest nosača: N1 – 34 x 59 cm, N2 – 26,5 x 35 cm, N3 – 30 x 42 cm, N4 – 33,5 x 50 cm, N5 – 24 x 43 cm i N6 – 24,5 x 50,5 cm.

Nosač-N7 (56 x 94 cm) je zbog svojih dimenzija имао drugačiji tretman. Fragmenti су гуписани у manje celine које су спајане у песку, за прве slojeve maltera korišćena je gaza као armatura (као што је већ описано у тексту), затим су manje spojene celine уклапане са другим и нивелисане. Када су celine постављене на своје место, vezane су malterom. Posle сушења maltera urađeno је ojačavanje lica freske sa pet slojeva gaze i lepkom od karboksi-metil celuloze i tutkala.

Kada se sve ovo dobro osušilo nosač je подignут и окренут на poleđinu, на ravnu подлогу преко које је била постављена sunđerasta substruktura i melineks да не би дошло до неких оштећења на лицу freske. Urađeno је нивелисање poleđine додавањем maltera да би се добила равна површина на коју се могу даље наносити slojevi maltera да би се формирао nosač freske. Nanešena су још два слоја maltera. Posle сушења maltera cela površina



slika 4. спајање фрагмената у песку, прво су спојене мање celine које су се касније уклапале у коначну celinu



slika 5. nanošenje maltera



sl. 6. N-1, slični motivi radeni ljubičasto-crvenkastom bojom



sl.7. N-2 Na beloj pozadini prikazana je sivkasta bordura, u centralnom delu se nalazi valerski građena bordura u čijem se središnjem delu nalazi tamno crveni pojas, a sasvim desno nalazi se žuta bordura.



sl. 8. N-3 Na beloj pozadini prikazana je plava bordura, žuta čija je širina oko 2 cm i crvena.



sl. 9. N-4

širina sivkasto-ljubičaste bordure je 1 cm; širina najtanje svetlo crvene bordure je 8 mm; deblja crvena bordura je 1 cm široka; najdeblja lazurno crvena je 3,3 cm;

je impregnirana dvokomponentnim premazom za impregnaciju „Policem prajmer A i B, u razmeri 1:1. Nakon sušenja premaza koje po preporuci proizvođača traje od 24 do 72 sata, nanešen je još jedan sloj na koji je odmah potom postavljena plastična mrežica zaštićena istim premazom sa dodatkom mermernog brašna. Posle sušenja ovog sloja maltera, postavljen je završni sloj maltera od mermernog brašna krupnije granulacije i krečno-kazeinsko-akrilnog veziva. Posle sušenja ova celina je okrenuta na lice, kada je postavljen dekorativni malter nekoliko milimetara ispod bojenog sloja.

Restauracija ovih celina još uvek nije završena. Samo je na celini N5 početa restauracija, a odlučili smo da se tačno vidi rekonstrukcija i da posmatraču bude jasno koji su delovi restaurirani.

ZAKLJUČAK

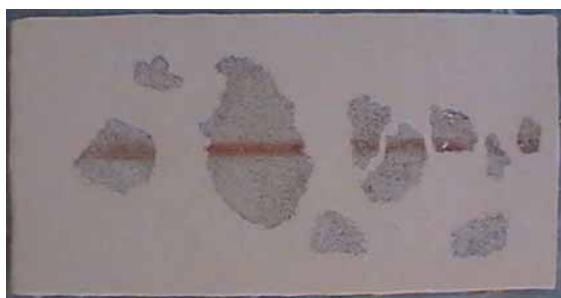
Radovi su tekli bez neočekivanih situacija. Ovaj poduhvat zahtevao je strpljiv rad koji je trajao tri meseca. Ono što sledi je restauracija i uramljivanje spojenih celina adekvatnim ramovima sa poleđinom.

Od postojećih fragmenata nije bilo moguće potpuno rekonstruisati likovnu sadržinu. Fragmenti koji nisu mogli da se uklope ni u jednu celinu sačuvani su i čekaju nova iskopavanja.

Nesumnjivo je da je slikana dekoracija veoma zanimljiva jer ima dosta fragmenata sa linearnim motivima. Od boja pre-



sl. 10. N-5 Na beloj pozadini prikazane su dve bordure, šira čija je širina 6 cm, i uža čija je širina 7 mm. Jedino je na ovom primeru urađena restauracija.



sl. 11. N-6 dimenzije ovog nosača su: 54 x 24 cm, crvena bordura je 13 mm



sl. 12. N-7 Ova slikana dekoracija ima više planova: u donjoj zoni predstavljen je floralni motiv zelene boje na krečno beloj pozadini maltera, iznad njega nalazi se bordura čija iznosi 13 mm, gornja zona ove celine nastavlja se na belu pozadinu širine oko 5 cm (tanka crvena bordura je 13 mm; žuta 5 cm, a svetlocrvena oko 4 cm)

ovlađuju uglavnom nijanse crvene i ljubičaste, i plava, žuta i zelena boja. Posebna je celina sa floralnim motivima izvedenim zelenom bojom dok je za pozadinu iskorišćena krečno bela površina. Ovaj motiv se završava crvenom, horizontalnom bordurom na koju se nastavlja deo linearog ta-

kođe horizontalnog motiva, i to u nekoliko boja od sivkaste i žute do nekoliko nijansi crvene boje.

Malter većine fragmenata se sastoji od gašenog kreča, a kao punioc korišćen je šljunak različite granulacije. Neki od fragmenata imaju hidraulični malter. Poznato je da je takav malter po svojim svojstvima postojaniji na vlagu i otporniji na mehanička oštećenja. Fragmenti koji su u sastavu maltera imali i drobljenu opeku ili prah verovatno su bili u nižim zonama objekta ili u prostorijama u kojima je bila izražena vlažnost.

Fresko-tehnika se koristila za ukrašavanje zidnih površina različitih zdanja. Osim privatnih palata, javnih građevina, fresko-slikarstvo je našlo primenu i u sepulkralnoj arhitekturi. Otkriće više od dvadeset oslikanih grobnica na nekropoli Viminacijuma potvrđuje postojanje razvijene slikarske radionice u ovom gradu.³ Iako je do nedavno zidno-slikarstvo u profanoj arhitekturi Viminacijuma bilo nepoznato, nalazi fragmentarno sačuvanih fresaka sa gradskih termi unutar prostorije broj 1, odnosno latrine, potvrđuju postojanje slikarskih ateljea i umetnika koji su razvili osobenu slikarsku formu da bi kroz maštovitost svog izraza dostigli neprolaznost i univerzalnost izraženu na zidovima jednog termalnog objekta. Malobrojni i fragmentarno sačuvani ostaci zidnog slikarstva nisu nam, kao što je već rečeno, omogućili idealnu rekonstrukciju i zbog toga bi analogije bile samo hipotetičke. Nadamo se da će se radovi uskoro nastaviti i da će se prilikom novih arheoloških iskopavanja naći još oslikanih fragmenata koji će nam pomoći da u potpunosti rekonstruјemo slikanu dekoraciju ove prostorije i izvršimo poređenja sa identičnim primerima fresko slikarstva u rimskoj umetnosti. Do tada naše spojene celine čekaće u dobrim uslovima.

3. M. Korać, Slikarstvo Viminacijuma, Beograd, 2007.

LITERATURA

Korać 2007.

Korać, M. 2007. *Slikarstvo Viminacijuma*, Beograd, Centar za nove tehnologije.

FRAGMENTS OF WALL PAINTINGS DISCOVERED IN THERMAE FROM VIMINACIUM

Systematic archaeological excavations of the Viminacium thermae enrich our knowledge about life in this ancient city. According to the coins found within rooms 1 and 2, the younger thermae phase can be dated into the second half of 3rd century, when the building was enlarged by adding new pools and auxiliary rooms.

The remains of fresco paintings discovered in room 1 reveal the way of decorating public buildings. The work done on fragments of wall decoration included conservation, documentation and presentation. The full reconstruction of the fresco remains was not possible. It was only possible to stabilize them and make several portable exhibits.

KEY WORDS: CONSERVATION, THERMAE, FRESCO FRAGMENTS, CONNECTING, NIVELLATION, MORTAR, NEW CARRIER, RECONSTRUCTION.



Slika 1. Prostorija broj 1.

Marko Porčić

UDK 902:303.023

Izvorni naučni članak

KVANTIFIKACIJA U ARHEOLOGIJI: ISTORIJSKI I TEORIJSKO-METODOLOŠKI ASPEKTI

APSTRAKT

Tekst predstavlja istorijski pregled upotrebe kvantitativnih metoda u arheologiji sa ciljem da se pojasni njihova uloga u kontekstu arheološke teorije vremena o kome se govori. Ovaj rad nastao je kao pokušaj da se u srpskoj arheologiji obrati pažnja na ovu veoma zanemarenu oblast, koja predstavlja deo opšte naučne kulture. Predstavljeni su osnovni principi statističkog metoda i objasnjena je uloga statistike u naučnom istraživanju. Zatim je dat kratak pregled osnovnih pravaca u istoriji arheologije, sa naglaskom na procesnu arheologiju, i autor je pokušao da kroz veoma ograničen broj primera ilustruje širok spektar problema čije je rešavanje nemoguće bez kvantifikacije. Isto tako, načinjen je pokušaj da se razjasni uloga kvantitativnih metoda u procesnoj arheologiji i da se na taj način razbije mit o ključnoj ulozi kompjutera u Novoj arheologiji.

KLJUČNE REČI: KVANTIFIKACIJA, STATISTIKA, NOVA ARHEOLOGIJA, TEORIJA, METOD, MERENJE.

UVOD¹

Mišljenje koje je duboko ukorenjeno u laičkim predstavama o arheologiji, a neretko se može čuti i od samih arheologa, jeste da matematika, statistika i kvantitativni metodi uopšte, nemaju nikakve veze sa humanističkom disciplinom kao što je arheologija. Ovakva razmišljanja mogu biti prouzrokovana samo suštinskim nerazumevanjem naučnog metoda, kvantitativnih metoda i naponsetku, same arheologije.

Uz određenu dozu karikature, može se reći da arheolozi na matematiku i statistiku najčešće reaguju na jedan od dva načina, oba ekstremna i pogrešna.²

1. Nekritičko prihvatanje kvantitativnih metoda kao svemuogućeg rešenja. Kvantifikacija u tom slučaju postaje samoj sebi svrha, a (često neadekvatna) primena statističkih tehniki se praktikuje gotovo poput neke vrste čarobnog štapa koji će jednim magijskim potezom dati sve odgovore.³

2. Strah od matematike koji rezultira u kategoričkom odbacivanju kvantitativnih metoda ili odbacivanje ovih metoda pod izgovorom da se

¹ Autor je stipendista Ministarstva nauke Republike Srbije, a ovaj tekst nastao je u okviru projekta Interkulturna komunikacija u paleobalkanskim društvima br. 147040, finansiranog od strane istog Ministarstva.

² Clark 1982: 221

³ Thomas 1978, Cowgill 1977, Dumond 1977

Ijudi ne mogu proučavati putem jednačina i formula. Druga reakcija je mnogo češća, naročito u naučnim zajednicama koje ne pripadaju engleskom govornom području.

Opažanje Konstantina Momirovića da je kontradiktorna činjenica da psihologija proučava daleko složenije sisteme od onih kojima se bave fizičari ili hemičari, a da je u isto vreme matematičko znanje koje se zahteva od psihologa daleko manje od znanja fizičara,⁴ može se u potpunosti ekstrapolirati i na arheologiju i antropologiju. Čak i ako se izuzme činjenica da ljudska društva u sadašnjosti i prošlosti čine veoma složene sisteme, ostaju hiljade fragmenata keramike, kostiju i kremera i njihovih različitih svojstava koje treba izmeriti, kao i prostorni, vremenski i logički odnosi koje treba sagledati. Takvo mnoštvo informacija nužno je organizovati u analitičke jedinice, a za taj posao neophodno je poznavanje kvantitativnih metoda.

Nije namera autora da zagovara mišljenje da arheolozi treba da postanu matematičari i statističari, ali postoje najmanje dva razloga zašto bi arheolozi trebalo da se upoznaju makar sa osnovnim statističkim metodama:

1. Najopštije jedinstvo naučnog metoda. U svakoj nauci prisutno je merenje ili brojanje neke vrste.⁵ Arheologija se u ovom pogledu ne razlikuje od drugih nauka, tako da skoro svako ozbiljnije arheološko istraživanje, bilo teorijsko, bilo empirijsko, podrazumeva kvantifikaciju, makar najjednostavniju.

2. Komunikacija sa stručnjacima za primenu metoda prirodnih nauka na arheološke probleme, naročito sa statističarima i matematičarima. Ukoliko je potrebno da se arheolog obrati statističaru ili matematičaru za potrebe neke složenije statističke analize ili kompjuterske simulacije, on mora poznavati makar osnovne pojmove da bi komunikacija bila moguća, jer je nerealno očekivati da statističar ili matematičar poznaje arheološku i antropološku teoriju.

Takođe, veliki napredak u informacionim tehnologijama rezultirao je razvijanjem komercijalnih softverskih paketa za statističku obradu podataka koji su prilagođeni nematematičarima i istraživačima iz oblasti društvenih nauka (poput SPSS – Statistical Package for Social Sciences)

i koji zahtevaju samo osnovno poznavanje matematike (ali zahtevaju poznavanje unutrašnje logike tehnika i osnovna znanja iz statistike). Time je omogućeno svakom istraživaču da uz malo napora primenjuje ove tehnike, tako da izgovori za nekorišćenje ovih metoda postaju neopravdani.

Cilj ovog rada jeste da predstavi ulogu koju kvantitativni metodi imaju u arheologiji, prikažu u čemu je ta uloga slična sa ulogom koju ove tehnike imaju u drugim naukama i kakve su to specifičnosti arheologije koje utiču na odabir i način korišćenja kvantitativnog analitičkog aparata. Tema će biti obrađena sa dva aspekta – istorijskog i teorijsko-metodološkog. Prvi aspekt podrazumeva kratak istorijat korišćenja kvantitativnih metoda u arheologiji, dok drugi aspekt podrazumeva razmatranje korišćenja i značenja tih tehnika u svetlosti arheološke teorije i metodologije. Istorijat nema ambiciju da bude sveobuhvatan pregled, jer bi on zahtevao mnogo više mesta, već će biti izdvojeni samo aspekti od većeg značaja. Istorijski i teorijski aspekti će biti prikazani zajedno, jer puko nabranje kvantitativnih tehnika i godine ili decenije kada su one počele da se koriste nema nikakvu svrhu, ako nije stavljen u kontekst istorije arheološke misli (arheološke teorije i metodologije).

OSNOVNI POJMOVI

U ovom tekstu se pod pojmom kvantitativne metode podrazumeva širok spektar statističkih metoda za opis i analizu podataka, zatim matematičko modelovanje i kombinacija ova dva polja primjene matematike kroz kompjutersku simulaciju. Ovde će veća pažnja biti posvećena statistici, jer je kompjuterska simulacija veoma široka i kompleksna oblast, a za njeno razumevanje potrebno je prvo poznavati osnove statističkog metoda.

Statistika je naučni metod kvantitativnog istraživanja masovnih pojava.⁶ Statistika se može podeliti na deskriptivnu i induktivnu statistiku.⁷

Deskriptivna statistika je polje sa kojim su arheolozi manje-više upoznati. Sumiranje podataka uz pomoć grafičkih sredstava (grafikona, histograma, tabele), procenata, mera centralne tendencije (aritmetička sredina, modus, medijana) i mera disperzije (standardna devijacija i varijansa) je ve-

⁴ Momirović i dr. 1999: 542

⁵ Koen i Hejrel 2004: 304–315

⁶ Žižić i dr. 2005: 3

⁷ Blalock 1972: 4–5

oma česta pojava u arheološkim publikacijama.

Induktivna statistika obuhvata sve metode koji su zasnovani na statističkom zaključivanju, koje je induktivno po svojoj prirodi, o osobinama populacije na osnovu uzorka. Ovaj postupak se naziva statistička generalizacija. S obzirom na to da je indukcija zaključivanje po verovatnoći, u srcu induktivne statistike leži teorija verovatnoće. Statističko zaključivanje obuhvata dve velike oblasti, a to su ocenjivanje nepoznatih parametara populacije na osnovu uzorka i testiranje statističkih hipoteza.

Statistika se može takođe podeliti na univarijacione, bivarijacione i multivarijacione tehnike u zavisnosti od toga sa koliko promenljivih operišu u isto vreme. Suštinske razlike u rezonovanju nema, ali kod multivarijacione analize (one kod koje se proučava odnos više od dve promenljivih) matematika postaje znatno složenija i znatno se uvećava broj potrebnih izračunavanja, tako da se praktična primena ovih metoda na realne probleme ne može sprovesti bez kompjutera. Iz praktičnih i didaktičkih razloga se skoro uvek odvajaju univarijacione i bivarijacione tehnike sa jedne, i multivarijacione tehnike sa druge strane.

Multivarijacioni metodi se mogu primeniti i u deskriptivne svrhe, kada želimo da otkrijemo određenu strukturu u podacima – odnose opservacija i promenljivih, a isto tako može biti i induktivna ako želimo da generalizujemo naša opažanja na populaciju i testiramo statističku značajnost opažene ili prepostavljene strukture.

Dobar termin koji bi adekvatno opisao induktivnu statistiku zajedno sa bivarijacionim i multivarijacionim metodama jeste analitička statistika definisana kao skup statističkih metoda za analizu pojave i njihovih odnosa, koji omogućuju pribavljanje numeričkih informacija, njihovu kvalitativnu interpretaciju, donošenje zaključaka i formulisanje zakonitosti ponašanja posmatranih pojava.⁸

Statističko zaključivanje počiva na testiranju statističkih hipoteza. Za razliku od antropoloških i arheoloških hipoteza koje su često izražene u nejasnim terminima, statističke hipoteze su čisto matematičkog karaktera. Formulišu se uvek nulta i alternativna hipoteza. Kao alternativna hipotezu formuliše se zapravo istraživačka hipoteza, a nul-

ta hipoteza se formuliše tako da bude kontradiktorna istraživačkoj. Pogledajmo ovo na primeru.

Iz nekog razloga (arheološkog ili antropološkog) formulisali smo hipotezu da se kremeni strugači sa lokaliteta A razlikuju od onih sa lokalitetom B. Ovo je arheološka hipoteza. Da bismo pretvorili ovu hipotezu u statističku hipotezu, nužno je definisati na kojoj ćemo od beskonačno mnogo osobina koje možemo opaziti na jednom strugaču (boja, dužina, širina, miris, ukus, hemijski sastav, tvrdoća...) mi zapravo meriti sličnost ili različitost. Recimo da smo odlučili (iz arheoloških teorijskih razloga) da to bude kompozitna mera koju ćemo dobiti množenjem širine, dužine i debljine. Tu novodobijenu meru ćemo nazvati veličina strugača i sada možemo svakom pojedinačnom strugaču sa lokalitetom A i B pridružiti još jednu osobinu – veličinu.

Nas sada interesuje da li se strugači sa lokaliteta A razlikuju od strugača sa lokalitetom B. Sledeći korak ka formulisanju statističke hipoteze bi se sastojao u tome da se na neki način izvede mera koja će sumirati veličine strugača sa lokalitetom A i sa lokalitetom B. Kao najjednostavniju meru izabratemo prostu aritmetičku sredinu–prosek, te ćemo onda izračunati prosečnu veličinu strugača sa lokalitetom A i prosečnu veličinu strugača sa lokalitetom B. Naša istraživačka hipoteza glasi da se oni razlikuju, ali mi zapravo nećemo testirati direktno istraživačku hipotezu (suviše bi bilo složeno objasniti na ovom mestu iz kojih razloga)⁹, već njoj kontradiktornu, nultu hipotezu koja će onda glasiti da nema razlike u veličini između strugača sa lokalitetom A i B. Matematičkim jezikom:

μ_A – aritmetička sredina veličine strugača na lokalitetu A

μ_B – aritmetička sredina veličine strugača na lokalitetu B

H_0 (nulta hipoteza): $\mu_A = \mu_B$ ili $\mu_A - \mu_B = 0$

H_A (alternativna, istraživačka hipoteza):
 $\mu_A \neq \mu_B$

U realnom slučaju, aritmetičke sredine strugača će se svakako razlikovati, ali mi na oko ne možemo oceniti da li je ta razlika statistički značajna, tj. da li je ona posledica slučajnih fluktuacija ili predstavlja posledicu sistematske razli-

⁸ Žižić i dr. 2005: 3

⁹ Žižić i dr. 2005, Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

ke koja je posledica dejstva nekog faktora (poznatog ili nepoznatog). Formalizam statističkog zaključivanja i testiranja hipoteza nam omogućuje da do odgovora na ovo pitanje dodemo sa određenim stepenom verovatnoće. Ovde je ukratko izložen sam princip na najednostavnijem primeru. Za detaljan pregled pogledati neki od standardnih udžbenika za statistiku i verovatnoću.¹⁰

Pomenuto je u Uvodu da se arheologija poput drugih nauka bavi merenjem određenih svojstava, obeležja. Pri tome reč merenje ne treba shvatiti isključivo u uskom kolokvijalnom značenju ove reči koje označava merenje nekih osobina kao što su visina, težina i sl. Svako klasifikovanje keramike prema npr. boji jeste svojevrsno merenje. Šta je to što se meri? U pomenutom slučaju sa keramikom, meri se atribut (promenljiva) koji se naziva boja fragmenta. U najširem smislu mogu se meriti neka opipljiva obeležja, ali isto tako se mogu "meriti" i apstraktni, teorijski koncepti.

Obeležja, atributi, svojstva, predstavljaju sinonime za osobine po kojima se jedinice posmatranja određenog statističkog skupa međusobno razlikuju ili se mogu razlikovati.¹¹ Uobičajeni termin koji se koristi za ove osobine jeste matematički termin promenljiva. Jedinice posmatranja mogu biti fragmenti keramike (svaki fragment jedna jedinica), posude (svaka posuda jedna jedinica ili zbirkica posude iz arheološke celine, jame, na primer), kremeno oruđe ili bilo šta drugo što je od značaja za konkretno istraživanje.

Promenljive se mogu meriti na četiri različite merne skale: nominalnoj, ordinalnoj, intervalnoj i skali količnika. Nominalne ili kategoričke promenljive su one promenljive gde različiti modaliteti (vidovi njenog ispoljavanja) ne odražavaju intenzitet posmatrane osobine, već samo njene različite pojmove oblike (npr. promenljiva pol ima samo dva modaliteta – muški i ženski; način izvođenja ornamenta na keramici može imati npr. tri modaliteta – urezivanje, slikanje, glaćanje i sl.).

Ordinalne skale su one kod kojih se modaliteti mogu urediti u rastući ili opadajući niz po intenzitetu merene osobine, ali pri tome se ne može tačno reći za koliko je jedan modalitet manji ili veći od drugog ili koliko je puta jedan modalitet veći od drugog. Primer za ovo može biti fuktura keramike koja može biti fina, srednja i gruba. Mi

ne znamo kolika je razlika između fine i srednje fukture u nekim standardizovanim jedinicama, niti znamo da li je ta razlika ista kao i razlika između srednje i grube keramike, ali možemo da kažemo da jedan fragment ima finiju fukturu od drugog..

Intervalne skale imaju sve osobine ordinalnih skala, a uz to imaju još jednu dodatnu osobinu da je poznata tačna vrednost razlike između dve opservacije tj. modaliteta obeležja koji su na njima izmereni. Ove skale nemaju apsolutnu nulu, tj. nula je arbitarna. Klasičan primer intervalne skale jeste Celzijusova temperaturna skala. Mi možemo reći da je temperatura objekta A od 30°C za 20°C veća od objekta B čija je temperatura 10°C, ali ne može se reći da objekat A ima tri puta veću temperaturu od objekta B. Još jedan primer, bliži arheozima, je vremenska skala. Starost fibule iz 200.-te godine n.e. je za dvesta godina veća od starosti fibule iz 400.-te godine n.e., ali ne može se reći da je fibula iz 200.-te godine n.e. dva puta starija od fibule iz 400.-te godine zato što je nula u ovakovom sistemu očigledno arbitarna.

Skale količnika stoje najviše na hijerarhiji skala i sadrže osobine prethodne tri skale, uz dodatna svojstva da imaju apsolutnu nulu i da je moguće ustanoviti koliko je puta jedna vrednost na skali veća ili manja od druge, tj. njihov količnik ima smisla. Primeri za ovakve skale bili bi dužina, masa, površina, zapremina . . .

Primetimo da krećući se od nominalne ka skali količnika, raste količina informacija koju dobijamo merenjem kao i broj mogućih operacija na promenljivama koje su rezultat merenja.

Kada se posmatra bilo koji složen fenomen (bilo proces bilo konkretan arheološki zapis) on se vidi kao celina. Celina se zbog svoje kompleksnosti opire analizi, zato što je uslovljena mnogim faktorima koje se ne mogu direktno i odjednom sagledati. Na određenom fenomenu je moguće izdvojiti beskonačno mnogo obeležja koja će da budu posmatrana, ali nisu sva obeležja podjednako relevantna za ishod procesa i prirodu fenomena koji se proučava. Da bi se stvarnost podvrgla efektivnoj naučnoj analizi nužno je da se ona na neki način izparceliše, da se fenomen razloži na komponente koje će se onda međusobno porebiti i posmatrati kako variraju i po kojim zakonitostima, i na koji način izgrađuju celinu fenomena. Ključan pojam u početnoj fazi istraživanja jeste

10 Žižić i dr. 2005, Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

11 Žižić i dr. 2005: 8

dimenzionalizacija podataka.¹² Dimenzionalizacija podataka nije ništa drugo no razlaganje predmeta proučavanja na relevantne promenljive koje će se meriti. Svaka promenljiva pri tome predstavlja zasebnu dimenziju u analitičkom prostoru.

Pomenuto je da termin merenje može biti upotrebljeno i u donekle prenesenom značenju, kao merenje određenih teorijskih pojmoveva i pojava. Pojave od interesa za arheologiju kao što su demografski rast, trgovina ili socijalna diferencijacija ne mogu se direktno meriti zato što su ovo pre svega teorijski pojmovi, koji nisu direktno merljivi već moraju biti operacionalizovani, definisani kroz opažljive osobine (promenljive) arheološkog zapisa.

Treba naglasiti da operacionalizacija ovih teorijskih pojmoveva tj. traženje njihovih prvo bihevioralnih, a zatim i materijalnih korelata predstavlja zadatak arheologije kao nauke. Ovde se najbolje vidi da su sve kvantitativne metode samo alat, instrument kojim se analiziraju promenljive, a ispravnost analize garantuje matematički formalizam koji stoji iza statističkih metoda. Sigurnost u izvođenju zaključaka odnosi se samo na tehnički deo tog procesa. Statistika i matematika ne mogu garantovati nikakvu sigurnost u arheološkom delu procesa. Operacionalizacija i kvantifikacija antropoloških teorijskih pojmoveva u terminima arheološkog zapisa jeste problem arheologije kao nauke. Od načina na koji se definišu promenljive arheološkog zapisa (što čini arheolog) zavisiće i sazajna vrednost rezultata kvantitativne analize.

Ipak, poznavanje osnova statističkog metoda može da doprinese direktno arheološkom rezonovanju u jednom širem konceptualnom smislu. Primena statističkih metoda i modela primorava istraživača da razmišlja u matematičkim terminima što ima za posledicu svojevrsnu disciplinu i jasnoću misli. Ideje koje ima, istraživač je primoran da uklopi u kvantitativni način razmišljanja, da svoje teorijske koncepte (čak iako nije u mogućnosti da ih direktno i jednostavno operacionalizuje i/ili meri) eksplisira i sagleda kroz prizmu promenljivih i njihovih odnosa, što u velikoj meri doprinosi jednom sistematičnom uvidu u prirodu problema kojim se bavi, čime se olakšava formulisvanje i testiranje hipoteza.

KRATAK ISTORIJAT PRIMENE I RAZVOJA KVANTITATIVNIH METODA U ARHEOLOGIJI

PERIOD PRE II SVETSKOG RATA

Nema smisla pokušavati da se precizno definiše početak korišćenja kvantifikacije u arheologiji, jer su se osnovne metode deskriptivne statistike koristile od samog početka moderne arheologije. Prve decenije XX veka obeležava kulturno istorijska arheologija čiji su glavni ciljevi bili uspostavljanje prostorne i vremenske sekvenčne kulture, kao i rekonstrukcija kulturne istorije, u terminima migracionističkih i difuzionističkih ideja.

Kada je reč o upotrebi induktivne statistike i složenijih metoda analize, nema mnogobrojnih primera upotrebe ovih tehnika u ovom periodu iz nekoliko razloga.

Prvi razlog leži u tome što su statistika i teorija verovatnoće relativno mlade grane matematike u smislu njihovog teorijskog objedinjavanja. Osnove moderne teorije verovatnoće i statistike postavili su tek u prve četiri decenije ovog veka veliki statističari poput Pirsona (Pearson), Fišera (Fisher), Kolmogorova (Kolmogorov) i drugih.

Druge, sve multivarijacione metode bile su praktično neizvodljive bez računara, jer su zahtevale veoma zamorne i dugačke proračune.

Ipak, u ovom periodu nailazi se na sporadičnu upotrebu i začetak nekih tehnika koje će svoju elaboraciju doživeti kasnije. Izbor i upotreba ovih tehnika bili su usko povezani sa osnovnom teorijskom preokupacijom kulturno-istorijske arheologije – uspostavljanjem relativne hronologije na osnovu tipologije.

Gde su postojale dugačke stratigradske sekvene, relativnu hronologiju je bilo manje ili više lako uspostaviti, ali u slučajevima gde ne postoji vertikalna stratigrafija i ne postoji nikakav drugi način da se nalazima odredi hronološki položaj, zadatak uspostavljanja relativno-hronoloških odnosa postaje veoma težak.

Problem uspostavljanja relativne hronologije grobova u nedostatku vertikalne stratigrafije rešio je Flinders Pitri¹³, postavljajući time osnove arheološke serijacije. Pitri je imao pred sobom

oko 900 predinastičkih grobova sa jedne nekropole koje je trebalo svrstatи u hronološki poredak. Pitri je problem rešio na taj način što je pretpostavio da grobove treba poredatи tako da svaki tip keramike ima najmanji mogući raspon tj. da se pronade takav redosled grobova da jedan tip bude skoncentrisan u jednom, što kraćem isečku sekvene. Pitrijev metod serijacije nije se zasnivao na numeričkom algoritmu kakvi će biti razvijeni kasnije, već na vizuelnom metodu uklapanja papirnih traka sa prikazanim sadržajem svakog groba u sekvenu tako da se ispunи njegov "kriterijum koncentracije". Dakle, iako Pitrijevo rešenje nije bilo kvantitativno u pravom smislu te reči, on je postavio osnov za matematičku elaboraciju ovog principa kasnije i za razvijanje tehnike serijacije.¹⁴

U skladu sa teorijskom orientacijom kulturno istorijske arheologije, kvantifikacija je primenjivana u ovom periodu uglavnom u vidu pobrojavanja kulturnih atributa i izračunavanja proporcija istih. Pioniri poput Forda i Krebera su eksperimentisali sa statističkim metodama, ali veći značaj kvantifikacija dobija u arheologiji, kao i u svim drugim naukama, tek posle II svetskog rata.

PERIOD OD II SVETSKOG RATA DO ŠEZDESETIH GODINA I POJAVE NOVE ARHEOLOGIJE

Drugi svetski rat označava prekretnicu u istoriji svih nauka. Naučni i tehnološki razvoj, u velikoj meri podstaknut ratom, nastavljen je sa još većim intenzitetom. Jači efekat ovih promena ostaje u arheologiji tek od 1950. godine, što nije slučajno, jer to je upravo vreme kada C14 metod nastaje i počinje da ulazi u arheološku praksu.

Ovo je vreme kada sve više počinju da se upotrebljavaju metodi analitičke statistike, ali i dalje u kontekstu kulturno-istorijske arheologije.

Metod serijacije postaje veoma važan i sve veći broj istraživača se bavi ovom temom.¹⁵ Serijacija se sada usložnjava – osim matrice prisustva i odsustva određenih tipova, razvijaju se mere sličnosti između jedinica posmatranja (pojedinačnih grobova, jama) bazirane na proporciji odre-

đenih tipova koje određene opservacije sadrže. Najpoznatija od takvih mera postaje Brejnerd-Robinsonov koeficijent sličnosti.¹⁶ Takođe, Fordov metod serijacije se zasniva na proporcijama određenih tipova, ali je njihovo uređivanje u sekvenu zasnovano na vizuelnom kriterijumu poklapanja sekvene sa idealnim tipom "bojnog broda" (battlehip curve).¹⁷

Početkom pedesetih godina XX veka, američku arheologiju obeležila je debata između Forda i Spoldinga (Spaulding) o tome kako treba uspostaviti arheološke tipove. Sa jedne strane bio je Spolding koji je smatrao da postoje objektivni tipovi u arheološkom materijalu i da se oni mogu „otkriti“ uz pomoć kvantitativnih metoda. On je analizirao pokretni materijal utvrđujući međuzavisnost određenih atributa hi kvadrat testom (testom koji nam može reći da li postoji statistički značajna veza između dve nominalne promenljive), a kasnije i loglinearnim modelovanjem.¹⁸ Ford se protivio ovakvom mišljenju smatrajući da ovako dobijena tipologija ne odslikava kulturne kategorije već arheološke apstrakcije.¹⁹ Ford je bio bliže istini. U zavisnosti od toga koji atributi su izabrani, može se dobiti veći broj podjednako objektivnih (matematički gledano) tipova, te stoga ne postoji samo jedna objektivna tipologija. Pitanje šta se zaista meri prilikom pravljenja tipologije, bilo kvantitativne bilo intuitivne, dobiće na značaju u okviru Nove arheologije.

U Evropi, Fransoa Bord podiže analitički nivo istraživanja musterijena na viši nivo stvarajući svoju tipologiju srednjepaleolitskog kremenog oruđa (1953, 1968). Bord definije svaki od facijesa proporcijom određenih tipova kremenog oruđa, a razlike između facijesa se ispoljavaju kao razlike između profila krivih na grafiku kumulativnih procenata dobijenih na osnovu procentualnog sastava svakog od facijesa.

Teorijski okvir u ovom periodu je i dalje kulturno-istorijski, te su stoga sve statističke metode usmerene na postizanje tipološko-hronoloških ciljeva, s tom razlikom što sada sve više dolaze do izražaja metodi u kojima se koristi statističko zaključivanje (na primer hi kvadrat test), a ne samo deskriptivna statistika. Uz to, do naj-

14 Marquardt 1979, Doran and Hodson 1975, Cowgill 1972, Kendall 1969, Johnson 1972

15 Marquardt 1979

16 Brainerd 1951, Robinson 1951

17 Marquardt 1979

18 Spaulding 1953, 1977

19 Ford 1954

većeg izražaja je upotreba kvantitativnih metoda došla u Americi, nešto manje u Britaniji, dok se u Evropi, gotovo nije ni osetila.

PERIOD NOVE ARHEOLOGIJE – OD ŠEZDESETIH DO RANIH OSAMDESETIH

Sa pojavom nove (procesne) arheologije došlo je do prave "eksplozije" u korišćenju kvantitativnih metoda u arheologiji.²⁰ U ovom periodu dolazi do eksponencijalnog rasta u upotrebi naprednijih multivarijacionih statističkih metoda kao što su multipla regresija, faktorska analiza, razni metodi numeričke taksonomije, loglinearni modeli i sl. (za primenu ovih tehnika u arheologiji²¹)

Insistiranje na strogom naučnom metodu rezultiralo je potrebom da se teorijski pojmovi eksplikiraju, operacionalizuju i izmere. Nije više bilo dovoljno govoriti manje ili više, puno ili malo, umereno i intenzivno, već se insistiralo na tome da se jasno kaže za koliko manje ili više, koliko je to puno – da se jasno definišu jedinice mere i način merenja.

Kada je reč o tradicionalnijim ciljevima klasifikacije, tipologije i serijacije, načinjeni su znatni pomaci. Kendal je izveo matematički model serijacije,²² a pojavljuju se i prvi kompjuterski algoritmi i programi za automatsku serijaciju²³ što u mnogome ubrzava i olakšava proces serijacije. Dejvid Klark u svome klasičnom delu *Analytical Archaeology*²⁴ iznosi čitavu bateriju metoda klasifikacije koji se zasnivaju na numeričkoj taksonomiji. Numerička taksonomija predstavlja širok spektar analiza grupisanja na osnovu numeričkih koeficijenta sličnosti između opservacija (što mogu biti fragmenti keramike, kremeno oruđe, kuće, fibule itd.) koji predstavljaju ponderisanu (način ponderacije i računanje opštег koeficijenta varira od tehnike do tehnike) sumu sličnosti između pojedinih promenljivih izmerenih na tim opservacijama.²⁵ Sve ove tehnike predložene su

da bi se izbegao subjektivni faktor pri pravljenju klasifikacija i tipologija i da bi sam postupak bio objektivniji.

Međutim, istinski razlog za ulogu koju kvantitativni metodi dobijaju u Novoj arheologiji treba tražiti u teorijskim osnovama ovog pravca. Dok je kulturno-istorijska arheologija praveći serijacije ili pokušavajući hi kvadrat testom da ustanovi arheološke tipove merila samo jednu dimenziju-promenljivu u arheološkom materijalu – kulturne norme jedne zajednice, propagatori Nove arheologije objašnjavali su kako arheološki materijal odražava više dimenzija, tj. sama kultura nije jednodimenzionalna, već višedimenzionalni fenomen.²⁶ Drugim rečima, sekvenca grobova koja je dobijena serijacijom na osnovu njihovog sadržaja ne mora nužno odražavati vremenske razlike, već može odražavati socijalne razlike, ili i jedne i druge u isto vreme, a može biti uslovljena i nekim trećim faktorom. Isto tako, grupisanje keramike u različite grupe ne mora da odražava razliku u kulturnim normama, već može ukazivati na različitu funkciju ili sezonsku varijabilnost.

U ovom kontekstu treba posmatrati rane radove Binforda i njegovih učenika šezdesetih koji se mogu opredeliti u prvu fazu Nove arheologije. Sam Binford je pod pretpostavkom da razlike u facijesima musterijena predstavljaju razlike u sezonama i funkciji lokaliteta, a ne različita neandertalska „plemena“ kako je to smatrao Bord, pokušao da uz primenu faktorske analize ustanovi koje su to grupe alatki koje varijaju zajedno i onda je dobijene grupe – faktore, interpretirao kao skupove alatki (tool kits) za različite aktivnosti.²⁷ Faktorsku analizu sa sličnim ciljem Binford primenjuje i na analizu kremenih artefakata iz donjeg paleolita.²⁸ Faktorska analiza i multipla regresija nalaže svoju primenu u pokušaju da se rekonstruišue sistem srodstva na osnovu distribucije različitih tipova keramike u američkim pueblima.²⁹

Međutim, Binford ubrzano shvata da ni uviđanje da je kultura višedimenzionalni fenomen, ni primena kompleksnih statističkih metoda nije dovoljna da bi se došlo do objektivnog saznanja o prošlosti. Iako je postalo jasno da arheološki zapis

20 Clark 1982: 225, fig.6.2

21 Baxter 1994, Doran and Hodson 1975, Orton 1982, Shennan 2004

22 Kendall 1963

23 Marquardt 1979

24 Clarke 1968

25 Doran and Hodson 1975, Cowgill 1972, Johnson 1972,

Kendall 1969

26 Binford 1968

27 Binford and Binford 1966

28 Binford 1972

29 Hill 1968, Longacre 1963

odražava mnogo više aspekata kulture, a ne samo apstraktne norme o tome kako treba da izgleda lonac ili strugač, i dalje je ostalo nerešeno pitanje koje su to promenljive koje se mogu izmeriti na arheološkom zapisu relevantne za merenje odgovarajućeg ponašanja – aktivnosti. Dakle, problem je nastao upravo pri operacionalizaciji arheoloških i antropoloških teorijskih pojmovima. Hilov i Longejkrov rad su kritikovani upravo sa te pozicije³⁰. Kao što je i sam Binford priznao, ništa u samom kvantitativnom metodu ne garantuje da su izmerene promenljive relevantne za razmatranje teorijske promenljive koja figuriše u hipotezi koju želimo da testiramo. Ovo saznanje okreće kurs procesne arheologije ka njenoj drugoj fazi – izgradnji teorije srednjeg opsega – znanja o veza- ma između statike arheološkog zapisa i dinamike ljudske aktivnosti.³¹

U kontekstu izgradnje teorije srednjeg opsega, kvantitativni metodi dobijaju poseban značaj. Kod etnoarheoloških istraživanja procesnog karaktera osnovni cilj se sastojao u uspostavljanju relacija između različitih analitičkih jedinica koje se mogu prepoznati kako u savremenom etnografskom kontekstu, tako i u arheološkom zapisu.³² Upravo zbog činjenice da etnoarheologija ne počiva na formalnoj, već na relacionoj analogiji,³³ potrebno je bilo pronaći način da se te relacije sumiraju na neki način i naprave poređenja između savremenog i arheološkog konteksta, poredčeći različite numeričke koeficijente koji sumiraju relacije, a ne formu.

Na primer, Binford je istražujući tafonomiju životinjskih kostiju u etnografskom kontekstu Nunamiut Eskima faktorskom analizom izdvojio anatomske elemente koji variraju zajedno, ali je u ovom slučaju on znao šta svaki faktor na kome se određeni elementi grupišu predstavlja u smislu određene ljudske (ili životinjske) aktivnosti.³⁴ Zatim je faktorsku analizu sproveo na životinjskim kostima iz paleolitskih slojeva sa afričkih lokaliteta da bi ustanovio da li postoji ista faktorska struktura koju onda može da interpretira u dinamičkim terminima. Iako se na Binfordovu analizu mogu staviti mnoge primedbe sa metodološkog i

tehničkog aspekta,³⁵ njegova tafonomска istraživanja, zajedno sa njegovim indeksima generalne utilitarnosti (GUI, MGUI), indeksima poput minimalnog broja životinjskih jedinica (MAU) kao i familije krivih koje predstavljaju različite tafonomске procese,³⁶ postavili su temelj mnogim standardnim zooarheološkim analitičkim procedurama i podstakli su široku raspravu i dalji rad na ovom problemu.³⁷

Značaj kvantitativnih metoda za izvođenje sumarnih numeričkih pokazatelja nekih fenomena od interesa dolazi posebno do izražaja u novonastalom polju istraživanja – prostornoj arheologiji. Tokom sedamdesetih i početkom osamdesetih pojavilo se nekoliko značajnih monografija i zbornika na ovu temu.³⁸ Kvantitativni metodi prostorne analize u arheologiji su najvećim delom preuzeti i modifikovani iz rada škole „Nove geografije“. Prilagođavanjem statističkih metoda podacima koji se tiču prostora i odnosa u prostoru, dobijen je moćan analitički instrument za različite vrste prostornih analiza. Izvedene su numeričke mere asocijacije između određenih klasa tačaka u prostoru, koje kada se prevedu na jezik arheologije, omogućavaju da se sumiraju kroz jedan broj prostorni odnosi dve vrste artefakata. Isto tako, različite hipoteze o prostornom ponašanju (sistemu naseljavanja, trgovini, sezonskim pomeranjima i sl.) mogli su biti izraženi u formi statističkih hipoteza upravo kroz kvantifikaciju. Na taj način je korišćenjem statističkog zaključivanja bilo moguće donositi zaključke o istinitosti tih hipoteza (ili bolje rečeno njihovoj verovatnoći). Kada je reč o modelovanju sistema naseljavanja, moguće je različite modele izraziti preko odgovarajućih teorijskih distribucija verovatnoće, i zatim porebiti koliko empirijski slučajevi odstupaju od teorijskih distribucija i da li je to odstupanje statistički značajno, tj. da li se može ili ne može pripisati slučajnim fluktuacijama uzorka.

Insistiranje procesne arheologije na utvrđivanju zakonitosti rezultiralo je time da se arheologи više nisu zadovoljavali samo zračunavanjem proste korelacije između promenljivih³⁹, već su

30 Allen and Richardson 1971, Dumond 1977

31 Johnson 1999, Olsen 2002

32 Porčić 2006

33 Hodder 1982

34 Binford 1981

35 Ringrose 1993

36 Binford 1981, Lyman 1994

37 Grayson 1989, Lyman 1984, 1985, 1994, Rogers 2000

38 Clarke 1977, Hietala 1984, Hodder and Orton 1976

39 Prisustvo, odsustvo, smer i statistička značajnost korelacije se ustanovljavaju računanjem Pirsonovog koefici-

žeželi da odu korak dalje i da pokušaju da predviđe vrednost jedne promenljive na osnovu druge. Tako je prosta i multipla regresija dobila veoma važno mesto u arheologiji kao dopuna koeficijentu korelacije. Zašto je to tako, prilično je očigledno. Ako se odnos između dve promenljive može predstaviti u formi linearne jednačine (funkcije) gde se izražava jedna promenljiva u funkciji od druge, poznavanje tačnog izgleda te jednačine do koga se dolazi empirijskim putem (ili teorijskim, analitičkim izvođenjem, što je znatno teže u arheologiji⁴⁰) posmatrajući kako se menjaju vrednosti obe promenljive, omogućava da se na osnovu poznavanja vrednosti jedne promenljive, predviđi vrednost druge. Etnografski kontekst nam omogućava da simultano posmatramo i bihevioralne promenljive (dinamiku) i arheološke promenljive (statiku). Metod regresije nam omogućava da dobijemo oblik pomenute jednačine. U arheološkom kontekstu je poznata vrednost samo arheološke promenljive, ali pošto je poznata i jednačina koja povezuje poznatu i nepoznatu promenljivu, moguće je oceniti (zato što veza između promenljivih nije deterministička već statistička), u određenom intervalu i sa određenim stepenom verovatnoće, vrednost nepoznate promenljive. Drugim rečima, problem se svodi na rešavanje jednačine. Na ovaj način je P. Vizner pokušala da na taj način utvrdi vezu između broja ljudi koji naseljavaju objekat ili naselje sa površinom objekta ili naselja,⁴¹ a učinjen je i još ambiciozniji pokušaj da se veza

jenta korelacije u oznaci r. Koeficijent korelacije predstavlja kvantitativnu meru slaganja dve promenljive i kreće se u rasponu od -1 do 1. Vrednost 1 označava savršenu pozitivnu linearnu korelaciju, dve promenljive variraju zajedno, kada se vrednost jedne povećava, povećava se i vrednost druge, kada se jedna smanjuje i druga se smanjuje. Vrednost -1 označava savršenu inverznu korelaciju, kada se vrednost jedne promenljive smanjuje, vrednost druge se povećava i obrnuto. Kada je $r=0$ to znači da ne postoji nikakva veza između promenljivih. Kada koeficijent ima ekstremne vrednosti -1 ili 1, to znači da se vrednost jedne promenljive u potpunosti i savršeno može predvideti na osnovu druge promenljive, tj. da postoji linearna jednačina koja ih povezuje. Vrednosti između -1 i 1 ukazuju na to da postoji jača ili slabija veza (ili je uopšte nema, ili nije linearne prirode) između promenljivih, ali da se predviđanje vrednosti jedne promenljive na osnovu druge može vršiti samo sa većom ili manjom greškom (ili ne može uopšte), u zavisnosti od vrednosti koeficijenta korelacije.

40 Hazelwood and Steele 2003

41 Wiessner 1974

između populacije i površine naselja dedukuje iz aksiomatski postavljene teorije.⁴²

Ipak, treba naglasiti da postoji jedna veoma značajna teškoća kada se radi o primeni regresionog metoda u konstruisanju jednačina za predviđanje. Naime, pošto je u najvećem broju slučajeva ono što je u arheološkom zapisu posledica, a ne uzrok dinamike, onda je mnogo lakše (kroz eksperiment ili etnoarheološko istraživanje) napraviti regresioni model gde je promenljiva koja se odnosi na arheološki zapis zavisna, a promenljive koje se tiču dinamike su nezavisne. Jednačina koju dobijamo gradeći regresioni model na taj način, omogućava predviđanje zavisne varijable (sa određenom greškom, naravno) na osnovu poznavanje vrednosti nezavisne, ali u arheološkoj situaciji mi vidimo vrednost zavisne varijable, a želimo na osnovu nje da dođemo do vrednosti nezavisne (dinamike). Ove dve jednačine nisu identične (zbog stohastičke prirode veze), a konstruisati regresioni model gde će dinamička varijabla biti zavisna, a statična nezavisna je kontraintuitivno sa stanovišta uzročnosti i baš zbog toga je skopčano sa mnogim praktičnim problemima. Jedino u slučajevima kada je promenljiva koju možemo da opazimo u arheološkom zapisu indikator nekog procesa koji predstavlja uzrok nekog drugog procesa, ovaj problem ne postoji.

Regresioni metod našao je svoju primenu i u prostornoj arheologiji. Različiti modeli trgovine izraženi su kvantitativno kroz različite regresione modele.⁴³ Renfruove „fall-off“ analize nisu ništa drugo do provlačenje odgovarajuće regresione krive kroz empirijski dobijen skup tačaka i zatim utvrđivanje koja teorijska kriva najbolje aproksimira dati skup, pri čemu svaki model trgovine ima odgovarajuću krivu. Drugim rečima, u zavisnosti od modela trgovine zavisice parametri i izgled krive.

Kao logičan nastavak matematičkog modelovanja različitih društvenih i istorijskih procesa⁴⁴ i kao posledica razvoja kompjuterske tehnike, u arheologiji sedamdesetih godina sve veći značaj dobija kompjuterska simulacija.⁴⁵ Kompjuterском simulacijom je moguće unapred postaviti

42 Read and LeBlanc 1978

43 Hodder and Orton 1976, Renfrew 1984

44 Clarke 1972

45 Doran and Hodson 1975, Hodder 1978, Hodder and Orton 1976, Thomas 1972

model (izražen matematički naravno) i zatim vediti u kojoj meri (izraženo kroz statističke pokazatelje) rezultati dobijeni simulacijom odgovaraju nekoj empirijskoj situaciji. Simulacija predstavlja veoma moćni metod u društvenim naukama uopšte,⁴⁶ ali ovde neće biti više reči o njoj, jer se radi o veoma kompleksnoj i velikoj oblasti.

Zbog prirode predmeta koji se proučava i nerazvijenosti arheološke teorije, mnoge promenljive u arheologiji mogu se meriti samo na nominalnoj skali. Hi kvadrat test je dopuštao ispitivanje veze između najviše dve nominalne promenljive ukrštene u tabeli kontingencije. Statističari su razvili još savršeniju tehniku – loglinearne modele, koja može da uzme u razmatranje više od dve kategoričke promenljive i da ispita uticaj svake od njih ponaosob kao i njihove interakcije. Potencijal ovakvog analitičkog aparata je prepoznat,⁴⁷ a u praksi su primenjivani u pronalaženju veze između promenljivih koje se tiču osobina donjepaleolitskih alatki (tip, sirovina i sl.)⁴⁸ i u analizi faktora koji utiču na lokaciju naselja.⁴⁹

Još jedna velika i značajna oblast kvantifikacije je dobila na značaju u okviru Nove arheologije, a to je uzorkovanje. Da bi primena većine statističkih metoda i tehnika bila opravdana, neophodno je da su ispunjeni neki preduslovi. Jedan od osnovnih preduslova za statističko zaključivanje, koje počiva na induktivnoj generalizaciji, jeste da uzorak bude reprezentativan za populaciju koja je predmet istraživanja. To znači da je potrebno obezbediti slučajan uzorak⁵⁰ ili neku njegovu aproksimaciju.

Binford je u članku *A consideration of archaeological research design*⁵¹ ukazao na potrebu da se u dizajnu arheoloških iskopavanja i rekognosciranja moraju uzeti u obzir problemi vezani za uzorkovanje. Problem dizajna uzorka postao je posebno značajan za dizajniranje i procenjivanja troškova i effikasnosti rekognosciranja i manjih

test iskopavanja. Svaka kvantitativna analiza i zaključci koji se na osnovu nje donose gube svoju oštricu ukoliko podaci koji se analiziraju predstavljaju rezultat rekognosciranja bez planiranja uzorka. U slučaju da nema planiranog probabilitičkog uzorkovanja (ili njegove aproksimacije), za bilo koju pravilnost koja se uoči, npr. u prostornoj analizi, ne može se sa sigurnošću reći da odražava neki faktor od interesa ili pristrasnost uzorka. Zapravo, ni u slučaju da je rekognosciranje sprovedeno prema unapred utvrđenoj shemi uzorkovanja, ne može se biti apsoltuno siguran, ali se makar naša nesigurnost može tačno kvantifikovati i izraziti kao verovatnoća.

Iz ovih razloga se sedamdesetih i osamdesetih pojавilo puno radova prosvećenih upravo ovoj problematici.⁵² Tema je postala toliko značajna da je postala tema čitavih monografija i zbornika npr. *Sampling in Archaeology*.⁵³

Kao opšti zaključak može se reći da kvantifikacija nije predstavljala suštinu Nove arheologije, već posledicu teorijskog osvešćenja koje je nastalo sa pojavom ove škole mišljenja koja je arheološku misao stavila u okvir opšte naučne misli. Pogrešno je svako mišljenje koje suštinu promene koju donosi Nova arheologija vidi u upotrebi matematike i kompjutera.

OD OSAMDESETIH DO DANAS

Procesna arheologija je osamdesetih godina počela da gubi na popularnosti, naročito u Britaniji, a akademski primat preuzeo je novi teorijski pravac (ili bolje rečeno pravci) – postprocesna arheologija.⁵⁴ Šenks i Tili su, na primer, odbacili mogućnost postizanja objektivnosti u arheologiji, i naglašavali su da je mera vrednosti nekog arheološkog rada stepen političke samosvesti i unutrašnja logička koherencija.⁵⁵ Statistički metodi i kvantifikacija uopšte, su došli pod udar postprocesnih teoretičara.

Ipak, iako se u postprocesnoj arheologiji odustalo do nekih ambicioznijih poduhvata primene kvantitativnih metoda kao što je simulacija

46 Gilbert and Troitzch 2005

47 Clark 1976, Lewis 1986, Spaulding 1977

48 Lewis 1986

49 Maschner and Stein 1995

50 Slučajan uzorak je onaj uzorak, gde svaki uzorak iste veličine nima podjednaku verovatnoću da bude izabran (Winkler and Hays 1975: 273). Prost slučajan uzorak je onaj uzorak gde svaki element iz populacije ima jednaku verovatnoću da će biti izabran.

51 Binford 1964

52 Cherry et al. 1978, Kintigh 1988, Krakker et al. 1983, Read 1986

53 Orton 2000

54 Johnson 1999, Olsen 2002

55 Shanks and Tilley 1992

društvenih sistema, procesni i postprocesni arheolozi podjednako su nastavili da upotrebljavaju kvantitativne metode u specijalističkim oblastima kao što je npr. zooarheologija. Zooarheologija je disciplina sa veoma razvijenom tendencijom ka kvantifikaciji,⁵⁶ i nijedan ozbiljan istraživač, ma koje teorijske orientacije neće odbaciti analitičke instrumente koje nude kvantitativni metodi.

Možemo reći da od osamdesetih godina kvantitativni metodi postaju standard u arheološkom obrazovanju i literaturi, makar u Zapadnoj Evropi i Americi. Intenzivni razvoj računarske tehnologije (ličnih računara, pre svega) i komercijalnih statističkih softverskih paketa, omogućili su da sve složene multivarijacione tehnike (poput faktorske analize, multiple regresije, loglinearnih modela i sl.) budu na raspolaganju praktično svakom istraživaču. Takođe, sredinom sedamdesetih i početkom osamdesetih su se javile prve knjige koje su bile svojevrstan pregled korišćenja kvantitativnih metoda,⁵⁷ da bi se u poslednjih petnaest godina pojavili prvi pravi priručnici za kvantifikaciju u arheologiji.⁵⁸

Novina koju nose devedesete kada je kvantifikacija u pitanju, odnosi se na uvođenje i primenu principa Bajesove statistike u arheologiji. Bajesova statistika nije uopšte tako nova, jer se zasniva na teoremi koju je još u XVIII veku izneo Džon Bajes. U osnovi Bajesove statistike leži pojam subjektivnog shvatanja verovatnoće (za razliku od frekventističkog shvatanja verovatnoće u klasičnoj statistici). Vrednost te verovatnoće se menja u suočavanju sa empirijskim svetom – podacima te tako dobijamo oblik čuvene Bajesovog principa:

prethodna verovatnoća (subjektivna verovatnoća) + podaci = posteriorna verovatnoća⁵⁹

⁵⁶ Grayson 1984

⁵⁷ Doran and Hodson 1975, Orton 1980

⁵⁸ Baxter 1994, 2003, Drennan 1996, Fletcher and Lock 1991, Shennan 2004

⁵⁹ Ovo je zapravo pojednostavljenje i operator + ne treba shvatiti kao matematički operator već kao grafičko pomagalo da se naglasi poenta da se u razmatranje uzima prethodna verovatnoća i suočava se sa podacima kako bi se dobila posteriorna verovatnoća. Matematički oblik Bajesove formule izgleda zapravo ovako: $P(H_i | D) = [P(D | H_i) \cdot P(H_i)] / P(D)$. Posteriorna verovatnoća hipoteze H_i (jedna od i konkurentnih hipoteza) ako su dati podaci D , jednaka je proizvodu verovatnoće da opserviramo podatke D ako je hipoteza H_i tačna – $P(D | H_i)$, i prethodne (apriorne, često subjektivnoj) verovatnoće hipoteze H_i – $P(H_i)$, sve to podeljeno sa $P(D) = \sum [P(D | H_i) \cdot P(H_i)]$ – ovaj deo

Klavj Orton je uvideo potencijal primene ovog polja teorijske statistike na arheologiju i založio se za nju u svojoj knjizi Mathematics in Archaeology (1980: 220). Ortonovo predviđanje je počelo da se ostvaruje devedesetih, pre svega u radovima Ketlin Bak (Buck) vezanim za kalibraciju C14 datuma uz primenu Bajesove statistike.⁶⁰ Metod se sastojao u korišćenju informacije koju je nudio stratigrafski kontekst C14 datuma kao načina da se još više sudi standardna greška pri kalibraciji. Ona je napisala i kompletan kompjuterski program OxCal koji omogućava istraživačima da bez poznavanja komplikovane matematike koja stoji iza ovog postupka direktno primenr njegove pogodnosti u praksi. Bakova je kasnije proširila spisak problema na koje je moguće primeniti bajesovski metod što je rezultiralo značajnom monografijom Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data (1996).

Zašto je Bajesova statistika pogodna za arheologe? Zato što operiše sa subjektivnim verovatnoćama koje su toliko česte u arheološkoj praksi i „disciplinuje“ ih na određeni način, stavljajući ih u matematički okvir. Međutim, iako Bajesova statistika počiva na prilično jednostavnom principu, matematika koja je potrebna da bi se taj princip primenio nije nimalo jednostavna (zahteva poznавање matematičke analize – diferenciranja i integrala), te je stoga upotreba ovog analitičkog postupka i dalje ograničena.

Još jedna, uslovno rečeno novina, odnosi se na sve češću primenu eksploratorne statistike nasuprot klasičnoj statistici koja počiva na testiranju hipoteza. Na prednosti eksploratorne statistike, metodološkog pristupa koji je razvijen u statističkoj teoriji,⁶¹ ukazao je G. Klark početkom osamdesetih,⁶² a njegov poziv su prihvatali mnoći, što se vidi i u priručnicima R. Drenana⁶³ i M. Bakstera.⁶⁴ Eksploratorna statistika predstavlja u stvari dopunu klasičnoj statistici, a razlika je više u fokusu nego u suštini. Kod eksploratorne sta-

izraza može se posmatrati kao prosečna verodostojnost hipoteza H_i (izražena kroz vrednost nekog parametra, npr. aritmetičku sredinu neke promenljive), ako su dati podaci D .

⁶⁰ Buck et al. 1992

⁶¹ Tukey 1977

⁶² Clark 1982

⁶³ Drennan 1996

⁶⁴ Baxter 1994

tistike se veća pažnja pridaje uočavanju odnosa između promenljivih uz pomoć grafičkih poma-gala, bez neke posebne hipoteze u vidu. U okviru eksploratorne analize se pravi razlika između strukture koja postoji u podacima i odstupanja od te strukture. Strukture uočene eksploratornim metodama mogu sugerisati hipoteze koje se zatim proveravaju standardnom statističkom procedurom. Takođe, ponekad nas strukture same po sebi i ne interesuju, jer znamo šta znače i mogu biti u velikoj meri banalne (npr. „zakoni Mikija Mausa” poput onog da veći lokaliteti imaju više nalaza), već želimo da ih „uklonimo” i da ispitujemo reziduale – odstupanja od modela u podacima. Stoga eksploratorne tehnike treba primeniti u inicijalnoj fazi susreta sa podacima.

Uopšte, poslednjih godina nastoji se da se kvantitativne metode prilagode arheološkim problemima. Često arheološki podaci nisu pogodni za primenu tehniku koje su osmišljene da bi se rešili problemi u nekim drugim naukama. Posebno je napraviti poređenje između uloge koju faktorska analiza npr. ima u arheologiji,⁶⁵ i one koju ima u psihologiji i psihometriji.⁶⁶ Ispostavilo se da faktorska analiza, kako je korišćena od strane arheologa, nije najpogodnija za vrstu podataka sa kojom se raspolaze, pa su onda tražene i sugerisane bolje alternative, poput analize korespondencije npr. kada su u pitanju podaci na apsolutnoj skali – frekvencije artefakata ili ekofakata.⁶⁷ Isto tako, interpretacija statističke značajnosti kod testiranja statističkih hipoteza dobija izmenjeni smisao kada je reč o arheološkim celinama kao što su nekropole ili tumuli koji su u potpunosti iskopani tj. naš uzorak se u potpunosti poklapa sa populacijom.⁶⁸

Pošto najveći deo arheološke prakse nije eksperimentalnog karaktera, mnoge pret-postavke koju statističke tehnike zahtevaju ne mogu biti ispunjene usled nemogućnosti eksperimentalne manipulacije (npr. nemoguće je unapred obezbediti da za svaki nivo faktora nezavisne promenljive imamo podjednak broj opservacija kod analize varijanse) ili nepoznate teorijske distribucije verovatnoće parametara od interesa, na popularnosti dobijaju neparametarske statističke tehnike (koje imaju nešto „opuštenije” pretpostavke), a upotre-

bom kompjuterskih metoda ponovljenog uzorkovanja moguće je numeričkim eksperimentom generisati distribucije za različite parametre.

Bibliografija radova koji se odnose na primenu kvantitativnih metoda u arheologiji je postala jako obimna. Članci koji se bave ovom tematikom se često mogu naći u časopisima poput *Journal of Archaeological Science*, *Archeologia e Calcolatori*, *Archaeometry*, *American Antiquity*, *Science and Archaeology* i *Quantitative Anthropology*. Takođe, svake godine se održavaju konferencije pod nazivom *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*.

ZAKLJUČAK

Savremena arheologija je kao i bilo koja druga savremena nauka nezamisliva bez primene kvantitativnih metoda. Poznavanje osnova analitičke statistike predstavlja danas deo opšte naučne kulture i nije u vezi sa teorijskom pozicijom koju neko zastupa. Stanje u srpskoj arheologiji po pitanju kvantifikacije u istraživačkoj praksi i obrazovanju arheologa nije zadovoljavajuće. U srpskoj arheologiji kvantifikacija je ostala uglavnom na nivou deskriptivne statistike. Ovo nije mesto da se ulazi u uzroke ovakvog stanja,⁶⁹ ali nepostojanje makar osnovnog kursa statistike u okviru osnovnih i/ili postdiplomske studije arheologije je zabrinjavajuća činjenica, ako se uzme u obzir zastupljenost ovih metoda u naučnoj produkciji svetske naučne zajednice.

U nedostatku organizovanih kurseva, istraživači mogu sami da se upute u osnove kvantitativnih metoda. Standardni udžbenici za osnove statistike za nematematičare postoje na srpskom.⁷⁰ Napredniji i komplikovaniji kvantitativni metodi poput tehniku poput multivarijacionih analitičkih tehnik zahtevaju poznavanje osnova matrične algebre.⁷¹ Sa druge strane, savremeni statistički programski paketi zahtevaju samo osnovno poznavanje

⁶⁵ Binford 1966, 1972, 1981

⁶⁶ Momirović i dr. 1999, Tenjović 2002
⁶⁷ Shennan 2004

⁶⁸ Drennan 1996, Shennan 2004
⁶⁹ Babić 2002, Палавестра 2005
⁷⁰ npr. za ekonomiste Žižić i dr. 2005, za psihologe Dragičević 1984, Tenjović 2002, za organizacione nauke Vučović 2003) kao i na engleskom jeziku (npr. Blalock 1972, Winkler and Hays 1975

⁷¹ Kovačić 1994, a za osnove matrične algebre za nematematičare v. Green and Caroll 1976, Horst 1963

nje principa različitih multivarijacionih tehnika.⁷²

Za kraj, treba još jednom naglasiti da je pogrešno mišljenje da primena matematike, statistike i kompjutera čini arheologiju naučnijom. Nije arheologija nauka zato što koristi kvantitativne metode, već se kvantitativne metode u arheologiji koriste kao posledica naučnosti arheologije, koja deli sa drugim naukama mnoge sličnosti vezane za merenje i utvrđivanje relacija između promenljivih. Efikasnost u upotrebi kvantitativnih metoda zavisi od nivoa razvijenosti arheološke teorije – mogućnosti da se teorijski pojmovi od interesa operacionalizuju i izmere.

Upotreba kvantitativnih metoda samo zato što postoje i po svaku cenu je besmisleno i ne vodi ničemu, već može da predstavlja u najboljem slučaju sterilnu metodološku virtuoznost. Ništa ne može da zameni ljudski um i arheološki i antropološki način razmišljanja kada je u pitanju oblast arheološke teorije. Poznavanje osnova ovih metoda je neophodno da bi se prepoznała situacija kada ih i na koji način treba primeniti. U slučaju kada su problemi suviše zahtevni u pogledu matematičkog i informatičkog znanja, potrebno je obratiti se profesionalnom matematičaru ili programeru, ali da bi takva komunikacija bila moguća, nužno je poznavati osnove kvantitativnih metoda.

BIBLIOGRAFIJA

Allen and Richardson, 1971.

Allen, W.L. and Richardson, J.B. 1971. The Reconstruction of Kinship from Archaeological Data: The Concepts, the Methods, and the Feasibility. *American Antiquity* 36: 41–53.

Babić, 2002.

Babić, S. 2002. Still innocent after all these years. Sketches for a social history of archaeology in Serbia. In: *Archaologien Europas: Geschihte, Methoden und Theorien/Archaeologies of Europe: History, Methods and Theories*. Tubinger Archaologische Taschenbucher, Band 3. (eds.) P.F. Biehl, A. Gramsch and A. Marciniak. Berlin: Waxmann. 309 – 322.

72 Field 2005, Hair et al. 2006, Tabachnick and Fidell 2006

Baxter, 1994.

Baxter, M.J. 1994. *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Baxter, 2003.

Baxter, M.J. 2003. *Statistics in Archaeology*. London: Hodder Arnold.

Binford, 1964.

Binford, L.R. 1964. A consideration of archaeological research design. *American Antiquity* 29: 425–441.

Binford, 1968.

Binford, L.R. 1968. Archaeological Perspectives. In: *New Perspectives in Archaeology*. S.R. Binford and L.R. Binford (eds.). Chicago: Aldine Publishing Company. 5–32.

Binford, 1972.

Binford, L.R. 1972. Contemporary model building: paradigms and the current state of Palaeolithic research. In: *Models in Archaeology*. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 109–199.

Binford, 1981.

Binford, L.R. 1981. *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. New York: Academic Press.

Binford, 2001.

Binford, L.R. 2001. *Constructing Frames of Reference*. Berkeley – Los Angeles – London: University of California Press.

Binford and Binford, 1966.

Binford, L.R. and S.R. Binford 1966. A preliminary analysis of functional variability in the Musterian of Levallois facies. *American Anthropologist* 63: 793–816.

Blalock, 1972.

Blalock, H.M. 1972. *Social Statistics*. New York: McGraw-Hill.

Bordes, 1953.

Bordes, F.H. 1953. Essai de classification des industries “moustériennes”. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50: 457–466.

- Brainerd, 1951.**
Brainerd, G.W. 1951. The Place of Chronological Ordering in Archaeological Analysis. *American Antiquity* 16: 301–313.
- Buck, Litton and Smith 1992.**
Buck, C.E, C.D. Litton and A.F.M. Smith 1992. Calibration of Radiocarbon Results Pertaining to Related Archaeological Events. *Journal of Archaeological Science* 19: 497–512.
- Buck, Cavanagh and Litton 1996**
Buck, C.E, W.G. Cavanagh and C.D. Litton 1996. Bayesian Approach to Interpreting Archaeological Data. New York: John Wiley & Sons.
- Cherry and Shennan, 1978.**
Cherry, J.F. and Shennan, S. (eds.) 1978. Sampling in Contemporary British Archaeology. *British Archaeological Report British Series* 50. Oxford.
- Clark, 1976.**
Clark, G.A. 1976. More on Contingency Table Analysis, Decision Making Criteria, and the Use of Log Linear Models. *American Antiquity* 41: 259–273.
- Clark, 1982.**
Clark, G.A. 1982. Quantifying Archaeological Research. In: Advances in Archaeological Method and Theory,, Vol.5. M.Schiffer (ed.). New York: Academic Press. 217–273.
- Clarke, 1968.**
Clarke, D.L. 1968. Analytical Archaeology. London: Methuen & Co.
- Clarke, 1972.**
Clarke, D.L. (ed.) 1972. Models in Archaeology. London: Methuen & Co.
- Clarke, 1977.**
Clarke, D.L. (ed.) 1977. Spatial Archaeology. New York: Academic Press.
- Cowgill, 1972.**
Cowgill, G.L. 1972. Models, methods and techniques for seriation. In: Models in Archaeology. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 381–424.
- Cowgill, 1977.**
Cowgill, G.L. 1977. The Trouble with Significance Tests and what Can We Do about It. *American Antiquity* 42: 350–380.
- Doran and Hodson 1975.**
Doran, J.E. and F.R. Hodson 1975. Mathematics and Computers in Archaeology. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Dragičević, 1984.**
Dragičević, Č. 1984. Statistika za psihologe. Beograd: Savez društava psihologa Srbije.
- Drennan, 1996.**
Drennan, R.D. 1996. Statistics for Archaeologists: A Commonsense Approach. New York: Plenum Press.
- Dumond, 1977.**
Dumond, D.E. 1977. Science in Archaeology: The Saints Go Marching In. *American Antiquity* 42: 330–349.
- Field, 2005.**
Field, A. 2005. Discovering Statistics Using SPSS. London: SAGE Publications.
- Fletcher, and Lock 1991.**
Fletcher, M. and G.R. Lock 1991. Digging numbers: Elementary Statistics for Archaeologists. Oxford: Oxford University Committee for Archaeology.
- Ford, 1954.**
Ford, J.A. 1954. On the concept of types. The type concept revisited. *American Anthropologist* 56: 42–54.
- Gilbert and Troitzsch 2005.**
Gilbert, N. and K.G. Troitzsch 2005. Simulation for the Social Scientist. New York: Open University Press.
- Grayson, 1984.**
Grayson, D.K. 1984. Quantitative Zooarchaeology: topics in the analysis of archaeological faunas. Orlando, Florida: Academic Press.

- Green and Carroll 1976.**
Green, P.E. and J.D. Carroll 1976. Mathematical Tools for Applied Multivariate Analysis. New York: Academic Press.
- Hair et all 2006.**
Hair, J.F., W.C. Black, B.J. Babin, R.E. Anderson, R.L. Tatham 2006. Multivariate Data Analysis. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hazelwood and Steele 2003.**
Hazelwood, L. and J. Steele 2003. Colonizing new landscapes: archaeological detectability of the first phase. In: Colonization of Unfamiliar Landscapes. M. Rockman and J. Steele (eds.). London: Routledge. 203—221.
- Hietala, 1984.**
Hietala, H. (ed.) 1984. Intrasite spatial analysis in archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hill, 1968.**
Hill, J.N. 1968. Broken K Pueblo: Patterns of Form and Function. In: . In: New Perspectives in Archaeology. S.R. Binford and L.R. Binford (eds.). Chicago: Aldine Publishing Company. 103—142.
- Hodder, 1978.**
Hodder, I. (ed.) 1978. Simulation Studies in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodder, 1982.**
Hodder, I. 1982. The Present Past. London: L.T.Batsford.
- Hodder and Orton 1976.**
Hodder, I. and C. Orton 1976. Spatial Analysis in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Horst, 1963.**
Horst, P. 1963. Matrix Algebra for Social Scientists. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Johnson, 1972.**
Johnson, L. 1972. Introduction to imaginary models for archaeological scaling and clustering. In: Models in Archaeology. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 309—379.
- Johnson, 1999.**
Johnson, M. 1999. Archaeological Theory: An Introduction. Oxford: Blackwell.
- Kendall, 1969.**
Kendall, D.G. 1969. Incidence matrices, interval graphs and seriation in archaeology. Pacific Journal of Mathematics 28: 565—570.
- Kintigh, 1988.**
Kintigh, K.W. 1988. The Effectiveness of Subsurface Testing: A Simulation Approach. American Antiquity 53: 686—707.
- Коен и Нејгел 2004.**
Коен, М. и Нејгел, Е. 2004. (1934) Увод у логику и научни метод. Београд: Јасен.
- Kovačić, 1994.**
Kovačić, Z. 1994. Multivarijaciona analiza. Beograd: Економски факултет.
- Kroeber, 1940.**
Kroeber, A.L. 1940. Statistical classification. American Antiquity 9: 29—44.
- Krakker, Shott and Welch 1983.**
Krakker, J.J., M.J.Shott and P.D. Welch 1983. Design and Evaluation of Shovel-Test Sampling in Regional Archaeological Survey. Journal of Field Archaeology 10: 469—480.
- Lewis, 1986.**
Lewis, R.B. 1986. The Analysis of Contingency Tables in Archaeology. In: Advances in Archaeological Method and Theory,. Vol.9. (ed.) M.Schiffer. New York: Academic Press. .
- Longacre, 1963.**
Longacre, W.A. 1963. Archaeology as Anthropology: a Case Study. Ph.D. dissertation. University of Chicago.
- Marquardt, 1979.**
Marquardt, W.H. 1979. Advances in Archaeological Seriation. In: Advances in A r - chaeological Method and Theory,. Vol.1. (ed.)

M.Schiffer. New York: Academic Press. 257–314.

Maschner and Stein 1995.

Maschner, H.D.G. and J.W. Stein 1995. Multivariate approaches to site location on the Northwest Coast of North America. *Antiquity* 69: 61–73.

Momirović, Wolf, i Popović 1999.

Momirović, K., B. Wolf, i D.A. Popović 1999. Uvod u teoriju merenja I: Interne metrijske karakteristike kompozitnih mernih instrumenata. Priština: Univerzitet u Prištini, Fakultet za fizičku kulturu.

Olsen, 2002.

Olsen, B. 2002. Od predmeta do teksta. Beograd.: Geopoetika.

Orton, 1980.

Orton, C. 1980. Mathematics in Archaeology. London: Collins.

Orton, 2000.

Orton, C. 2000. Sampling in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

Палавестра, 2005.

Палавестра, А. 2005. Добросуседско немешање. Српска археологија и етнологија. У: Етнологија и антропологија: стање и перспективе. Зборник етнографског института САНУ 21. (ур.) Љ. Гавриловић. Београд: САНУ. 87–94.

Petrie, 1899.

Petrie, W.M.F. 1899. Sequences in prehistoric remains. *Journal of the Anthropological Institute* 29: 295–301.

Porčić, 2006.

Porčić, M. 2006. Etnoarheologija – sadašnjost kao ključ za prošlost. Etnoantropološki problemi 1/2: 105–121.

Read and LeBlanc 1978.

Read, D.W. and S.A. LeBlanc 1978. Descriptive Statements, Covering Laws, and Theories in Archaeology. *Current Anthropology* 19: 307–335.

Read, 1986.

Read, D.W. 1986. Sampling Procedures for Regional Surveys: a Problem of Representativeness and Effectiveness. *Journal of Field Archaeology* 13: 477–491.

Renfrew, 1984.

Renfrew, C. 1984. Approaches to Social Archaeology. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Ringrose, 1993.

Ringrose, T.J. 1993. Bone Counts and Statistics: A Critique. *Journal of Archaeological Science* 20: 121—157.

Robinson, 1951.

Robinson, W.S. 1951. A Method for Chronologically Ordering Archaeological Deposits. *American Antiquity* 16: 293–301.

Shanks and Tilley 1992.

Shanks, M. and Tilley, C. 1992. Reconstructing Archaeology: Theory and Practice. London: Routledge.

Shennan, 2004.

Shennan, S. 2004. Quantifying Archaeology. Edinburgh: Edinburgh University Press.

Spaulding, 1953.

Spaulding, A.C. 1953. Statistical techniques for the discovery of artifact types. *American Antiquity* 18: 305–313.

Tabachnick and Fidell 2006.

Tabachnick, B.G. and L.S. Fidell 2006. Using Multivariate Statistics. New York: Pearson Education.

Tenjović, 2002.

Tenjović, L. 2002. Statistika u psihologiji. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.

Thomas, 1972.

Thomas, D.H. 1972. A computer simulation model of Great Basin Shoshonean subsistence and settlement patterns. In: Models in Archaeology. (ed.) D.L. Clarke. London: Methuen & Co. 671–704.

Thomas, 1978.

Thomas, D.H. 1978. The Awful Truth about Statistics in Archaeology. *American Antiquity* 43: 231–244.

Tukey, 1977.

Tukey, J.W. 1977. *Exploratory Data Analysis*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Vuković, 2003.

Vuković, N. 2003. PC statistika i verovatnoća. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.

Wiessner, 1974.

Wiessner, P. 1974. A functional estimator of population from floor area. *American Antiquity* 39: 343–350.

Winkler and Hays 1975.

Winkler, R.L. and W.C. Hays 1975. *Statistics: Probability, Inference and Decision*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Wylie, 1982.

Wylie, A.M. 1982. Positivism and the New Archaeology. Ph.D dissertation. Binghamton: State University of New York.

Žižić, Lovrić i Pavličić 2005.

Žižić, M., M. Lovrić i D. Pavličić 2005. Metodi statističke analize. Beograd: Ekonomski fakultet.

**QUANTIFICATION IN
ARCHAEOLOGY: HISTORIC AND
THEORETIC-METHODOLOGICAL
ASPECTS**

This paper presents a historical overview of usage of quantitative methods in archaeology, in order to clarify their role in context of archaeological time theory of the time considered. This paper came to being as an attempt to turn the attention of Serbian archaeology to this very much neglected area, which presents a part of the general scientific culture. Basic principles of statistic methods are presented and the role of statistics in scientific research is explained. Further on, a short overview of basic directions in history of archaeology is given, with accent on processing archaeology. Using a very limited number of examples, the author tried to illustrate the broad spectrum of problems whose solution would be impossible without quantification. An attempt was also made to explain the role of quantitative methods in processing archaeology and in this way break the myth of the key role of computers within the New archaeology.

KEY WORDS: QUANTIFICATION, STATISTICS, NEW ARCHAEOLOGY, THEORY, METHOD, MEASURING.

Tatjana Timotijević,
PMF Kragujevac

Ana Kaplarević-Mališić,
PMF Kragujevac

Zoran Ognjanović,
Matematički institut, SANU Beograd
zorano@turing.mi.sanu.ac.rs

UDK 004.822
Izvorni naučni članak

DESKRIPTIVNE LOGIKE I ONTOLOGIJE - OSNOVA ZA WEB BUDUĆNOSTI

APSTRAKT

Ontologije su kao tema istraživanja iz oblasti veštacke inteligencije postale popularne početkom devedesetih godina. Nešto kasnije ideja ontologija je počela široko da se koristi u oblastima kao što su inteligentni informacioni sistemi, pretraga podataka na Internetu i knowledge management. U ovom radu dato je objašnjenje pojma ontologije i njegove uloge u Semantičkom Web-u. Takođe su dati osnovni pojmovi deskriptivnih logika, kao ontoloških jezika. U nastavku je dat kratak pregled primena ontologija, naročito u svrhu deljenog razumevanja znanja iz oblasti arheologije.

KLJUČNE REČI: VEŠTACKA INTELIGENCIJA, DELJENO RAZUMEVANJE, OPISNE LOGIKE, SEMANTIČKI WEB

UVOD

Da bi ljudi, organizacije pa i softverski sistemi mogli da funkcionišu u sistemu u kome se nalaze, konstantno ili bar povremeno, moraju komunicirati jedni sa drugima i među sobom. Međutim, zbog različitih potreba i polaznih osnova mogu imati i različite tačke posmatranja problema ili zadatka koji treba da obave. Svako od njih može koristiti drugačiji žargon/jezik, a mogu se javiti i razlike u viđenjima pojmoveva, struktura i metoda. Posledica nedostatka deljenog razumevanja (predstave o temi) je loša komunikacija među njima [Gruninger i dr 1996]. U kontekstu razvoja IT sistema, posledice su teškoće u identifikovanju zahteva jednog sistema prema drugom. Razlike u metodima modelovanja, konceptima, jezicima i softverskim alatima ograničavaju in-

teroperabilnost i mogućnost upotrebe i deljenja već napravljenog (re-use i sharing). Krajnja posledica jeste beskonačni ciklus otkrivanja već otkrivenog, tj. pravljenja već napravljenog. Rešenje problema jeste smanjenje ili eliminacija pojmovnih i terminoloških konfuzija, tj. izgradnje deljenog (obostranog) razumevanja. Sa aspekta IT sistema deljeno razumevanje, između ostalog, omogućava:

re-usability – tj. daje osnovu za formalno kodiranje važnih entiteta, atributa, procesa i njihovih međusobnih odnosa u domenu interesovanja, tako da formalna reprezentacija može postati re-usable i/ili deljena komponenta sistema,

pouzdanost – formalna reprezentacija čini mogućom automatizaciju provere konzistentnosti znanja/informacija pa je time i softver pouzdaniji, *specifikaciju* – tj. deljeno razumevanje

može pomoći u procesu identifikovanja zahteva i specifikacije IT sistema; ovo je naročito bitno kada zahtevi podrazumevaju korišćenje različitih terminologija istog domena.

Pojam koji se danas koristi kao sinonim deljenom razumevanju nekog domena intersovanja jeste **ontologija**. Ona predstavlja sliku pogleda na svet ili nekog njegovog dela i podrazumeva skup pojmoveva, njihovih definicija i definicija njihovih odnosa. Ova slika može biti implicitna, tj. u nečijoj glavi, ali i eksplisitna, tj. "materijalizovana". I pored mogućnosti da slika, pa i ontologija, može biti implicitna ipak se pod tim pojmom, u literaturi ograničenoj na računarske nauke (pre svega veštačku inteligenciju) podrazumeva eksplisitna predstava.

Predstavljanje znanja ontologijama postaje sve popularnije u svim oblastima informacionih tehnologija, npr. knowledge management, integracija informacija, kooperativnim informacionim sistemima, pretragama i e-commerce-u. Jedna od oblasti u kojima su ontologije zauzele centralno mesto jeste Semantički Web.

Semantički Web je proširenje postojećeg hypertext Web-a (upotrebom određenih standarda, markup jezika i alata za obradu). Njegova svrha je kreiranje univerzalnog medijuma za razmenu informacija u opisima koji poseduju semantiku razumljivu računaru. Ono čime se WWW konzorcijum, kao matična organizacija koja postavlja Web standarde, bavi jeste definisanje standarda jezika za opisivanje podataka sa njihovim značenjima. Centralnu ulogu u složenoj strukturi Semantičkog Web-a (slika 1.1) igraju ontološki jezici, tj. jezici za predstavljanje ontologija.

Kako god da je rešen način zapisivanja ontologija, rezonovanje o njima predstavlja

sledeću stepenicu u potpunoj realizaciji Web-a budućnosti. U rezonovanju posebnu ulogu imaju deskriptivne logike.

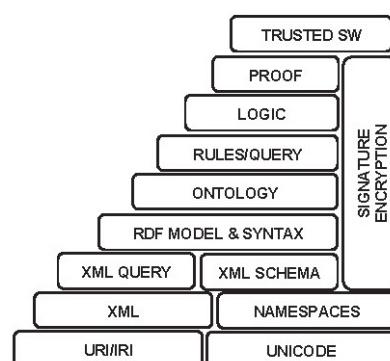
U narednoj sekciji (sekcija 2.) biće dato detaljnije objašnjenje pojma ontologija. U sekciji 3. biće dat kratak opis deskriptivnih logika kao jezika za predstavljanje i rezonovanje u ontologijama, zatim će u sekciji 4. biti dati primjeri upotrebe ontologija konkretnih domena znanja sa posebnim osvrtom na domen arheoloških istraživanja.

ONTOLOGIJA

Kompleksnost, pa i uspešnost, bilo kog IT sistema koji implicitno ili eksplisitno za svoje funkcionalisanje koristi neku bazu znanja (ima bar ograničenu svest o značenju informacija koje obrađuje) u velikoj meri zavisi od načina reprezentacije (predstavljanja) znanja – KR (Knowledge Representation). Formalno predstavljeno znanje koje takvi, tzv. KB (Knowledge Based) sistemi koriste predstavlja **koncepcionalizaciju** domena interesovanja,¹ tj. uočavanje/izdvajanje objekata, pojmoveva i drugih entiteta kao i relacija koje ih vezuju. Koncepcionalizacija je apstraktan, pojednostavljen pogled na svet koji želimo da predstavimo. Svaki KB sistem počiva na nekoj koncepcionalizaciji, eksplisitnoj ili implicitnoj. Eksplisitna specifikacija koncepcionalizacije se u oblastima računarskih nauka naziva **ontologijom**.

Ontologija definiše termine koji se koriste za opisivanje i predstavljanje znanja. Njih mogu koristiti ljudi, baze podataka i aplikacije kojima je potrebno da podele informacije iz nekog domena. Ontologija podrazumeva computer-usuable definicije pojmoveva i relacija među njima. Od toga koliko je detaljno izvedena specifikacija zavisi izražajnost same ontologije. Semantički bogatije ontologije podrazumevaju veću izražajnost „alata”/jezika kojima se one opisuju, tj. predstavljaju u obliku obradivom od strane računara, tj. aplikacija.

Termin ontologija u računarskim naukama je pozajmljen iz filozofije. Pojam ontologija ima dugu istoriju u filozofiji. U filozofiji ona predstavlja „teoriju ili proučavanje postojanja onakvog kakvo jeste”² Dakle, u filozofiji ona se odnosi na proučavanje samog postojanja i svega što postoji.



Slika 1.1 Struktura Semantičkog Web-a

¹ Gruber 1993

² „Encyclopedie Britannica” - Britannica 2002

U KB sistemima ono što postoji prevedeno je u ono što se može predstaviti/reprezentovati. Jedna od najčešće citiranih definicija ontologija (u računarskim naukama) jeste: „Ontologija je eksplicitna specifikacija konceptualizacije”³ koja je bez direktnog navođenja već objašnjena u prvom delu ove sekcije. Drugu, manje formalnu je dao Tim Berners-Lee⁴ „ontologija je dokument ili fajl kojim se formalno definišu termini i relacije između njih”. Dakle, sve što predstavlja eksplicitnu specifikaciju uočenih objekata, klasa i njihovih relacija manje ili više detaljno (upotreboom manje ili više izražajnih jezika) se smatra ontologijom.

Nije realno očekivati da će sve aplikacije koje koriste ontologije koristiti istu ontologiju, pa ni isti jezik za opisivanje ontologija. Dakle, sa jedne strane postoji heterogenost zapisa, kao i heterogenost „viđenja” istih domena znanja. Sa druge strane sistemi koji u svojoj strukturi poseduju neku bazu znanja, su u osnovi skupi u svim fazama svog životnog veka (izgradnja, testiranje, održavanje), pa je deljenje već postojećih ontologija poželjno. Na osnovu navedenog očigledno je zašto postoji potreba da znanje i informacije predstavljene ontologijama budu deljivi. Tako se u literaturi sve češće sreće proširena definicija [Studer i dr. 1998] u odnosu na datu⁵ u kojoj se kaže da je *ontologija formalna, eksplicitna specifikacija deljene konceptualizacije*.

Ovom definicijom pojam ontologija je sužen na mašinski obradive zapise ontologija koje su deljive, tj. opisuju znanje koje ne predstavlja subjektivno viđenje domena niti je ono privatno već prihvaćeno od strane „grupe” ljudi. Naime cilj je stvaranje ontologija kojima se „hvata” domensko znanje koje će biti nezavisno od zadatka za čije je ispunjavanje to znanje potrebno.

Upotreba ontologija zahteva dobro definisan jezik za njihovo opisivanje. Od izražajnosti samog jezika zavisi i preciznost opisa, pa tako opisane ontologije mogu biti⁶:

u velikoj meri neformalne: izražene neprecizno u prirodnom jeziku,

polu-neformalne: izražene u ograničenoj i strukturnoj formi prirodnog jezika, što značajno povećava jasnoću i redukuje dvomislenost,

polu-formalne: izražene u veštački formalno definisanom jeziku, kao što je Ontolingua ([Ontolingua]), verzija jezika iz projekta Enterprise Ontology,

strogo formalne: detaljno definisani pojmovi sa formalnom semantikom, teoremama i dokazima, sa osobinama kao što su zasnovanost i kompletnost.

„Zapisane” ontologije imaju ograničenu upotrebljivost, ako nisu podržane alatima za rezonovanje nad njima. Rezonovanje je bitno: u obezbeđivanju kvaliteta ontologija koje se kreiraju, za upotrebu informacija opisanih ontologijama. Ono se može koristiti u različitim fazama životnog ciklusa ontologija. Za vreme kreiranja može se koristiti za proveru da li su uvedeni pojmovi kontradiktorni, kao i za izvođenje novih veza između njih. Najčešće se koristi za izvođenje hijerarhije pojmoveva, tj. uređivanje pojmoveva prema njihovoj pripadnosti (koji je pojam podpojam drugog pojma). Informacije o tome koji je pojam specijalizacija kog, a koji su pojmovi sinonimi se mogu koristiti pri proveri da li definicije pojmoveva uvedene u ontologiji daju željene rezultate ili ne. Ove informacije se takođe koriste i u fazi eksploatacije ontologija.

Kakve vrste zaključaka se mogu izvoditi, a, naravno, i detaljnost opisa ontologije zavise od, kako je već rečeno, izražajnosti jezika opisivanja. Strogo formalne ontologije su, svakako, najbogatije informacijama, pa i alati koji sa njima mogu raditi nude najbogatiji spektar mogućnosti za njihovu upotrebu. Jezici formalnih ontologija moraju imati dobro definisanu semantiku i moćne alate za rezonovanje/zaključivanje. U takve jezike spadaju deskriptivne logike. Pokazalo se da zbog svoje prirode u potpunosti odgovaraju opisivanju ontologija sa jedne strane, dok sa druge nude formalno zasnovane mehanizme zaključivanja.

DESKRIPTIVNA LOGIKA

Deskriptivna logika (DL) je najčešće korišćeno ime za familiju formalizama za predstavljanje znanja. Njima se predstavlja znanje koje se primenjuje na određeni domen i definišu relevantni pojmovi domena, tj. terminologija. Ime deskriptivna logika je sasvim opravdano zato što ova karakterizacija sadrži logički zasnovanu se-

³ Gruber 1993

⁴ The Semantic Web, Scientific American, May 17, 2001

⁵ Gruber 1993

⁶ Gruninger i dr 1996

mantiku i podržava šablone za zaključivanje, koji se javljaju u mnogim primenama inteligentnih sistema za obradu informacija. Pošto baza znanja treba korisniku da ponudi traženi odgovor u prihvatljivom vremenu, istraživači se bave procedurama odlučivanja koje uvek moraju da se zaustave, što nije slučaj kod svih formalnih sistema.

Sledeće tri ideje su pomogle razvoju DL-a:

Osnovni gradivni elementi jednog DL sistema su atomski pojmovi, atomske uloge i individue.

Izražajna moć jezika je ograničena na mali skup operatora za konstruisanje složenih pojmoveva i uloga.

Implicitno znanje o pojmovima i individuama se može izvesti pomoću procedura za zaključivanje.

Sistem baze znanja zasnovan na DL-u obuhvata dve komponente: TBox i ABox. TBox predstavlja rečnik domena – terminologiju, dok ABox sadrži tvrđenja o individuama u terminima iz rečnika. Tipične procedure za zaključivanje se odnose na proveru da li neka terminologija nije kontradiktorna, da li je opis nekog pojma opštiji od drugog, da li su tvrđenja u ABox-u dosledna. Testiranjem relacija između pojmoveva, pojmovi definisani u TBox-u se mogu organizovati u hijerarhijsku strukturu prema opštosti.

OSNOVNI JEZIK ZA OPIS POJMOVA

Osnovni opisi su atomski pojmovi i atomske uloge. Kompleksni pojmovi se grade od njih induktivno, pomoću konstruktora pojmoveva. U daljem tekstu će u abstraktnim opisima pojmoveva slova A i B biti korišćena za atomske pojmoveve, slovo R za atomske uloge i slova C i D za opise pojmoveva. Osnovni jezik je *AL* (*attributive language*) i opis ojmova se u ovom jeziku formira na osnovu sledećeg sintaksnog pravila:

Primer 3.1. Neka su Person i Female atomske pojmoveve. Tada su $\text{Person} \sqcap \text{Female}$ i $\text{Person} \sqcap \neg \text{Female}$ pojmovi koji opisuju

| | | |
|--------------------|---------------------|--|
| $C, D \rightarrow$ | $A $ | – univerzalni pojam |
| | $\top $ | – atomska pojam |
| | $\perp $ | – netačan pojam |
| | $\neg A $ | – atomska negacija |
| | $C \sqcap D $ | – presek |
| | $\forall R.C $ | – restrikcija vrednosti |
| | $\exists R. \top $ | – ograničeni egzistencijalni kvantifikator |

osobe koje su žene i osobe koje nisu žene. Ako je hasChild atomska uloga, tada pojmovi $\text{Person} \sqcap \exists \text{hasChild}. \top$, $\text{Person} \sqcap \exists \text{hasChild}. \text{Female}$ i $\text{Person} \sqcap \exists \text{hasChild}. \perp$ označavaju redom osobe koje imaju decu, one osobe čija su sva deca ženska i osobe koje nemaju decu.

Osnovni **AL** jezik se proširuje dodavanjem novih konstruktora:

unija (U) koja se zapisuje sa $C + D$
potpun egzistencijalni kvantifikator (E)

koji se zapisuje sa $\exists R.C$
ograničenje kardinalnosti (N) koje sa zapisuje sa $b n R$ ili $r n R$, gde je n nenegativan ceo broj

negacija pojma (C) koja se zapisuje sa $\neg C$, gde je C opis pojma

Primer 3.2. Dodatim konstruktorima se mogu opisati osobe koje imaju ne više od jednog deteta ili imaju najmanje 3 deteta od kojih je jedno žensko

$\text{Person}^* (\exists \text{hasChild} + (\forall \exists \text{hasChild}^* \exists \text{hasChild.Female}))$

Proširivanjem **AL** jezika nekim skupom konstruktora dobija se konkretni **AL** jezik čije je ime zapis oblika **AL** [U][E][N][C], gde svako slovo predstavlja odgovarajući konstruktor.

3.2. Terminologija (TBox)

Terminologija ili TBox predstavlja konačan skup definicija oblika

$$A \equiv C,$$

gde je A ime pojma koji se definiše, a C opis pojma. Osim definicija u TBox-u mogu da se dozvole i inkluzije oblika

$$A \sqsubseteq C$$

kojima se definiše da je atomska pojma A podpojam pojma C . Terminologija T sadrži ciklus ukoliko se pri definiciji nekog pojma koristi taj isti pojma. Takve terminologije se nazivaju *ciklične*. Ukoliko u terminologiji T ne postoji ciklus, tada je terminologija *aciklična* (Slika 3.1).

Primer 3.3. Koristeći ciklično definisanje pojmoveva moguće je definisati pojma koji opisuju čoveka koji ima samo muško potomstvo

$$\text{Momo} \equiv \text{Man}^* \forall \text{hasChild.Momo}$$

3.3. Tvrđenja o individuama (ABox)

U ABox-u se uvode individue zadavanjem imena i tvrđenja o osobinama tih individua.

```

Woman ≡ Person * Female
Man ≡ Person * ~Women
Mother ≡ Woman * ∃hasChild.Person
Father ≡ Man * ∃hasChild.Person
Parent ≡ Father + Mother
Grandmother ≡ Mother * ∃hasChild.Parent
MotherWithManyChildren ≡ Mother * r ∃hasChild
MotherWithoutDaughter ≡ Mother * ∀hasChild.~Women

```

Slika 3.1. Primer terminologije (TBox) rodbinskih veza

U abstraktnim opisima individue će biti označene slovima a, b, c . Uz pomoć pojmljivača C i uloga R zadaju se dva osnovna tipa tvrđenja:

$$C(a) \text{ i } R(b,c).$$

Prva vrsta tvrđenja označava da individua a pripada pojmljivcu C – tvrđenje o pojmljivcu, dok druga vrsta označava da je c par za b u ulozi (relaciji) R – tvrđenja o ulogama.

Primer 3.4. Na osnovu TBox-a rodbinskih veza (Slika 3.1), odgovarajući ABox može da sadrži tvrđenja

```

MotherWithoutDaughter(MARY) Father(PETER)
hasChild(MARY,PETER) hasChild(PETER,HARRY)
hasChild(MARY,PAUL)

```

Slika 3.2. Primer ABox-a rodbinskih veza

3.4. Procedure zaključivanja

Pri modelovanju domena baze znanja konstruiše se terminologija \mathcal{T} definisanjem novih pojmljivaca. Pri ovome je bitno proveravati:

da li pojmljivaci koji se definisu imaju smisla ili su kontradiktorni sa već definisanim pojmljivacima, tj. da li je pojmljivo zadovoljivo ili ne;

da li je neki pojmljivo opštije od drugog u odnosu na definisanu terminologiju, tj. da li je pojmljivo obuhvaćeno drugim pojmljivacem, što se zapisuje sa $C \sqsubset_{\mathcal{T}} D$;

da li su neka dva pojmljivaca ekvivalentna u odnosu na terminologiju \mathcal{T} ($C \equiv_{\mathcal{T}} D$);

da li su neka dva pojmljivaca različita, tj. diskretna u odnosu na terminologiju \mathcal{T} .

Primer 3.5. Za terminologiju rodbinskih veza (Slika 3.1) može se ispitivati da li je ispunjeno

$$\text{Grandmother} \sqsubset \text{Women}$$

ili da li su pojmljivaci

$$\text{MotherWithoutDaughter} \equiv \neg \text{Man} * \text{Parent} * \forall \text{hasChild.} \neg \text{Women}$$

i pojmljivo $\text{MotherWithoutDaughter}$ iz TBox-a ekvivalentni.

Osnovni mehanizam za zaključivanje je provera obuhvaćenosti pojmljivaca, a kako svi opisani jezici implementirani u DL sisteme sadrže operatator preseka $*$ i netačan pojmljivo, tako se na proveru obuhvaćenosti pojmljivaca mogu svesti i ostale tri osobine.

Jedan od algoritama za obuhvaćenost pojmljivaca se bazira na sintaksnom poređenju pojmljivaca i može se efikasno primeniti samo na slabo izražajne logike, koje dozvoljavaju samo presek ($C * D$), ograničenje vrednosti ($\forall R.C$), netačan pojmljivo (\perp), atomsku negaciju ($\neg A$).

Pri uvođenju konstruktora za ograničenje kardinalnosti, tokom provere obuhvaćenosti pojmljivaca mora se voditi računa o prisutnim vezama među ograničenjima kardinalnosti (npr. $r nR mr mR$ ako i samo ako je $nR m$). Za sisteme koji sadrže ovaj konstruktor, često se za proveru obuhvaćenosti pojmljivaca koriste algoritmi koji koriste strukture grafova.

Za veće sisteme koji sadrže disjunkciju, potpunu negaciju, potpuni egzistencijalni kvantifikator, kao dosta efikasniji algoritmi pokazali su se tablo bazirani algoritmi. Kod ovih algoritama ispituje se nezadovoljivost pojmljivaca, a preostale tri osobine se mogu svesti na nezadovoljivost.

Problem zaključivanja (ispitivanja nezadovoljivosti u ovom slučaju) u odnosu na aciklični TBox se može svesti na zaključivanje u odnosu na prazan TBox. Naime, svaki pojmljivo A , koji se javlja u opisu pojmljivaca C čija se nezadovoljivost ispituje, se zamjenjuje njegovim opisom iz TBox-a, tj. ako se u TBox-u nalazi definicija $A \equiv D$, pojmljivo A se zamjenjuje opisom D .

Primer 3.6. Pojam $\text{MotherWithManyChildren}$ iz TBox-a (Slika 3.1) se razvija u opis

$$\text{MotherWithManyChildren} \equiv ((\text{Person} * \text{Female}) * \exists \text{hasChild}. \text{Person}) * r \exists \text{hasChild}$$

Kako tablo algoritam podrazumeva rad sa ABox-om, to se isti algoritam primenjuje i pri zaključivanjima vezanim za ABox. Osnovna procedura zaključivanja vezana za ABox A se odnosi na proveru konzistentnosti ABox-a u odnosu na TBox. Slično kao i za pojmljivace, provera konzistentnosti ABox-a u odnosu na TBox

se može svesti na proveru konzistentnosti ABox-a u odnosu na prazan TBox, tj. proveru konzistentnosti razvijenog ABox-a. Drugi problem je provera da li se neko tvrđenje o pojmu $C(a)$ može izvesti iz ABox-a, što se svodi na proveru konzistentnosti skupa tvrđenja $A \cup \{\neg C(a)\}$.

Ako se baza znanja opisana pomoću nekog DL jezika koristi za čuvanje informacija o individuama, tada se kao poseban poseban proces zaključivanja posmatra problem pronalaženja svih individua koje su primerci nekog pojma, tj. opisni jezik se koristi za postavljanje upita. Neoptimizovani algoritam za upit za pronalaženje se može realizovati testiranjem svake individue koja se javlja u ABox-u.

Primer 3.7. Za posmatrani primer rodbinskih veza možda je potrebno dobiti spisak svih roditelja koji imaju najmanje dvoje dece radi oslobađanja od poreza.

IZRAŽAJNE DESKRIPTIVNE LOGIKE

Veća izražajnost jezika deskriptivne logike se postiže dodavanjem novih konstruktora, pre svega konstruktora uloga. Pri izgradnji nekog DL sistema za uloge R i S i pojam C moguće je koristiti sledeće konstruktore uloga: presek – $R^* S$; unija – $R + S$; komplement – $\neg R$; kompozicija – $R \circ S$; tranzitivno zatvorene – R^+ ; inverzija – R^- ; jedinična uloga – $id(C)$ (povezuje pojam sa samim sobom); kvalifikovano ograničenje kardinalnosti – $bnR.C$ i $r nR.C$.

Najveći problem, pri korišćenju različitih konstruktora uloga pri izgradnji TBox-a i ABox-a, je to što loš izbor kombinacije ovih konstruktora dovodi do neodlučivog sistema, tj. sistema u kome se procedure za zaključivanje ne zaustavljaju uvek.

Najčešće korišćen jezik za opisivanje konkretnih sistema je **SHIQ** koji je odlučiv i koji pretstavlja proširenje jezika **ALC** kome su dodati kvantifikovano ograničenje kardinalnosti, inverzne uloge, i aksiome pripadanja za proizvoljne uloge (aksiome oblika $R \sqsubset S$ za proizvoljne uloge R i S)

PRIMENE ONTOLOGIJA

U literaturi se može naći veliki broj opisa različitih ontologija i njihovih namena, tj. načina upotrebe. Većina je, u suštini, namenjena nekom vidu višestrukog korišćenja od strane manjeg ili većeg broja aplikacija ili zajednica. Druga, jaka motivacija za upotrebu ontologija jeste integrisanje modela različitih domena u koherentnu mrežu (okvir). Priča o načinima upotrebe se može širiti na različite strane, u ovom radu ćemo se ograničiti na grupu koja se tiče rešavanja problema razumevanja (komunikacije). Naime, vraćamo se na početak – deljeno razumevanje (znanje).

Istraživači iz različitih, ali srodnih oblasti, ne mogu jednostavno i brzo da koriste rezultate drugih. Problem je što oni imaju različitu perspektivu posmatranja problema, i često koriste različite termine za opis u osnovi istih ideja. Rešenje problema je identifikacija zajedničkih ideja u svakom od polja interesovanja, pažljiva tehnička analiza značenja tih koncepcata, identifikacija tačnih poklapanja, i naglašavanje ostalih važnih veza između njih. Ovo jedinstveno konceptualno okruženje ima za cilj da dozvoli translaciju između različitih perspektiva.

Ontologije mogu da se koriste za integraciju postojećih skladišta podataka, kako standardizacijom terminologije između različitih korisnika i skladišta, tako i obezbeđivanjem semantičkih osnova za translator između različitih korisnika.

Da bi pomogle interoperabilnost, ontologije se mogu koristiti za podršku translacije između jezika i reprezentacija. Jedan od pristupa je realizacija jedinstvenog translatora za svaka dva učesnika u razmeni (Slika 4.1a). Korišćenjem ontologija kao *inter-lingua* za podršku translacije, može se redukovati broj, pošto se u tom slučaju zahteva samo postojanje translatora od lokalne ontologije u ontologiju za razmenu (Slika 4.1b).

PRIMENE ONTOLOGIJA U OBLASTI

ARHEOLOGIJE

Realizacija ideje deljenog razumevanja deluje interesantno i istraživačima iz oblasti društvenih i humanističkih nauka, koje su po svojoj prirodi bogate velikom količinom informacija koje bi bilo dobro razmenjivati bi moglo imati velike koristi od realizacije ove ideje. Na primer, za razliku od matematike u kojoj je gov-

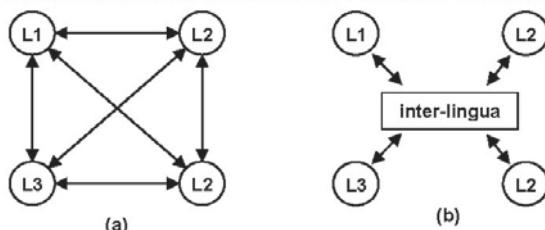
orni jezik istraživača manje bitan u njihovom međusobnom razumevanju i u kojoj su pojmovi strogo i opšteprihvaćeno stukturirani i definisani, "nepoklapanje" pojmoveva kao posledica korišćenja govornih jezika (koji se po bogatstvu opisa razlikuju) je često u društvenim naukama.

Što se arheoloških istraživanja tiče pokušaji definisanja globalne ontologije vezane za deo ili kompletnu oblast arheologije su već napravljeni,⁷ ali još uvek ne postoji opšteprihvaćena specifikacija i na osnovu nje realizovana ontologija. Značajnjene realizacije je višestruk. Kao prvo, predstavljala bi među jezik (inter-lingua) sistema koji se tiču arheologije. Kao drugo njena specifikacija na jezicima Semantičkog Web-a bi omogućila dobijanje informacija iz velikog broja već postojećih arheoloških digitalnih biblioteka (sa jedne strane digitalne biblioteke već poseduju svoje zapise dostupne u nekom Web formatu, kao što su html, XML i sl., a sa druge strane Web ontološki jezici moraju biti uskladivi sa već postojećim i upotrebljenim Web standardima) kao i drugih izvora iz Web prostora.

ZAKLJUČAK

Ontologija, kao sinonim deljenom razumevanju, predstavlja polaznu tačku u povezivanju heterogenih sistema koji u sebi nose velike količine informacija. Njihova specifikacija u jezicima Semantičkog Web-a bi donela nezavisan okvir prema kome bi svaki od sistema mogao da napravi svoj "most". Samo povezivanje ne bi imalo poseban značaj da Web ontološki jezici nisu namenjeni opisivanju značenja informacija, tj. opisivanju terminologije i odnosa među pojmovima definisanim ontologijom. Dakle, ključnu ulogu ima semantika koju ontologije nose. Sama specifikacija značenja pojmoveva nije dovoljna ako ne postoji mehanizam zaključivanja o pojmovima, njihovim odnosima i odnosima primeraka nekog pojma. Dobar okvir za opisivanje i rezonovanje daju deskriptivne logike.

U oblasti arheologije definisanje opšte ontologije kojom bi bili obuhvaćeni pojmovi relevantni za ovu oblast predstavlja značajan korak u pokušaju integracije velikog broja raznovrsnih



Slika 4.1. Ontologija kao inter-lingua

izvora informacija i podataka. Ovaj rad predstavlja početak istraživanja na tu temu kod nas i nastavak dugogodišnje saradnje Matematičkog i Arheološkog instituta Srpske akademije nauka i umetnosti u Beogradu, koja je započeta izradom ekperimentnog sistema PANDORA.⁸

LITERATURA

Baader i dr 2002

F. Baader, D. L. McGuinness, D. Nardi, P. F. Patel-Schneider, *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications*, Cambridge University Press, 2002

Chunxia i dr. 2002

Chunxia Z., Cungen C., Fang G., Jinxin S., *A Domain-Specific Formal Ontology for Archaeological Knowledge Sharing and Reusing*, PAKM 2002, LNAI 2569, pp. 213-225, 2002.

Gruber 1993

Gruber, T. R. A, *Translation Approach to Portable Ontology Specifications*, Technical Report, Academic Press, Stanford, 1993

Gruninger i dr 1996

Uschold M., Gruninger M., *Ontologies: Principles, Methods and Applications*, Technical report, AIAI-TR-191, February 1996, University of Edinburg, also in Knowledge Engineering Review, Vol. 11, No. 2, June 1996.

ISO 21127:2006

ISO 21127:2006, *Information and documentation - A reference ontology for the interchange of cultural heritage information*

⁷ npr. [Chunxia i dr. 2002],[ISO 21127:2006]

⁸ Jocković i dr 1997

Jocković i dr 1997

Jocković M., Ognjanović Z., Stanovski S., Veštačka inteligencija – inteligentne maštine i sistemi, Krug, Beograd, 1997

Ontolingua

<http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/>

Staab i dr 2004

Staab S., Studer R., *Handbook on Ontologies*, Springer-Verlag, Berlin, 2004

Studer i dr. 1998

R. Studer, V.R. Benjamins, D. Fensel, *Knowledge Engineering: Principles and Methods*, Data Knowl. Eng. 25(1-2): 161-197 (1998)

**DESCRIPTIVE LOGICS AND
ONTOLOGIES - BASE FOR THE
FUTURE WEB**

Since the beginning of the nineties ontologies have become a popular research topic investigated by several Artificial Intelligence research communities. More recently, the notion of ontology is also becoming widespread in fields such as intelligent information integration, information retrieval on the Internet, and knowledge management. In this paper we give an explanation of the notion of an ontology and its role in the Semantic Web. Since description logics are recognized as good ontology languages, its basic ideas are also given. Later we give a brief overview of ontology applications, especially in the role of archaeological knowledge sharing and reusing.

KEY WORDS:

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE, KNOWLEDGE SHARING,
DESCRIPTION LOGIC, SEMANTIC WEB**

**UPUTSTVO AUTORIMA O NAČINU
PRIPREME ČLANKA
ZA ČASOPIS ARHEOLOGIJA I
PRIRODNE NAUKE (APN)**

Članci koji se predaju redakciji APN-a moraju biti opremljeni na standardni način.¹ Svaki tekst koji se predaje treba da sadrži: naslov; ime autora; naziv ustanove (afiliacija); sažetak (apstrakt); ključne reči; osnovni tekst; rezime; grafičke prilove sa listom ilustracija; bibliografiju; kontakt podatke.

1. Naslov treba da bude kratak i jasan, i da što vremije opiše sadržaj članka. U naslovu treba da se koriste reči prikladne za indeksiranje i pretraživanje. Ako takvih reči nema u naslovu, poželjno je da se naslovu pridoda podnaslov. Naslov se piše u petom ili šestom redu ispod gornje margine velikim masnim (bold) slovima veličine 14 (pts).

2. Autor ili autori članka treba da navedu svoje puno ime i prezime, (poželjno je da se navedu i srednja slova autora).

3. Autori treba da navedu zvaničan naziv i sedište ustanove u kojoj su zaposleni (afiliacija) ili naziv i sedište ustanove u kojoj su obavili istraživanja čije rezultate sada objavljuju. Kod složenih institucija navodi se ukupan naziv (na primer: Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet, Odjeljenje za arheologiju, Beograd).

4. Sažetak (apstrakt) je kratak prikaz sadržaja članka (100-250 reči). Poželjno je da sadrže termine koji se često koriste za indeksiranje i pretraživanje članaka. Sažetak treba da pruži podatke o cilju istraživanja, metodi, rezultatima istraživanja i zaključku. Sažetke treba priložiti dvojezično (na jeziku rada, na engleskom ili nekom drugom jeziku raširene upotrebe). Za sažetke na stranim jezicima mora se obezbijeti kvalifikovana lektura, odnosno gramatička i pravopisna ispravnost.

¹ Akt o uređivanju naučnih časopisa Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije može se naći na sajtu Ministarstva: http://www.nauka.gov.rs/cir/images/stories/vesti/09-07-17/akt_o_uredjivanju-casopisa.pdf

5. Ključne reči treba da budu termini koji najbolje opisuju sadržaj članka za potrebe indeksiranja i pretraživanja. Treba ih navoditi na osnovu nekog međunarodnog izvora (popisa, rečnika, tezaurusa) koji je najšire prihvaćen, kao što je lista ključnih reči Web of Science. Broj ključnih reči ne treba da bude veći od 10.

6. Članci ne bi trebalo da prelaze dva autorska tabaka (32 strane), u formatu A4 uključujući napomene i ilustrativni deo. Tekst treba uraditi kompjuterski u fontu Times New Roman ili Arial (12 pts), MS Office Word 97 ili novijim, sa proredom 1,5 i marginama 2,50 cm. Osnovni tekst ne sme da sadrži ilustracije. One se predaju kao posebni fajlovi.

7. Rukopisi se predaju isključivo na srpskom jeziku u latiničnoj verziji pisma (sa podrškom Serbian (Latin)). Ukoliko autor želi da rad pisan na srpskom jeziku preda za štampu u verziji prevedenoj na engleski ili neki drugi jezik raširene upotrebe u međunarodnoj komunikaciji, dužan je da navede ime prevodioca, odnosno lektora koji je tekst priredio za štampu na stranom jeziku. Pored toga, radu pisanim na nekom od stranih jezika treba dodati apstrakt i rezime na srpskom jeziku. Reči, navodi i naslovi pisani na nekom od stranih jezika treba da budu napisani u svom izvornom obliku. Napomene mogu biti sastavni deo osnovnog teksta. Treba da sadrže manje važne podatke ili odgovarajuća objašnjenja. One nisu zamena za citiranu literaturu. (Poseban odjeljak ovog Uputstva govori o načinu citiranja koji treba primenjivati prilikom pisanja tekstova).

8. Rezime treba da sadrži isto što i sažetak, ali u proširenom obimu koji ne bi smeo da prelazi 1/10 obima osnovnog teksta. Posebno je poželjno da rezime bude u strukturalnom obliku.

9. Grafički prilozi (fotografije, table, skice, grafikoni itd.) treba da budu dati na jednoobrazan način. Skenirani prilozi treba priložiti u rezoluciji 600 dpi/inch u formatima TIFF, PSD ili JPG. Grafički prilozi se predaju kao posebna deo rada i ne treba da budu u sastavu osnovnog teksta. Naslovi i tekstualni sadržaji ilustrativnih priloga treba priložiti dvojezično (na jeziku rada, na engleskom ili nekom drugom jeziku raširene upotrebe).

10. Citirirana literatura obuhvata bibliografske izvore (članke, monografije itd.) i daje se u posebnom delu članka u vidu liste referenci. Literatura (bibliografija) je sastavni deo svakog naučnog rada, sa precizno navedenim bibliografskim jedinicama (referencama) koje su citirane. Literatura se navodi na dosledan način, redosledom koji zavisi od standarda navođenja u tekstu i koji je preciziran ovim uputstvom. Literatura se ispisuje na jeziku i pismu na kome je objavljena.

11. Sastavni delovi bibliografskih jedinica (autorska imena, naslov rada, izvor itd.) navode se u skladu sa usvojenom formom navođenja. Redakcija časopisa APN odlučila je da autori treba dosledno da primenjuju pravila citiranja i navođenja literature prema uzoru na sistem *Chicago - The Chicago Manual of Style*. Budući da ovaj sistem obuhvata dva načina citiranja (*humanities style i author-date system*), redakcija preporučuje upotrebu *author-date system* imajući u vidu pre svega jednostavnost primene.

U primerima koji slede navedene su najčeće citirane vrste referenci:

KNJIGE (MONOGRAFIJE)

1. Način citiranja i navođenja autorizovanih knjiga:

a. Jedan autor

Citat u tekstu: (Popović 2006, 21)

Način navođenja u bibliografiji: Popović, Ivana. 2006. *Roma aeterna inter Savum et Danubium*. Belgrade: Archaeological institute.

b. Dva autora

Citat u tekstu: (Vasić i Milošević 2000, 125)

Način navođenja u bibliografiji: Vasić, Miloje, i Gordana Milošević, *Mansio Idimuvum rimska poštanska i putna stanica kod Medveđe*. Beograd: Arheološki institut.

c. Tri i više autora

Citat u tekstu: (Petković et al. 2005, 129-131)

Način navođenja u literaturi: Petković, Sofija, Mira Ružić, Svetozar Jovanović, Marko Vuksan, i Zsuzsanna K. Zoffmann, *Roman and Medieval Necropolis in Ravna near Knjaževac*. 2005. Belgrade: Archaeological institute.

2. Način citiranja i navođenja autorizovanih knjiga sa pridodatim imenom urednika:

Citat u tekstu: (Jeremić 2009, 37)

Način navođenja u bibliografiji: Jeremić, Gordana. 2009. *Saldvm, Roman and Early Byzantine fortification*. Ed. Slaviša Perić. Belgrade: Archaeological institute.

3. Način citiranja i navođenja knjige u kojoj nije naznačen autor:

Citat u tekstu: (*Beautiful Australia*, 1978, 43)

Način navođenja u bibliografi: *Beautiful Australia*. 1978. Sydney: Golden Press.

4. Način istovremenog citiranja i navođenja više knjiga istog autora:

a. pisnih različitim pismom

Citat u tekstu: (Гавела 1974, 22; Gavela 1969, 45)

Način navođenja u bibliografiji: Gavela, Branko. 1969. *Istorija umetnosti antičke Grčke*. Beograd: Naučna knjiga.
Гавела, Бранко. 1974. *Фудија*. Нови Сад: Матица српска.

b. pisanih iste godine

Citat u tekstu: (Dawkins 1996a; 1996b)

Način navođenja u bibliografiji:
Dawkins, Richard. 1996a. *Climbing Mount Improbable*. London: Viking.
Dawkins, Richard. 1996b. *River out of Eden*. London: Phoenix.

5. Način citiranja i navođenja poglavla ili odeljka u knjizi (zborniku radova):

Citat u tekstu: (Кондић 1994)

Način navođenja u bibliografiji: Кондић, Јелена. 1994. Рановизантиско сребро, у *Античко сребро у Србији*, ур. Ивана Поповић, 65-67. Београд: Народни музеј.

6. Način citiranja i navođenja poglavlja iz knjiga koje su ranije već publikovane (kao primarni izvor):

Citat u tekstu: (Cicero 1986, 35)

Način navođenja u bibliografiji: Cicero, Quintus Tullius. 1986. Handbook on canvassing for the consulship. In *Rome: Late republic and principate*, edited by Walter Emil Kaegi Jr. And Peter White. Vol. 2 of *University of Chicago readings in western civilization*, ed. John Boyer and Julius Kirshner, 33-46. Chicago: University of Chicago Press. Originally published in Evelyn Shuckburgh, trans., *The letters of Cicero*, vol. 1 (London: George Bell & Sons, 1908).

7. Način citiranja i navođenja knjiga koje su objavljene u elektronskom obliku:

Citat u tekstu: (Kurland and Lerner 1987)

Način navođenja u bibliografiji: Kurland, Philip B., and Ralph Lerner, eds. 1987. *The founders' Constitution*. Chicago: University of Chicago Press: // press-pubs. Uchicago.edu/founders/.

ČLANCI IZ ŠTAMPAH

I ELEKTRONSKIH ČASOPISA

8. Način citiranja i navođenja članka u štampanom časopisu:

Citat u tekstu: (Vasić 2004, 91, fig. 17)

Način navođenja u bibliografiji: Vasić, Miloje. 2004. Bronze railing from Mediana. *Starinar* LI-II-LIV: 79-109.

9. Način citiranja i navođenja članka u elektronskom časopisu:

Citat u tekstu: (Van Eijck 2009, 41)

Način navođenja u bibliografiji: Van Eijck, Daniel. 2009. Learning from simpler times. *Risk Management*, vol. 56, no. 1: 40-44. http://proquest.umi.com/. (pristupljeno 30. januar 2009).

DOKTORSKE DISERTACIJE I MAGISTARSKE TEZE

10. Način citiranja i navođenja doktorskih disertacija i magistarskih teza:

Citat u tekstu: (Ilić 2005, 25-32)

Način navođenja u bibliografiji: Ilić, Olivera. 2005. *Ranohrišćanski pokretni nalazi na području djeceze Dakije od IV do početka VII veka*. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu.

REFERATI I SAOPŠTENJA

SA NAUČNIH SKUPOVA

11. Način citiranja i navođenja objavljenog referata ili saopštenja pročitanog na naučnom skupu:

Citat u tekstu: (Vasić 2008, 69, fig. 3)

Način navođenja u bibliografiji: Vasić, Miloje. 2006. Stibadium in romuliana and Mediana. *Felix Romvliana 50 years of archaeological excavations*. Ed. Miloje Vasić. Felix Romvliana 50 years of archaeological excavations. Papers from the International Conference. October, 27th-29th 2003, Zaječar, Serbia. Belgrade: Institut of Archaeology, Committee on Archaeology of Serbian Academy of Sciences and Arts, i Zaječar: National Museum, 69-75.

12. Način citiranja i navođenja neobjavljenog referata ili saopštenja pročitanog na naučnom skupu:

Citat u tekstu: (Gavrilović 2004)

Način navođenja u bibliografiji: Gavrilović, Nadežda. 2004. *Interpretatio Romana* of Oriental Cults in Upper Moesia from I to IV century A.D. 10th Annual meeting of European Association of Archaeologists. September, 7th-12th 2004, Lyon, France.

POPULARNI MAGAZINI (ČASOPISI)

I NOVINSKI ČLANCI

13. Način citiranja i navođenja članka u popularnom magazinu:

Citat u tekstu: (Lang 2007, 111)

Način navođenja u bibliografiji: Lang, Karen. 2007. Priče iz močvara. *National Geographic Srbija*, decembar.

14. Način citiranja i navođenja novinskog članka:

Citat u tekstu: (Ђорђевић 2009)

Način navođenja u bibliografiji: Ђорђевић, Марија. 2009. Октобарски салон изван локалног догађaja. *Politika*, 01. септембар, одељак Култура, Београдско издање.

ELEKTRONSKЕ BAZE PODATAKA, WEB STRANE, KOMENTARI ITD.

15. Način citiranja i navođenja elektronske baze podataka (Naziv baze podataka. Adresa):

Citat u tekstu: (Pliny the Elder, Perseus Digital

Library)

Način navođenja u bibliografiji: Perseus Digital Library. <http://www.perseus.tufts.edu/>.

16. Način citiranja i navođenja dokumenata i podataka preuzetih sa Web strana institucija (Naziv institucije. Naziv dokumenta. Izdavač. Web site. Datum pristupa):

Citat u tekstu: (Evanston Public Library Board of Trustees)

Način navođenja u bibliografiji: Evanston Public Library Board of Trustees. Evanston Public Library strategic plan, 2000-2010: A decade of outreach. Evanston Public Library. <http://www.epl.org/library стратегички план-00.html>. (June 1, 2005).

17. Način citiranja i navođenja dokumenata i podataka preuzetih sa Web-site-a, sa naznačenim autorom (Prezime autora, Ime autora. Naziv teksta. Naziv početne strane. Web site. Datum pristupa):

Citat u tekstu: (Flavin)

Način navođenja u bibliografiji: Flavin, Richard. The Karanovo Zodiak. Twisted History. <http://www.flavinscorner.com/karanovo.htm>. (15.07.2009).

18. Način citiranja i navođenja dokumenata i podataka preuzetih iz Weblog-a (Ime i prezime korisnika. Naziv blog-a. Adresa:

Citat u tekstu: (Peter Pearson, The Becker-Posner Blog, komentar postavljen 06. marta 2006)

Način navođenja u bibliografiji: Becker-Posner blog, The. <http://www.becker-posner-blog.com/>.

12. Sve reference citirane u tekstu navode se po azbučnom (abecednom) ukoliko je tekst na engleskom ili nekom drugom jeziku) redosledu inicijala u prezimenu autora ili početnog slova u nazivu dela (ako autor ili urednik nisu naznačeni).

13. Prilikom predaje rukopisa za APN autor treba da navede i svoje kontakt podatke u posebnom fajlu: adresu ustanove u kojoj je zaposlen i svoju e-mail adresu. Ako ima više autora, navode se kontakt podaci samo prvog autora. Takođe autor je dužan da navede naziv i šifru projekta, odnosno naziv programa u okviru kojeg je članak nastao, kao i naziv institucije koja je finansirala projekat.

14. Radove pripremljene za štampu treba predati sekretaru redakcije. Pored kopije teksta u štampanoj verziji, rad treba dostaviti i u elektronskoj formi na CD-u.

- Štampana verzija rada treba da bude uređena na sledeći način: 1. naslov rada; 2. ime, srednje slovo i prezime autora; 3. afilijacija autora; 4. sažetak (apstrakt); 5. ključne reči; 6. osnovni tekst; 7. rezime; 8. bibliografija; 9. ilustrativni deo; 10. spisak ilustracija; 11. kontakt podaci (adresa ili e-mail);

- Digitalna verzija rada treba da sadrži više fajlova: 1. fajl u kome su sadržani prvih sedam delova rada (1. naslov rada; 2. ime, srednje slovo i prezime autora; 3. afilijacija autora; 4. sažetak (apstrakt); 5. ključne reči; 6. osnovni tekst); 2. fajl sa rezimeom rada; 3. fajl sa citiranom bibliografijom; 4. fajl sa ilustracijama; 5. fajl sa spiskom ilustracija (dvojezično); 6. fajl sa kontakt podacima.

Rukopisi će biti primljeni samo ukoliko su pisani i opremljeni u skladu sa navedenim pravilima. Ukoliko se autor ne složi sa zahtevima Redakcije, ne uvaži primedbe recenzenta, ili intervencije lektora, rad neće biti štampan. Izmene tekstova nakon dostavljenih recenzija nisu dozvoljene, osim ukoliko se odnose na primedbe recenzentata.

Dodatna objašnjena mogu se dobiti na telefon: 381 (0)11 2637 191 ili na e-mail adresi: o.ilic@ai.sanu.ac.rs.

Redakcija časopisa
ARHEOLOGIJA I PRIRODNE NAUKE

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

902/904

ARHEOLOGIJA i prirodne nauke =
Archaeology and Science / glavni i odgovorni
urednik Miomir Korać. - 2007, No. 3- . -
Beograd : Centar za nove tehnologije :
Arheološki institut, 2008- (Beograd :
DigitalArt). - 28 cm

ISSN 1452-7448 = Arheologija i prirodne
nauke
COBISS.SR-ID 136747788

