



№. 1<sup>(2005)</sup>  
ARCHAEOLOGY  
ARCHAEOLOGICAL  
PROTECTION SCIENCE

ARHEOLOGIJA I  
PRIRODNE NAUKE

Center for New Technology  
Archaeological Institute Belgrade

# ARCHAEOLOGY AND SCIENCE

1

Editor-in-chief  
Miomir Korać

Editorial Board  
Snežana Golubović, Žarko Mijailović, Živko Mikić,  
Milan Milosavljević, Dragan Milovanović, Zoran Obradović,  
Zoran Ognjanović, Slaviša Perić, Michael R. Werner,  
Dejan Vučković, Zsolt Zolnai, Nemanja Mrđić (Secretary)

Belgrade 2005

Centar za nove tehnologije  
Arheološki institut Beograd

# ARHEOLOGIJA I PRIRODNE NAUKE

## 1

Glavni urednik  
Miomir Korać

Uređivački odbor (redakcija)  
Snežana Golubović, Žarko Mijailović, Živko Mikić,  
Milan Milosavljević, Dragan Milovanović, Zoran Obradović,  
Zoran Ognjanović, Slaviša Perić, Majkl R. Verner,  
Dejan Vučković, Zsolt Zolnai, Nemanja Mrđić (sekretar)

Beograd 2005.

Published by:  
Center for New Technology Viminacium  
Archaeological Institute Belgrade

Izdavači:  
Centar za nove tehnologije Viminacium  
Arheološki institut Beograd

For the publishers:  
Miomir Korać  
Slaviša Perić

Za izdavače:  
Miomir Korać  
Slaviša Perić

Editor:  
Miomir Korać

Urednik:  
Miomir Korać

Translation:  
Milica Tapavički-Ilić  
Nemanja Mrđić

Prevod:  
Milica Tapavički-Ilić  
Nemanja Mrđić

Cover Design:  
Miomir Korać  
Nemanja Mrđić

Dizajn Korica:  
Miomir Korać  
Nemanja Mrđić

Graphic design by:  
Nemanja Mrđić

Dizajn i tehničko uređenje:  
Nemanja Mrđić

Photographs and plans:  
Documentation of the Archaeological Institute  
Belgrade and Center for New Technology

Fotografije i planovi:  
Dokumentacija Arheološkog instituta u  
Beogradu i Centra za nove tehnologije

Print:  
DigitalArt Beograd

Štampa:  
DigitalArt Beograd

Printed in:  
500 copies

Tiraž:  
500 primeraka

ISSN 1452-7448

**SADRŽAJ / SUMMARY**

Miomir Korać	REČ UREDNIKA <i>From The Editor</i> .....	7
Živko Mikić	TREPANACIJA LOBANJA NA ANTIČKOM VIMINACIJUMU – ANTROPOLOŠKE INFORMACIJE <i>Scull Trepanation in Ancient Viminacium -</i> <i>Anthropological Information</i> .....	9-20
Miomir Korać Radmila Pavlović Nemanja Mrđić	VIMINACIJUM - DALJINSKA DETEKCIJA I GIS <i>Viminacium - Remote Sensing and GIS</i> .....	21-36
Miomir Korać Vojislav Stojanović Nemanja Mrđić	PRIMENA GEORADARA U ISTRAŽIVANJIMA RIMSKOG AKVEDUKTA NA VIMINACIJUMU <i>Application of Ground Penetrating Radar (GPR)</i> <i>During Excavations of Roman Aqueduct in Viminacium</i> .....	37-46
Saša Redžić Angelina Raičković Vladimir Miletić	ARHEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA LOKALITETA STIG NA OSNOVU GEORADARSKIH ISPITIVANJA <i>Archaeological Research at Site "Stig"</i> <i>Based on GPR Survey</i> .....	47-56
Saša Redžić Angelina Raičković Snežana Golubović	HRONOLOGIJA VIMINACIJUMSKIH NEKROPOLA U SVETLU PRONAĐENIH FIBULA <i>Chronology of the Viminacium Necropolis</i> <i>According to the Fibulae</i> .....	57-60

---

Bebina Milovanović	STILSKO - TIPOLOŠKE ODLIKE I POREKLO FORMI	
Angelina Raičković	NAUŠNICA RIMSKOG PERIODA U SRBIJI	
Saša Redžić	<i>Style-typological Distinction and Origin of the Form of Earrings from the Roman Period in Serbia.....</i>	61-80
Angelina Raičković	KERAMIČKE I OPEKARSKE PEĆI VIMINACIJUMA -	
Saša Redžić	LOKACIJE "PEĆINE" I "LIVADE KOD ĆUPRIJE"	
	<i>Pottery and Brick Kilns From Viminacium - Sites "Pećine" and "Llivade kod Ćuprije".....</i>	81-106
Mirjana Arsenijević	DVA NOVA TIPA REVERSNIH PREDSTAVA	
Saša Redžić	KOVNICE NIKEJE SA NEKROPOLE VIŠE GROBALJA	
Milica Tapavički-Ilić	<i>Two New Types of Reverse Images of the Nicaia Mint at the Necropolis Više Grobalja.....</i>	107-110
Milica Tapavički-Ilić	POLJOPRIVREDA CENTRALNOG BALKANA	
Mirjana Arsenijević	NA PRELASKU STARE U NOVU ERU	
	<i>Agriculture on the Central Balkans during Transition of the Eras.....</i>	111-118
Dragana Rogić	VLAGA - UZROK ŠTETE NA FRESKO SLIKARSTVU	
Nemanja Mrđić	<i>Moisture - Cause of Decay on Fresco Paintings.....</i>	119-126
Milesa Srećković	PRIMENA HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE	
Anđelka Milosavljević	I SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKIE MIKROSKOPIJE	
Miomir Korać	U ISPITIVANJU MATERIJALA PREDMETA	
Sanja Petronić	KULTURNE BAŠTINE	
	<i>Application of Holographic Interferometry and Scanning Electronic Microscopy in Examining Materials of the Cultural Heritage Objects.....</i>	127-136
Vanja Korać	SPAM	
	<i>SPAM.....</i>	137-150

---

*Reč urednika*

*Priča o nekadašnjem sjaju i propasti rimskog grada i vojnog logora Viminacijuma, skrenula je pažnju ne samo naše, već i svetske javnosti, koja sa nestrpljenjem očekuje da Viminacijum na svetskoj kulturno-istorijskoj sceni zauzme mesto koje mu sa pravom pripada. Prostor nekadašnjeg rimskog grada i vojnog logora Viminacijuma (više od 450 hektara šire gradske i 220 hektara uže gradske teritorije) nalazi se danas ispod obradivih površina, a predmeti i fragmenti predmeta iz rimskog perioda rasuti su u oraničnim brazdama. U poslednje tri decenije XX veka obavljena su istraživanja viminacijumskog grada mrtvih ili nekropola i do sada je otkriveno više od 13 500 grobova. Na istraživanju rimskog grada i vojnog logora radi interdisciplinarni tim, sastavljen od izuzetnih stručnjaka iz različitih oblasti. Projekat Viminacijum, pored arheologa, okuplja matematičare, elektroinženjere, geofizičare, geologe, petrologe, istraživače koji se bave daljinskom detekcijom, 3D modelovanjem i prepoznavanjem oblika, ali i veštačkom inteligencijom. Njihova želja je da trgovi i hramovi, pozorišta i hipodrom, kupatila, ulice i četvrti grada izrone iz oranica u kojima su se vekovima nalazili i postanu deo svetske i naše kulturne baštine, ali i simbol prepoznatljivosti dunavskog areala.*

*Ekipa istraživača iz Centra za nove tehnologije već 5 godina učestvuje na arheološkom projektu Viminacijum, gde razvija i primenjuje metode nedestruktivnog istraživanja terena. Tu se pre svega radi o primeni savremenih geofizičkih metoda prilagođenih arheološkim potrebama. Pored geofizičara, u okviru Centra, primetno je i angažovanje naših eminentnih stručnjaka iz drugih oblasti istraživanja, kao što su profesori sa elektrotehnike, geologije, fizike, hemije ... Metodologija istraživanja velikog arheološkog nalazišta kao što je Viminacijum podrazumeva obradu i interpretaciju satelitskih i avionskih slika, zatim primenu geofizičkih metoda kao što su geoelektrična, geomagnetska i georadarska, kao i korišćenje vrhunskih geodetskih uređaja (optičke i GPS totalne stanice) za globalno satelitsko i zemaljsko pozicioniranje. Na ovaj način, svi podaci registrovani na samom terenu, postaju deo jedinstvene baze podataka, što omogućuje sagledavanje svakog novog rezultata u znatno širem arheološkom kontekstu.*

*Primena geofizičkih metoda u arheologiji zasnovana je na posmatranju varijacija nekih fizičkih polja koja se posmatraju. S obzirom da se radi, uglavnom, o niskom intenzitetu registrovanih anomalija nekog fizičkog polja (gravitacionog, magnetskog, električnog, elektromagnetskog ...) potrebni su i savremeni sofisticirani instrumenti koji mogu takve pojave izdvojiti. Današnji stepen razvoja instrumenata i računara svakako omogućava primenu različitih metoda u okviru arheoloških istraživanja.*

*Rezultat primene novih tehnologija na arheološkom lokalitetu, kao što je Viminacijum, svakako je sagledavanje jednog velikog prostora u relativno kratkom vremenskom periodu i to nedestruktivnim metodama. Na osnovu dobijenih rezultata omogućeno je projektovanje arheoloških istraživanja sa velikom preciznošću i efikasnošću. Pored toga, zahvaljujući 2D i 3D analizama podataka, sada je moguće i prepoznavanje arheoloških objekata pre samog iskopavanja.*

*From the Editor*

*The tale of the ancient splendor and decay of the Roman city and military camp Viminacium has attracted the attention of both the national and the international public, waiting impatiently for Viminacium to take the well deserved and justified place on the world cultural and historical map. The ancient Roman city and military encampment (covering the area of over 450 hectares of the wider city region and 220 hectares of the inner city) is located today under cultivated arable land, and artifacts and fragments of objects from the Roman times are scattered in furrows. During the last three decades of the 20th century, the necropole (burial grounds) of Viminacium have been explored and over 13,500 graves were discovered. An interdisciplinary team is engaged in the exploration of the Roman city, consisting of experts of renown from various fields. In the Viminacium project, besides archaeologists, take part mathematicians, electrical engineers, geophysicists, geologists, researchers engaged in remote detection, 3D modeling and recognition of forms, as well as in artificial intelligence. Their wish is to bring out fora and temples, theaters and the hippodrome, bathes, streets and blocks from the furrows in which they had been lying for centuries, so that they could become a part of the world, and ours, cultural heritage, as well as the recognizable symbol of the Danubian range.*

Živko Mikić  
Filozofski fakultet Beograd



572.54:902.2(497.11)

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

## TREPANACIJA LOBANJA NA ANTIČKOM VIMINACIJUMU – ANTROPOLOŠKE INFORMACIJE

### ABSTRAKT

*Prilog obrađuje četiri lobanje muškog pola uzrasta između 40 i 60 godina individualne starosti. Na njima su zapaženi tragovi patoloških promena, odnosno hirurških intervencija u regijama parietalnih i okcipitalnih kostiju. Konkretno, na dve lobanje su tragovi trepanacije sasvim jasni (nekropola Više grobalja, broj 1037 i nekropola Pećine, broj 2570). Na lobanji broj 1651/b (nekropola Više grobalja) nalazimo tragove samo započete trepanacije, dok se na lobanji broj 2847 (nekropola Pećine) najverovatnije radi o jednoj atipičnoj obliteraciji u zoni sutura coronalis.*

**KLJUČNE RECI:** ANTROPOLOGIJA, NEKROPOLA PEĆINE, NEKROPOLA VIŠE GROBALJA, POLNA PRIPADNOST, INDIVIDUALNA STAROST, TREPANACIJA LOBANJA, ISTORIJA MEDICINE.

### UVOD

Antički Viminacijum je imao vrlo razvijeno lekarstvo, što bez sumnje potvrđuju nalazi metalnih medicinskih instrumenata i čak očuvane pastile iz groba jednog lekara<sup>1</sup>. Obrađujući humani osteološki materijal sa Viminacija počev od 1976. godine, autor je konstatovao vrlo veliki broj loše saniranih fraktura (*Status post fracturam*) naročito dugih kostiju postkranijalnog skeleta. Taj podatak bi mogao da ukaže, da je - recimo, lekara bilo malo prema broju stanovnika, tako da svako nije mogao da dobije njihove usluge koje su uz to mogle biti

i skupe. Druga mogućnost je da su pojedinci na Viminacijumu dolazili sa već stecenim povredama i to prvenstveno zbog svoje povećane profesionalne mobilnosti. Zato bi najverovatnije bilo prepostaviti da su sve ove nabrojane mogućnosti oscilirale tokom intenzivnog života na Viminacijumu, te da su bile i u nekoj međusobnoj uslovjenosti.

Na Viminacijumu je do 1990. godine antropološki pregledano oko 11.000 grobnih sadržaja, odnosno još više individualnih skeleta. Sve poznate nekropole do sada arheološki iskopavane sa teritorije velikog Rimskog carstva nisu dale ni približan antropološki obim. Zbog toga se slobodno može reći da Viminacijum zapravo predstavlja danas jednu instituciju i u antropološkom smislu.

Predmetne lobanje se izdvajaju od ostalog antropološkog fundusa po tragovima trepaniranja. Inače, trepanacija lobanja je najstarija hirurška intervencija na glavi/lobanji koja je ostavila i svoje materijalne tragove na humanom osteološkom materijalu. Najstariji tragovi takvih "hirurških zahvata" na moždanom delu glave, pa samim tim i lobanje, u Evropi postoje na subfossilnom materijalu (*cca* 12000 godina). Od početka mlađeg kamenog doba takve lobanje se učestalije javljaju, tako da su za pojedine delove Evrope izrađene i karte rasprostiranja ovog fenomena, uključujući i periode metalnog doba i pisane istorije.<sup>1</sup> Međutim, sa teritorije Srbije lobanje sa tragovima trepanacije poznate su sa svega nekoliko nalazišta. Hronološki najstarije od njih su sa nekropole bronzanog doba u Mokrinu,<sup>2</sup> u kojoj nalazimo čak nekoliko lobanja sa obnovljenom trepanacijom, što pokazuje da je procenat preživljavanja ove "najstarije neurohirurške operacije" bio vrlo visok. Potom sledi tzv. ilirska lobanja iz Krive Reke u zapadnoj Srbiji, na kojoj su obavljena tri trepanaciona zahvata.<sup>3</sup>

Kada se radi o periodima pisane istorije, sa naše teritorije lobanje sa tragovima trepanacije potiču sa Viminacijuma, koje će biti obrađene u ovom prilogu, zatim sa srednjovekovne nekropole u Gamzigradu i sa nekropole oko manastira Davidovice kod Pribaja na Limu.<sup>4</sup>

## MATERIJAL I METOD

Kako je u abstraktu sasvim kratko već pomenuto, predmet ovog priloga su četiri lobanje muškog pola u uzrastu između 40 i 60 godina života. Lobanje broj 1037 i 1651/b iskopane su na nekropoli Više grobalja, a lobanje broj 2570 i 2847 na nekropoli Pećine.<sup>5</sup> Prilikom uobičajene antropološke obrade humanog osteološkog materijala do 1990. godine, ove lobanje su izdvojene na osnovu karakterističnih promena na kranijalnom delu. Prethodno su obrađene standardnom antropološkom metodologijom koju su koncipirali D. Ferembach (Pariz), I. Schwidetzky (Majnc) i M. Stloukal (Prag) 1979. godine, koju je prihvatio 36 antropologa iz Evrope, Sjedinjenih država i Kanade, a među kojima je i autor priloga. Tom prilikom im je utvrđena polna pripadnost i individualna starost u trenutku smrti.

Pokazalo se da po svojim antropomorfološkim karakteristikama sasvim pouzdano sve lobanje mogu da se pripisu muškom polu. Međutim, individualna starost nije mogla sasvim precizno da im se odredi. Zbog nekompletne i slabe očuvanosti ona je određena okvirno. Tako se pokazalo da je muškarac iz groba broj 1037 (nekropola Više grobalja) u trenutku smrti bio star oko 40 godina. Grob broj 1651 (nekropola Više grobalja) je bio masovan i sadržavao je skeletne ostatke 15 individua (obeleženih slovima od A do O). Muškarac obeležen 1651/B bio je star oko 50 godina. Grob broj 2570 (nekropola Pećine) bio je dvojni. Predmetna lobanja je pripadala muškarcu koji je u trenutku smrti imao oko 45 godina. Druga lobanja takođe odgovara muškarцу u uzrastu oko 60 godina. Sa nekropole Pećine potiče i četvrta lobanja ovog priloga. Nosi broj 2847, a individualna starost joj se kreće oko 60 godina života. Zbog specifičnog defekta ova lobanja je snimljena i radiološki.

Sve lobanje su ilustrovane na tablama I, II, III i IV.

1. Károly 1964

2. Farkas - Lipták 1971

3. Mikić 1981

4. Mikić 2000

5. ova naziva su preuzeta iz savremene katastarske podele zemljišta

## REZULTATI, DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Sve nauke i naučne discipline koje se bave izučavanjem trepanacije lobanja (arheologija, antropologija, etnologija, medicina, istorija medicine, kao i prirodne nauke - fizika, hemija i biologija) se slažu da se pod ovim terminom podrazumeva probijanje koštanog omotača i intervencija na spoljnoj moždanoj opni. Međutim, razlozi za ovakvu intervenciju na lobanji, odnosno glavi živog čoveka (postmortalnim trepanacijama se u ovom prilogu nećemo baviti) su mnogostruki. Najčešće se pominju progresivne glavobolje ili razna povređivanja čija su posledica razni hematomi.

Sam termin "trepanacija" potiče iz mlađe etnomedicine i zapravo je neologizam iz elemenata starogrčkog (jonsko-atičkog) i francuskog jezika, a što znači - probušiti. Najstariji pomen ovog fenomena srećemo u Hipokratovim zapisima. U delu o glavi je dat detaljan opis, a kao najvažniji instrumenti se pominju metalni nož - strugač i nazubljena bušilica. Pre metalnih instrumenata nekoliko hiljada godina su korišćeni kameni instrumenti za ovu najstariju hiruršku intervenciju.<sup>6</sup>

Na tabli I je ilustrovana lobanja broj 1037 sa nekropole Više grobalja. Relativno dobro je očuvana, s tim što joj nedostaje veći deo zatiljačne zone, kao i temporalne, pogotovo sa leve strane. Donja vilica je najvećim delom dobro očuvana. Pripadajući postkranijalni skelet je fragmentovan, ali je na osnovu regresionih odnosa dugih kostiju izračunat telesni rast koji se kretao oko 176 cm.<sup>7</sup> Prema ukupnim morfometrijskim karakteristikama može pouzdano da se opredeli u robustni mediteranski antropološki tip.

Trepanacioni otvor na ovoj lobanji je lociran na gornjem delu zatiljačne zone, tj. na levoj parietalnoj kosti, i to na delu povišuća prema okcipitalnoj kosti. Elipsoidnog je oblika dimenzija 3 x 4 cm, dok je površina celog defekta nešto veća (približno 5 x 6 cm). Nedostaje deo

moždanog pokrivača ispod samog trepanacionog otvora, tako da je i on sačuvan većim gornjim delom (videti mikrofotografije na istoj tabli). Na ivicama koštanog defekta koji širinom od oko 1 cm prati unaokolo trepanacioni otvor, vidni su novoformirani osteofiti. To pokazuje da je ovaj hirurški poduhvat izведен tokom života ove individue, što znači da je preživeo samo otvaranje lobanjskog svoda, ali da je u kraćem vremenskom periodu posle toga i preminuo. Uzrok smrti nije sasvim jasan, ali bi se moglo pretpostaviti da je postoperativna preventiva mogla presudno uticati na fatalni ishod. Treba dodati da stvaranje novih osteofita (osteoplastična reakcija) po rubovima trepanacionog otvora nije velika, tako da je vreme preživljavanja moglo trajati nekoliko meseci.

Posle ove konstatacije treba dodati da je na karakter i tip koštanog defekta na ovoj lobanji sa antičkog Viminacijuma obraćena posebna pažnja. Ona se odnosi na činjenicu da neke bolesti (kao npr. impresione frakture, *osteomielitis*, odnosno tuberkolozni i tumorozni procesi, osteoporiza lobanjskog svoda, jamaste atrofije i moždani tumori) mogu da ostave otvore na prvi pogled vrlo slične trepanacionim.<sup>8</sup> Pošto je utvrđeno da se radi o tipičnoj trepanaciji prstenasto-elipsastog oblika otvora, odmah se postavilo pitanje kakvim medicinskim instrumentom je izvedena. S obzirom da je očigledna tehnika struganja određenog dela kosti lobanjskog pokrivača, znači da je korišćen grublji instrumenat u odnosu na nazubljenu cevastu bušilicu. Konkretno, korišćen je metalni strugač kojim je dobijen asimetrični trepanacioni otvor dimenzija 3 x 4 cm, odnosno 5 x 6 cm na gornjoj površini koštanog defekta. Ostali detalji ovog hirurškog zahvata, kao što su detaljan opis hirurškog instrumentarijuma, eventualna upotreba anestetika i antiseptika, ne mogu biti analizirani. Međutim, konstatujemo prisustvo trepanacije lobanja na antičkom Viminacijumu u prvom slučaju, uz napomenu da ona nije bila direkstan uzrok smrti ove individue, s tim što je period preživljavanja bio dosta kratak.

6. Ullrich - Weickmann 1964

7. Breitinger 1938

8. Schröder 1957

Na tabli II je prikazana lobanja broj 1651/B sa iste nekropole. Imo koštani defekt lociran na istom mestu kao i prethodna, na povicu leve parietalne kosti prema okcipitalnoj. Slabo je očuvana i pruža minimum antropoloških podataka koji su već navedeni. Međutim, karakter defekta se razlikuje na ovoj lobanji u odnosu na prethodnu. Dimenzije su samo neznatno veće; za oko 1 cm, u svim pravcima. Vidimo da se radi o struganju konkretnе zone, ali konstatujemo da "hirurg" nije dopro do spoljne moždane opne (*Dura matris*) primenom iste tehnike struganja kosti. *Lamina interna* nije probijena, dok *lamina externa* nedostaje, tj. dislocirana je struganjem. Sunderasta koštana masa između ove dve površi pljosnate parietalne kosti ima reljefnu i nepravilnu osteoplastičnu reakciju. Vidno je da do zaceljenja defekta dolazi, ali ne ravnomerno i zato su formirane nepravilne konglomeracije novih osteoblasta. Da li se radi o pojavi i prisustvu prateće infekcije ili nečem drugom, nemoguće je decidno govoriti, ali je zato moguće postaviti direktnu dijagnozu - započeta i prekinuta trepanacija. Takođe ostajemo bez odgovora na pitanje zašto je prekinut ovaj hirurški trepanacijski zahvat, ali je očigledno (prema stepenu bujanja mlađih koštanih ćelija osteoblasta) da je smrt ove individue nastupila nekoliko meseci posle prekida ove i danas, osetljive hirurške operacije.

Na tabli III je ilustrovana lobanja broj 2570 sa nekropole Pećine. Tačniji izraz je lobanjski fragment, pošto je ova lobanja u celini sasvim loše očuvana. Kako pokazuje i pilot-skica na istoj tabli, vidimo da je jedan specifičan defekt kosti lociran na istom mestu kao i kod prethodne dve predmetne lobanje sa nekropole Više grobalja. To je povicu leve parietalne kosti prema okcipitalnoj kosti. Oblik defekta nije više elipsast, nego je to kružna površina dimenzija oko 2 cm. Razumljivo da je zbog procesa okoštavanja zid defekta konusan. Uz to, proces okoštavanja je bio toliko intenzivan, da je vremenom formirana jedna nova *lamina interna*, koja celom svojom površinom presvodi spoljnu moždanu opnu. I u ovom slučaju dijagnoza

je sasvim jasna - uspešno obavljena trepanacija primenom cevaste bušilice sa dužim periodom preživljavanja. Taj period je iznosio svakako nekoliko godina i ne može biti direktan uzrok smrti ove individue koja je živila oko 45 godina.

Tabla IV prikazuje fotografski i radiološki snimak (u istoj projekciji) lobanje broj 2847 sa nekropole Pećine. Vidimo da se radi o defektu koji je lociran sa iste strane kao i u prethodna tri slučaja, s tim što je pomeren frontalno i zahvata i deo čeone kosti (za oko 1 cm prelazi *sutura coronalis*). Spoljne dimenzije ovog nepravilnog defekta su približno 4 x 6 cm, dok su unutrašnje takođe nepravilne i iznose 2 x 3 cm (videti Rö-snimak).

Analiza ovog koštanog defekta, po mišljenju autora, najverovatnije ide u dva pravca. Prvi je, da se radi o posebnom centru osifikacije na moždanom pokrivaču lobanje, i u tom slučaju je vrlo teško dati adekvatno tumačenje na antropološkom materijalu. Drugi pravac je trauma koja je nastala posle povređivanja / amputacije nekim oštrim predmetom. Pošto nije došlo do potpunog odvajanja koštane kapsule verovatno zbog prisustva mekih tkiva, došlo je do naknadne obliteracije delimično dislocirane stare i nove dodirne površine kosti. Kako pokazuje i Rö-snimak došlo je do srašćivanja po rubu defekta, tako da je funkcija koštanog dela moždanog pokrivača u potpunosti ostvarena. Ovaj slučaj samo na prvi pogled podseća na trepanaciju, odnosno više liči na vrlo redak tip povređivanja sa uspešnom sanacijom, koja svakako nije mogla biti direktan uzrok smrti ove individue sa antičkog Viminacijuma.

Naravno, i sve druge interpretacije koje nisu obuhvaćene ovim prilogom su moguće i dobrodošle. Zbog specifičnosti ovog defekta autor je izneo samo dva svoja mišljenja, bez pretenzija da pruži i konačnu dijagnozu.

Svedeno rečeno, u prilogu su posmatrane četiri lobanje sa tragovima trepanacionih hirurških zahvata sa uspešnim preživljavanjem "pacijenata" koje se kretalo od nekoliko meseci do nekoliko godina. Tipična trepanacija je vidna

na tri lobanje, dok četvrta ima daleko složenije tumačenje koštanog defekta, za koje se ne može pouzdano reći da je i konačno.

S druge strane posmatrano, pomenute tri lobanje sa tipičnom trepanacijom imaju potpuno istu lokalizaciju (na levoj parietalnoj kosti). To ukazuje da se ne radi o povređivanju glave kao uzroku tih trepanacija, nego o nečemu drugom. Verovatno da progresivne glavobolje dolaze na mesto primarnih uzročnika.

Dalje posmatrano, nekropolu Više grobalja odlikuje tehnika struganja (lobanje broj 1037 i 1651/B), dok na nekropoli Pećine (lobanja 2570) srećemo tehniku direktnog bušenja. Svakako da su instrumenti za obe tehnike bili metalni, s tim što je strugač mogao imati i višestruku namenu. Međutim, bušilica / trepana je vrlo specifičan instrumenat i nije pronađen na Viminacijumu. Poznat je nalaz iz Bingena na Rajni, koji je datovan u II vek n.e.<sup>1</sup> Na slici 1. ta trepana je grafički prikazana, uz takođe grafički model četiri osnovna tipa trepanacije lobanja. Ima centralnu vodilicu i nazupčenu kružnu ivicu, tako da je kružnim pomeranjem u levu i desnu stranu mogla da probuši koštani omotač i da bez problema stigne do spoljne moždane opne.

Opisana situacija otvara jedno novo pitanje.

Konstatovali smo dve tehnike trepaniranja na dve različite lokacije, odnosno nekropole Viminacijuma - Više grobalja i Pećine. Da li to znači i prisustvo dva različito obučena / školovana lekara u isto ili različito vreme na Viminacijumu? Odgovor će svakako dati kulturno-hronološki kontekst, ali on mora biti predmet prvenstveno arheološke analize!

## RESUME

### Scull Trepanation in Ancient Viminacium - Anthropological Information

Four sculls have been taken into consideration with traces of trepanatil chirurgical interventions when "patients" survived for several months up to several years. Typical trepanation could be observed on three sculls, while the fourth one possesses a much more complex osteological defect (which could not have been interpreted as definite).

On the other hand, the three sculls with typical trepanation mentioned above, show identical positioning at the left parietal bone (see tables I, II and III). That shows that one is not dealing with head injuries as causes for trepanation, but with something else. It is most likely, that heavy headaches can be considered as primary causes.

Further on, sculls found on the necropolis Više grobalja are characterized with grinding (sculls Nr. 1037 and 1651/B), while on the necropolis Pećine one is dealing with direct drilling (scull Nr. 2570). It is certain that the instruments used for both techniques were made of metal, taking into consideration that the instrument used for grinding could have served for several different purposes. However, the drilling tool - trepan, is a very specific instrument, which was not found at Viminacium. For example, one find is known from the Rhine limes (Bingen, see fig. 1).

Finally, this situation has opened a new question.

Two different trepanation techniques have been observed at two different locations, i.e. two Viminacium necropoles - Više grobalja and Pećine. Is it possible that two different medicians were practicing two different trepanation techniques at the same or at different times at Viminacium? The answer shall surely be given by cultural-chronological context, which should be considered within a purely archaeological analysis.

**BIBLIOGRAFIJA****Ullrich, Weickmann 1964**

Ullrich H., Weickmann F. 1964 Prähistorische  
“Neurochirurgie” im mitteldeutschen Raum,  
*Centralblatt für Neurochirurgie*, 24, 103-121.

**Breitinger 1938**

Breitinger E. 1938. Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen, *Anthrop. Anz.* 14, 249-274.

**Como 1925**

Como J. 1925. Das Grab eines römischen Arztes in Bingen, *Germania* 3, 7-36.

**Farkas, Liptak 1971**

Farkas Gy., Liptak P. 1971. *Antropološko istraživanje nekropole u Mokrinu*, Dissertationes et Monographie, XI, Beograd, 239-271.

**Ferembach, Schwidetzky, Stloukal 1979**

Ferembach D., Schwidetzky I., Stloukal M. 1979. *Empfehlungen für die Alters- und Geschlechtsdiagnose am Skelett*, *Homo* XXX/2, 1-32.

**Karoly 1954**

Karoly L. 1954. Die vor-und frühgeschichtliche Trepanationen in Europa, *Homo* XV/1, 200-218.

**Korać 1986**

Korać M. 1986. Medicus et chirurgus ocularius iz Viminaciuima, *Starinar* 37, 53-71

**Mikić 1981**

Mikić Ž. 1981. *Stanje i problemi fizičke antropologije u Jugoslaviji - praistorijski periodi*, Centar za balkanološka ispitivanja ANU BiH, LIII/9, Sarajevo.

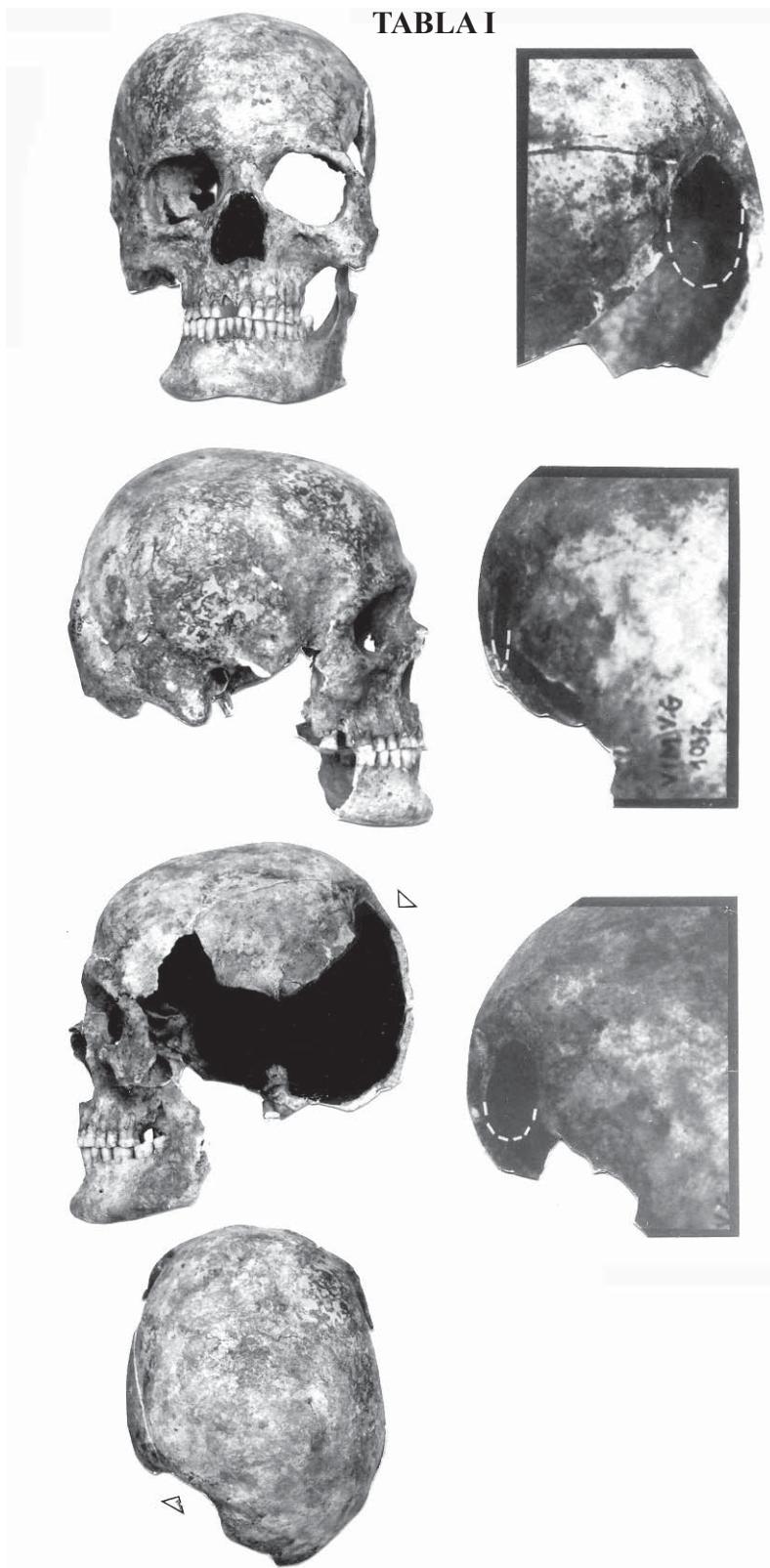
**Mikić 2000**

Mikić Ž. 2000. Antropološka saznanja o manastiru Davidovici, *Mileševski zapisi* 4, 17-28

**Sckroter 1957**

Sckroter E. 1957. Röntgenuntersuchungen an trepanierten Schädeln des Neolithikums, *Fortschritte der Röntgenstrahlen und der Nuklear-medizin* 87, 538-543.

TABLA I

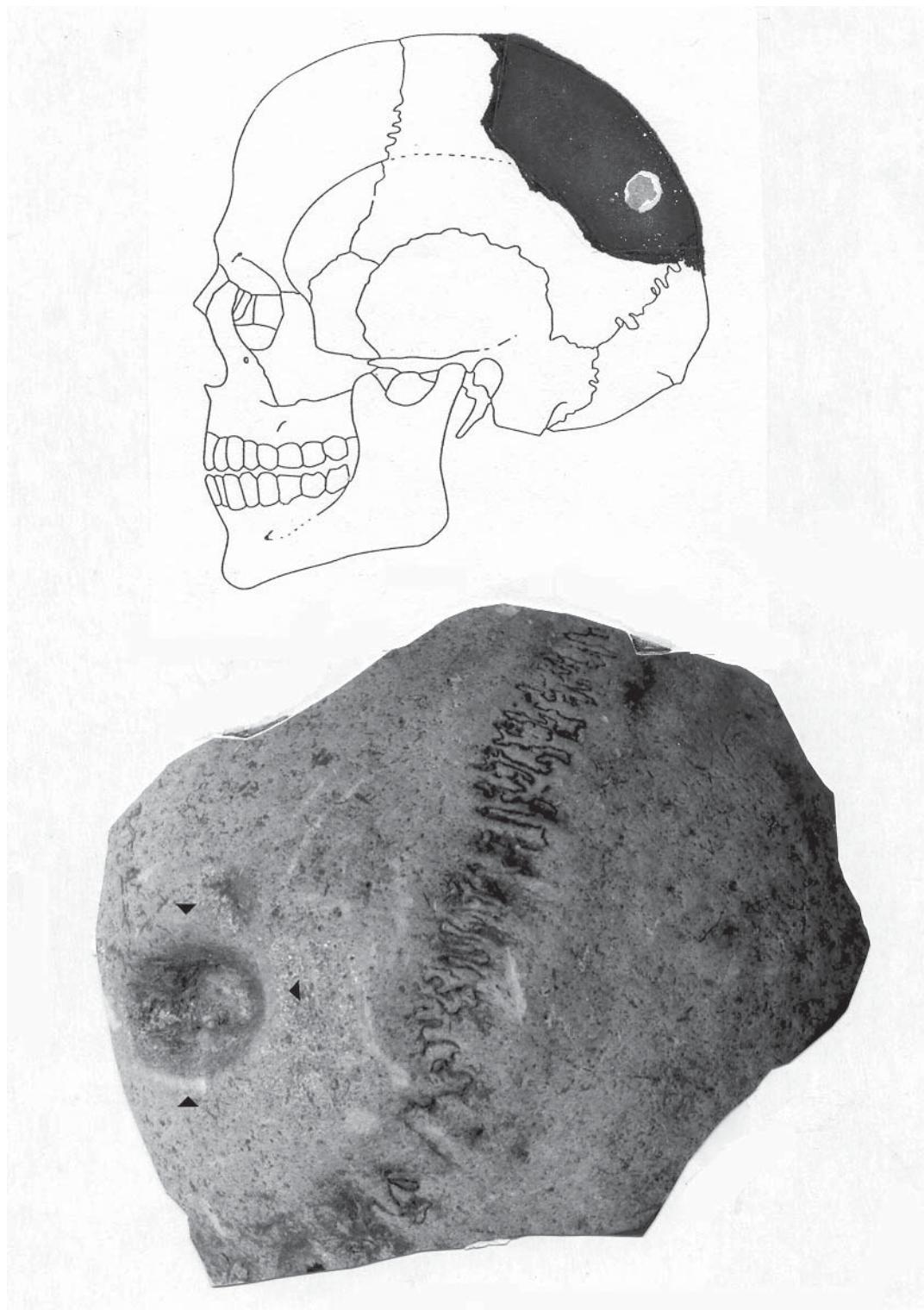


Antropološke projekcije lobanje sa nekropole Više grobalja broj 1037 (levo)  
uz detalje trepanacionog otvora na parietalnoj zoni

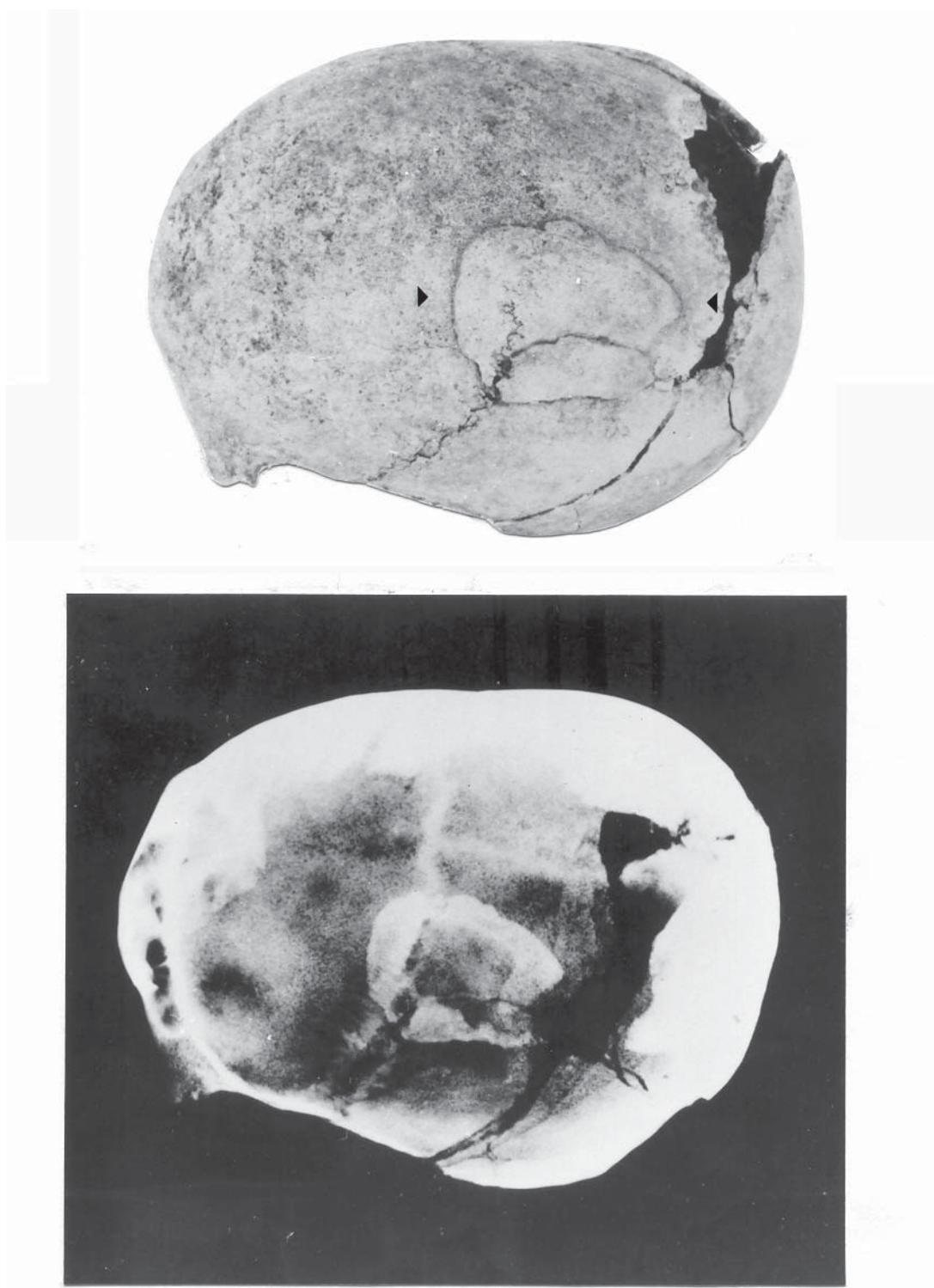
**TABLA II**

Lobanja sa nekropole Više grobalja broj 1651/B sa defektom na levoj okcipito-parietalnoj zoni

**TABLA III**

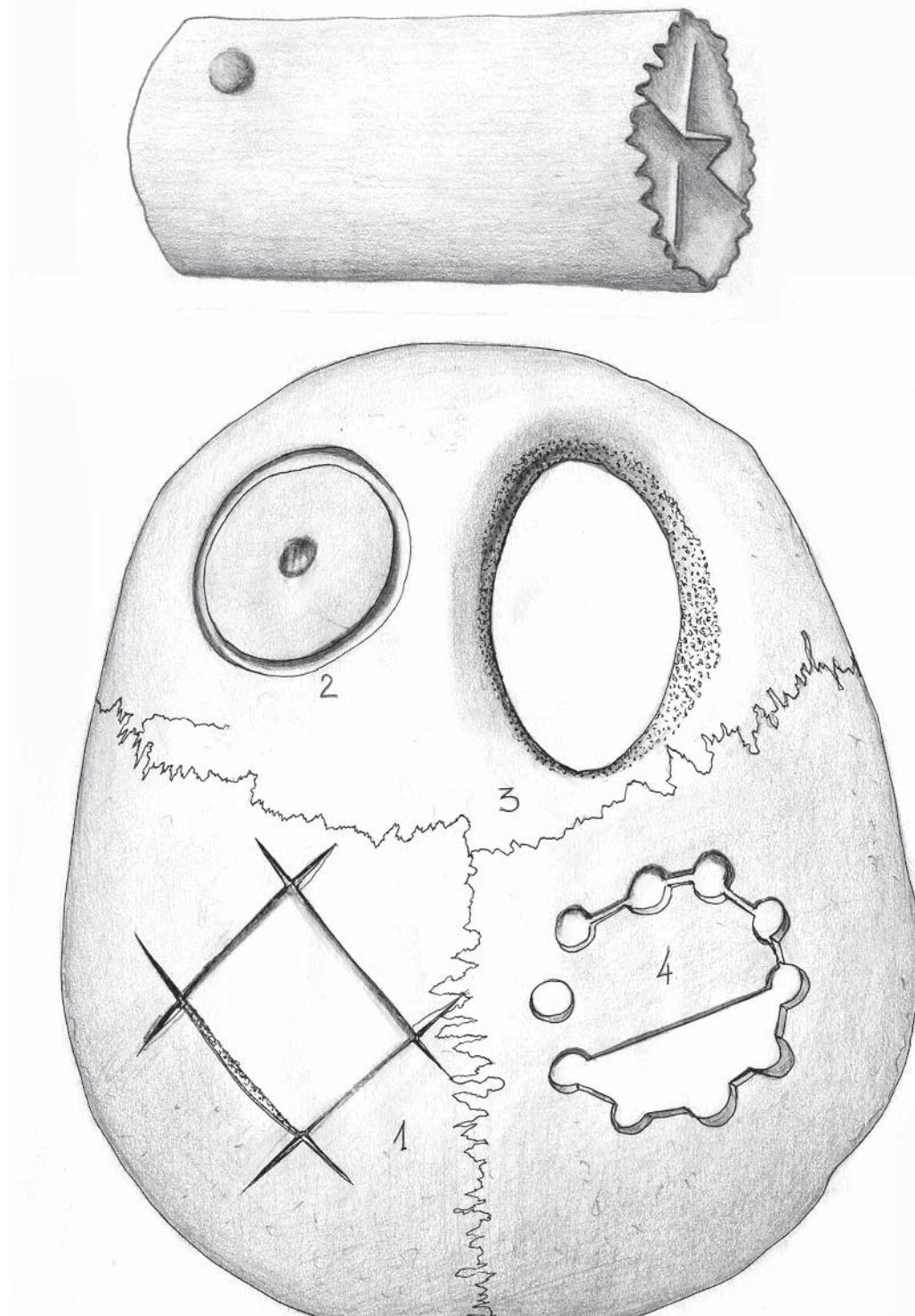


Fragment lobanje broj 2570 sa nekropole Pećine (u prirodnoj veličini),  
sa lokalizacijom trepanacionog otvora na pilot-skici

**TABLA IV**

Gore: Lobanja sa nekropole Pećine broj 2847 sa uočenim defektom

Dole: Rentgenski snimak lobanje i defekta



Slika 1. Gore: Metalna trepana iz Bingena na Rajni (prema J. Como 1925)

Dole: Grafički model četiri osnovna tipa trepanacije: 1. testerisanje,  
2. direktno bušenje, 3. struganje, 4. višestruko bušenje



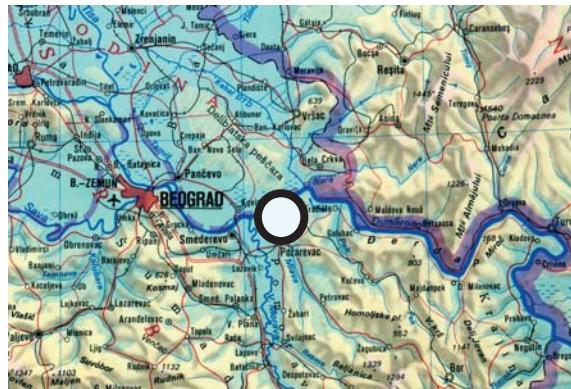
Deo antropološke zbirke Viminacijum (snimak oko 1980. godine)

Miomir Korać  
Arheološki institut Beograd

Radmila Pavlović  
Rudarsko-geološki fakultet Beograd

Nemanja Mrdjić  
Arheološki institut Beograd

904°652":528.8(497.11)  
007:528.9]:004



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

## VIMINACIJUM - DALJINSKA DETEKCIJA I GIS

### ABSTRAKT

Savremena arheološka istraživanja postala su nezamisliva bez primene daljinske detekcije. Veliki arheološki projekti realizuju se mnogo brže, objektivnije i pouzdanoje korišćenjem ove tehnologije. Mogućnosti primene daljinske detekcije su neograničene. Pored složenog proučavanja prirodnih uslova, vrši se prikupljanje arheoloških nalaza sa površine, traga se za oblicima prikrivenim u reljefu i rekonstruišu se uzroci koji su doveli do zatrpanavanja objekta. Izrađuju se precizni planovi raskrčenog i raščišćenog terena. Stalni tehnološki razvoj, pogotovo kada su u pitanju računari korišćeni u procesu daljinske detekcije, otvara nove mogućnosti za njenu primenu u arheologiji.

Upraksi, rezultati dobijeni daljinskom detekcijom se kombinuju sa georadarskim i magnetometarskim istraživanjima. Najbolji primer ovakvog multidisciplinarnog istraživanja je lokalitet Viminacijum.

U Viminacijumu, rimskom gradu i vojnog logoru, daljinskom detekcijom je otkriveno preko 20 objekata što je veoma važno za buduća arheološka istraživanja. Najznačajniji otkriveni objekti su: akvedukt, carski mauzolej, amfiteatar, severna kapija vojnog logora (porta praetoria) i velike terme.

**KLJUČNE REČI:** DALJINSKA DETEKCIJA, VIMINACIJUM, AEROFOTOGRAFIJA, SATELITSKI SNIMCI, GIS, GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM, AEROSNIMCI.

Početni uslov za rad na Projektu bila je primena daljinske detekcije. Prvi put je kod nas na jednom arheološkom lokalitetu izvršena stereoskopska analiza aerosnimaka u krupnoj razmeri<sup>1</sup>.

1. Stereoskopsku analizu aerosnimaka područja Viminacijuma uradila je profesor Rudarsko-geološkog fakulteta na Katedri za daljinsku detekciju dr Radmila Pavlović. Kada smo uspostavljali medusobnu saradnju i pokrenuli zajednički rad na analizi aerosnimaka arheološkog lokaliteta Viminacijum, nisam ni prepostavlja da će, osim članka, dobiti i prijatelja. Najtoplje joj zahvaljujem na prijateljstvu. Korać, M. - Pavlović, R., 2004, Application of remote sensing in the Roman Town and Legionary

Savremena arheološka istraživanja danas su nezamisliva bez primene daljinske detekcije. Prva arheološka aeroprospekcija izvedena je 1913. godine, kada je iz balona izvršeno snimanje Ostije, luke iz rimskog perioda nadomak Rima. Tada je ser Henry Wellcome napravio prve aerosnimke ovog lokaliteta. U odnosu na te pionirske korake, danas postoje čitave institucije, kao što je Nacionalna biblioteka za aerosnimke u Engleskoj koja, počev od 1906. godine do današnjeg dana, čuva preko

Camp of Viminacium, MECEO, Beograd 2004.

750.000 kosih aerosnimaka i preko 3.000.000 vertikalnih aerosnimaka iz perioda od 1940. do 1979. godine.<sup>1</sup> Pored kompleksnog izučavanja prirodnih uslova, ovom metodom se obavlja prepoznavanje arheoloških ostataka na površini terena, uočavaju odrazi pokrivenih objekata u reljefu, rekonstruišu događaji koji su doveli do pokrivanja i izrađuju precizni planovi otvorenih i očišćenih nalazišta.<sup>2</sup> Rezultati dobijeni daljinskom detekcijom često se kombinuju sa georadarskim i magnetometrijskim istraživanjima, što je slučaj i u istraživanjima Viminacijuma.

Poznato je da postoje dva tipa aerosnimaka: kosi i vertikalni snimci. Svaki od njih ima i prednosti i mane, ali oba, u preklopivim stereoskopskim parovima, mogu biti korišćena za dobijanje trodimenzionalnog modela. Primena računara u iščitavanju aerosnimaka dala je novu dimenziju ovoj oblasti. Aerosnimci u arheologiji su danas osnova za kompjutersku rektifikaciju, odnosno za finije detektovanje arheoloških objekata.<sup>3</sup>

Primenama metodada daljinskedetekcije u arheologiji, posebno na Viminacijumu, podrazumeva primenu različitih vrsta snimaka za prikupljanje podataka o arheološkim objektima ili za izradu preciznih osnova već istraženih nalazišta. Zavisno od senzora kojim se teren snima, u upotrebi mogu biti različite vrste snimaka. U standardnoj upotrebi su crno-beli, kolor i infracrveni kolor snimci koji se, po pravilu, daju u stereotehnici. Multispektralni skenerski snimci, infracrveni skenerski i radarski snimci dobijaju sve značajnije mesto u arheološkim istraživanjima. Izbor vrste snimka, kao izvora podataka, zavisi od namene, potrebe, zahteva istraživanja i, naravno, materijalnih mogućnosti.<sup>4</sup>

Bitno svojstvo snimaka je mogućnost sagledavanja celine. Značaj sagledavanja celine jeste prikupljanje kvalitativno i kvantitativno novih podataka o terenu. Nov kvalitet omogućava analiza podataka nevidljivih delova

spektra elektromagnetne energije. To pružaju multispektralna skenerska, infracrvena termalna i radarska snimanja. Na tim snimcima mogu se utvrditi i pojedina svojstva terena, nedostupna neposrednom terenskom osmatranju, posebno delova terena pokrivenih metarski do dekametarski debelim naslagama naknadno donetog materijala.

Prevođenjem snimka u digitalnu formu, ili njegovom izradom u takvom formatu, otvaraju se nove mogućnosti daljinske detekcije. Tako pohranjen snimak se lako i brzo prevodi u ortogonalnu projekciju, što obezbeđuje izvanredno preciznu topografsku podlogu za lociranje podataka, sa tačnošću instrumentalnog kartiranja. Osim toga, digitalna forma snimaka omogućava njihovo procesiranje, primenom odgovarajućih programa.<sup>5</sup> Procesiranje snimaka, kao postupak prikupljanja informacija, postao je standardan postupak kod višekanalnih multispektralnih snimaka.

Iako korišćenje snimaka u arheološkim istraživanjima traje skoro čitav vek, iskustva u našoj zemlji su izuzetno skromna. Sa žaljenjem se može reći da ne postoji arheološki lokalitet za koji je urađena stereoskopska analiza aerosnimaka u krupnoj razmeri, analiza infracrvenih, termalnih ili radarskih snimaka. Ni za jedan lokalitet do sada nije urađeno procesiranje satelitskih snimaka visoke rezolucije u krupnoj razmeri.

Otkrivanje odraza arheoloških objekata u reljefu terena, danas pokrivenih naslagama različitog materijala, uspešno se obavlja stereoskopskom analizom aerosnimaka. Snimci načinjeni pri niskom položaju Sunca, rano izjutra ili kasno popodne, istaći će senke starih kanala ili odlagališta materijala, iskopanog pri izgradnji nekadašnjih objekata. Razlike u rastresitosti tla se manifestuju i promenom vlažnosti, koja se lako identificiše na snimcima. Ove razlike otkrivaju stare arheološke strukture i tragove ljudske aktivnosti na tlu nekadašnjeg reljefa. Odrazi u reljefu i fine izmene tla su inače, pri neposrednim terenskim opažanjima, praktično nevidljivi fenomeni.

1. Bradford, 1957

2. Renfrew, Bahn, 2000

3. Gumerman, Lyons, 1971

4. Schaber, Gumerman, 1989

5. Limp, 1989

Savremeni vegetacioni pokrivač verno odražava izmene tla. Promene u gustini, visini i boji vegetacije, kako stihische, tako i one koje kontroliše čovek, mogu ukazati na postojanje različitih struktura, kao što su rovovi, zatrpani ostaci zidova, kanali i sl. Ovakvi fenomeni ponavljaće se iz godine u godinu, čak i kada arheološki ostaci leže znatno dublje od savremenog pedološkog sloja. Stoga je posebno korisna analiza snimaka klasičnih aero-stereo fotografija, infracrvenih ili radarskih snimaka, načinjenih u različitim periodima.<sup>6</sup>

Bitnu karakteristiku odraza arheoloških objekata, bilo u tonu ili u boji tla, bilo u vegetaciji ili u reljefu, čini oblik. Arheološke strukture su redovno pravilnih geometrijskih oblika. Geometrijski oblik potvrđuje tonske razlike tla, razlike u vegetaciji, kao i razlike u mikroreljefu terena. Oblici reljefa, nastali kao rezultat rada egzogenih geomorfoloških procesa, nikada ne pokazuju ovakve pravilnosti.

U cilju kvalitetne prospekcije, urađena je detaljna stereoskopska analiza aerosnimaka. Analizirani su aerosnimci dve generacije, u tri različite razmere. Stariji snimci načinjeni su 1979. godine u razmeri 1:7.500. Analiza je obavljena na fotogramima. Druga generacija snimaka, iz 1996. godine, urađena je u razmeri 1:26.000, a analiza je izvršena na kontakt kopijama i njihovim uvećanjima u razmeri 1:10.000. Obe generacije su crno-beli panhromatski snimci. Arheološki podaci su prikupljeni primenom standardnih kriterijuma. Rezultati analize obeju generaciju i sve tri razmere snimaka iscrtani su na posebnim oleatama, položenim preko snimaka.

Prilikom analize snimaka koji su načinjeni 1979. i 1996. godine, uočavaju se određene sličnosti, ali i razlike. Razlike se ogledaju u tome da snimci iz 1979. godine pripadaju periodu pre komasacije parcela, koja je na ovom području spovedena 1981. godine. Naravno, na razlike utiču i uslovi snimanja, kao što su doba dana i godine, sušnost vegetacije, kulture zasejane na tom

području u datom trenutku. Na snimcima iz 1979. godine, pod uticajem nekog od ovih faktora, vide se objekti koji ne postoje na snimcima iz 1996. godine. Na primer, vidljivi su objekti koji se nalaze ispred bedema rimskog grada Viminacijuma. Oni, po svoj prilici, predstavljaju kružne kule predgrađa Viminacijuma, što je za arheologe veoma važno otkriće (objekat 1, sl. 5-6).

Kakva nam nova saznanja, značajna za arheološka istraživanja, daje uporedna analiza ovih snimaka? Analiza aerosnimaka Viminacijuma pokazala je izuzetan broj nalaza, od kojih su neki, arheološkim iskopavanjima i potvrđeni. Pojedini od njih su potvrđeni geofizičkim metodama - primenom geoelektrične i georadara.

Neposredno uz staro korito Mlave, nalazi se arheološki objekat koji upućuje na postojanje antičke luke. Detektovan je zid, verovatno deo nekadašnje klauzure (*clausurae*) koja je spajala samu luku sa gradom. Dužina zida je oko 70 metara i pretpostavlja se da je iznosila još toliko (objekat 2, sl. 5-6).

Gabarit rimskog grada i vojnog logora Viminacijuma je približno utvrđen. Dimenzije najužeg urbanog dela su oko 1,5 km x 0,85 km, odnosno, nešto preko 125 hektara. Međutim, teritorija grada Viminacijuma, sa nekropolama i predgrađima, zauzimala je znatno veći prostor i iznosila je oko 450 hektara. Pažljivom analizom aerosnimaka, potvrđeni su bedemi rimskog grada. Rezultati ove analize potvrđeni su i georadarskim snimcima (objekat 3, sl. 5-6). Debljina severnog bedema tačno je utvrđena georadarskim merenjima.

Pod pravim uglom u odnosu na južni bedem grada, poredan je niz kružnih objekata, čija funkcija nije utvrđena. Moguće je da su u pitanju hramovi ili objekti vezani za carsku palatu, koja je svakako postojala na teritoriji grada Viminacijuma. Ova pretpostavka počiva na činjenici da nije bilo značajnijeg rimskog imperatora koji nije posetio Viminacijum, a neki su u njemu i duže boravili, ili ga posećivali u više navrata (objekat 4, sl. 5-6). Objekat, detektovan severno od kružnih objekata,

bi mogao da bude hram (objekat 5, sl. 5-6). Istočno od pretpostavljenog hrama, nalazi se objekat koji ukazuje na postojanje gradske komunikacije (objekat 6, sl. 5-6). Ova komunikacija se nastavlja na gradsko kupatilo (*thermae*) (objekat 7, sl. 5-6). Severoistočno od gradskih termi nalazi se amfiteatar (*amphitheatrum*). Amfiteatar je približno kružne osnove, veličine oko 100 metara. Interesantno je da amfiteatar koristi severni gradski bedem kao jednu od svojih strana (objekat 8 - sl. 1, 5, 6).

Vojni logor (*castrum*), u kome je bila smeštena rimska legija *VII Claudia pia fidelis*, je jedan od objekata detektovanih primenom, kombinovanjem i analizom aerosnimaka, metodom geoelektrične, kao i georadarom (objekat 9, sl. 5-6). Utvrđeno je da su dimenzije vojnog logora  $430 \times 337$  metara, odnosno površine oko 16 hektara. U centralnom prostoru vojnog logora jasno se izdvaja objekat kvadratne osnove. Reč je, o mestu gde je bio smešten glavnokomandujući vojnog logora (*praetorium*) (objekat 10, sl. 5-6). Detektovana je i istočna kapija vojnog logora (objekat 11, sl. 5-6).

Analiza aerosnimaka ukazala je na jednu izuzetnu mogućnost za sagledavanje istorijske slike Viminacijuma, koja je izazivala nedoumice proučavalaca. Naime, ne isključuje se mogućnost da je logor (*castrum*), u vreme nastanka u I veku, bio dvostruko veći, odnosno da je imao dimenzije oko  $1000 \times 430$  metara, ili oko 43 hektara, i da u njemu nije bila smeštena samo jedna, već dve legije: *III Flavia felix* i *VII Claudia pia fidelis*<sup>1</sup>.

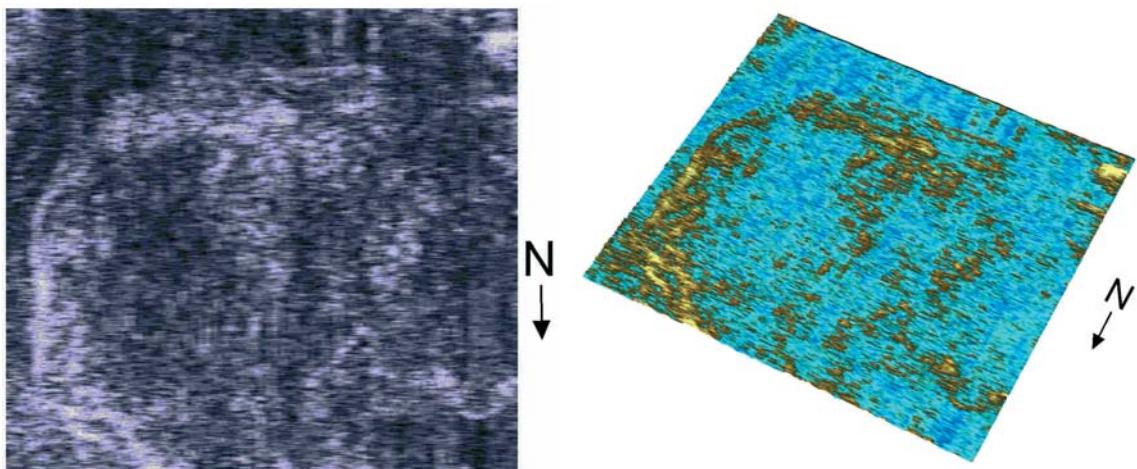
1. Pitanje prvobitnog logora legije *IV Flavia felix*, pre nego što je stacionirana u Singidunumu, ostalo je do danas nerazjašnjeno. Kao jedno od mesta na kome je mogla da bude stacionirana do 86. godine, pominje se i Viminacijum. Ovu tezu su zastupali Riterling i R. Sajm. Smatrali su da se legija *IV Flavia felix* ovde mogla nalaziti bar u vreme Domicijanovog Dačkog rata. Glavna smetnja za smeštaj dve legije na ovom prostoru bila je veličina logora u Viminacijumu. Uobičajene pretpostavke o veličini logora u Viminacijumu oslanjaju se na podatke koje su nam ostavili Mihajlo Valtrović i Miloje Vasić. Prvi je smatrao da su dimenzije logora u Viminacijumu  $430 \times 350$  m, a drugi -  $442,7 \times 385,6$  m. Ove podatke su dalje preuzeli drugi istaživači (M. Mirković, V. Popović, i drugi). Poznato je da su legijski logori u kojima su bile smeštene

Na tu pretpostavku upućuju neke interesantne činjenice: južni bedem vojnog logora nadovezuje se na južni bedem grada Viminacijuma. Na snimcima se jasno vidi da su bedemi postavljeni u kontinuitetu, što je veoma indikativno, ako se ima u vidu činjenica da severni bedem grada i gradska struktura u tom delu negira (naravno ukoliko je postojao na tom mestu) severni bedem kastruma. Osnovno pitanje glasi - kako to da se južni bedem grada tako jasno detektuje i pokazuje kontinuitet u odnosu na južni bedem kastruma. Odgovor koji se nameće jeste da je imao neku funkciju. Pažljivom analizom aerosnimaka je uočeno da se na tom mestu nalazi objekat koji je postavljen neposredno uz južni gradski bedem. Objekat je pravougaone osnove sa zaobljenim stranama. Pretpostavka je da se na tom mestu, još od ranog perioda formiranja grada, najverovatnije već od druge polovine I veka, nalazio hipodrom (objekat 12, sl. 5-6). Naime, ukoliko je tačno da su u logoru bile smeštene dve pomenute legije, one su mogle da budu zajedno samo do Domicijanovog edikta iz 86. godine, kojim se zabranjuje stacioniranje dve legije u jednom logoru. Posle 86. godine u logoru je ostala samo legija *VII Claudia pia fidelis* i više nije bilo potrebe za tako velikim prostorom, pa je logor (*castrum*) skraćivanjem dobio dimenzije od  $430 \times 377$  metara. Deo južnog bedema logora iskorišćen je kao jedna od strana novonastalog hipodroma.

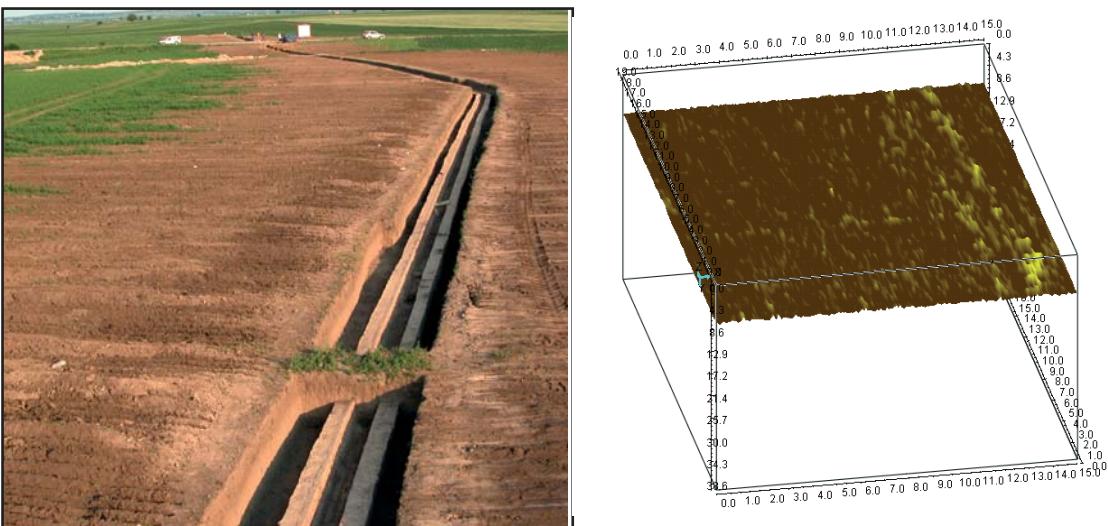
U vezi sa tim mogu da budu i kružni objekti, postavljeni upravno u odnosu na južni bedem grada, koji nagoveštavaju postojanje komunikacije, ali i mogućnost postojanja carske palate, naročito imajući u vidu značaj koji je Viminacijum imao za Rimsko carstvo.

U pravcu istoka, u produžetku istočne kapije vojnog logora (registrovana je i georadarskim merenjima), detektovano je više objekata, grupisanih u dve celine. Prva, u vezi sa komunikacijama koje su vodile do susednog

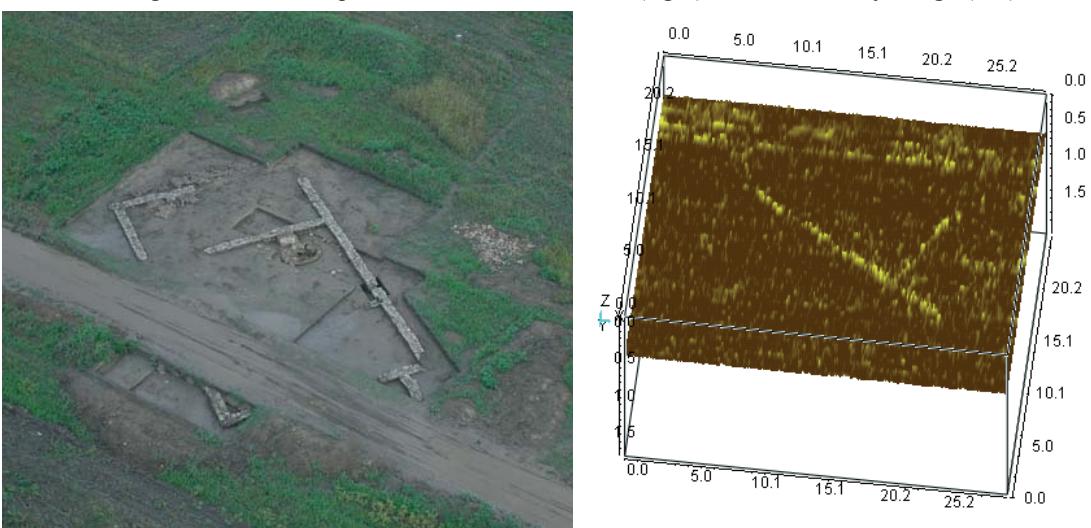
dve legije imali znatno veće dimenzije, kao na primer u logor u Novesiu koji je bio dimenzija  $680 \times 700$  metara odnosno preko 40 ha.



Slika 1. Amfiteatar. Georadarski snimci - horizontalni presek na dubini od 1,0 m (desno) i 3D prikaz (levo)  
Figure 1. Amphitheater. GPR survey results - Horizontal slice at depth of 1 m (right) and 3D model (left)



Slika 2. Rimski akvedukt. Iskopani gravitacioni kanali (desno) i georadarski snimak (levo)  
Figure 1. Roman Aqueduct. Excavated channel (right) and GPR survey image (left)



Slika 3. Rimska vila u Stigu. Situacija prilikom iskopavanja (desno) i georadarski snimak (levo)  
Figure 2. Roman villa at Stig. Aerial photo during excavation and GPR survey image (left)

vojnog logora Lederate (objekat 13, sl. 5-6), i druga, koja se odnosi na vodosnabdevanje grada i vojnog logora (objekti 14, 15, 16, 17 na sl. 5-6). Georadarski snimak i fotografija sa arheoloških iskopavanja prikazane su na slici 2.

Objekat obeležen brojem 18 ima formu tumula, ali njegova funkcija nije do kraja jasna (sl. 5-6). Definisanje objekata pod brojem 19, 20 i 21 takođe zahteva arheološka iskopavanja i naknadnu interpretaciju (sl. 5-6).

Treba pomenuti i objekat koji je otkriven georadarom, a kasnije arheološki istražen. Radi se o kasnoantičkoj građevini sa apsidom iz perioda IV veka (sl. 5-6). Georadarski snimak i fotografija sa arheoloških iskopavanja prikazane su na slici 3.

Primenom daljinske detekcije na istraživanje rimskog grada i vojnog logora Viminacijuma, registrovano je preko 20 izuzetno važnih, krupnih objekata kao što su: akvadukt, mauzolej, amfiteatar, severna kapija vojnog logora (*Porta praetoria*) i terme.

Stereoskopska analiza lokaliteta biće upotpunjena u narednom periodu i infracrvenim snimcima. Nesumnjivo je da će prečišćeni satelitski snimci dati dragocene informacije o ovom izuzetnom lokalitetu.

## **ANALIZA DIGITALNIH SNIMAKA I GIS**

Računari su uneli pravu revoluciju u primeni daljinske detekcije. Digitalni snimci su mnogo manipulativniji od stereoparova ili negativa. Softver za obradu digitalnih slika omogućio je korekciju digitalnog snimka u cilju isticanja traženih objekata. To je moguće izvesti pojačavanjem ili umanjivanjem osvetljenja, kontrasta i boja, kao i nizom drugih efekata vezanih za grafičku obradu.

Na priloženim oleatama prikazan je rezultat daljinske detekcije na nivou grada i makrostruktura. S druge strane, daljinska detekcija se primenjuje i za lociranje manjih pojedinačnih objekata ili prigradskih kompleksa. Na slici 7 prikazan je jedan od objekata koji je detektovan

pogačavanjem kontrasta na aerosnimcima. Radi se o objektu koji je u neposrednoj blizini grada i koji se vidi na samo jednom iz čitave serije snimaka. Prikazani su originalni segment, snimak sa pojačanim kontrastima i jedna od mogućih interpretacija otkrivenog objekta.

Svi raspoloživi aerosnimci Viminacijuma digitalizovani su u visokim rezolucijama. Digitalizovane su i vektorisane topografske karte. Na taj način stvorena je široka osnova za primenu kontinuirane daljinske detekcije u okviru GIS-a (Geographic Information System). Formirana je kompleksna baza podataka. Mesta prepoznatljiva na aerosnimcima snimljena su na terenu pomoću sistema za globalno pozicioniranje (Global Positioning System – GPS). Time je omogućeno georeferenciranje aerosnimaka i na taj način su pozicionirani u globalnom kooordinatnom sistemu.<sup>1</sup> Svaka tačka na snimku dvodimenzionalno je definisana u prostoru.<sup>2</sup>

Otkrivene objekte, koji su uočeni na aerosnimcima, moguće je sa visokom preciznošću locirati na terenu. Proces je jednostavan: koordinate se iz GIS baze prenesu u registrator Trimble 5800 GPS uređaja. GPS zatim putem satelitske navigacije dovodi istraživača do same lokacije.

Velike promene u izgledu terena čine ponekad vizuelnu orientaciju veoma teškom. Ovo dolazi do izražaja pogotovo kada su u pitanju aerosnimci stari više decenija. U tim slučajevima je primena GIS-a i GPS-a nezamenljiva. Komisacija iz 1981. godine i gradnja termoelektrane, na prostoru Viminacijuma, uneli su drastične promene na mikroregionalnom nivou. Komisijom je promenjena orientacija njiva<sup>3</sup>. Stari putevi su

1. Georeferenciranje je izvršeno na osnovu tačaka koje su lako vidljive i precizno određene na aerosnimcima. Kao lokacije za georeferenciranje izabrane su raskrsnice, mostovi i jasno vidljive zgrade. Za geodetsko snimanje tačaka korišćen je GPS totalna stanica visoke subsantimetarske preciznosti – Trimble 5800.

2. Trodimenzionalno definisanje tačaka je moguće na osnovu digitalnog modela terena čija se izrada za prostor Viminacijuma vrši u ovom trenutku.

3. Njive su na snimcima iz 1996. godine orijentisane u pravcu sever – jug. Na snimcima iz 1979. godine one su orijentisane istok – zapad.

nestali, a trasirani su novi. Prilikom gradnje termoelektrane skrenut je tok reke Mlave – staro korito koje se vijugalo ka severoistoku je presečeno, a novo vodi ka severozapadu. Usled svih tih promena, objekte koji se uočavaju na snimcima iz vremena pre 1979. godine, vizuelno je veoma teško locirati na terenu. Većina nekadašnjih orijentira je usled savremenih zemljanih radova nestala ili je uništена. Georeferenciranje je vršeno na retkim mestima koja su ostala nepromenjena na svim aerosnimcima. Sada je satelitskom navigacijom jednostavno naći traženu tačku i po izmenjenoj situaciji na terenu.

GIS dozvoljava kombinaciju i uporednu analizu više aerosnimaka, karata ili skica po nivoima (*layers*). Dodavanjem različitih procenata transparentnosti gornjim nivoima mogu se porebiti detalji na više snimaka istovremeno. Ovim procesom moguće je tražiti detalje koji su bili vidljivi samo pojedinih godina ili preciznije definisati one koji su vidljivi na svim snimcima.

Georeferenciranje starih skica i planova dalo je izanredne rezultate. Naime, moguće ih je povezati sa aerosnimcima i geofizičkim snimcima u GIS bazi čime se dobija detaljna slika o stanju antičkih ostataka bez dugotrajnih iskopavanja.

Primena daljinske detekcije nesumnjivo ima perspektivu u arheologiji. Viminacijum je primer kako se uz dobru metodologiju mogu postići odlični rezultati. U strateškom pogledu ona bi praktično trebalo da bude početak svakog ozbiljnije definisanog projekta i osnova za sistematska istraživanja.

## BIBLIOGRAFIJA

### **Bradford 1957**

Bradford, I. S. P., 1957: *Ancient Landscapes: Studies in Field Archaeology*, London.

### **Daniel 1981**

Daniel, G. E., (ed.) 1981: *Towards a History of Archaeology*, London.

### **Gumerman, Neely 1972**

Gumerman G. J. & Neely, 1972: An archaeological survey of the Tehuacan Valley, Mexico: A test of color infrared photography, *American Antiquity* 37, 520-527.

### **Gumerman, Lyons 1971**

Gumerman, G. J. and T. R. Lyons, 1971. Archeological Methodology and Remote Sensing. *Science* 172:126-32.

### **Limp 1989.**

Limp, W. F. 1989. *The Use of Multispectral Digital Imagery in Archeological Investigations*. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey.

### **Pritchard 1987**

Pritchard, J. B., (ed), 1987: *The Times Atlas of the Bible*, London.

### **Renfrew, Bahn 2000**

Renfrew, C - Bahn, P. 2000: *Archaeology, Theories Methods and Practice*, 3rd ed., London 2000, 71-116.

### **Schaber, Gumerman 1989**

Schaber, G. G., and G. J. Gumerman, 1989. Infra-red Scanning Imagery: An Archeological Application. *Science* 164: 712-13.

### **Wilson 1975**

Wilson, D. R., 1975: Aerial Reconnaissance for Archaeology. *Concil for British Arch. Res. Rep.*, 12, London.

### **Wilson 1982**

Wilson, D. R., 1982: *Air Photo Interpretation for Archaeologists*, Batsford, London.

## VIMINACIUM - REMOTE SENSING AND GIS

\* \* \*

### INTRODUCTION

Archaeological sites may be discovered in various ways. Some of the famous sites were visible by naked eye, like Egyptian pyramids, Tehuacan pyramids (in the vicinity of present Mexico City), the Chinese Wall, or Forum in Rome [1]. However, some extraordinary sites, like the Lasko cave, or sites in China with a clay soldiers army made for the first Chinese Emperor, have been discovered by accident. Naturally, in order to discover archaeological sites, systematic archaeological researches with precisely defined goal are necessary as well.

A method by which certain sites are identified is primarily based on surveys executed according to the surface artefacts sensing. Such surveys include, first of all, consulting of literary sources (Schliman's consulting of Homer's works), documentary material, as well as a whole series of geo-physical methods, especially aerial reconnaissance. Usually, more methods are combined, and often all of them [2], [3], [4], [5].

The first archaeological aerial survey was carried out in 1913, when aero-photos of Ostia, a Roman period port near Rome, were taken from the demijohn, by Sir Henry Wellcome [6], [7]. Those were the pioneer steps in the field, while nowadays there are big institutions using this method, like National Library of aero-photos in England, housing over 750.000 oblique aero-photos, taken from 1906 up to this day, and over 3.000.000 vertical aero-photos from the period from 1940 to 1979.

There are two types of aero-photos: oblique and vertical ones. Each of them has advantages and shortcomings, but what matters is that both types in overlapping stereoscopic pairs may be used in order to get a three-dimensional model. Computers used to read aero-photos have given the new dimension to this field. Aero-photos in archaeology today are basis for computer rectification, i.e. fine detection of archaeological artefacts.

Significant element in archaeological research is the choice of a site-a potential deposit. Most sites are still discovered by chance. Most often, no visible traces are saved on the surface layers, so sites are usually discovered during major construction works, building of traffic-communications, dams, surface excavations, urbanization of large areas, and so on.

Choice of a research site may be based on the study of conditions which may have led to the formation of settlements in the past, military camps, etc. Such conditions include certain land reliefs, opportunity for regular water supply, hunting and fishing, plant growing, favourable climatic conditions, existence of land and water ways of transport of people and goods.

Conditions may be studied through field surveys, analyses of topographic material, and archive data. However, such study is much more faster, objective and reliable when using remote sensing method [8].

Remote sensing offers great opportunities. Besides the complex study of natural environmental conditions, survey of archaeological artefacts in the surface layer is carried out, shapes covered in relief are identified, and events which have caused the covering reconstructed. Also, precise plans of the open and cleaned sites are designed. Constant technological development opens new options for its application in archaeology.

### REMOTE SENSING IN ACRHAEOLOGY

Remote sensing in archaeology means the use of various images for collecting data on archaeological artefacts, or for making precise maps of already researched sites. Depending on a sensor presenting a site, different types of images are used. Usually, black-white, colour and infrared color photos are used, in stereotechnique. Multispectral scanning imagery, infrared scanning imagery and radar images

keep getting important place in archaeological researches. Choice of image type as a data source depends on its purpose, research demands, and, of course, financial means.

Important characteristic of photos is possibility of viewing the whole picture, which means collection of qualitatively and quantitatively new data on the field. The new quality is based on the analysis of data on the invisible parts of spectrum of electromagnetic energy. Multispectral scanning, infrared, thermal and radar images enable it. Such images also enable identification of certain site characteristics which may not be discovered by direct field research, especially those strata covered with a few or dozen meters deep layers of later, added materials.

New options for remote sensing open when images are turned into a digital form, or acquired in such format. Such saved image is easily and quickly changed into orthogonal projection, offering meticulously precise topographic base for data location, detailed instrumental mapping. Besides, digital format of images enables their processing, by using adequate software [9]. Image processing, as a procedure for data collection from them, has become a standard procedure with multi-channel multispectral images.

Imagery is being used in archaeological researches almost for a century. In our country, such experiences are rare. We may regretfully notice that there is no archaeological site where stereoscopic analysis of aero-photo in a large scale has been done, nor analysis of infrared, thermal or radar images. High resolution satellite shots (and in large scale) processing has not been done for any site up to now.

Shapes of archaeological artefacts are successfully detected in land reliefs, today covered with layers of various materials, by aero-photos stereoscopic analysis. Photos taken during the Sun low position, early in the morning or late in the afternoon, highlight shadows of old channels, or deposits of material excavated during the construction of past buildings. Various soil density manifests itself through changed humidity, easily identified on photos. Such varieties show previous archaeological structures, and traces of human activities in the area of past reliefs. Reflections in relief and fine soil changes are practically invisible phenomena during the direct field study.

Present vegetation reflects exact soil changes. Changed vegetation density, height and colour, elemental or man-controlled, may point out to the existence of various structures, like ditches, covered remains of walls, channels, etc. Such phenomena shall keep repeating year after year, even when archaeological artefacts are located much deeper than the present pedological stratum. That is why the analysis of standard aero-stereo-photos, infrared or radar images taken in various periods is especially useful [10].

Shape is a significant feature of archaeological artefacts reflection, either in soil tone or colour, in vegetation or relief. Archaeological structures are always of regular, symmetrical geometrical shapes. Geometrical shape confirms tone soil varieties, differences in vegetation, as well as different micro-relief. Relief shapes which are consequences of the activities of exogenous geomorphological processes never show such regularities.

#### Application of remote sensing in the classical town and military camp of Viminacium

Viminacium is located in the vicinity of villages Stari Kostolac and Drmno, 95 km away from Belgrade, near the Mlava River mouth into the Danube. In the area covering many hectares, a classical town is located, together with a military camp, with all the structures a developed town of that period included. It is one of the 40 large camps on the Roman Empire territory. It is extremely significant, having in mind a fact that, apart from Carnuntum, Petronel near Vienna, it was a single legion camp located in an open area, not endangered by later settlements. In light of the fact that archaeological researches of Carnuntum were done at the turn of the 20th century, using then available scientific methods, application of the new technologies in the Viminacium research has special significance.

In order to do qualitative survey of the Viminacium site, detailed stereoscopic analysis of aero-photos was carried out. Two generations of aero-photos were analysed, in three different scales. Older photos were taken in 1979, in the 1:7.500 scale. The analysis was done on photograms. Another generation of snapshots from 1996 in the 1:26.000 scale was analysed on contact copies and their magnified copies in the 1:10.000 scale. Both generations were black-

white panchromatic photos. Archaeological data were collected using standard criteria. Analyses results of both generations and all the three scales of snapshots were drawn by special oleate, laid over the photos.

During the analysis of shots taken in 1979 and 1996, certain similarities were noticed among them, as well as differences. They are different in a sense that photos taken during 1979 belong to the period before the redistribution of lots, carried out in this region in 1981. Other factors influencing the differences which should be taken into account are photographing conditions, like time of the day or year, dry vegetation at the moment, as well as vegetation types cultivated in the region at the moment of photographing. Any of the mentioned factors has influenced the process in such a way that on 1979 photos structures are visible which on photos from 1996 are not. For example, structures in front of the Viminacium classical town rampart are visible. They are, most likely, round towers of a town suburb. For archaeologist, it is an important discovery (Structure 1, Fig. 5-6).

What may we archaeologist learn from the comparative analysis of these photos? Analyses of the Viminacium aero-photos has shown extreme number of finds, some of which have been confirmed by archaeological excavations. Some of them are also confirmed by geo-physical methods, using geoelectric instruments and georadar.

Immediately next to the old riverbed of the Mlava River there is a structure indicating a classical port. A wall was detected, most probably a clausurae connecting the port with the town. The wall of approximately 70 meters was previously, most probably, double long (Structure 2, Fig. 5-6).

General dimensions of the classical town and military camp have been determined. The narrowest urban zone of the town was app. 1,5 km x 0,85 km wide, covering over 125 ha. However, the territory of the town of Viminacium, together with necropoles and suburbs, has covered much larger area of app. 450 ha. Careful analysis of aero-photos has confirmed the ramparts of the classical town. Results of the analysis were confirmed by georadar shots (Structure 3, Fig. 5-6). Diameter of the Northern rampart was precisely determined by georadar (georadar photo of the town Northern rampart).

Vertical to the town Southern rampart there are round structures, the function of which may be only guessed at the moment. They may be temples or structures connected with the imperial palace, which certainly existed on the territory of the Viminacium town. We say so in the light of the fact that there was no significant Roman emperor who has not visited Viminacium, while some of them stayed there for a longer period, or visited it a few times (Structure 4, Fig. 5-6). Structure detected north of them could also be a temple. (Structure 5, Fig. 5-6). East of the supposed temple, there is a structure indicating a town traffic structure (Structure 6, Fig. 5-6). This structure continues to the town bath (*thermae*) (Structure 7, Fig. 5-6). Northeast of the *termae* there is an amphitheater (*amphitheatrum*). Dimensions of the amphitheater of round basis are app. 100 meters. It is interesting and indicative for the overview of the town structures that the amphitheater uses the town northern rampart as one of its sides (Structure 8 on oleata, and georadar photo).

Military camp (*castrum*) where a Roman legion *VII Claudia pia fidelis* was placed is one of the structures detected by applying, combining and analysing aerophotos, geoelectric instruments and georadar (Structure 9, Fig. 5-6). Determined dimensions of the military camp are 430 x 337 meters, its approximate area 16 ha. In the central zone of the military camp there is a clear structure of square basis. It was surely camp headquarters (*praetorium*) (Structure 10, Fig 5-6). The camp eastern gate was also detected (Structure 11, Fig 5-6).

Analysis of the aerophotos of Viminacium has opened an exceptional option to perceive historical view of it. Namely, it is possible that the camp (*castrum*) during its creation, in the 1<sup>st</sup> century, was of its double present size, that is dimensioned app. 1000 x 430 meters, covering the area of app. 43 ha, and housing not only one, but two legions: *III Flavia felix* and *VII Claudia pia fidelis*. Such conclusion may be made according to some interesting facts: southern wall of the military camp connects to the southern rampart of the town of Viminacium. The photos very clearly show that ramparts are continuous. It is very important, in the light of the fact that the northern town rampart and the town structure in that zone exclude (of course, if it had existed

there) the castrum northern rampart. The main question to be asked is how the southern town rampart is so clearly detected and connected to the castrum sothern rampart? The self-imposing answer is that it was functional. Now, what was its function? Careful analysis of aerophotos of that spot show a structure placed immediately next to the southern town rampart. It is of rectangular basis with round sides. Our guess is that there was, since the early period of town formation, a hippodrome, most probably since the second half of the 1st century (Structure 12, Fig. 5-6). If the assumption that the two mentioned legions have been placed in the camp is true, they could have been together only till the Domitian's edict from 86, by which stationing of two legions in one camp was forbidden. After 86, only the *VII Claudia fia fidelis* legion remained in the camp, and it had no need for such a large area, so the camp (*castrum*) was reduced to dimensions of 430 x 377 meters. A part of the southern rampart of the camp was used as a side for the newly made hippodrome.

It may also explain round structures vertical to the town rampart, which indicate communication surely existing there, but also most likely an imperial palace, having in mind great significance Viminacium had for the Roman Empire.

To the east, extending the eastern gate of the military camp (Fig. 5-6), more structures are detected which may be grouped into two groups. One is connected to communications leading from the neighbouring Lederate military camp (Structure 13, Fig. 5-6), another regards the military supply of the town of Viminacium and the camp (Structures 14, 15, 16, 17, Fig 5-6 as well as photos of aquaduct- georadar and archaeological photos Fig. 2).

The structure marked with No. 18 has a tumul form, but no clear function. Structures under No.19, 20 and 21 also need archaeological excavation in order to be defined, and interpreted later on (Fig. 5-6).

Another structure identified by georadar should be mentioned, which was eventually archaeologically studied. It is a late roman villa from the 4<sup>th</sup> century (Fig. 3, 5-6).

Total result of the stereoscopic analysis of the archaeological site of Viminacium, the classical town and the military camp, is extremely significant. Twenty one structures of great

importance for archaeologists have been detected. Stereoscopic analysis of the Viminacium site will be completed in the following period with infrared shots. Without doubt, cleared satelite images will give precious information on this exceptional site.

## ANALYSE OF DIGITAL IMAGES AND GIS

Computer made revolution in application of remote sensing. Digital images are more manipulative than hardcopies. Software can enhance images and amplify differences to bring out buildings and structures. It is possible by changing contrasts, colours, brightness and other visual effects.

When comparing to other presented images in this article figure No. 7 gives diffrenet example. Remote sensing is best used for large scale detection – city walls, aqueducts and macrostructures. On the other hand it can be also used for detecting single buildings or complexes. Complex presented on figure 7 was detected by changing contrasts of the digital image. You can see original segment, enhanced contrasts and one of possible interpretations of discovered building.

All aerial photos of Viminacium are digitised in high resolution. Topographic maps are also digitalised. In that way a solid base for application of remote sensing and GIS (Geographic Information System) is prepared. A complex data base is organized. Georeferencing of digital images is possible and applied. Every point is precisely defined in 2D.

Discovered buildings are easy to locate in the field using high precision Trimble 5800 GPS.

GIS software allows comparative analayze of several aerial, satelite photos and maps grouped in layers. Using transparencies of different layers is highly recomendable. In this way you can see features that were visible only in specific years or periods of a year.

Application of remote sensing and GIS in archaeology is of a great importance. Viminacium is the best example of this use in Serbia. Results achieved are highly valuable. In future this should be this should be the first step in any major archaeological project.

---

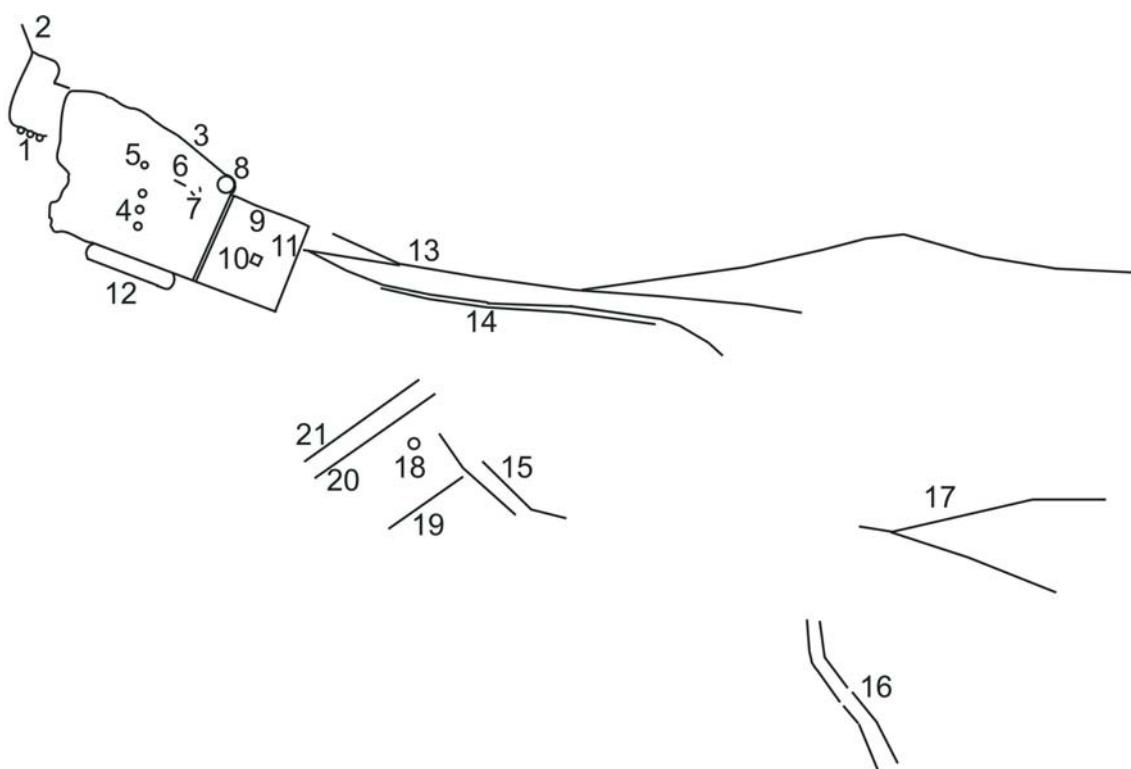
**BIBLIOGRAPHY**

- [1] Renfrew, C - Bahn, P., 2000: *Archaeology, Theories Methods and Practice*, 3<sup>rd</sup> ed., London 2000, 71-116.
- [2] Pritchard, J. B., (ed), 1987: *The Times Atlas of the Bible*, London 1987.
- [3] Daniel, G. E., (ed.) 1981: *Towards a History of Archaeology*, London 1981.
- [4] Gumerman G. J. & Neely, 1972: An archaeological survey of the Tehuacan Valley, Mexico: A test of color infrared photography, *American Antiquity* 37, 520-527.
- [5] Wilson, D. R., 1975: Aerial Reconnaissance for Archaeology. *Concil for British Arch. Res. Rep.*, 12, London, 1975.
- [6] Bradford, I. S. P., 1957: Ancient Landscapes: *Studies in Field Archaeology*, London 1957.
- [7] Wilson, D. R., 1982: *Air Photo Interpretation for Archaeologists*, Batsford, London. 1982.
- [8] Gumerman, G. J., and T. R. Lyons, 1971. Archeological Methodology and Remote Sensing. *Science* 172:126-32.
- [9] Limp, W. F. 1989. *The Use of Multispectral Digital Imagery in Archeological Investigations*. Fayetteville: Arkansas Archeological Survey.
- [10] Schaber, G. G., and G. J. Gumerman, 1989. Infrared Scanning Imagery: *An Archeological Application*. *Science* 164:712-13.



Slika 4. - Viminacium: Aerosnimak rimskog grada i vojnog logora  
sa neposrednom okolinom iz 1996. godine

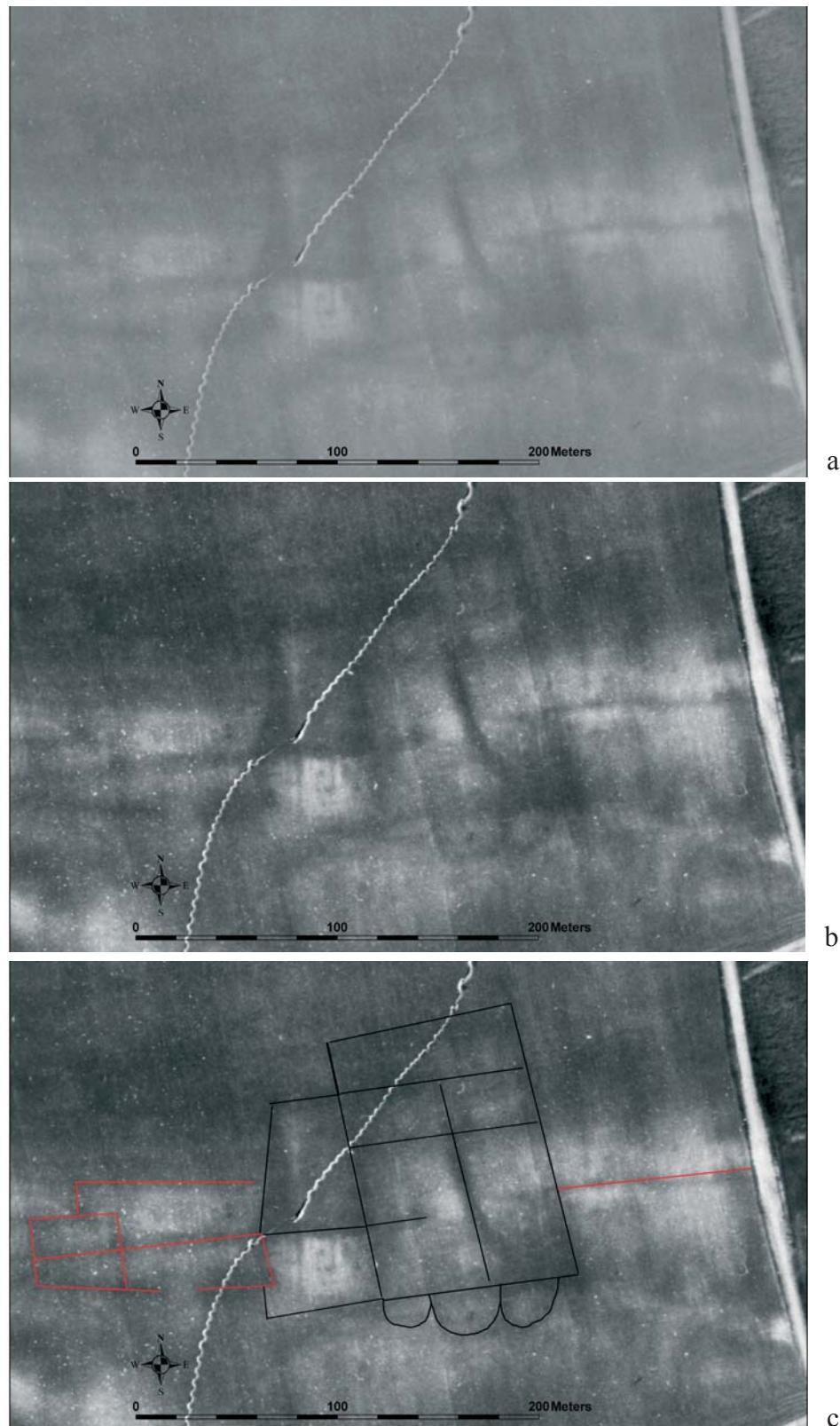
Figure 3. Viminacium: Aerial photo of roman city and military camp  
with vicinity taken in 1996



Slika 5. - Viminacium: 1 Kružne kule (Round towers); 2. Kapija (Port);  
 3. Bedemi (Walls); 4, 5. Hramovi (Temples?), 6. Ulica (Street);  
 7. Javna kupatila - *Thermae* (Bath); 8. Amfiteatar (Amphitheater);  
 9. Legijski logor (Legionary camp);  
 10. Vojna komanda – *Praetorium* i *Principium* (Headquarters);  
 11. Istočna kapija (Eastern Gate); 12. Hipodrom (Hippodrome);  
 13. Putevi (Road); 14, 15, 16, 17. Akvedukt (Aquaeduct); 18. Tumul,  
 19.20.21. Nepoznato (Unknown)



Slika 6. - Viminacium: Viminacium (oleata): 1 Kružne kule (Round towers);  
2. Kapija (Port); 3. Bedemi (Walls); 4, 5. Hramovi (Temples?), 6. Ulica (Street);  
7. Javna kupatila - *Thermae* (Bath); 8. Amfiteatar (Amphitheater);  
9. Legijski logor (Legionary camp);  
10. Vojna komanda – *Praetorium* i *Principium* (Headquarters);  
11. Istočna kapija (Eastern Gate); 12. Hipodrom (Hippodrome);  
13. Putevi (Road); 14, 15, 16, 17. Akvedukt (Aquaeduct); 18. Tumul,  
19.20.21. Nepoznato (Unknown)



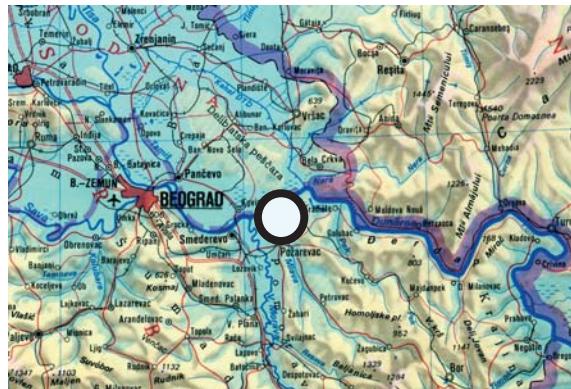
Slika 7. - Detalj objekta istočno od *castruma* - originalni snimak (a), pojačani kontrasti na snimku (b), jedna od mogućih interpretacija uočenog objekta (c)

Figure 6. - Detail of a complex east of military camp - original aerial photo (b), altered contrasts on the same photo (b), one of the possible interpretations (c)

Miomir Korać,  
Arheološki institut Beograd

Vojislav Stojanović,  
Arheološki institut Beograd

Nemanja Mrđić  
Arheološki institut Beograd



904°652°:550.837.7(497.11)

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

## PRIMENA GEORADARA U ISTRAŽIVANJIMA RIMSKOG AKVEDUKTA NA VIMINACIJUMU

### ABSTRAKT

*Velikim arheološkim istraživanjima akvedukta na Viminacijumu prethodila su sistematska geofizička snimanja zone ugrožene radovima površinskog kopa „Drmno“. Korišćenjem georadara (GPR – Ground Penetrating Radar) utvrđena je tačna trasa gravitacionih kanala. Na osnovu dobijenih rezultata iskopavanje je fokusirano na arhitektonske ostatke čime se uštedelo na vremenu, suzila potrebna širina iskopa i izbegle prazne sonde. Pošto se na trasi akvedukta u zavisnosti od više faktora prave krivine one su precizno locirane.*

**KLJUČNE REČI:** ARHEOLOGIJA, AKVEDUKT, VIMINACIJUM, GEORADAR, GPR, GEOFIZIKA, MULTIDISCIPLINARNA ISTRAŽIVANJA.

Početkom marta 2003. godine, bager za uklanjanje jalovine na površinskom kopu uglja „Drmno“ na lokalitetu Stig, presekao je antičke zidove.<sup>1</sup> Arheološka ekipa koja je izvršila primarno rekognosciranje terena, utvrdila je da se radi o gravitacionom kanalu rimskog akvedukta. Obustavljen je rad mehanizacije i preduzeti su hitni zaštitni radovi u zoni gde su locirani ostaci.<sup>2</sup> Pošto je prostor koji je ugrožen radom kopa tokom 2003. godine površine preko 20 hektara, preduzeta su obimna i sistematska geofizička snimanja terena da bi se otkrili arheološki objekti. Na taj način



Slika 1. Jedna od krivina gravitacionog kanala akvedukta 1. tokom iskopavanja (foto M. Korać)

ubrzana su iskopavanja koja su se koncentrisala na konkretne arhitektonske ostatke. Izbeglo se kopanje praznih sondi, a sistem vodosnabdevanja

1. Gravitacioni kanali otkriveni su na oko 3200 m od istočne kapije kastruma u pravcu jugoistoka.

2. Blagojević, Stojković-Pavelka. 2004.



Slika 2. Georadarski sistem RAMAC/GPR (antena 500 Mhz, prijemnik i notebook računar).  
Proizvođač je firma Malageoscience (Švedska)

je praćen u kontinuiranom iskopu od više stotina metara. Arheološkim rekognosciranjem praćenim GPS lociranjem kartirana je šira oblast. Sistematsko iskopavanje je vršeno na celom prostoru gde je potvrđena trasa gravitacionih kanala. Ukupna dužina iskopa je preko 1.150 metara. Ovi radovi vršeni su istovremeno tokom više meseci sistematskih istraživanja.<sup>1</sup>

Sistem vodosnabdevanja Viminacijuma biće predmet posebne studije. U ovom radu prezentovaćemo samo konkretnе rezultate geofizičkih merenja i način na koji su oni primjenjeni prilikom arheoloških iskopavanja.

## METODOLOGIJA PRIKUPLJANJA I OBRADE GEOFIZIČKIH PODATAKA

Akvizicija podataka je vršena georadarskim sistemom RAMAC CUII (MALA Geoscience) sa antenom frekvencije od 250 i 500 MHz (sl. 2). Ukupna istražena površina je približno 2

ha. Ova površina je podeljena na 36 istražnih polja dimenzija 20 x 20, 20 x 30 i 25 x 30 m. U okviru svakog polja mereno je po paralelnim profilima na međusobnom rastojanju od 0,5 m. Rezolucija snimanja je takva da se duž profila dobija podatak na svaka 2 cm. Terenska sredstva kao merne trake, kočići, itd., napravljeni su od materijala koji ne utiču na kvalitet merenja ili dobijenih podataka. Traka po kojoj se antena kretala (sl. 3) markirana je na svaka 2 m kako bi se kasnije u obradi smanjila greška interpolacije. Podaci su tokom merenja sačuvani u softveru za prikupljanje podataka RAMAC Groundvision-u, a zatim radi dalje obrade i interpretacije unošeni u softverski paket ReflexW. Rezultati istraživanja su prikazani u vidu horizontalnih dubinskih preseka, koji su nastali softverskim spajanjem svih profila jednog istražnog polja. Istražna polja su georeferencirana kako bi se što bolje izvršilo postavljanje arheoloških sondi. Postavljanjem istražnih polja na aerosnimak i topografsku kartu kao podloge dobijen je situacioni plan.

1. Svi podaci pomenuti u ovom članku preuzeti su iz terenske dokumentacije iskopavanja Viminacijuma osim ukoliko nije drugačije naglašeno.



Slika 3. Georadarska merenja na trasi akvedukta tokom proleća 2003. godine

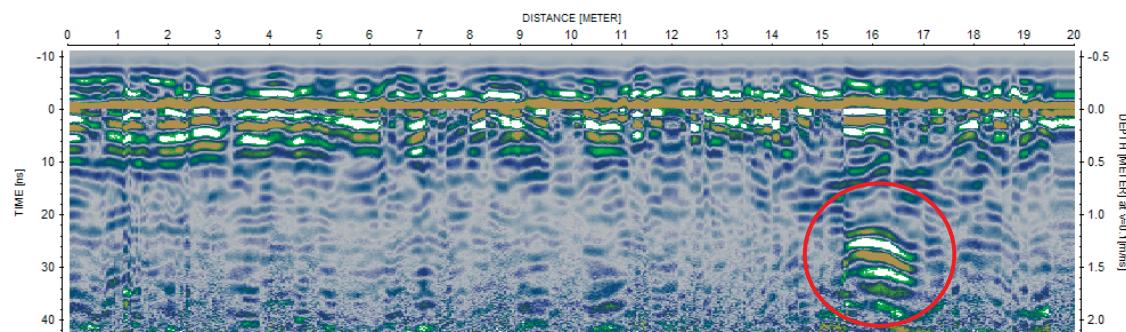
## INTERPRETACIJA GEOFIZIČKIH REZULTATA

Interpretacija georadarskih podataka se zasniva na uočavanju razlike elektromagnetskih karakteristika materijala. Akvedukt je sagrađen pretežno od kamena, a nalazi se u glinovitoj zemlji. Kako ova dva materijala imaju različite elektromagnetske parametre, anomaliju koja predstavlja akvedukt jasno uočavamo na slici 4. Na ovoj slici prikazan je karakterističan georadarски profil na kome je na horizontalnoj osi prikazana pozicija, a na desnoj vertikalnoj osi dubinski zahvat. Profil je svojim pružanjem presekao trasu akvedukta.<sup>2</sup> Softverskom obradom

2. Kad god je bilo moguće prepostaviti pravac pružanja kanala profili su snimani poprečno u odnosu na njihovu

se ovakvi profili spajaju u polja koja se prikazuju po dubinskim presecima. Na slici 10. može se uočiti položaj nekoliko georeferenciranih polja (B, C, D, F i G) prikazanih na dubinskom preseku od 45 cm i polje K na dubinskom preseku od 70 cm kao i samo pružanje oba akvedukta koja su u ovom delu subparalelna. Polje C je na slici 8 prikazano u vidu 25 dubinskih nivoa. Gornji levi ugao predstavlja najplići presek (osnova 1), a dubina preseka raste naniže tako da slika u donjem desnom uglu predstavlja i najdublji presek (osnova 25). Ovakav, stratigrafski način prikaza, omogućava procenu očuvanosti na određenoj dubini. Najinteresantniji nivoi polja C su 3D modelovani i prikazani na slici 9, gde se može

trasu. Na taj način se na svakom profilu uočava kanal, što ne bi bio slučaj kada bi se profili snimali poduzno



Slika 4. Trasa akvedukta 1. Georadarски профил постављен попреčно на трасу akvedukta. Polje A, профил 2 дужине 20 m. Obeležен је gravitacioni kanal akvedukta



Slika 5. Očuvani gravitacioni kanal  
(foto M. Korać)



Slika 6. Delimično očuvani gravitacioni kanal  
(foto M. Korać)



Slika 7. Temeljna zona gravitacionog kanala  
(foto M. Korać)

zaključiti da se akvedukt javlja već na oko 50 cm, dok je na 80 cm najbolje očuvan. Treba naglasiti da je polje C uzeto samo kao metodološki primer obrade i interpretacije georadarske metode i da je isti postupak primenjen na svih 36 polja.

Analiza i arheološka interpretacija vršeni su na osnovu tri vrste grafičkih prikaza dobijenih georadarskim merenjem:

- vertikalni preseci – profili (sl. 4 – Prikaz profila 2 u polju A). Pružaju uvid u presek arhitektonskih ostataka kako po dužini, tako i po dubini, na kojoj se nalaze.

- osnove – horizontalni preseci, u obradi se dalje razlažu na preseke po dubinama (sl. 8, 10). Pružaju uvid u gabarite objekta. Georeferencirani horizontalni preseci se unose u GIS bazu podataka i daju jasan situacioni plan. Otkrivene strukture je na taj način moguće sa najvećom preciznošću locirati na terenu.

- 3D modeli (sl. 9). Objekat se može posmatrati u prostoru iz svih uglova čime je omogućena preciznija interpretacija i uvid u očuvanost i oblik oštećenja arhitektonskih ostataka.

\* \* \*

Arheološke sonde postavljene su na osnovu rezultata geofizičkih merenja. U svim sondama otkriveni su zidovi gravitacionih kanala akvedukata. Pošto je zona istraživanja obuhvatila širi prostor u odnosu na pronađeni kanal, ubrzalo se pokazalo da nije u pitanju jedan već dva akvedukta koji su skoro paralelni.

Akvedukt 1, otkriven je na dubini od 0,45 m (sl. 1). Širok je 1 metar, sa visinom kanala od 0,5 m. Šut koji se prati na površini razvučen je oranjem u širini i do 10 metara. Na osnovu podataka iz izvora znamo da je u zoni neposredno uz kanale bila zabranjena gradnja.<sup>1</sup> Ovi navodi su arheološkim istraživanjima u blizini Viminaciju potvrđeni. Na razdaljini od više desetina metara nije konstatovan nijedan objekat osim drugog kanala.

1. Frontin „O akveduktima Rima“ (*Sextus Julius Frontinus - De aqueductu urbis Romae*), Vitruvije „O arhitekturi“ (*Marcus Vitruvius Pollio - De architectura*), Ilakovac 1982.

Na razdaljini od svega dvadesetak metara, otkriven je gravitacioni kanal drugog akvedukta. Nalazi se na dubini od 0,7 m. Princip gradnje je isti. Razlikuju se samo u tome što je akvedukt 2. nemarnije zidan.

Prateći konfiguraciju terena oni se međusobno udaljavaju ili približavaju, ali su celom trasom relativno blizu jedan drugog.

Kvalitet rezultata je u direktnoj zavisnosti od očuvanosti gravitacionih kanala koji su mereni. Oba akvedukta su veoma različito očuvana. Građevinski materijal rimskog Viminacijuma je vekovima intenzivno korišćen za podizanje Smederevske tvrđave, kuća po Požarevcu i okolnim selima. To je uslovilo da se danas na površini ne vide arhitektonski ostaci. Akvedukti su doživeli istu sudbinu kao i ostale građevine.<sup>2</sup>

Akvedukti su građeni od kamena<sup>3</sup> i opeke vezanih krečnim malterom. Unutrašnjost kanala je malterisana hidrostatičkim malterom<sup>4</sup>. Bili su pokriveni horizontalno postavljenim opekama.

Na celoj trasi konstatovani su samo ostaci podzemnih gravitacionih kanala.<sup>5</sup> Neki njihovi delovi očuvani su skoro u celosti. Nedostaju samo opeke kojima je bio pokriven (sl. 5). S druge strane ima delova, koji su znatno duži, od kojih je ostala samo temeljna zona (sl. 7). U pojedinim zonama ostaci akvedukata se mogu pratiti samo u negativu - čak je i kamen iz temeljne zone izvađen za građevinski materijal.

Delovi akvedukata koji su dobro očuvani

jasno se očrtavaju na snimcima. Na tim mestima ima i manje šuta pa nema „smetnji“ koje bi davale nejasan odraz. Na onim mestima gde je akvedukt lošije očuvan (sl. 6) i gde je prilikom destrukcije formiran sloj šuta, odrazi nisu jasni. Šut prelazi preko kanala i na manjim dubinama ga maskira. Pošto je u pitanju isti materijal od koga je akvedukt izgrađen, šut daje isti odziv kao i sam kanal. Naravno u ovom slučaju se ne radi o kompaktnom odrazu. Ovo se u generalno označava kao „smetnja“. Na osnovu takvih razlika vrši se i dalja interpretacija. U dosta slučajeva rasuti materijal se ostavlja na snimku u cilju preciznije interpretacije. S druge strane on je često bio i jedini trag akvedukta čiji su zidovi povađeni pa se arheološki može pratiti samo u negativu. Na taj način se izbeglo iskopavanje uništenih delova, omogućeno je njegovo kartiranje, a pažnja je usmerena na očuvane delove kanala, koji su mogli kasnije biti izmešteni.

Razlike se najbolje izdvajaju analizom osnova po dubini, odnosno prema horizontalnim presecima. Jasno se uočava kako se sa povećanjem dubine šut gubi (Sl. 8. horizontalni preseci 1-7), a izdvaja konstrukcija gravitacionog kanala (Sl. 8. horizontalni preseci 8-19). Na većim dubinama gubi se i sam kanal (Sl. 8. horizontalni preseci 20-23) i ostaje homogena sredina – dokaz da ispod nije bilo drugih konstrukcija (Sl. 8. horizontalni preseci 24-25).

Pošto na trasi akvedukta postoje krivine (sl. 1), one su precizno locirane geofizičkim snimanjima. To je posebno važno za zone gde se šut ne javlja na površini, pa se krivine na drugi način ne mogu konstatovati.

## ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Geofizička istraživanja su svojom brzinom i rezultatima uštedela vreme i fokusirala arheološka istraživanja na kontinuirana iskopavanja akvedukta. Interpretacijom anomalija koje se uočavaju na horizontalnim dubinskim presecima

2. Feliks Kanic, (Kanic, 1985) prilikom poseta Viminacijumu, krajem XIX veka, pominje ostatke vodovoda i rezervoara. Danas se od toga ništa ne vidi na površini. Njegov pomen o 4000 kola kamena i drugog građevinskog materijala na pijaci u Požarevcu je najbolje svedočanstvo o obimu destrukcije arheoloških ostataka.

3. Natrijsko-albitski škriljac iz majdانا u Ramu, u žargonu poznat među lokalnim stanovništvom kao „kamen zelenac“

4. Radi se o krečnom malteru sa dodatkom mrvljene opeke, koji je vodonepropustan i sposoban da izdrži jak pritisak. Korišćen je kao oplata - hidroizolator u bazenima i kanalima.

5. Feliks Kanic u svom opisu Viminacijuma izričito pominje da je video akvedukt i rezervoare. Nikakav precizniji podatak nije naveden. Ostaje nejasno da li je blizu grada deo kanala bio nadzemjan.

georadarских поља, омогућено је веома лако праћење пружања гравитационих канала. Такође је омогућен увид у изглед архитектонских остатаца и сагледавање дaleко шире ситуације од one која је ископавањем истраžена. Треба нагласити да су геофизичка истраживања потврдила претходно археолошко рекогносцирање.

## RESUME

### Application of Ground Penetrating Radar (GPR) during excavations of Roman Aqueduct at Viminacium

During 2003 a systematic protective excavations were undertaken to explore remains of the roman aqueducts at Viminacium. More than 1.150 m of both discovered aqueducts were excavated, and more than 4 km were mapped. Field survey with ground penetrating radar (GPR) preceded these excavations. Exact route of underground channels was established. According to GPR survey results trenches were positioned right over the channels. We present some of these results to show the way they were interpreted and what was discovered during excavations that followed. Both money and time were saved.

*Translated by N. Mrđić*

## BIBLIOGRAFIJA

### Blagojević, Pavelka 2004.

Blagojević, M. i Stojković-Pavelka, B. 2004. Viminacium - lokalitet „Stig“ – Akvedukt. *Glasnik društva konzervatora Srbije* 28: 62-64. Beograd: Zavod za заштиту споменика културе.

### Ilakovac 1982

Ilakovac, B. 1982. *Rimski akvedukti na području Sjeverne Dalmacije*. Zagreb: Arheološki muzej Zadar i Sveučilišna naklada Liber.

### Kanic 1985

Kanic, F. 1985. *Srbija zemlja i stanovništvo od rimskog doba do kraja XIX veka*. Beograd: Srpska književna zadruga.

### Katanić, Gojković 1972

Katanić, N. i Gojković, M. 1972. *Grada za proučavanje starih kamenih mostova i akvedukata u Hrvatskoj*. Beograd - Zagreb: Jugoslovenski institut za заштиту споменика културе i Republički zavod za заштиту споменика културе SR Hrvatske.

### Катанић, Гојковић 1961.

Катанић, Н. и Гојковић, М. 1961. *Грађа за проучавање старијих камених мостова и акведуката у Србији, Македонији и Црној Гори*. Београд: Савезни институт за заштиту споменика културе.

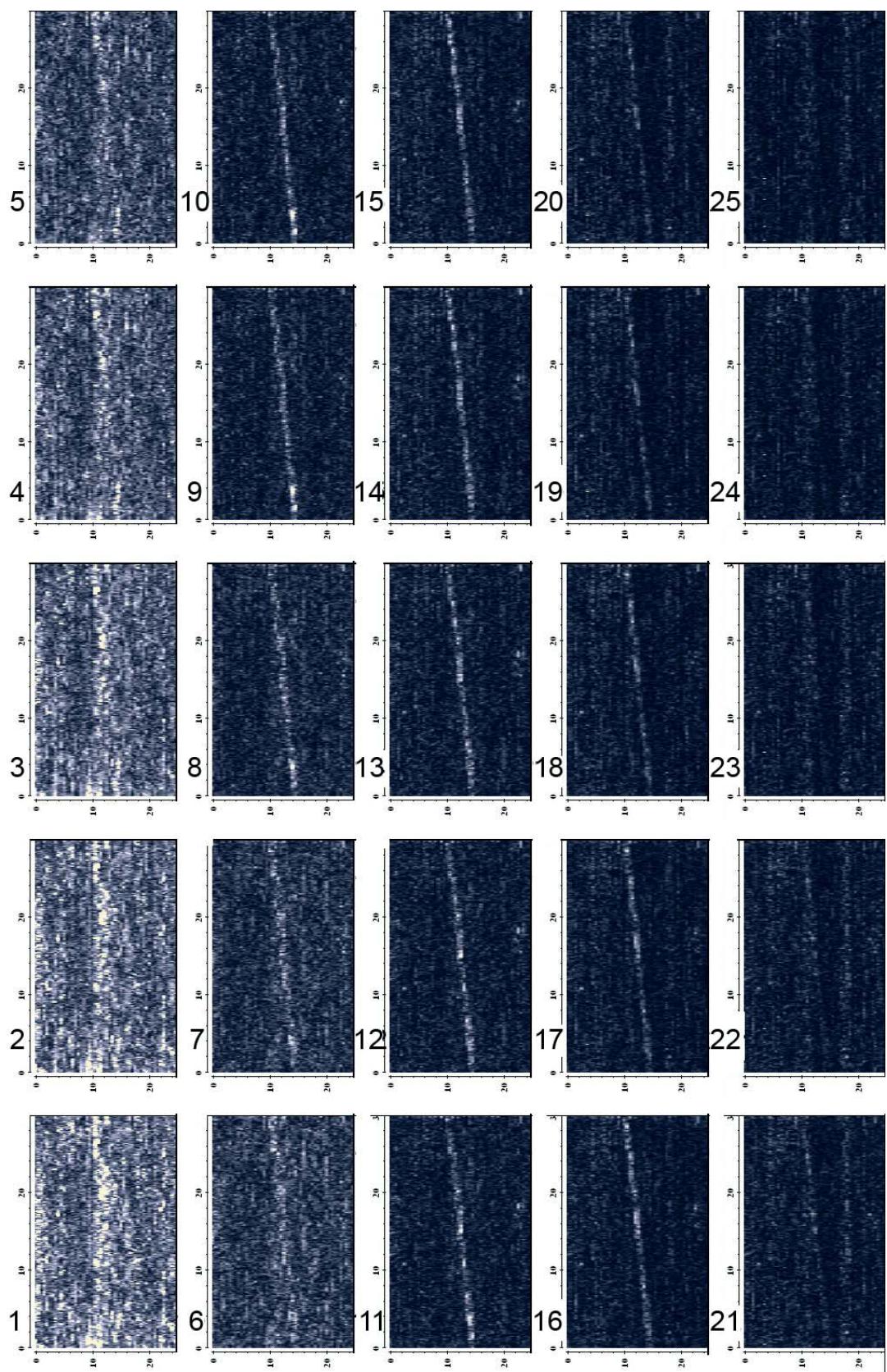
## IZVORI

### Frontinus, Aqueducts of Rome

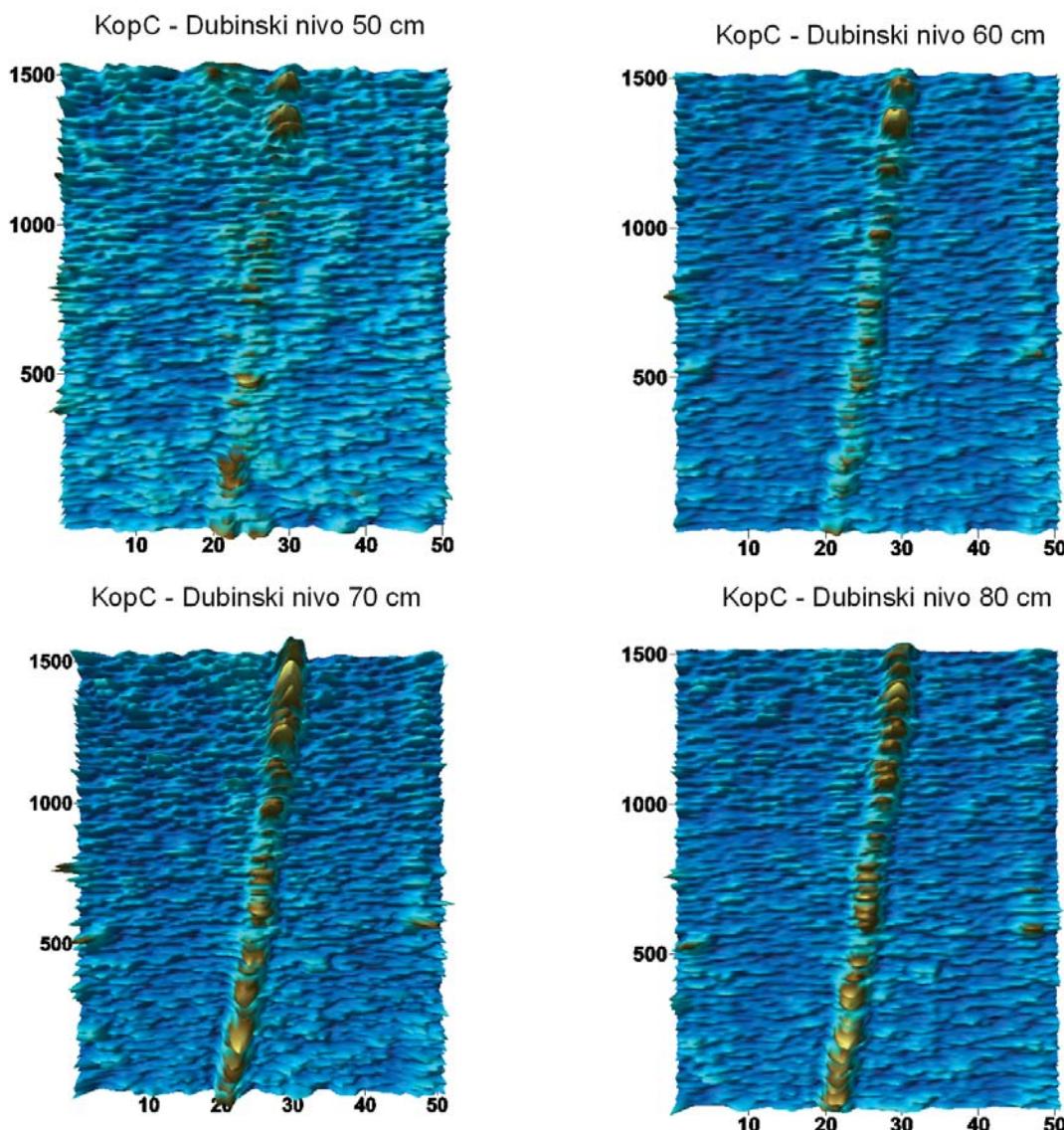
Sextus Iulius Frontinus, 2003. *Aqueducts of Rome*, London: Loeb Classical Library

### Vitruvije, De architectura

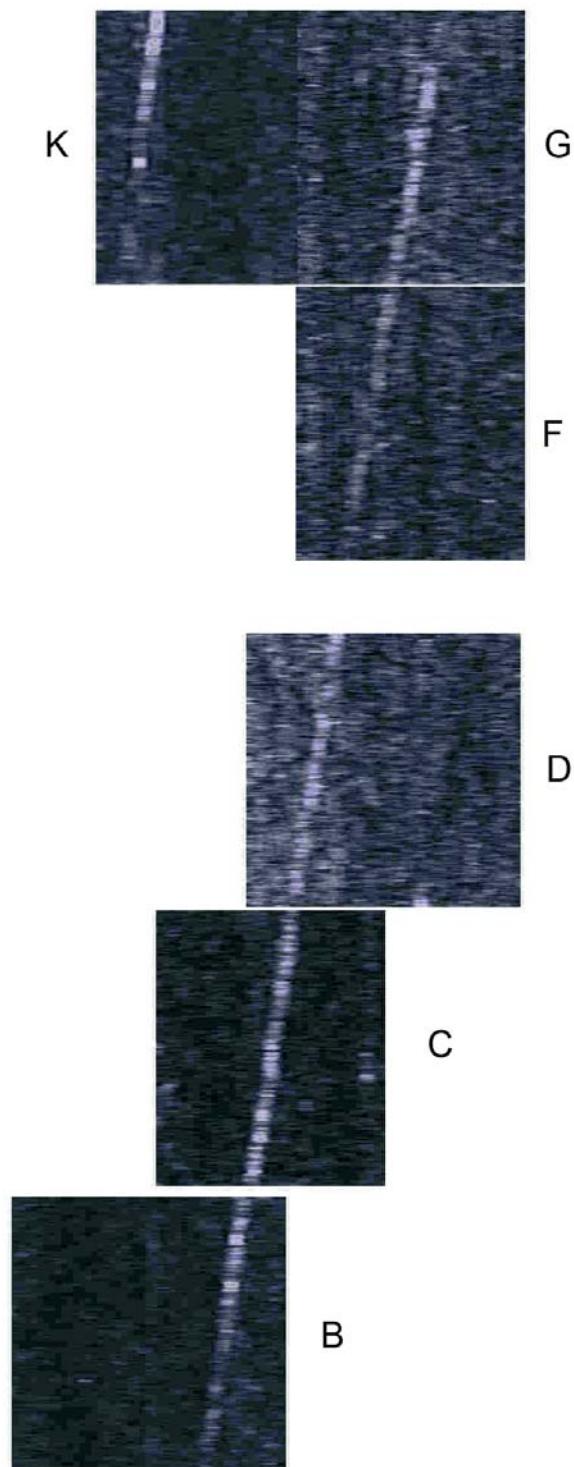
Marko Vitruvije Polio. 1952. *De architectura - O arhitekturi*. Sarajevo: Veselin Masleša.



Slika 8. Akvedukt 1 - Horizontalni preseci polja C prema dubinama



Slika 9. Prikaz rezultata na delu trase akvedukta u polju C,  
3D modelovane osnove prema dubini: 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm



Slika 10. Georadarski snimak u osnovi - Vezana polja na delu trasa akvedukta  
B, C, D, F, G, K



Slika 11 - Rimski akvedukt - pogled sa severa na gravitacioni kanal (foto M. Korać)

Saša Redžić  
Arheološki institut Beograd

Angelina Raičković  
Arheološki institut Beograd

Vladimir Miletić  
Centar za nove tehnologije Viminacijum



Viminacijum, Stari Kostolac, Srbija  
LAT  $44^{\circ} 44' 09''$  / LONG  $21^{\circ} 12' 42''$

904°652°:550.837.7(497.11)

## ARHEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA LOKALITETA STIG NA OSNOVU GEORADARSKIH ISPITIVANJA

### ABSTRAKT

*U neposrednoj blizini akvedukta koji je Viminacijum snabdevao vodom, rekognosciranjem je otkriveno, a georadarским snimanjem i potvrđeno postojanje objekta. Nakon snimanja usledila su i arheološka istraživanja koja su rezultirala, pre svega informacijom, da se radi o objektu iz kasnoantičke epohe, koji se sastojao od tri prostorije na čijoj se južnoj strani nalazila apsida.*

*Dimenzije otkrivenog objekta su  $28 \times 12,80$  m. Radovi na otkopavanju objekta nisu završeni tj., apsida i jugozapadni deo objekta zalaze ispod lokalnog puta koji je u vreme izvođenja radova još uvek bio u upotrebi. Tokom 2005. godine, objekat je u potpunosti uništen usled nenajavljenih aktivnosti preduzetih prilikom iskopavanja uglja. Naime, lokalitet se nalazio na samom obodu površinskog kopa "Drmno".*

**KLJUČNE REČI:** AKVEDUKT, VIMINACIJUM, GEORADAR, OBJEKAT, POKRETNI ARHEOLOŠKI MATERIJAL, VILLA RUSTICA.

Tokom rekognosciranja terena na parcelama br. 618 i 656 (koje razdvaja lokalni put br. 1579) ustanovljena je povećana koncentracija šuta, koji je zahvatao površinu  $30 \times 40$  m. Sadržaj šuta činile su fragmentovane tegule i manji komadi lomljenog kamena zelenca koji potiče iz kamenoloma lociranog u obližnjem selu Ramu.

Gore pomenuta površina nalazila se u neposrednoj blizini akvedukta, od koga je udaljena 250 m u pravcu istoka. Sam Viminacijum je od ove lokacije udaljen oko 2,5 km i to u pravcu severozapada.

Posle rekognosciranja, u navedenim parce-

lama, postavljena su polja za georadarška istraživanja. Georadarška merenja izvedena u parceli br. 656, na polju dimenzija  $20 \times 30$  m, nisu dala rezultate. Na horizontalnom preseku snimka dobijenog merenjem u polju parcele br. 618, koje je bilo istih dimenzija kao prethodno, na dubinskom nivou od 0,30 m, jasno su se ocrtala dva zida koja su se spajala pod pravim uglom i deo apside (sl. 1). Potom je usledila i arheološka provera rezultata snimanja georadarom, koja je u potpunosti opravdala njegovu upotrebu.<sup>1</sup>

1. Radovi su izvođeni u saradnji Arheološkog instituta i

Ispostavilo se da situacija na terenu u velikoj meri odgovara onoj na georadarskom snimku.

Prilikom arheoloških istraživanja otkriven je objekat sa tri prostorije, na čijoj se južnoj strani nalazila apsida (sl. 3, 4).

Temeljna zona objekta pojavila se odmah ispod sloja oranice, na dubini od 0,20 m. Zidovi su građeni od lomljenog kamena zelenca i sporadičnih fragmenata opeke, međusobno vezanih krečnim malterom. Širina zidova iznosi 0,60 m, a najveća očuvana visina 0,45 m. Unutar zidova objekta, kao i izvan njih, otkrivena je velika količina fragmentovanih tegula i imbreksa koji bez sumnje potiču od urušenog krovnog pokrivača.

Dužina objekta iznosi oko 28 m (radovi na otkopavanju objekta nisu završeni tj., apsida i jugozapadni deo objekta zalaze ispod lokalnog puta, koji je u vreme izvođenja radova još uvek bio u upotrebi), a širina 12,80 m (sl. 2).<sup>2</sup> Orientacija objekta je sever - jug sa devijacijom 6° severnim delom ka zapadu.

Treba pomenuti da je objekat u potpunosti uništen usled nenajavljenih aktivnosti preduzetih prilikom iskopavanja uglja. Naime, lokalitet se nalazio na samom obodu kopa površinskog rudnika uglja.

Unutrašnji prostor objekta raščlanjen je pregradnim zidovima na tri prostorije: prostorija 1, unutrašnjih dimenzija 6,40 x 11,70 m, verovatno predstavlja ulazni prostor. Njen severoistočni ugao, kao i istočna polovina severnog zida, očuvani su samo u negativu. Prostorija 2, čiju funkciju bi možda mogao da objasni ukop koji se nalazio u severoistočnom uglu, ima dimenzije 8,15 x 11,70 m. U ukopu su se mogli videti kameni kvaderi od krečnjaka i brojni fragmenti imbreksa i tegula. Zbog prekida radova ovaj ukop nije istražen do kraja. Pregradni zid između prostorija 2 i 1 je uništen u zapadnom delu u dužini od 3,30 m. Prostorija 3 ima dimenzije 6

x 11,70 m i njena zapadna polovina zalazi ispod gore pomenutog puta. Pregradni zid između nje i središnje prostorije je očuvan samo u istočnom delu u dužini od 0,70 m, dok se ostatak prati samo u negativu. Oko istočnog zida prostorija 1 i 2 nađeno je više fragmenata ravnog stakla što upućuje na pretpostavku da je na ovom delu zida postojao prozor. Sa južne strane nalazi se već pomenuta apsida, poluprečnika oko 5 m koja takođe nije istražena.

Po podizanju ostataka krovnog pokrivača, na podu od nabijene zemlje nađeni su brojni predmeti, izrađeni uglavnom od metala, kao i fragmenati keramičkih posuda. Pored definisanih, nalaze od metala čine i primerci čiji oblik, zbog fragmentarne očuvanosti i korodiranosti, nije bilo moguće odrediti.

Najbrojniju grupu predmeta od gvožđa čine kovani klinovi, koji svakako potiču od srušene krovne konstrukcije. Pored klinova, od gvožđa je i ključ trougaono profilisane glave sa kružnom perforacijom u središtu i trapezoidnim telom sa dva zupca (T. I/2). Skoro identičan ključ nađen je, takođe na Viminacijumu, na lokalitetu "Više grobalja".<sup>3</sup> Sa istog lokaliteta potiče i nož sa uskim jednoseklom sečivom, fragmentovane drške koji je izrađen u tehnici kovanja, veoma sličan našem primerku (T. I/7).<sup>4</sup> U istoj tehnici izrađen je i nož kratkog jednoseklog sečiva u obliku lista (T. I/6), za koji analogije nalazimo na primerku nađenom u grobu nekropole kod Beške.<sup>5</sup>

Predmeti izrađeni od bronce, takođe predstavljaju brojnu grupu nalaza, a među njima je najviše monetarnih nalaza (21), koji su navedeni u priloženoj tabeli. Nađena je i krstasta fibula izrađena u tehnici livenja, sa tri lukovice i poprečnom gredom u obliku trapeza. Fibuli nedostaje igla koja je za telo bila vezana šarnirom. Luk fibule je trapezoidnog preseka i ukrašen je kosim urezima (T. I/1). Na prelazu luka u stopu nalazi se zadebljanje. Stopa je ukrašena sa šest

Republičkog zavoda za zaštitu spomenika kulture.

2. Terenske skice su crtali studenti arheologije Ivan Jevtić i Nikola Marinković.

3. Zotović, Jordović 1990, G-155, T. XXVI.

4. Zotović, Jordović 1990, G1-220, T. CLXXII.

5. Marijanski-Manojlović 1987, 43, G-77, T. 42.

koncentričnih krugova. Identične fibule potiču iz Singidunuma i sa lokaliteta Gomolava.<sup>6</sup> Pored fibule, nađen je i deo narukvice otvorenog tipa, koja se završava stilizovanom glavom životinje (T. I/5), izrađena tehnikom livenja. Slična narukvica nađena je i u Singidunumu.<sup>7</sup> Kopča sa trnom, izrađena je od žice okruglog preseka i na mestu oslonca trna je malo spljoštena (T. I/4). Analogiju nalazimo sa primerkom nađenim u grobu, na nekropoli kod Beške, koji je kao prilog imao novac Konstancija II kao cezara.<sup>8</sup>

Predmeti od stakla su, pored već pomenutih delova ravnog prozorskog stakla, zastupljeni svega jednim fragmentom oboda i trbuha pehara debljih zidova (T. I/3), od stakla svetlozelene boje, izrađenog tehnikom slobodnog duvanja (Isings, tip 106). Pehari ovog oblika predstavljaju česte nalaze na teritoriji Gornje Mezije.<sup>9</sup>

Nalaze od kamena čine deo kružnog žrvnja i brus nepravilnog oblika.

Iako detaljna analiza keramičkih nalaza nije urađena, pregledom materijala se može zaključiti da se radi, uglavnom o zdelama, loncima i poklopcima čiji su oblici karakteristični za IV vek. Većina je rađena od gline peskovite fakture, sive i mrkosive boje pečenja, sa vidljivim tragovima gorenja na površini. Među malobrojnim primercima čija je površina prevučena gleđu potrebno je pomenuti deo tarianika maslinasto gledosane površine (T. I/8), kao i deo tanjira horizontalno razgrnutog oboda čija je površina prevučena mrkom gleđu (T. I/9). Veći broj identičnih posuda na Viminacijumu je nađen na prostoru Termi, a analogije nalazimo i na lokalitetima, kako Gornje Mezije tako i Panonije, takođe u horizontima datovanim u IV vek.<sup>10</sup>

Obrada navedenih nalaza, a posebno nalaza novca, omogućila je precizno datovanje nastajanja

i trajanja objekta u period od 330. do 360. godine. S obzirom na nedostatak mlađeg novca, možda bi sedmu deceniju IV veka trebalo uzeti kao vreme kada objekat gubi značaj i biva napušten. Svojim gabaritom i dimenzijama objekat delimično podseća na baziliku. Da se ipak ne radi o bazilici, ukazuju sledeće činjenice:

- nedostatak nalaza uobičajenih za ovu vrstu građevina
- unutrašnjost objekta nije raščlanjena na podužne brodove kao što je slučaj kod većine bazilika
- prevelika udaljenost objekta od gradskog jezgra Viminacijuma
- orijentacija objekta je sever-jug, što nije slučaj sa bazilikama koje su po pravilu orijentisane u pravcu istok-zapad.

Na osnovu gore prezentiranih činjenica, determinaciju ovog objekta kao bazilike treba u potpunosti odbaciti. Mogućnost da se radi o vili rustici dovedena je u pitanje nedostatkom sistema za grejanje. Treba pomenuti mogućnost postojanja sistema za grejanje unutar apside, koja na žalost nije istražena, kao i mogućnost grejanja pomoću mangala. Takođe postoji mogućnost da je ovaj objekat korišćen samo u letnjem periodu, dok je tokom zime njegov vlasnik boravio u gradu koji se nalazi u neposrednoj blizini. Potrebno je spomenuti da ni prostor istočno od objekta nije arheološki ispitani, te konačno opredeljenje namene objekta sa apsidom nije moguće utvrditi sa potpunom sigurnošću. Više svetla na svrhu objekta pružio bi, svakako nastavak njegovog istraživanja, ali pošto to više nije moguće usled njegovog uništenja, na osnovu do sada prikupljene grage, sa dosta sigurnosti se može reći, da se u ovom slučaju radi o vili rustici skromnih razmara. U dostupnoj literaturi, za dotičnu vilu nisu nađene analogije u susednim provincijama - Panoniji, Dalmaciji, Gornjoj i Donjoj Meziji,<sup>11</sup> ali ni u zapadnim provincijama Rimskog carstva.<sup>12</sup>

6. Bojović 1983, 85, varijanta 5, kat. br. 416, T. XLVII; Dautova-Ruševljan, Brukner 1992, T. 13/58.

7. Antička bronza Singidunuma 1997, kat. br. 567, 331.

8. Marijanski-Manojlović 1987, 43, G-21, T. 19.

9. Ružić 1994, 51, tip VII/12b.

10. Bjelajac 1994, tip III; Brukner 1981, tip 5, T. 61/17, 18.

11. Thomas 1964, Vasić 1970, Динчев 1997.

12. Persival 1976.

## KATALOG NOVCA

Novac je određen prema Late Roman Bronze Coinage, London (LRBC).

Br.	Vladar	Kovnica	Nom.	Dat.	Referenca/ napomena	Preč. mm	Tež. gr
1.	VRBS ROMA	Solun	AE3	330/5	LRBC 838	19	1,81
2.	Konstancije II	Solun	AE4	335/7	LRBC 846	16,8	1,03
3.	Konstancije II	Sisak	AE3	337/41	LRBC 767	17,4	1,09
4.	Konstancije II	Herakleja	AE3	337/41	LRBC 948	17,3	1,27
5.	Konstantin	Antiohija	AE4	337/41	LRBC 1374	16,8	1,26
6.	-	-	AE4	335/41	Tip GLORIA EXERC ITVS – 1 standard	14,6	1,50
7.	Konstantin	Nikomedija	AE4	341/6	LRBC 1148	15,3	1,35
8.	Konstancije II	Solun	AE3	341/6	LRBC 859	17,2	1,54
9.	Konstancije II	Solun	AE4	341/6	LRBC 862	16,4	1,56
10.	Konstans	Akvileja	AE4	341/6	LRBC 702	14,5	1,51
11.	Konstans	Solun	AE4	341/6	LRBC 860	16,7	1,00
12.	Konstans	Nikomedija	AE4	341/6	LRBC 1150	16,1	1,30
13.	-	Solun	AE4	341/6	Tip VICTORIAEDD AVGGQNN	16,5	0,63
14.	-	Solun	AE4	341/6	Tip VICTORIAEDD AVGGQNN	16,4	1,28
15.	-	-	AE4	341/6	Tip VOT XX MVLT XXX	13,5	1,27
16.	Konstancije II	Akvileja	AE2	346/50	LRBC 890	22,5	4,68
17.	Konstans	Solun	AE3	346/50	LRBC 1642	19,9	2,89
18.	Konstancije Gal	-	AE3	351/54	Tip FEL TEMP RE PARATIO pali konjanik	19,1	1,29
19.	-	-	AE3	346/61	Tip FEL TEMP RE PARATIO pali konjanik	17,1	1,12
20.	Konstancije II	Nikomedija	AE2	351/4	LRBC 2300	23,7	4,50
21.	Konstancije II	Sisak	AE2	350	LRBC 1169	24,6	1,83



Snimak vile rustike iz vazduha (foto: M. Korać)

## RESUME

### Archaeological Research at Site “Stig” Based on GPR Survey

During field survey, in the vicinity of the Viminacium aqueduct, a big concentration of debris was discovered, which immediately lead to geo-radar measuring of this area. The picture clearly showed walls of an object, which lead to the excavation of the area. Archaeological excavation showed that it was an object consisting of three rooms with an apses on the southern side.

The object measures approx. 28 x 12,80 m. It is not yet fully under covered, because its apses and the south-western part lie under a local road which was still in use during the excavation. In 2005, the object which lied next to the edge of a nearby open cast, was completely destroyed due to unannounced activities.

The object is orientated in the north-south direction, with a deviation of its northern part by 6° towards the west.

Small finds consist of the following objects: pottery fragments, several iron nails, an iron key, two iron knives, a millstone, a whetstone, a fragment of a grass beaker, a cross-like fibula made of bronze, a fragment of a bronze bracelet, a bronze buckle, as well as 21 bronze coins.

The analysis of the finds named above, especially coins, made it possible to date the object very precisely, which covers the span between 330 and 360.

According to the position and to the finds discovered within it, one is allowed to conclude that this object presented a smaller *villa rustica*.

Translated by M. Tapavički-Ilić

## BIBLIOGRAFIJA

### **Antička bronza Singidunuma 1997**

S. Krunić et. alii, *Antička bronza Singidunuma*, Katalog izložbe Muzeja grada Beograda, Beograd 1997.

### **Vasić 1970**

M. Vasić, Römische Vilen von Typus der Villa rustica auf jugoslavischen Boden, *Archaeologica Jugoslavica X*, 1970 (1973), 45-81.

### **Bjelajac 1994**

Lj. Bjelajac, Mortaria in the Moesia Danube Valley, *Starinar XLIII-XLIV*, Beograd 1994, 139-148.

### **Zotović, Jordović 1990**

Lj. Zotović, Č. Jordović, *Nekropolja «Više grobalja» Viminacium I*, Beograd 1990.

### **Bojović 1983**

D. Bojović, *Rimske fibule Singidunuma*, Beograd 1983.

### **Dautova - Ruševljan, Brukner 1992**

V. Dautova-Ruševljan, O. Brukner, *Gomolava*, Novi Sad 1992.

### **Динчев 1997**

B. Динчев, *Римските вили в днешната Българска територия*, София 1997.

### **Isings 1957**

C. Isings, *Roman Glass from dated Finds*, Groningen – Jakarta 1957.

### **Marijanski-Manojlović 1987**

M. Marijanski-Manojlović, *Rimska nekropola kod Beške u Sremu*, Novi Sad 1987.

### **Mócsy 1974**

A. Mócsy, *Pannonia and Upper Moesia*, London and Boston 1974.

### **Persival 1976**

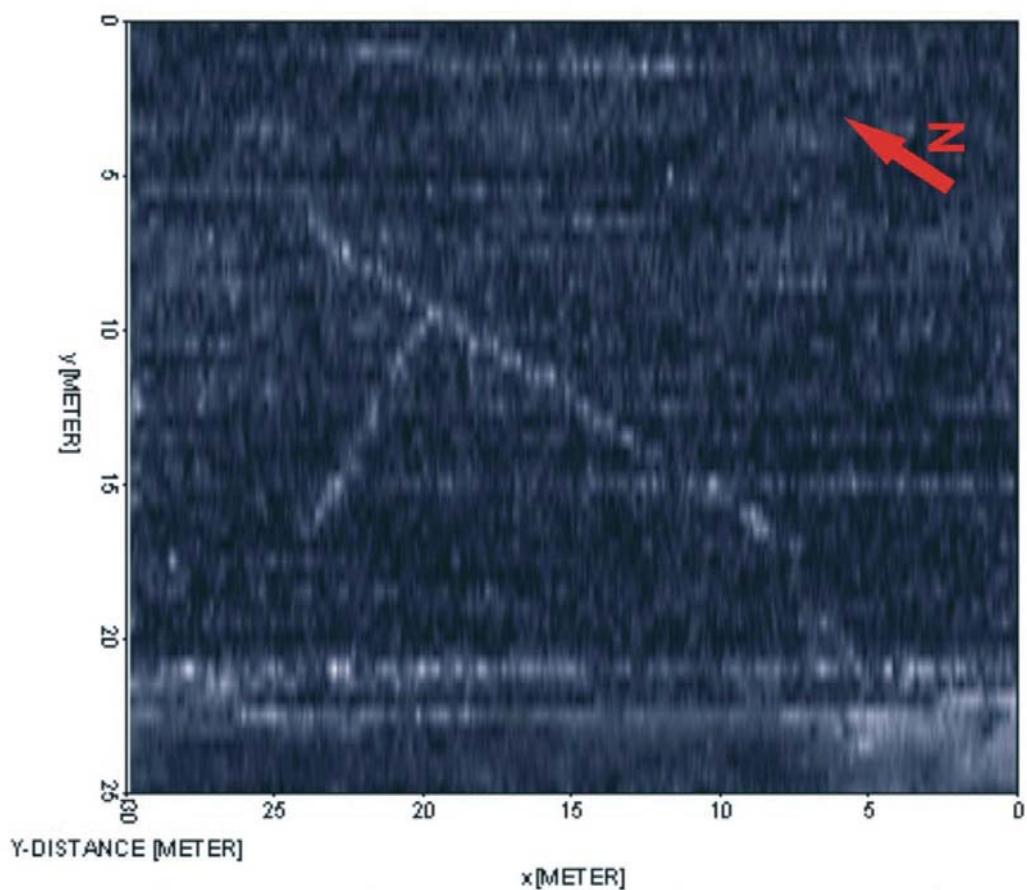
J. Persival, *The Roman Villa*, London 1974.

### **Ružić 1994**

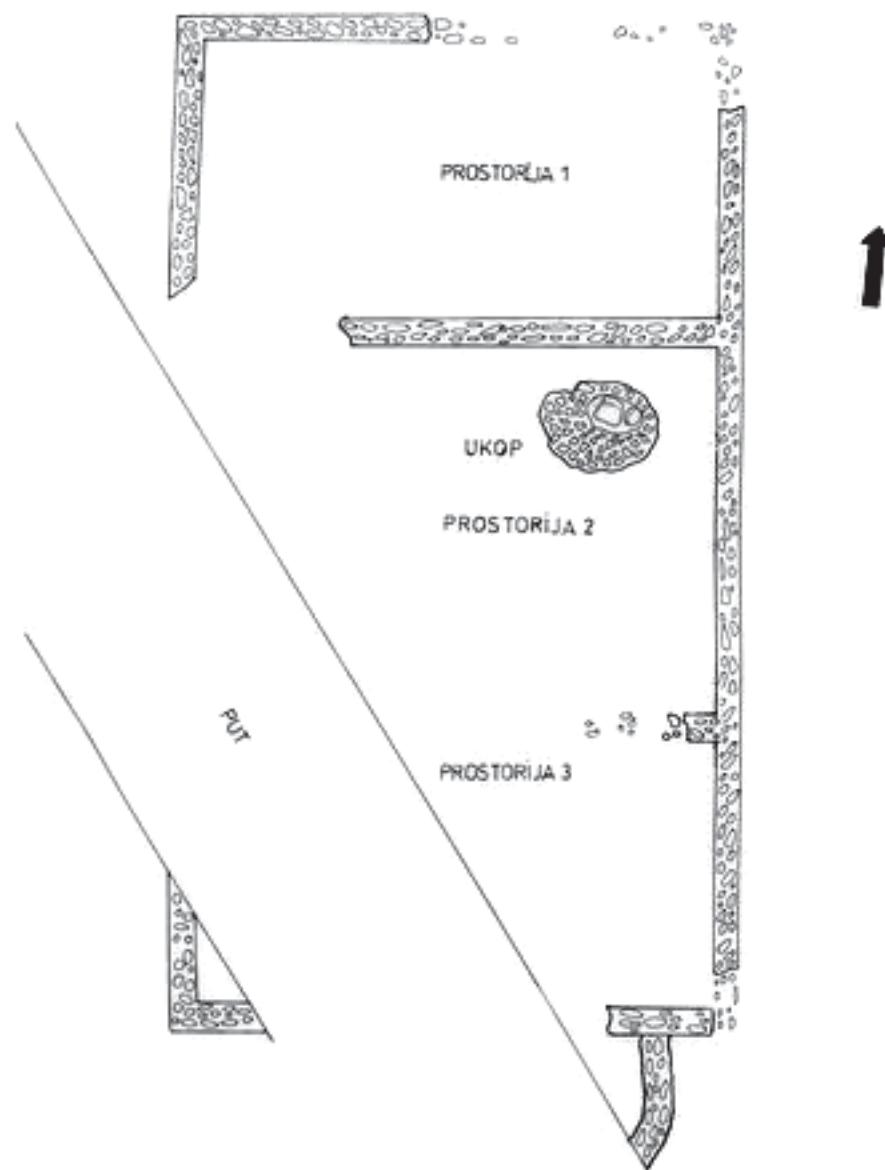
M. A. Ružić, *Rimsko staklo u Srbiji*, Beograd 1994.

### **Thomas 1964**

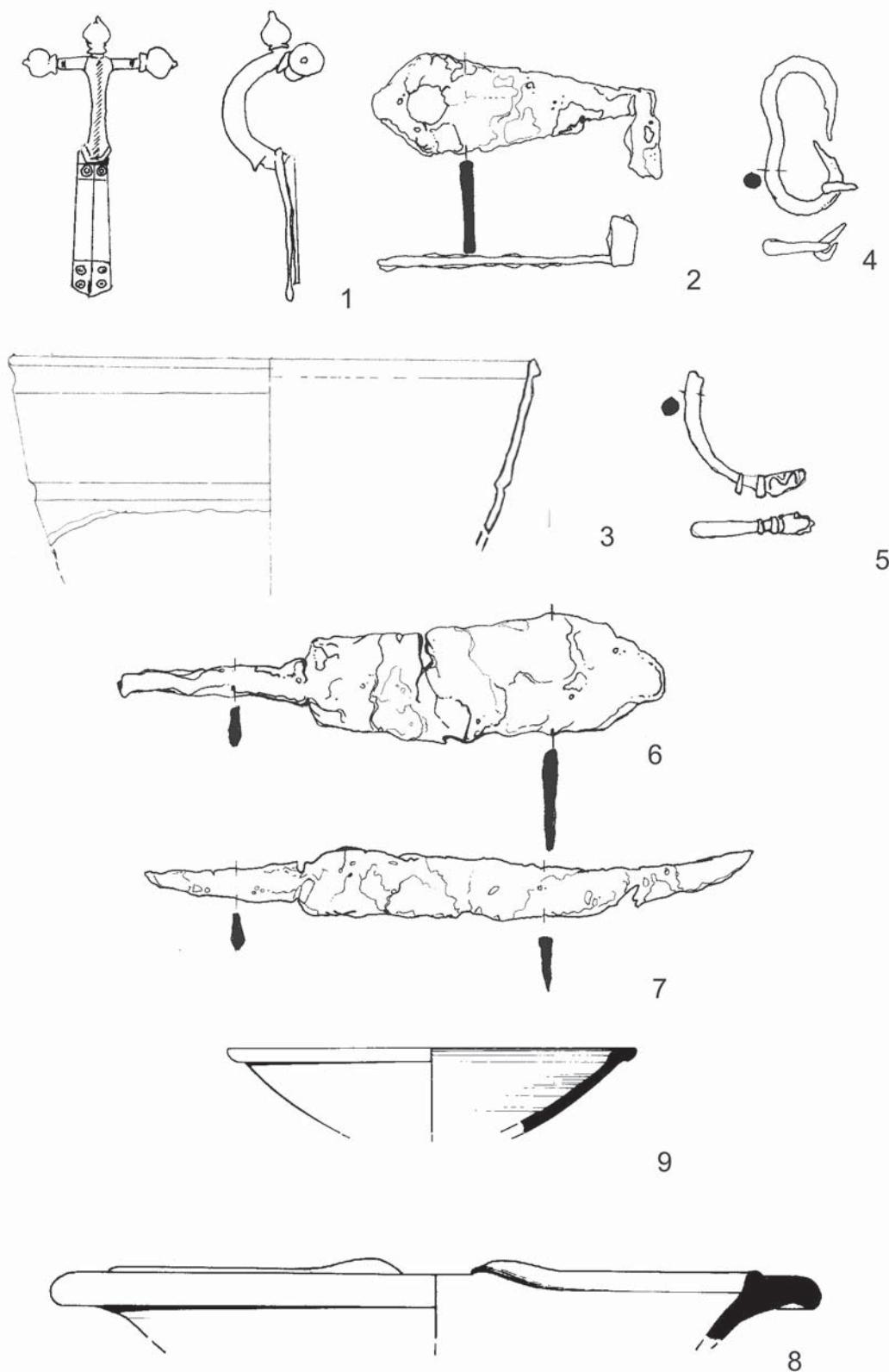
E. T. Thomas, *Römische Villen in Pannonien*, Budapest 1964.



Slika 1. Horizontalni presek lokaliteta načinjen na osnovu georadarskih profila



Slika 2. Osnova objekta sa apsidom (crtao N. Marinković)



T. I: 1. Fibula - bronza, 2. Ključ - bronza, 3. Čaša - staklo, 4. Pređica - bronza,  
5. Narukvica - bronza, 6. Nož - gvožđe, 7. Nož - gvožđe , (1 - 7 R 2 : 3) 8. Tarionik - keramika,  
9. Tanjur - keramika (8 i 9 R 1 : 4) crtao: N. Marinković



Sl. 3. Pogled na objekat sa severne strane



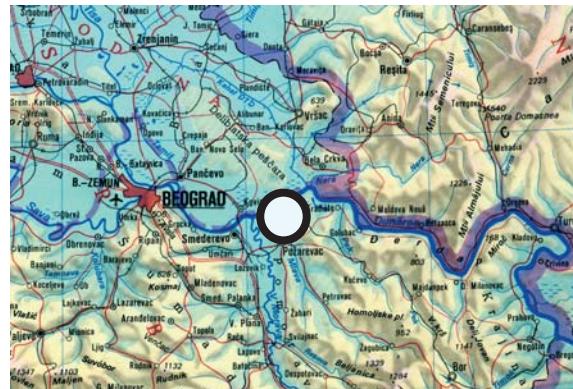
Sl. 4. Izgled istraženog dela apside sa severne strane

Saša Redžić  
Arheološki institut Beograd

Angelina Raičković  
Arheološki institut Beograd

Snežana Golubović  
Arheološki institut Beograd

904:726.821(497.11)"00/03"  
904:739.2(497.11)"00/03"



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

## HRONOLOGIJA VIMINACIJUMSKIH NEKROPOLA U SVETLU PRONAĐENIH FIBULA

### ABSTRAKT

Viševekovno obitavanje ljudi na teritoriji Viminacijuma je u njegovom neposrednom okruženju uzrokovalo nastajanje nekropola koje se razlikuju kako po periodu svoje upotrebe, tako i po etničkoj pripadnosti stanovništva koje se na njima sahranjivalo.

Dve najdetaljnije istražene nekropole su „Pećine“ i „Više grobalja“. Najstarije fibule su nalažene u zapadnom delu nekropole „Pećine“ i pripadaju keltskom stanovništvu. Iz ranocarske epohe raspolaćemo malobrojnim materijalom. Period od kraja I do sredine III veka predstavlja vreme procvata grada, što se reflektuje količinom nađenog materijala. Najdominantniji tipovi ovog razdoblja su: izrazito profilisane fibule crnomorsko-podunavskog tipa, fibule sa šarnirom slične Aucissa fibulama i kolenaste fibule sa šarnirom. Epohu od sredine III pa do početka IV veka karakteriše izrazito opadanje količine nađenog materijala, kako na nekropolama „Pećine“ i „Više grobalja“ tako i na svim ostalim. Tfibule sa šarnirom predstavljaju najbrojniju grupu fibula koja je u upotrebi tokom ovog perioda. Četvrti vek karakteriše upotreba krstastih fibula koje predstavljaju najbrojniji tip na Viminacijumu. Tokom V veka na nekropoli „Više grobalja“ se sahranjuje germanski živalj. Pripadnici germanskih plemena se takođe sahranjuju i na nekropolama „Više burdelja“ i „Lanci“ na kojima su nalažene i starije, rimske fibule. Dominantan tip tokom ovog perioda su fibule sa posuvraćenom stopom.

**KLJUČNE REČI:** VIMINACIJUM, NEKROPA, FIBULE, TIP, DATOVANJE.

Tokom viševekovnog obitavanja ljudi na teritoriji Viminacijuma, u njegovom neposrednom okruženju se formiraju nekropole koje se razlikuju kako po periodu svoje upotrebe tako i po etničkoj pripadnosti stanovništva koje se na njima sahranjivalo.

Dve najdetaljnije istražene nekropole su

„Pećine“ i „Više grobalja“. Obe nekropole su istraživane u periodu koji prethodi izgradnji termoelektrane. Pošto su ove dve nekropole jedna pored druge, a arheološki nalazi veoma slični, neki od istraživača su pretpostavili da se radi o jednoj celini koja je zbog različitih toponima uzetih za imena lokaliteti veštački podeljena na dva loka-

liteta. Međutim, neke bitne razlike u nađenom materijalu ne podržavaju ovu pretpostavku.

Najstarije fibule su nalažene u zapadnom delu nekropole „Pećine“ i pripadaju keltskom stanovništvu. U ovim keltskim grobovima, datovanim u kraj IV i početak III veka stare ere,<sup>1</sup> nađene su ukupno 34 fibule.

Iz ranocarske epohe raspolažemo malobrojnim materijalom, što možda podržava mišljenje M. Mirković da je Viminacijum strateški značaj dobio tek za vreme Domicijanove vladavine, kada su Rimljani počeli da vode ofanzivnu politiku prema Dačanima.<sup>2</sup>

Period od kraja I do sredine III veka predstavlja vreme procvata grada, što se ogleda i u količini nađenog materijala. Najveći broj tipova nađenih na Viminaciju, a koji se datuju u ovaj period prilično su ravnomerno zastupljeni na oba lokaliteta. Jedina bitnija razlika se opaža kod izrazito profilisanih fibula crnomorsko-podunavskog tipa, koje su na lokalitetu „Više grobalja“ zastupljene sa 11 primeraka, dok ih je na lokalitetu „Pećine“ nađeno tačno tri puta više.<sup>3</sup> Najdominantniji tipovi ovog razdoblja, pored već pomenutog, su fibule sa šarnirom slične Aucissa fibulama<sup>4</sup> i kolenaste fibule sa šarnirom,<sup>5</sup> koje su na ova dva lokaliteta zastupljene sa ukupno 111 primeraka.

Epohu od sredine III pa do početka IV veka, karakteriše rapidno opadanje količine nađenog materijala, kako na nekropolama „Pećine“ i „Više grobalja“ tako i na svim ostalim. T fibule sa šarnirom predstavljaju najbrojniju grupu fibula koja je u upotrebi tokom ovog perioda i ona je na ovim lokalitetima zastupljena sa 27 primeraka. Treba podsetiti da se ovaj tip javlja još u prvoj polovini III veka, te stoga predstavlja prelazni oblik između ove i prethodne epohe.

Četvrti vek karakteriše upotreba krstastih fibula koje, sa 79 otkrivenih primeraka, predstavljaju najbrojniji tip na Viminaciju. Na lokalitetu „Pećine“ nađeno je 43 primerka, a na „Više grobalja“ samo jedan jedini komad. Ova činjenica jasno ukazuje da se nekropola „Pećine“ i dalje koristi dosta često, za razliku od „Više grobalja“ koja još sredinom III veka gubi na značaju. Ovo mišljenje potvrđuje i navod Lj. Zotović, da je na teritoriji nekropole „Više grobalja“ tokom IV veka formirano ruralno naselje.<sup>6</sup> Pored nekropole „Pećine“ još je samo nekropola „Pirivoj“ sa 15 pronađenih fibula ovog tipa u upotrebi. Na lokalitetu „Pirivoj“ krstaste fibule su nalažene samo u neposrednoj blizini mauzoleja. U istočnom delu ove nekropole, formirane oko komunikacije koja vodi od istočne kapije logora dalje na istok (koja je iskopavanjima i potvrđena), krstaste fibule do sada nisu nađene. Treba pomenuti da se sahranjivanje na lokalitetu „Pirivoj“ obavlja takođe od kraja I veka. Ove dve nekropole zanimljive su još i zbog izuzetno visokog procenta krstastih fibula nađenih u grobovima u odnosu na fibule iz sloja. Na nekropoli „Pirivoj“ on iznosi 86, dok na nekropoli „Pećine“ čak 90 procenata. Ovaj procenat je kod drugih tipova fibula na Viminaciju neuporedivo niži. Razlog za ovo verovatno leži u činjenici, da se ove dve nekropole od kraja IV veka više ne koriste, te ne postoje mlađi grobovi koji bi svojim ukopom oštetečivali grobove sa krstastim fibulama.

Tokom V veka nekropola „Više grobalja“ je ponovo u upotrebi, ali ovoga puta na njoj se sahranjuje germanski životlj. Slična situacija je i sa nekropolom „Više burdelja“ na kojoj se sahranjuju Gepidi i koju je Lj. Zotović datovala u drugu polovicu V veka.<sup>7</sup> Na ovom lokalitetu su nalažene fragmentovane krstaste fibule, pa treba pretpostaviti da postoji i sloj iz kasnoantičkog perioda. Dominantan tip tokom ovog perioda su fibule sa posuvraćenom stopom. Na lokalitetu „Lanci“ nađeno je nekoliko rimske fibule u sloju. Grobovi istraženi na ovom lokalitetu pripadaju Germanima čija su staništa pronađena prilikom

1. Zotović, Jordović 1990, 2.

2. Mirković 1986, 35.

3. Redžić 2006, 32-46, T. VIII-XII, 65-118.

4. Redžić 2006, 10-20, T. I-VI, 5-39.

5. Redžić 2006, 63-76, T. XVI-XIX, 168-211.

6. Zotović, Jordović 1990, 2.

7. Zotović 1980, 106.

istraživanja obližnjeg lokaliteta „Svetinja“.<sup>8</sup> Na osnovu nalaza skifata može se reći da na lokalitetu postoji i srednjevekovni sloj, koji je posvedočen na Sopotskoj gredi u čijem se podnožju nalazi lokalitet „Lanci“. Na pomenutoj Sopotskoj gredi tokom XI i XII veka, u okviru bedema ranovizantijskog Biminakiona nastaje Braničevski grad. U istom periodu južno od njega podignuto je još jedno utvrđenje, čiji nastanak M. Popović datuje u vreme vladavine Jovana II Komnina.<sup>9</sup>

Na ostalim nekropolama, a to su: „Carine“, „Velika kapija“, „Na rupi“, „Kod bresta“ i „Kod koraba“ (upravo se sada istražuje), sahranjivanje se vrši u periodu od kraja I do sredine III veka. Tipovi koji su na njima nalaženi skoro da se u potpunosti poklapaju sa onima nađenim na lokalitetima „Pećine“ i „Više grobalja“. Na ovim lokalitetima samo sporadično se javljaju krstaste fibule (skoro isključivo u sloju), što se ne može uzeti kao dokaz da su ove nekropole u upotrebi i posle sredine III veka.

Na osnovu iznetih podataka možemo zaključiti da analizom fibula nađenih na viminacijumskim nekropolama možemo sa dosta sigurnosti utvrditi period njihovog korišćenja. Za preciznije hronološko opredeljenje ovih nekropola neophodna je obrada i ostalih vrsta nalaza, a naročito novca.

## **RESUME**

### **Chronology of the Viminacium Necropolis According to the Fibulae**

Dwelling of people at Viminacium and its vicinity for many centuries caused forming of necropoles which were in use in different periods by people of different ethnical origin.

The two best investigated necropoles are certainly those situated at the sites „Pećine“ and „Više grobalja“. The oldest fibulae were found in the western part of the „Pećine“ necropolis,

belonging to the Celtic population.

The material from the early Empire is small in number, which shows that Viminacium gained its strategic importance only during the reign of Domitianus, when the Romans began their offensive against the Dacians. The time between 1st and the middle of 3<sup>rd</sup> century represents the period when the city was blossoming, which reflects itself in the multitude of the material found. The greatest part of the material belonging to this period is rather evenly spread at both sites. The most numerous types are strongly profiled fibulae of the type connected to the Black sea and the Danube valley, fibulae with hinge, very similar to the Aucissa type and knee-shaped fibulae with hinge.

The period between the middle of 3<sup>rd</sup> until the beginning of 4<sup>th</sup> cent. is characterized by the decrease of the quantity of the material found, both at „Pećine“ and „Više grobalja“ necropoles, as well as at all the other necropoles. The most numerous group of fibulae used in this period are the “T” shaped fibulae with hinge.

During 4<sup>th</sup> cent. the cross-shaped fibulae were in use, which represent the most numerous type at Viminacium. Fortythree examples were found at „Pećine“, and only one example at „Više grobalja“. This fact shows that the „Pećine“ necropolis was still in use, contrary to the necropolis „Više grobalja“, which lost its importance in the middle of 3<sup>rd</sup> cent. This hypothesis is confirmed by the fact that during 4<sup>th</sup> cent. on the necropolis „Više grobalja“ a rural settlement was formed. Besides the „Pećine“ necropolis only the “Pirivoj” necropolis was still regularly in use. At the “Pirivoj” necropolis, the cross-shaped fibulae were found only in the vicinity of the mausoleum. In the eastern part of this necropolis, which was formed by the road leading from the eastern gate of the military camp further on to the east, no cross-shaped fibulae were yet been found. It should be mentioned that the “Pirivoj” necropolis was in use from the end of 1<sup>st</sup> cent.

Other necropoles, like „Carine“, „Velika kapija“, „Na rupi“, „Kod bresta“ and „Kod

8. Popović 1987, 34.

9. Popović 1987, 33.

koraba“ (currently being excavated), were in use from the end of 1<sup>st</sup> to the middle of 3<sup>rd</sup> cent. Cross-shaped fibulae appear only sporadically at these necropoles, which cannot confirm that these necropoles were in use even after the middle of 3<sup>rd</sup> cent.

During 5<sup>th</sup> cent. „Više grobalja“ was in use again, this time by the population of German tribes. They also buried their deceased at the necropoles „Više burdelja“ and „Lanci“, at which older, Roman types of fibulae were found. The dominant type of fibulae in this period are examples with bent foot.

All these data show that one can determine the period of usage of necropoles by analyzing the fibulae found on them, even though the more precise determination would require analyses of other types of archaeological material, especially coins.

Translated by M. Tapavički-Ilić

## BIBLIOGRAFIJA

### Mirković 1968

M. Mirković, *Rimski gradovi na Dunavu u Gornjoj Meziji*, Dissertationes VI, Beograd 1968.

### Popović 1987

M. Popović, Svetinja, novi podaci o ranovizantijskom Viminacijumu, *Starinar* XXXVIII, Beograd 1987, 1-37.

### Redžić 2006

S. Redžić, *Nalazi rimskih fibula na nekropolama Viminacijuma*, Magistarska teza u rukopisu, Beograd 2006.

### Zotović 1980

Lj. Zotović, Nekropola iz vremena seobe naroda sa uže gradske teritorije Viminaciuma, *Starinar* XXXI, Beograd 1980, 95-116.

### Zotović, Jordović 1990

Lj. Zotović, Č. Jordović, *Nekropola „Više Grobalja“, Viminacium I*, Beograd 1990.



Bebina Milovanović  
Arheološki institut Beograd

Angelina Raičković  
Arheološki institut Beograd

Saša Redžić  
Arheološki institut Beograd

904:739.2"652"(497.11)



Centralna Srbija,  
LAT 43° 50' 43" N / LONG 21° 10' 46" E

## STILSKO - TIPOLOŠKE ODLIKE I POREKLO FORMI NAUŠNICA RIMSKOG PERIODA U SRBIJI

### ABSTRAKT

*Stilsko-tipološka analiza naušnica rimskog perioda u Srbiji daje nam mogućnost praćenja određenih stilskih karakteristika koje se mogu vezati za određene produkcione centre, majstore i kalupe iz kojih su proizašli. U većini slučajeva se moglo nagovestiti ili čak i precizno utvrditi njihovo poreklo koje je vezano za autohtone korene ili pak za znatno raskošnije helenističke uzore koji su grčko nasleđe raširili po čitavom Mediteranu i darovali rimskej imperiji.*

**KLJUČNE REČI:** NAUŠNICE, RIMSKI, NAKIT, TIP, VARIJANTA, PODVARIJANTA, ANALIZA

Predmet ovog rada su naušnice iz rimskog perioda sa teritorije Srbije. Preko stilsko-tipološke analize naušnica iz Srbije omogućeno je sagleđavanje pojedinih stilskih odlika kao i produkcionih centara na ovim prostorima. Radom su obuhvaćene naušnice iz sledećih rimskih nekropola u Srbiji: Viminacijum,<sup>1</sup> Mala Kopašnica, Ulpijana, Kolovrat, Beška, Svilos, Komini, Niš, Sočanica, Vršac, Vojilovica-Pančevu, Subotica-Verušić, itd.<sup>2</sup>

Jedan broj nalaza je dospeo kao legat ili putem otkupa u muzejske zbirke širom Srbije. Najbrojnija je zbirka zlatnih naušnica iz Narodnog muzeja u Beogradu koju čini legat porodice Dunjić iz 1976. godine (materijal iz kosmajskog regiona – grobovi u selima Guberevac i Babe), zatim zbirka kapetana Todića sa materijalom iz Viminacijuma i niz slučajnih nalaza koji su putem otkupa dospeli u Muzej.<sup>3</sup>

Pored slučajnih nalaza i onih sa nepoznatih lokaliteta, od posebnog značaja su nalazi naušnica koje su sastavni deo ostava (Tekija, Nova Božurna, Gornje Štiplje na Crnom Vruhu i Šarkamen).<sup>4</sup>

1. Zotović, Jordović 1990; Zotović 1995, 233-242; Spasić 1994, 73-86; Spasić 1996; Milovanović 2004, 131-143.

2. Pešić 1995, 26-30; Fidanovski 1998, 256-350; Jovanović 1978, 33-40; Cermanović-Kuzmanović 1995, 227-230; Marijanski-Manojlović 1987; Dautova-Ruševljanić 1995, 243-244; Cermanović-Kuzmanović 1997; Fidanovski 1988, 11-49; Baraćki 1961, 117-142; Batistić-Popadić 1984-1985; Sekereš 1998, 107-147. Pogledati kartu sa prikazom lokaliteta na sl.1.

3. Popović 1996, 14-31.

4. Mano-Zisi 1957, 12-13; Jovanović 1978, 75-83; Popović 2002 ; Popović, Tomović 1998, 293-295.

Metodološki posmatrano naušnice su obrađene od najjednostavnijih do najsloženijih oblika, ne podržavajući hronološki redosled, koji nije adekvatan za ovu vrstu nakita, jer se više tipova istovremeno proizvode, tako da ih je teško na taj način klasifikovati. Unutar tipova (označeni su rimskim ciframa od I do XIII) izvršena je podela na varijante (mala slova abecede) i podvarijante (arapske cifre). Radom su obuhvaćene naušnice od zlata, srebra i bronze, jer je to bio jedini način za bliže sagledavanje produkcije ove vrste nakita, kao i za hronološki okvir i upotrebu pojedinih tipova. Naušnice i uopšte, sav nakit je nepouzdan za uže datovanje, imajući u vidu da se tretira kao dragocenost koja se decenijama čuva u krugu porodice. Iz navedenog razloga uglavnom je primenjeno šire hronološko datovanje, koje se bazira na analognim primercima naušnica iz susednih provincija (Donja Mezija, Trakija, Donja Panonija i Dalmacija), a tamo gde su uslovi nalaza dozvoljavali primenjeno je uže datovanje na osnovu hronološki osetljivog materijala.

Pošto se pojedine forme naušnica nisu mogle uklopiti u predloženu klasifikaciju naušnica koju je primenila I. Popović,<sup>1</sup> primenila sam sopstvenu klasifikaciju koja se oslanja na već pomenuto, kao i na klasifikaciju Lj. Zотовић,<sup>2</sup> ali sa većim brojem tipova, varijanti i podvarijanti.

## STILSKO-TIPOLOŠKA ANALIZA NAUŠNICA

Ukupno je obrađeno 659 naušnica (463 od zlata, 73 srebrnih, 3 od posrebrene bakarne žice i 120 bronzanih, sl. 2). Prilikom stilsko-tipološke analize naušnica, podela se zasniva na dve osnovne grupe: naušnice-karike (otvorenih ili zatvorenih krajeva, bez ili sa priveskom; Tip Ia – TIP VIIb, sl. 3) i naušnice sa "S" kukicom za fiksiranje (Tip VIIIa – XIIIb, sl. 4.). Unutar prve grupe naušnica, podela na tipove, varijante i podvarijante je ba-

zirana na osnovu mehanizma za zakopčavanje (naušnice otvorenog tipa Ia – Ie; naušnice sa mehanizmom za zakopčavanje u obliku petlje i kuke bez ili sa dodatnim navojima ili volutastim ukrasima, tipovi IIa- VIIb). Drugu grupu uglavnom karakterišu naušnice, tzv. polihromnog stila, koje su često rađene u tehniči prolamanja i ažuriranja. Hronološki su obuhvaćene naušnice od I do kraja V veka.

### TIP I

Ovaj tip karakterišu naušnice-karike otvorenog tipa. Krajevi mogu biti stanjeni u trn ili ravno sečeni bez ili sa priveskom, tako da su izdvojene sledeće varijante i podvarijante:

**VARIJANTA Ia** – naušnice od tanke žice kružnog preseka čija su oba ili bar jedan kraj stanjeni u trn. Prisutne su samo na viminacijumskim nekropolama u grobovima koji su na osnovu ostalog grobnog inventara datovani od kraja III do kraja V v.n.e.<sup>3</sup> Analogni primerci iz Trakije su znatno stariji i pripadaju I i II v.n.e., kao i oni nađeni u Emoni (II vek).<sup>4</sup>

**VARIJANTA Ib** - naušnice otvorenog tipa, okruglog ili pravougaonog preseka od tanje ili deblje žice sa ravno sečenim krajevima. Treba napomenuti da ih je teško hronološki i etnički odrediti, jer se sreću ne samo u kasnoantičkom periodu, već i u doba Seobe naroda u grobovima germanskog življa,<sup>5</sup> kao i na sarmatskoj nekropoli Subotica-Verušić.<sup>6</sup>

**Podvarijanta Ib1** - naušnice identične prethodnim, ali sa privescima. Kako su uglavnom nalažene u grobovima sa kasnoantičkim materijalom (Ulpijana, Glavnik kod Podujeva, Beška), datuju se u IV vek. Analognе naušnice iz Britanskog muzeja (kolekcija Hamilton) pripadaju, takođe, IV veku.<sup>7</sup>

3. Zотовић 1995, 233-234, tip I.

4. Ruseva-Slokoska 1991, cat. No.1, 2; Type I, variant 1; Petru 1972, T. XXI, 7,8; T. LI, 23, 23a.; Mihovilić 1979, 229-230.

5. Ivanišević, Kazanski 2002,119, Pl.III, 14,1.

6. Sekereš 1998,107147.

7. BMCJ 1969, Pl. LV, nr. 2684, 2685.

1. Popović 1996, 14-31.

2. Zотовић 1995, 233-242.

**VARIJANTA Ic** – livene naušnice otvorenog tipa sa stanjenim krajevima. Karike su im neujednačenog preseka, uglavnom romboidnog. Zbog neujednačenog preseka najverovatnije nisu nošene na ušnim školjkama već su po mišljenju Lj. Zotović, bile prišivane na traku ili maramu.<sup>8</sup> Treba pomenuti njihovu srodnost sa lunulastim privescima, omiljenim kod Rimljana od druge polovine I do IV veka.<sup>9</sup> Hronološki bi odgovarale periodu od kraja IV do kraja V veka.

**VARIJANTA Id** – naušnice od tanke bronzane žice sa prebačenim krajevima. Analogna naušnica je pronađena u grobu iz Skupa koji pripada II - III veku.<sup>10</sup> Hronološki nisu osetljive, tako da se mogu očekivati tokom celog antičkog perioda, a i kasnije.

**VARIJANTA Ie** – naušnice od glatke žice, otvorenih krajeva, jedan kraj je stanjen u trn, dok se drugi završava punolivenom poliedarskom glacrom. Naušnice ove varijante se vezuju za kasnoantički period i mogu se pratiti od druge polovine IV pa sve do VI – VII v.<sup>11</sup> U ovom radu su obrađene samo naušnice sa punolivenom poliedarskom glacrom koje su rimske provenijencije, dok one radene tehnikom prolamanja sa almadiškim umecima, nalažene u germanskim grobovima, nisu obrađene. Na antičkim nekropolama u Srbiji sreću se podjednako u rimskim, ali i germanskim grobovima, što je slučaj i na Viminaciju, gde su prisutne na rimskoj, ali znatno više na ostrogotskoj nekropoli.<sup>12</sup> Naušnice sa punolivenom poliedarskom glacrom iz Sirmijuma nađene su u jednom sarmatskom ili gotskom grobu, što dokazuje upotrebu rimskih naušnica kod germananskog življa.<sup>13</sup>

## TIP II

Kao poseban tip izdvojene su naušnice od tanke ili deblje žice, obično kružnog preseka koje imaju mehanizam za zakopčavanje u vidu petlje na jednom kraju i stanjeni trn kukasto povijen, na drugom kraju. Najjednostavniji primerci su bez privezaka, dok složeniji imaju različite priveske direktno zalemnjene na kariku ili viseće priveske koji su prikačeni za kariku pomoću manje alke. U odnosu na pomenute razlike izdvojene su sledeće varijante i podvarijante:

**VARIJANTA IIa** – naušnice od tanje ili deblje žice sa petljom i kukom za zakopčavanje, bez privezaka. Ove jednostavne naušnice su brojne na lokalitetima u Srbiji. To ukazuje na dugogodišnju upotrebu (od druge polovine II do IV veka).<sup>14</sup> Ipak se može uočiti njihova dominantnost u kasnoantičkom periodu (Beška, Šarkamen, Ritopek), dok se u II veku sreću znatno ređe (Guberevac-Babe i pojedini primerci sa Viminacijum). Par naušnica iz Vranja je datovan u V vek.

**Podvarijanta IIa1** – naušnice sa petljom i kukom za zakopčavanje koje direktno na karici imaju zalemnjenu različito oblikovanu glavu ili navučenu veću perlu od staklene paste. Nalemljene glave su od iskucanog lima (palmeta) ili od pseudogranula u formi grozda. Analogne naušnice sa grozdolikim priveskom poznate iz Britanskog muzeja (Kilikija, Pafos) datovane su u II vek.<sup>15</sup> Naušnice sa perlama od staklene paste, na osnovu specifične dekoracije, tj. okaca na perlama, mogu se datovati u kasnoantički period, tj. u IV vek.

**VARIJANTA IIb** - naušnice u obliku karike sa petljom i kukom za zakopčavanje i priveskom od glatke ili ređe tordirane žice, sa jednom ili više perli. Po obliku, naušnice ove varijante, predstavljaju razvijeniju, ili bolje reći, bogatiju formu, naušnica varijante IIa, mada se i jedne i druge hronološki poklapaju, tj. pojavljuju se od polovine II veka,<sup>16</sup> a znatno su češće tokom IV veka (lokaliteti Niš, Donja Vrežina, Boljevac na Ibru,

8. Zotović 1995, 237.

9. Popović 1996, 41-42.

10. Mikulčić 1975, 89-100, T.XII, 68, grob 23.

11. Jovanović 1978, 38, sl. 72-74.

12. Zotović 1981, 95-115.

13. Popović 2003, 222-223, Tab. 3. sl. 2,3 i 4.

14. Zotović 1995, 234, tip II

15. BMCJ 1969, Pl. LIV, nr. 2596, 2600.

16. Zotović 1995, 235, tip V; Popović 1996, 17, tip I 2a/1 i 2a/3.

Ulpijana, Ritopek i Baljevac). Analogni primerci iz muzeja u Majncu (nepoznati lokaliteti) su raniji (I- II vek),<sup>1</sup> a novcem Trajana (98 –117. n.e.), datovan je par naušnica iz Sopijane.<sup>2</sup>

**Podvarijanta IIb1** – Naušnice sa identičnom karikom su poput tipa IIb, s tim što su privesci sastavljeni od jednog ili dva kružna fasunga sa dragim kamenom ili staklenom pastom, ispod kojih su staklene perle. Kombinacija poludragog i dragog kamenja i staklene paste, kao što je već rečeno, odlika je polihromnog stila, tipičnog za III vek. Jedino je naušnica iz Ulpijke, nešto mlađa i pripada IV veku. Najveću sličnost bi ove naušnice imale sa naušnicom iz Serdike koja je datovana u III - IV veku.<sup>3</sup>

**VARIJANTA IIc** – naušnice u obliku karike sa petljom i kukom za zakopčavanje i kupastim priveskom od tankog iskucanog lima sa perlom od staklene paste na kraju. Najranija pojava ovih naušnica je u II veku (Palestina, Kipar, Sirija, primerci iz muzeja u Majncu - Tortoza u Siriji)<sup>4</sup>, dok primerci iz Remesijane, Niške Banje, Medijane i Beške, kao i iz Intercise (novac Valensa iz 364-367, grob 36), svedoče o njihovoј produženoj upotrebi i tokom IV veka.<sup>5</sup>

### TIP III

Naušnice ovog tipa karakteriše karika sa kukom i petljom za zakopčavanje, dok su privesci specifičnog oblika i uglavnom pripadaju autohtonoj tradiciji.

**VARIJANTA IIIa** – naušnice kod kojih je donji deo karike proširen upletanjem žice na kariku koja se završava petljom i kukom. Žica može biti pažljivo obmotana tako da se obrazuju pravilni, kosi redovi oko karike ili je dosta grubo i labavo obavijena, tako da dobija oblik osmica. Analogni primerci poznati iz Siscije i Emone da-

tovani su u I – II vek.<sup>6</sup> Poreklo ovih naušnica treba tražiti u autohtonim tradicijama, pre svega keltskim. Ovaj oblik ukrašavanja naušnica u upotrebi je i u srednjem veku.<sup>7</sup>

**VARIJANTA IIIb** – naušnice na donjem delu karike imaju naočarastu glavu (tzv. "Herkulov čvor"), ukrašenu filigranom i granulama. Jednostavniji tj., prvobitni oblici ovog tipa prisutni su od druge polovine II veka (Mala Kopašnica, Sirmijum, Viminacijum), a vremenom prerastaju u složeniju formu koju karakterišu ukrasi poput koničnih ispuščenja na naočarastoj glavi - druga polovina III veka (Mala Kopašnica, Lozni Rasadnik kod Niša, Nova Božurna kod Prokuplja, Klovrat, Prahovo i nepoznati lokaliteti). Prelaznoj fazi bi pripadao par iz Sočanice koji je datovan novcem Severa u prvu polovinu III veka.<sup>8</sup>

**VARIJANTA IIIc** – naušnice sa specifičnim privescima zakačenim preko manje alke. Sastavni su deo ostava. Jedna je zlatna iz Nove Božurne (kod Prokuplja) i dva para srebrnih iz ostave nadene na lok. "Glavica" kod Gornjeg Štiplja na Crnom Vrhu. Ove dve ostave povezuje nakit sa autohtonim karakteristikama i apotropejskom funkcijom. Naušnica iz Nove Božurne na karici ima priveske u obliku različitih alatki koje je teško prepoznati usled šematske obrade. Priveci u obliku različitih alatki, poznati su iz ostave iz Bara koja pripada dako-getskom kulturnom krugu (kraj I veka p.n.e i početak I vek naše ere)<sup>9</sup> i iz Tekije (kraj I veka naše ere).<sup>10</sup> Naušnicu iz Nove Božurne treba pripisati dako - getskom kulturnom krugu i datovati u II ili početak III veka, kao što predlaže prof. A. Jovanović.<sup>11</sup> Jedinstveni primerci naušnica sa Crnog Vrha, mogu se porediti sa nakitom ukrašenim srcolikim ili privescima u obliku bršljanovog lista koji je dominantan u Po-

1. Deppert-Lippitz 1985, 22, Taf. 27, 60-63.

2. Fulep 1977, 36, Pl. 37, 2a, 2b, grave R/191.

3. Ruseva-Slokoska 1991, cat. No.42, Type I, variant 4G.

4. Higgins 1961, pl. 54A; BMCJ 1969, pl. LII, 2421-2422; Deppert-Lippitz 1985, Taf.18,45.

5. Vago, Bona 1976, Taf.11; 12.

6. Koščević 1995, Pl. 41, 412,413.; Petru 1972, T. XLVIa, G 664.

7. Minić 1987,73-80.; Ercegović-Pavlović 1980, G-215. Pl. XXIII.

8. Jovanović 1979; Popović 1999, 77-92.

9. Popović , Borić-Brešković 1994.

10. Mano-Zisi 1957.

11. Jovanović 1978,77.

drinju, Panoniji i centralnoj Bosni. Ostava je datovana u prvu polovinu III veka.<sup>12</sup>

#### TIP IV

Naušnice ovog tipa imaju oblik jednostavnih karika čiji su krajevi prebačeni jedan preko drugog i namotajima na ramenima zatvaraju naušnicu. Naušnice mogu biti bez ili sa privescima.

**VARIJANTA IVa** – naušnice opisanog oblika bez privezaka. Naime, radi se o nakitu koji je preko crnomorskih kolonija prihvaćen kod autohtonog stanovništva, najpre kod Tračana, a zatim Dačana da bi dospeo i u centralne delove Balkana.<sup>13</sup> Naušnice sa viminacijumskih nekropola datuju se od kraja I do kraja III veka (ovu hronologiju podržava i I. Popović). Ovom periodu pripadaju i primerci iz Male Kopašnice i Guberevca. Primerci iz Niške Banje, Gradskog polja kod Niša i sarmatske nekropole Vojlovica-Pančevo, datuju se u IV vek.<sup>14</sup>

**Podvarijanta IVa1** – naušnice sa opisanom karikom i privescima (manja karika, životinjski zub, poluobrađena kost, ljuštura puža, novac ili trapez od iskucanog lima). Hronološki odgovaraju periodu od kraja I do kraja III veka.<sup>15</sup>

#### TIP V

Ovaj tip naušnica se sastoji od jednostavne karike sa petljom i kukicom. Kraj koji formira petlju gustim je navojima uvijen oko karike. Navozi mogu biti jednostavni ili u vidu spirale sa volutasnim ukrasom, dok je karika glatka ili tordirana, bez ili sa dodatnim privescima.

**VARIJANTA Va** – naušnice ove varijante se sastoje od jednostavne, glatke ili ređe tordirane karike sa petljom i kukom za fiksiranje. Kraj sa petljom završava se u vidu gusto namotanih navoja na suprotnom ramenu. Naušnice ove varijante su najbrojnije (naročito na viminacijumskim nekropolama) što nam govori o njihovoj velikoj

12. Popović 2002, 45-46; Čremošnik 1958, 147-151.

13. Pešić 1995, 26; Ruseva-Slokoska 1991, 104, cat. 3a, b.

14. Zotović 1995, 234, tip III.; Popović 1996, 19.; Jovanović 1978; Batistić-Popadić 1984-1985, 62.

15. Zotović 1995, 235, tip III A, i IV.

popularnosti od II do kraja IV veka.<sup>16</sup> Važno je naglasiti da su primerci iz uže Srbije prisutni do kraja III veka, dok oni iz Vojvodine sa kasnosarmatskih nekropola (Subotica-Verušić, Vojlovica-Pančevo i Vršac), kao i analogni primerak iz Osijskog, pripadaju IV veku.<sup>17</sup>

**Podvarijanta Va1** – naušnice sa prethodno opisanom karikom na kojoj je privezak od glatke ili tordirane žice na kome je retko sačuvana perla od staklene paste. Naušnica iz Viminacijuma iz kremiranog groba G<sub>1</sub>- 196, datovana je novcem Karakale (198-217).<sup>18</sup> Na lokalitetima u Srbiji ih ima u II i III veku (Viminacijum, Mala Kopašnica, Guberevac-Babe), mada su prisutne i tokom IV veka (Sviloš), što je potvrđeno i analognim primercima u Akvinkumu, Intercisi i Sopijani.<sup>19</sup>

**VARIJANTA Vb** – naušnice sa karikom od glatke ili tordirane žice čiji kraj koji formira petlju sa spiralnim namotajima, obrazuje glavu naušnice, tako da ona dobija izgled pseudo-štita ili volute. Na nekropoli u Viminacijumu jedan par naušnica pripada vremenu pre A. Pija (grob je ispod žrtvene kuline sa novcem A. Pija), dok je drugi par sa istog lokaliteta datovan novcem Konstancija II ili Valentinijana I, u IV vek.<sup>20</sup> Kasnoantičkom periodu pripada i naušnica sa Pontesa. Ostali su primerci uglavnom iz II i III veka (Mala Kopašnica, Guberevac-Babe i Kolovrat). Naušnice iz Trakije i Donje Mezije, takođe se hronološki poklapaju sa identičnim naušnicama iz Gornje Mezije.<sup>21</sup>

**Podvarijanta Vb1** – naušnice sa već opisanom karikom (tip Vb, isključivo od glatke žice) sa priveskom od tanke žice koja može biti tordirana, a na čijem je kraju perla od staklene paste. Radi se o jednoj razvijenijoj formi prethodne varijante sa kojom se hronološki poklapa (II - prva polovina IV veka).

16. Zotović, 234, tip IIA

17. Bulat 1989, 284-286, sl.1,5.

18. Zotović, Jordović 1990, T. CLXIII, 7

19. Szilagyi 1956, Taf. XXVII; Alföldi 1957, Taf. LXXIX, 21; Fülep 1977, Pl.37, 2a, b.

20. Zotović, Jordović 1990, 88, T. CVI, 2.; Golubović 2001, 140.

21. Ruseva-Slokoska 1991, cat. No. 16, 17, 20, Type I, variant 4B; Popović 1999, 21, cat.1.,fig.1.

## TIP VI

Naušnice ovog tipa imaju jednostavnu kariku sa petljom i kukicom za zakopčavanje, a na karici je zalemlijen ukras u vidu iskucane kalote ili koničnog ležišta sa staklenom pastom. Pojedini primerci na karici imaju dodate priveske.

**VARIJANTA VIa** – najjednostavnije naušnice ovog tipa na karici imaju zalemlijenu kalotastu ili piramidalno iskucanu glavu od tankog zlatnog lima. Glava naušnica može biti ukrašena po rubu pseudotordiranim žicom. Iako postoji mišljenje da su one prvobitno imale priveske koji su vremenom ispali, veliki broj primeraka, isključuje tu mogućnost. U Srbiji su poznate na lokalitetima datovanim u II i III vek (Viminacijum, Guberevac-Babe, Mala Kopašnica, Komini i Beška).<sup>1</sup> Par naušnica iz Beške datovan je novcem A. Severa (222-235). Analogni primerci iz Muzeja u Majncu (nepoznati lokaliteti) datovani su u II vek, dok luksuznije naušnice sa kalotastom glavom ukrašenom granulacijom i filigranom iz Bugarske (ostava iz Nikolaeva, Sadovec i Eskus), pripadaju takođe II i sredini III vek.<sup>2</sup>

**Podvarijanta VIa1** - par zlatnih naušnica koje pored kalotaste glave na proširenom delu karike imaju zalemljene sitne granule, raspoređene u obliku grozda. Pošto je reč o nepoznatom mestu nalaza, a za sada nisu poznati identični primerci, jedino nam ostaju analogije sa sličnim naušnicama iz Bugarske koje su datovane u sredinu III veka.<sup>3</sup>

**Podvarijanta VIa2** – naušnice sa kalotastom glavom ili u obliku četvorostrane piramide od iskucanog lima koje na karici imaju žičani privezak sa kalotom ili perlom. Kao razvijenija forma varijante VIa, ova podvarijanta se hronološki podudara sa varijantom VIa (II – III vek). Na nekropoli “Više grobalja” na Viminacijumu, datovane su novcem A. Pija ( 138-161.).<sup>4</sup>

1. Zotović 1995, tip V.; Popović 1996, kat.37-42, tip II 1/1; Jovanović 1978, kat.6-7.; Pešić 1995, kat.11; Marijanski-Manojlović 1987, T. 4, 1.

2. Deppert-Lippitz 1985, Taf. 26,58-59.; Ruseva-Slokoska 1991, cat.21-25, Type I, variant 4C.

3. Ruseva-Slokoska 1991, cat.32a, b,33, 34, Type I, variant 4F.

4. Zotović, Jordović 1990, G1-193, T.CLXII,5.

**VARIJANTA VIb** – naušnice sa kukom i petljom za fiksiranje. Na karici imaju zalemljeno konično ili kvadratno ležište od iskucanog tankog lima sa ufasovanim kamenom (rubin, smaragd) ili sa staklenom pastom. Naušnice ove varijante su malobrojne. Mnogo su brojnije sa privescima, tako da postoji mogućnost da su i ove prvobitno imale priveske koji su ispali. Datuju se u period od II do III veka. Ovu hronologiju podržavaju i naušnice iz Britanskog muzeja (*Woodhouse collection, Franks Bequest*) i Muzeja u Majncu (nepoznati lokalitet).<sup>5</sup>

**Podvarijanta VIb1** – naušnice identične varijanti VIb, ali na karici imaju privezak od tanke žice sa različito oblikovanim perlama. Privesci, osim jednostavnih perli od staklene paste, mogu biti u vidu šišarki od tankog, iskucanog lima (par iz Viminacija, G<sub>1</sub>-606), ili u obliku manje amfore (Istorijski muzej Srbije u Beogradu inv. br. 62/A). Privesci u obliku amfora poznati su na naušnicama iz Britanskog muzeja (Olbia i kolekcija Kastelani).<sup>6</sup> Naušnice ove podvarijante su zastupljene od II i traju tokom III veka, dok ih u IV veku nema.

**Podvarijanta VIb2** – naušnice poput VIb1, ali na fasunzima imaju zakačena po dva priveska od tordirane žice. Samo su na naušnici sa Viminacija (G<sub>1</sub>-1055) sačuvane dve jajaste perle od staklene paste bordo boje. Ove naušnice retko su zastupljene. Naime, jedine su za sada poznate analogije iz Britanskog muzeja (*Franks Bequest*) sa po tri priveska, a datovane su u II – III vek.<sup>7</sup> Naši primerci, takođe pripadaju pomenutom periodu.

## TIP VII

Naušnice sa jednostavnom karikom, petljom i kukicom za fiksiranje i kvadratnom ili kružnom glavom od iskucanog lima sa različito oblikovanim privescima.

**VARIJANTA VIIa** – ovoj varijanti pripada

5. BMCJ 1969, Pl.LIII, 2535; Pl. LIV, 2602; Deppert-Lippitz 1985, Taf.28, 68.

6. BMCJ 1969,Pl. LIII, 2444-2445; Pl. LIV, 2607-2608.

7. BMCJ 1969, 2591-2592.

samo zlatna naušnica iz Viminacijuma (C-7344). Na karici ima zalemnjenu kvadratnu glavu od tankog lima rađenu tehnikom iskucavanja sa motivom rozete i žičani privezak kome nedostaje perla. Naušnice ovog tipa su retko zastupljene i mnogo su češće one sa glavom obrađenom presovanim koje u sredini imaju umetnutu perlu ili poludragi kamen. Datovana je u II – III vek.

**VARIJANTA VIIb** – posebnoj varijanti pripada par zlatnih naušnica iz ostave nađene u Novoj Božurni. Na kružnoj glavi je reljefno prikazana rozeta sa šest latica, rađena apliciranjem tanke žice. Na većoj kružnoj alci je prikačen privezak od tankog lima sa reljefnom predstavom ptice, verovatno goluba. Predstave ptica na naušnicama su motiv helenističkog perioda (IV – II vek pre naše ere). Međutim, obično su to luksuzni primerci rađeni u punoj plastici sa emajlom.

### TIP VIII

Naušnice sa "S" kukicom za fiksiranje i zalemnjonom glavom od iskučanog lima. Glava može biti jednostavna, pločasta ili kalotasta bez dodatnih ukrasa ili rađena tehnikom iskucavanja na matrici u obliku šestostrane piramide ili još luksuznije sa granulama i urezima, tako da ima oblik rozete.

**VARIJANTA VIIIa** - naušnice sa "S" kukicom na čijem je kraju zalemnjena kružna glava od tankog lima kalotastog oblika. Za sada su poznate samo sa viminacijumskih nekropola. Pripadaju periodu II - III veka.

**Podvarijanta VIIIa1** - naušnice sa glavom u obliku šestostrane piramide od tankog iskučanog lima i "S" kukicom za fiksiranje. Osim sa viminacijumskih nekropola, poznate su iz Male Kopašnice i Iriga, kao i sa nepoznatih lokaliteta koji se čuvaju u Narodnom muzeju u Beogradu. Analogni primerci iz Duklje, Istre i Bugarske, takođe podržavaju ovu kronologiju (II – III vek).<sup>8</sup>

### VARIJANTA VIIIb

8. Cermanović – Kuzmanović, Velimirović – Žižić, Srejović 1975, G-40.; Girardi-Jurkić, Džin 2003, kat.191; Ruseva-Slokoska 1991, cat. 43a, b, 45 a, b, 46, Type II, variant 2.

glavom u obliku manje i veće kalote koje su povezane sa pet granula i imaju "S" kukicu za fiksiranje. Rubovi gornje, manje kalote su ukrašeni sitnim granulama. Ovo su jedinstveni primerci u Srbiji, a deo su ostave iz Tekije pohrane krajem I vek n.e.<sup>9</sup> Inače, naušnice ovog oblika se proizvode od I do kraja II veka, a nakon tog perioda se ne javljaju.<sup>10</sup> Brojne su analogije kako na Zapadu (Salona, Pompeji, Herkulanium, Boskoreal, kolekcija Kastelani)<sup>11</sup> tako i na Istoku (Kipar i Palestina).<sup>12</sup>

**VARIJANTA VIIIc** – naušnice sa glavom oblikovanom u vidu rozete čije su latice kod zlatnih primeraka od granula, ili su naglašene samo urezima. Retko su zastupljene na lokalitetima u Srbiji, pa i šire. Za par naušnica iz Narodnog muzeja u Beogradu, I. Popović navodi analogni primer iz Vigenzbaha kod Kemptena (Wiggensbach, Kempten - *Cambodunum*) koji je datovan u prvu polovinu III veka,<sup>13</sup> dok su za bronzanu naušnicu sa nepoznatog lokaliteta, poznate analogije iz Sisije datovane u I vek ili nešto kasnije.<sup>14</sup>

### TIP IX

Ovom tipu pripadaju naušnice sa "S" kukicom i dragim kamenom ili perlom od staklene paste, obično u obliku heksagonalne prizme koje su fiksirane trakastim limenim kracima ili žicom, dok su složeniji primerci u obliku rozete koja može imati priveske.

**VARIJANTA IXa** - naušnice sa heksagonalnom perlom od dragog kamena ili od staklene paste, (samo jedna ima perforirani kružni biser) pričvršćenom žicom ili trakastom gredom od lima sa kracima preko kojih su fiksirane za "S" kukicu. Naušnice ovog oblika uglavnom su karakteristične za kasnoantički period, tj. III i IV vek. Takav je slučaj i sa analognim parom iz Ohrida,<sup>15</sup> ali to

9. Mano-Zisi 1957, 13.

10. Higgins 1961, 184.

11. Mano-Zisi 1957, 13.; Higgins 1961, 184, pl. 54E.; BMCJ 1969, Pl. LIV, 2618-219.

12. BMCJ 1969, Pl. LIV, 2620-2621.; Higgins 1961, 184.

13. Popović 1996, 24, tip VI 2.

14. Koščević 1995, 20, Pl.45, 413.

15. Popović 2001, kat.45.

ne isključuje njihovu raniju pojavu, kao što je to slučaj sa naušnicom iz Britanskog muzeja (kolekcija Kastelani, II – III vek),<sup>1</sup> dok je nešto mlađa ona iz Muzeja u Majncu (nepoznati lokalitet III – IV veku),<sup>2</sup> kao i naušnice iz Intercise (G-1331, datovane novcem Galijena 253-268).<sup>3</sup>

**VARIJANTA IXb** – naušnice sa heksagonalnom prizmatičnom perlom koja je žicom pričvršćena za glavu naušnice šestougaonog, kružnog ili kvadratnog oblika sa stilizovanom predstavom rozete ili palmete izvedenom iskučanjem ili presovanjem. Analognе naušnice su poznate iz kasnoantičke nekropole u Sopijanama<sup>4</sup> i Intercisi (III – IV vek).<sup>5</sup> Primerke sa viminacijskih nekropola takođe, možemo datovati od III do kraja IV veka.

**Podvarijanta IXb1** - naušnice sa poludragim kamenom ili staklenom pastom u ležištu postavljenim u obliku latica cveta. Naušnice ovako oblikovane glave vode poreklo sa crnomorskih obala i preko Gota dospevaju u Podunavlje, tako da ih možemo očekivati tek u IV veku.<sup>6</sup> Paru sa inv. br. 1123/IV je sličan par naušnica iz Sopijane, na osnovu kojih se mogu datovati u period od sredine ili druge polovine IV veka.<sup>7</sup>

**Podvarijanta IXc** – naušnice sa glavom u obliku rozete, retko kalote i sa privescima. Glava naušnice u obliku stilizovane rozete često ima umetak od staklene paste u sredini. Privesci su od glatke, a ređe od tordirane žice sa perlama ili šišarkom kao što je na naušnici iz Sočanice (*Municipium DD*). Između glave i privezaka, na paru iz Singidunuma, je trapezoidna greda od tankog lima koja nosi priveske. Sličan ovoj naušnici je primerak iz Racijarije, datovan u III vek.<sup>8</sup> Naušnice ove podvarijante su grobni nalazi i datovani su u II vek. Jedino je naušnica iz Singidunuma nešto kasnijeg datuma, tj. pripada III veku.<sup>9</sup>

1. BMCJ 1969, Pl. LV, 2638.

2. Deppert-Lippitz 1985, Taf. 32,77.

3. Vago, Bona 1976, XL, 6; XVII, 8, 9.

4. Fülep 1977, Pl.37,1a, b.

5. Alföldi 1957, Taf. LXXIX, 8.

6. Popović 2001,41, kat.49.

7. Fülep 1977, Pl. 37, 3a,b.

8. Ruseva-Slokoska 1991, cat. 54a, Type II, variant 4.

9. Pop-Lazić 2002, 33, G-227, Sl. 21,1.

## TIP X

Naušnice sa "S" kukicom na kojoj se u donjem delu nalazi glava u obliku perle ili školjke, a na alci je žičani privezak.

**VARIJANTA Xa** – naušnice koje imaju na donjem kraju kukice žicom pričvršćenu perlu od staklene paste. Na taj je način obrazovana glava naušnice. Analogni par zlatnih naušnica iz Durostoruma datovan je u period od kraja II do kraja III veka.<sup>10</sup> Ovom periodu pripadaju i primerci iz Srbije.

**VARIJANTA Xb** - par zlatnih naušnica iz Male Kopašnice, izdvaja glava od iskučanog tankog lima u obliku školjke, kao i dva šišarkasta priveska. Za ove naušnice nisu za sada poznate direktnе analogije. Na osnovu uslova nalaza, datovane su u II – III vek.

## TIP XI

Ovom tipu pripadaju naušnice sa antropomorfnom predstavom na "S" kukici. Naušnica iz Narodnog muzeja u Beogradu u funkciji glave ima bradatu mušku bistu sa modijusom na glavi što ukazuje na predstavu Serapisa. Par naušnica iz Komina u funkciji privezaka imaju gotovo celu predstavu Erosa. Naušnice iz Komina su datovane u I-II vek i verovatno su importovane u naše krajeve, dok predstavu Serapisa na naušnici iz Narodnog muzeja u Beogradu možemo vezati za period dinastije Severa kada su šireni istočnjački kultovi.<sup>11</sup>

## TIP XII

Naušnice ovog tipa izdvaja kružna ili elipsoidna glava sa umetnutim dragim kamenom, kamejom ili staklenom pastom. Okvir glave je rađen tehnikom tordiranja, prolamanja ili ažuriranja. Mogu biti bez ili sa privescima, direktnо prikačenim za glavu naušnice ili preko poprečne grede. Karika je "S" oblika.

**VARIJANTA XIIa** – naušnice sa elipsoidnim ležištem za dragi kamen ili staklenu pastu čiji je okvir ukrašen tordiranom ili filigranskom žicom.

10. Popović, Donevski 1999, 39-40. cat. 4,5.

11. Popović 1996, 22-23, tip IV, kat.55.

Obično su datovane u II i III vek, ali su prisutne i na kasnoantičkoj nekropoli u Intercisi, tako da se može očekivati njihova upotreba i u IV veku.<sup>12</sup>

**Podvarijanta XIIa1** – naušnice identične prethodnim sa priveskom direktno zalemnjениm za glavu naušnice ili preko trapezoidne grede. Posebno je interesantna naušnica iz Marguma koja ima srebrnu glavu, dok su dve ukrštene limene trake držale kamen koji sada nedostaje. Analogno pomenutom primeru je naušnica iz Britanskog muzeja datovana u III vek.<sup>13</sup> Ostali primerci iz Srbije se mogu uporediti sa parom iz Bugarske (*Bazaurt, Zhitnitsa, Dobrich region, II vek*) i Dobrog Dola kod Skoplja (početak IV vek, novac Konstantina Velikog).<sup>14</sup>

**Podvarijanta XIIa2** - par zlatnih naušnica sa nepoznatog lokaliteta (Narodni muzej u Beogradu), predstavljaju specifičnu varijantu, pre svega zbog razvijene forme privesaka. Kružni okvir je ukrašen urezanim palmetama, dok kamen nedostaje. Privesci su rađeni kombinacijom limenih ležišta za staklenu pastu, bisera i perli. Ovako složeno urađen donji segment naušnice, poznat je iz Liona i Hamburga (III- IV v.).<sup>15</sup>

**VARIJANTA XIIb** – naušnice sa elipsoidnim fasungom u kome je ufasovana kameja sa različitim predstavama (*Genius mortis, Meduza, muški portret*) i privescima. Kameje sa motivima Genija i Meduze nađene na Viminaciju čuvaju se u Narodnom muzeju u Beogradu i ukazuju na mogućnost postojanja radionice za njihovu izradu u ovom gradu. Vreme njenog delovanja obuhvatalo bi duži period od II do IV veka.<sup>16</sup> Motivi Meduze na kamejama su česti na lokalitetima Srbije, i to na različitoj vrsti nakita (prstenje, medaljoni, naušnice).<sup>17</sup> Naušnice sa identičnom predstavom su poznate iz Bugarske (Suhindol-početak III veka)<sup>18</sup>

12. Alföldi 1957, Taf. LXXIX, 1, 2, 3.

13. BMCJ, 1969, 2648-2650.

14. Vučković – Todorović 1958, 296, sl.11; Ruseva-Slokoska 1991, cat. 64a, b, Type I, variant1.

15. Popović 1996, 26, tip VIII 2a/2, kat. 80.

16. Popović 1989, 13.

17. Popović 1989, 12.

18. Ruseva-Slokoska 1991, cat.51a,b, Type II, variant 3.

Samo je na jednoj naušnici u kameo-tehnici prikazana muška bista u profilu. Na osnovu portretske karakteristike, datuje se u vreme prve tetrarhije.<sup>19</sup> Brojnije su kameje sa ženskim portretima za koje se pretpostavlja da potiču iz dva radionička centra (Viminacijum i Durostorum - od kraja II do prve polovine I veka). Na istoj naušnici su posebno zanimljivi privesci u obliku delfina. Isti motiv je prisutan na naušnici iz Nišora kod Svriljiga. Analogni motiv prisutan je na paru naušnica iz Stare Zagore (Bugarska). Delfini se vezuju za helenističku tradiciju, naročito popularnu na Tarentu, gde se krajevi narukvica završavaju ovim predstavama.<sup>20</sup>

**VARIJANTA XIIc** - naušnice sa "S" kukićom i kružnom glavom rađenom tehnikom prolamanja, u sredini retko imaju sačuvan kamen od dragog kamena. Na osnovu analognih nalaza iz Galije, datovane su u III vek.<sup>21</sup> Naušnice ove varijante su sa nepoznatih lokaliteta te ih je teško precizno datovati i mnogo su ređe zastupljene u odnosu na identične primerke sa privescima.

**Podvarijanta XIIc1** - naušnice luksuzne izrade koje na poprečnu gredu imaju prikačene žičane priveske sa biserima. Glava im je rađena tehnikom prolamanja ili ažuriranja (*opus intarsile*), čime je dobijen čipkast ornament. Brojne su analogije za ove naušnice, a najranije je datovan primerak iz Plovdiva (sredina ili druga polovina II veka), dok su iz Muzeja u Majncu, Britanskog muzeja i Bugarske, datovane u III vek.<sup>22</sup> Naši su primerci iz III veka.

### TIP XIII

Naušnice sa glavom četvrtastog oblika rađenom u tehnici iskučavanja ili prolamanja na "S" kukici za fiksiranje. Mogu biti bez ili sa privescima prikačenim obično preko trapezoidne grede. Okvir fasunga je obično tordiran ili dekorisan urezanim palmetama.

**VARIJANTA XIIIa** – naušnice u četvorovo-

19. Popović 1996, 27.

20. Ruseva-Slokoska 1991, cat.14, Type I, variant 3E.

21. Popović 1996, 28, tip IX 1.

22. Deppert-Lippitz 1985, Taf. 30-33, 73, 76.; BMCJ 1969, Pl. LV, 2665.

ugaonom fasungu imaju umetnutu staklenu pastu. Okvir fasunga je obično ukrašen tordiranjem. Naušnice ove varijante su prikazane na fresci sa predstavom mlade žene iz viminacijumske grobnice datovane u IV vek.<sup>1</sup> Analogni nalazi naušnica su poznati iz Bugarske (u oblasti Vidina), Karnuntuma, Salzburga i Muzeja u Majncu (II – III vek).<sup>2</sup> Međutim, kao što pokazuje freska sa Viminacijuma, ove su naušnice nošene i u IV veku.

**Podvarijanta XIIIa1** – naušnice identične prethodnim, ali sa privescima. U četvorougaonom fasungu mogu imati dragi kamen ili staklenu pastu, dok je okvir ukrašen tordiranjem ili urezanim palmetama. Sa teritorije Srbije su najranije datovane naušnice iz kremiranog groba u Maloj Kopašnici (II –III vek), dok su ostali primerci iz III i prvih decenija IV veka (Viminacijum i Šarkamen). Takav je slučaj sa analognom naušnicom iz Istre (Medulin-Burle - IV vek).<sup>3</sup>

**VARIJANTA XIIIb** – naušnice sa četvorougaonom glavom rađenom tehnikom prolamanja, u centru imaju heksagonalnu perlu od smaragda žicom pričvršćenu za fasung. Naši su primerci datovani u III vek, kao i analogni nalazi iz Racijarije, Muzeja u Majncu i iz kolekcije Kastelani.<sup>4</sup>

\* \* \*

Analizom rimskih naušnica iz Srbije dobijena je jasna slika o njihovom poreklu i stilskim odlikama koje ih svrstavaju u pojedine tipove, a na osnovu dominantnosti na pojedinim lokalitetima, mogu se pratiti radionički centri i tokovi produkcije. Na osnovu navedenih karakteristika mogu se izdvojiti tri osnovne grupe:

I - naušnice sa sačuvanom autohtonom tradicijom

II - naušnice sa helenističkom tradicijom prisutnom na autohtonim primercima

1. Korać 1991, 118-119, fig. 11.

2. Ruseva-Slokovska 1991, cat.47, Type II, variant 2; Deppert-Lippitz 1985, Taf. 29, 71.

3. Girardi-Jurkić, Džin 2003, kat. 195, G-2014.

4. Ruseva-Slokoska 1991, cat.53a, b, Type II, variant 4.; Deppert-Lippitz 1985, Taf. 32, 75.; BMCJ 1969, 2674.

III - lokalna produkcija:

- istočno-mediteranski uticaji
- zapadni uticaji

IV - import iz italskih radioničkih centara

\* \* \*

### NAUŠNICE SA SAČUVANOM AUTOHTONOM TRADICIJOM

Naušnice ovog tipa vode poreklo još iz halštatskog i latenskog perioda na Balkanu. Tu spadaju naušnice tipa IIIa sa labavo namotanom žicom na donjem delu karike koja formira ukras u obliku osmice. Samo je jedna zlatna, dok su ostale srebrne i vode poreklo od starijih latenskih uzora koji su sporadično prisutni i u rimskom periodu.<sup>5</sup> Verovatno su nastale iz težnje za imitacijom luskuznih primeraka od zlata ukrašenih filigranom i granulacijom koji su bili nedostupni nižim društvenim slojevima, a sa kojima su dolazili u kontakt preko helenističkih uzora. Sama činjenica da su uglavnom izrađivane od srebra, ukazuje na autohton karakter ovog nakita. Naime, srebrni nakit je imao poseban značaj u balkanskom regionu i predstavlja je zajedničku komponentu za ilirske, dačke, tračke i keltske supstrate koji su se preplitali u predrimsko doba, a zadržali su se sve do III veka naše ere. Autohtonog karaktera su i naušnice tipa IIIc koje su sastavni deo ostava iz Nove Božurne kod Prokuplja i sa Crnog Vrha kod Jagodine. Zlatna naušnica iz Nove Božurne sa privescima u obliku stilizovanih alatki je specifična, pre svega po materijalu od kog je izrađena. Nakit sa privescima u obliku različitih alatki (klinovi, sekire, dleta) obično se izrađuje od srebra i vezuje se za dako-getske proizvodni krug, na čijem su području nađene brojne ostave sa pohranjenim natikom ovog tipa, kao i pojedinačni nalazi (ostava iz Tekije, Bara, nalazi iz Rumunije i Bugarske).<sup>6</sup> Navedeni privesci na natiku iz perida od I do III

5. Marić 1968, Tab. III/14, 81; Tab. IV/15; Tab. V/4; Tab. VIII/18; Tab. XX/7; Tab. XXII/8; Popović 2002, 145-155.

6. Mano-Zisi 1957; Popović, Borić-Brešković 1994.; Jovanović 1978, 77.

veka, svedoče o razvijenoj zanatskoj produkciji u centralnom Balkanu, Donjem i Srednjem Podunavlju koja je postojala u predrimsko doba, a vodi poreklo još iz halštatske baštine. Dva para srebrnih naušnica sa Crnog Vrha,<sup>7</sup> predstavljaju za sada unikatne primerke. Specifični privesci u obliku bršljanovog lista, svrstavaju ih u grupu autohtonog nakita koji je prisutan na širem balkansko-podunavskom području (zapadna i centralna Bosna, Podrinje, delovi Panonije do srednjeg Podunavlja). Nošeni su na srebrnim upletenim lancima samostalno ili u kombinaciji sa lengerastim fibulama i na alkama sa prevučenim i spiralno namotanim krajevima gde su u funkciji privezaka. Za sada je poznat samo jedan takav privezak na srebrnoj naušnici iz Radomira, na levoj obali Strume.<sup>8</sup> Kako je ostava pohranjena oko sredine III veka, izrada naušnica sa lokaliteta "Glavica" vezuje se za početak istog veka.<sup>9</sup> Ovakvim datovanjem naušnica dovodi se u pitanje sam proces romanizacije koji izgleda nije rado i brzo prihvaćen kod lokalnog stanovništva, već je tekaо postepeno, što se ogleda i na nakitu sa autohtonim karakteristikama prisutnim i tokom III veka. Istoј grupi pripadaju naušnice sa prevučenim i spiralno namotanim krajevima bez ili sa privescima (tip IVa-a1). Pre svega se dovodi u pitanje njihova funkcija. Specifičan način kopčanja, nepraktičan za skidanje naušnice, daje mogućnost da su nošene kao privesci na torkvesima, narukvicama, ili dijademama. Ovo se odnosi na primerke sa masivnim privescima. Brojne su srebrne alke ovog tipa koje su imale funkciju privezaka (ostava iz Tekije, Bara, Nove Božurne, Glavice na Crnom Vrhu). Vežu se za dako-getski kulturni krug. Prema mišljenju Lj. Ruseve-Slokovske, ukoliko su nošene na ušnoj školjci, nisu skidane ili su stavljanе u grobove kao funerarni prilozi.<sup>10</sup> Osim

7. S. Dodić ukazuje na pogrešnu lokaciju naušnica, koje je I. Popović navela da potiču sa Juhora. Prema S. Dodić one su sa lok. "Glavica" kod Gornjeg Štiplja, na Crnom Vrhu, videti u: Nakit od praistorije do danas iz zbirki Zavičajnog muzeja u Jagodini, Jagodina, 2004.

8. Popović 2002, 45-47; Popović 1994, 29.

9. Popović 2002, 75.

10. Ruseva-Slokovska 1991, 24-25.

naušnica, izrađivano je prstenje i narukvice ove forme. Posebno je teško izdvojiti naušnice od prstenja i to je moguće samo na osnovu mesta nalaza u grobu. Često su karike ovog tipa imale i upotrebnu funkciju spajajući drške posuda sa metalnom ručkom (Viminacijum C-6386 i C-7621, lokalitet Pećine).<sup>11</sup> Specifični privesci na karikama ovog tipa odlika su nerimskog življa, pre svega Sarmata (kauri puž – nose žene i devojke kao privezak na ogrlici, narukvici ili na pojasu).<sup>12</sup> Svakako su imali apotropejsko značenje, poput dobošastih privezaka. Usled nepraktičnosti, karike sa masivnim privescima verovatno su bile našivane na odeću, poput raznobojnih perli koje su ukazivale na raskoš i poseban stil sarmatske nošnje.<sup>13</sup>

Naušnice tipa Vb-b1 sa glavom u obliku tzv. pseudoštita, izvedenog horizontalnim spiralnim namotajima, poznate su još iz grčke materijalne kulture, koja je rado prihvaćena od strane halštatske i latenske plemenske aristokratije na Balkanu, u kojoj su motivi spirale, i uopšte geometrijski motivi, bili standardni dekorativni elementi. Primeri iz Srbije su brojni, naročito bez privezaka, a datovani su od II do IV veka. Isti način dekoracije je poznat na narukvicama i prstenju.<sup>14</sup> Ranije dатована naušnica iz Skupa (kraj I početak II veka),<sup>15</sup> može pomeriti ovu hronološku granicu, o čemu će posvedočiti buduća arheološka iskopavanja.

\* \* \*

## NAUŠNICE SA JAKOM HELENISTIČKOM TRADICIJOM

Naušnice tipa IIIb su prihvaćene kod autohtonog stanovništva. Glava je rađena u tehniци filigrana i granulacije i ima oblik tzv. "Herkulovog čvora". Ovaj tipično helenistički dekorativni motiv (III – I vek pre nove ere) korišćen je na ogrlicama i narukvicama pomenutog perioda,

11. Podaci su preuzeti iz dokumentacije.

12. Sekereš 1998, 117.

13. Barački 1972-1973, 8.

14. Popović, Borić-Brešković 1994, sl.5-7, 20-23.

15. Mikulčić 1975, 89-100, sl.49.

a postaje omiljen i kod autohtonog stanovništva jednog šireg geografskog prostora. Nalažen je na lokalitetima u Južnoj Rusiji, Siriji i Kipru.<sup>1</sup> U rimskom periodu, naušnice ovog tipa prisutne su oko Lima i Ibra (Kolovrat) u jugoistočnoj i istočnoj Srbiji, Podunavlju (Niška Banja, Lozni Rasadnik kod Niša, Nova Božurna, Mala Kopašnica, Sočanica, Prahovo, Sirmijum i Viminacijum) u Rumuniji i istočnoj i jugoistočnoj Bugarskoj.<sup>2</sup> Tokom dužeg perioda njihove upotrebe (od kraja II do kraja III veka) zapažaju se razlike u dekorativnoj obradi koje su verovatno rezultat različitih radioničkih centara, ali i modnog trenda. Najjednostavniji primerci su ukrašeni samo granulama, dok složeniji oblici na petljama Herkulovog čvora imaju kružne limene aplikacije sa rožastim ispupčenjima. Ovoj grupi pripadaju i naušnice tipa IIc sa kupastim priveskom koji je u helenističkom svetu simbolizovao Herkulovu batinu. Međutim, u rimskom se svetu ova simbolika gubi, a sam privezak transformiše u jednu geometrijsku formu na kojoj su samo filigranski ukrasi sa sporadičnim granulama podsećali na njegovu prvobitnu simboliku.

\* \* \*

### **NAUŠNICE LOKALNE PRODUKCIJE SA DOMINANTNIM ISTOČNO-MEDITERANSKIM UTICAJEM**

Tipovi od VIII do XIII sa "S" kukicom za fiksiranje i različito oblikovanom glavom, vode poreklo od helenističkih oblika, kod kojih je glava uglavnom oblikovana u vidu rozete, palmete ili školjke, što je sačuvano i na pojedinim primerima iz Srbije (Tip IXb, c; Xb), dok su privesci zoomorfni ili antropomorfni (Tip VIIb, XI). Navedeni motivi su u rimskom periodu postali omiljeni u istočno-mediteranskim radioničkim centrima. Vremenom ova helenistička tradicija dobija nove stilске odlike, pre svega diktirane novim ukusom

provincijskog i varvarskog stanovništva, koga karakteriše tzv. polihromni stil (kombinacija poludragog i dragog kamena, staklene paste i bisera). Nakit dekorisan na taj način je imao poseban naziv - *uniones*. Naušnice ovog oblika (Tip XIIa-a1; XIIIa-a1) se proizvode u Aleksandriji, Siriji, crnomorskim radionicama, a rado ih prihvataju i izrađuju majstori u lokalnim radioničkim centrima širom rimskog carstva. Takve su juvelirske radionice verovatno postojale u svim većim urbanim centrima u Srbiji. Iako nisu arheološki potvrđene, njihovo postojanje treba očekivati u južnoj Srbiji (Niš i Ulpijana)<sup>3</sup> i u Podunavlju (Singidunum i Viminacijum). Dugogodišnja arheološka iskopavanja na Viminacijumu za sada nisu potvrdila postojanje takvog radioničkog centra, ali velika koncentracija nakita na viminacijumskim nekropolama, zlatarski nakovanj sa lokalitetu "Čair" i prisustvo jednog *faber argentarius*-a, potvrđuju ovo već ustaljeno mišljenje.<sup>4</sup> To se odnosi i na gliptičke proizvode koji su brojni na teritoriji Viminacijuma, a sreću se i na naušnicama tipa XIIb.<sup>5</sup> Posebno su luksuzne izrade naušnice tipa XIIc-c1 i XIIIb, rađene tehnikom prolamanja, a ređe ažuriranja (*opus intreasile*). Retki su primerci sa čipkastim ornamentom (nepoznat lokalitet, Orljevo i Mala Kopašnica), a takav je slučaj i na širem balkansko-podunavskom području, što bi eventualno ukazivalo na njihov import iz istočno-mediteranskog područja.

U lokalnim radionicama verovatno su prvobitno radili majstori iz Grčke ili Sirije kojima su već bile dobro poznate ove forme nakita, a vremenom njihovo umeće bi preuzimali i lokalni majstori. Tome ide u prilog prisustvo sirijske dijaspore u Viminacijumu,<sup>6</sup> ali i bogato rudno blago kojim je raspolagala Gornja Mezija.<sup>7</sup>

3. Jovanović 1978, 33-34.

4. Spasić 1994, 82.

5. Popović 1989; Popović 1991.

6. Mirković 1968, 69.

7. Popović 1994, 13-18.

1.. Ruseva-Slokoska 1991, 28, Type I, variant 4D.

2. Popović 2001, 36-37.; Popović 1999, 77-92; Jovanović 1979.

\* \* \*

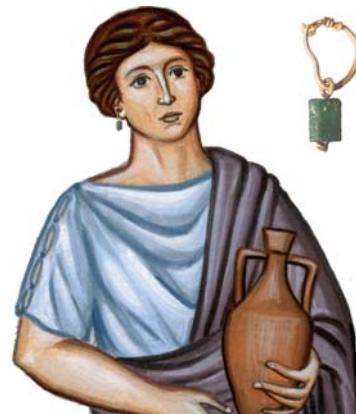
### NAUŠNICE LOKALNE PRODUKCIJE NASTALE POD UTICAJEM ZAPADNOG (ITALSKOG) KULTURNOG KRUGA

Naušnice tipa VIIa-a1 karakteriše glava u obliku sferične kalote ili heksagonalne zarubljene piramide. Poput naušnica iz Tekije, tretiraju se kao kasnoetrurski modni trend koji je preživeo i nastavio da se proizvodi tokom rimskog perioda od I do III veka. Priličan broj naušnica ove varijante i podvarijante, ukazuje na postojanje radioničkog centra, ali kako je većina sa nepoznatih lokaliteta, teško ga je locirati. Naušnice ovog tipa su brojne na lokalitetima Bugarske.<sup>8</sup> Možda treba očekivati neku zajedničku radionicu na prostoru Gornje i Donje Mezije koja je zadovoljavala potrebe lokalnog stanovništva.

\* \* \*

### IMPORT IZ ITALSKIH RADIONIČKIH CENTARA

Jedino se naušnice tipa VIIib iz tekijске ostave, sa sigurnošću mogu tretirati kao italski import, verovatno iz kampanske oblasti. Polusferične kalote su posebno vezane za kasnoetrurske naušnice, a uočljiva je i njihova sličnost sa bulama, takođe etrurskog porekla. Verovatno su iz Italije preko Salone (gde je poznat jedan primerak), dospele na dunavski limes gde ih je pohranio rimski vojnik iz Verove centurije. Pohranjivanje ostave je datovano Domicijanovim novcem krajem 81. godine.<sup>9</sup>



8. Ruseva-Slokoska 1991,29-30.

9. Mano-Zisi 1957,13.

Naušnice - rekonstrukcije



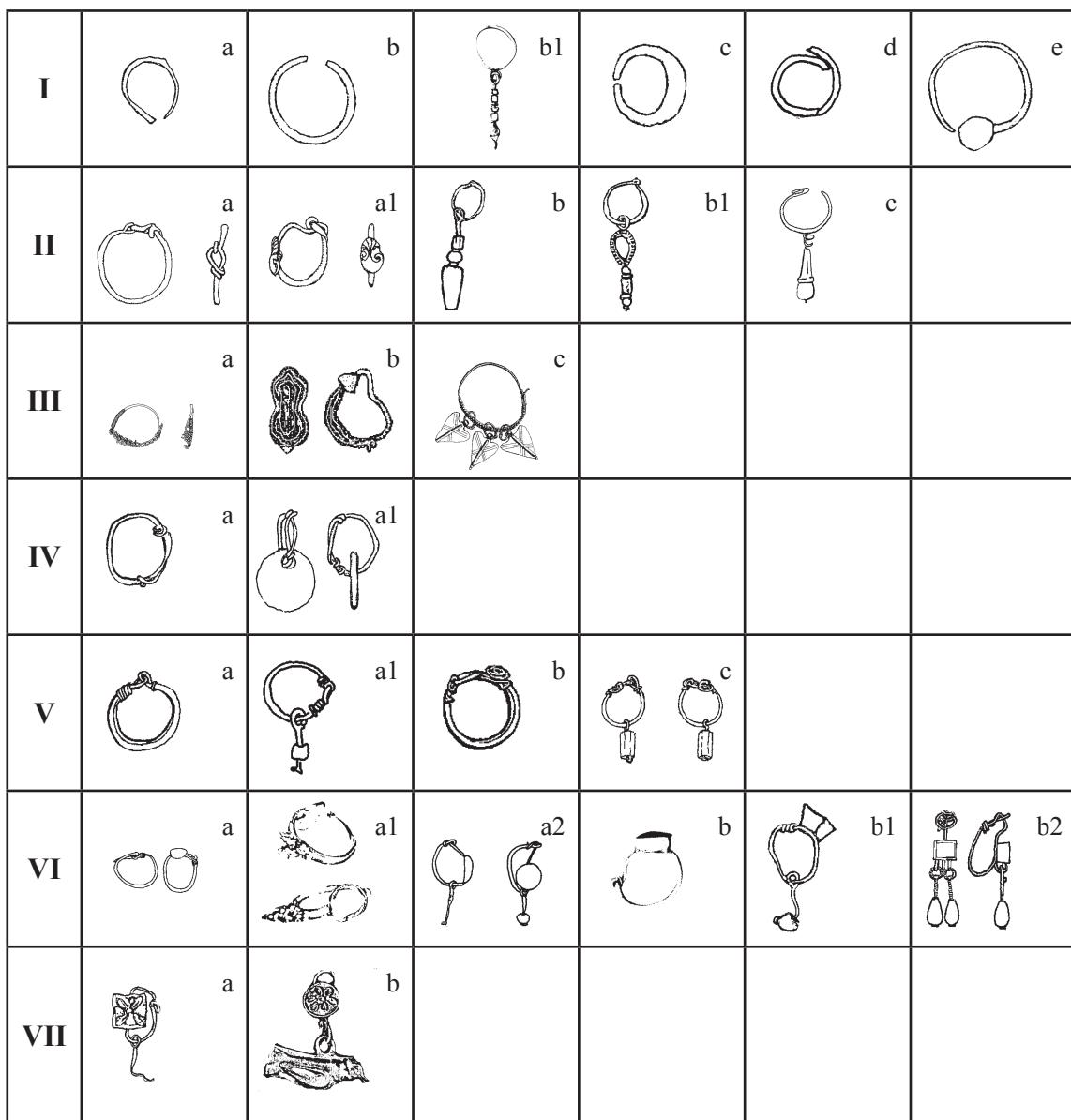
Sl. 1. Geografska karta Srbije sa nalazima naušnica.

- |                      |                        |                         |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. Čortanovci        | 17. Medijana           | 33. Šarkamen            |
| 2. Beška             | 18. Niš                | 34. Glavnik             |
| 3. Sviloš            | 19. Mala Kopašnica     | 35. Vatin               |
| 4. Sremska Mitrovica | 20. Bela Palanka       | 36. Kovačica            |
| 5. Novi Banovci      | 21. Gračanica          | 37. Kosovska Mitrovica  |
| 6. Gomolava          | 22. Subotica-Verušić   | 38. Veliko Gradište     |
| 7. Beograd           | 23. Vršac              | 39. Nišor               |
| 8. Ritopek           | 24. Nova Božurna       | 40. Gornje Štiplje      |
| 9. Obrenovac         | 25. Niška Banja        | 41. Guberevac-Babe      |
| 10. Kostolac         | 26. Vranj              | 42. Komini              |
| 11. Tekija           | 27. Vojlovica-Pančevvo | 43. Sočanica            |
| 12. Kostol           | 28. Seone              | 44. Boljevac            |
| 13. Prahovo          | 29. Baljevac           | 45. Donja Vrežina       |
| 14. Gamzigrad        | 30. Orljevo            | 46. Mačvanska Mitrovica |
| 15. Ravna            | 31. Dubravica          |                         |
| 16. Kolovrat         | 32. Irig               |                         |

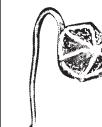
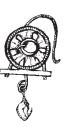
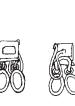
TIP	ZLATO(Au)	SREBRO(Ag)	BRONZA(Br)	UKUPNO
Ia	1	3	9	13
Ib		1	9	10
Ib1	11	1	3	15
Ic	1	3	2	6
Id	/	/	2	2
Ie	/	2	5	7
procenti	<b>24,52%</b>	<b>18,86%</b>	<b>56,6%</b>	<b>53</b>
IIa	25	11	31	67
IIa1	2	3	3	8
IIb	21	15	13	49
IIb1	5	/	/	5
IIc	10	3	6	19
procenti	<b>42,56%</b>	<b>21,62%</b>	<b>35,81%</b>	<b>148</b>
IIIa	3	5	/	8
IIIb	10	5	2 (Ag+Cu)	17
IIIc	1	4	/	5
procenti	<b>46,6%</b>	<b>46,6%</b>	<b>6,66%</b>	<b>30</b>
IVa	14	2	7	23
IVa1	1	3	6	10
procenti	<b>45,45%</b>	<b>15,15%</b>	<b>39,39%</b>	<b>33</b>
Va	54	12+1(Ag+Br)	25	92
Va1	28	2	4	34
Vb	35	3	1	39
Vb1	14	2	/	16
procenti	<b>72,37%</b>	<b>10,49%</b>	<b>0,55%</b>	<b>181</b>
VIa	23	/	/	23
VIa1	2	/	/	2
VIa2	15	/	/	15
VIb	7	/	/	7
VIb1	23	/	/	23
VIb2	2	/	/	2
procenti	<b>100%</b>	/	/	<b>72</b>
VIIa	1	/	/	1
VIIb	2	/	/	2
procenti	<b>100%</b>			<b>3</b>
VIIIa	11	/	2	13
VIIIa1	14	/	/	14
VIIIb	5	/	/	5
VIIIc	3	/	1	4
procenti	<b>91,66%</b>	<b>0%</b>	<b>8,34%</b>	<b>36</b>
IXa	19	/	/	19
IXb	5	1	/	6
IXb1	4	/	/	4
IXc	7	/	/	7
procenti	<b>97,2%</b>	<b>2,77%</b>	/	<b>36</b>
Xa	6	/	/	6
Xb	2	/	/	2
procenti	<b>100%</b>	/	/	<b>8</b>
XI	3	/	/	3
procenti	<b>100%</b>	/	/	<b>3</b>

<b>XIIa</b>	4	/	1	5
<b>XIIa1</b>	10	/	/	10
<b>XIIa2</b>	2	/	/	2
<b>XIIb</b>	5	/	/	5
<b>XIIc</b>	6	/	/	6
<b>XIIc1</b>	15	/	/	15
<b>procenti</b>	<b>97,67%</b>	/	<b>2,32%</b>	<b>43</b>
<b>XIIIa</b>	5	/	/	5
<b>XIIIa1</b>	15	/	/	15
<b>XIIIb</b>	4	/	/	4
<b>procenti</b>	<b>100%</b>	/	/	<b>24</b>

Sl.2. Tabelarni prikaz naušnica po tipovima, vrsti metala i procentima



Sl. 3. Tipološka klasifikacija naušnica sa petljom i kukicom za fiksiranje

VIII	a 	a1 	b 	c 		
IX	a 	b 	b1 	c 		
X	a 	b 				
XI						
XII	a 	a1 	a2 	b 	c 	c1 
XIII	a 	a1 	b 			

Sl. 4. Tipološka klasifikacija naušnica sa S kukicom za fiksiranje.

**RESUME****Style-typological distinction and origin of the forms of Earrings from the Roman period in Serbia**

This paper deals with earrings from the Roman period from the territory of Serbia, from 1<sup>st</sup> to the end of 5<sup>th</sup> cent. On the whole, 659 are presented (463 made of gold, 73 made of silver, 3 of silver-plated copper wire and 120 made of bronze, Fig. 2). Within the stylistic-typological analysis of the earrings, two basic groups were formed: ring-like earrings (with opened or closed endings, with or without a pendant, TYPE Ia - TYPE VIIb, Fig. 3)

and earrings with an "S" shaped hook for fixing (TYPE VIIIa - XIIIb, Fig. 4). The stylistic-typological analysis of the earrings from Serbia made it possible to visualise certain stylistic characteristics, as well as production centres in this area (Viminacijum, Mala Kopašnica, Ulpijana, Kolovrat, Beška, Svilos, Komini, Niš, Sočanica, Vršac, Vojilovica - Pančevo, Subotica - Verušić, etc.), from hoards (Tekija, Nova Božurna, Gornje Štiplje at Crni Vrh and Šarkamen) and accidental finds kept in various museums throughout Serbia (compare map with sites, Fig. 1). This material can be placed into three basic groups:

I - Earrings with preserved local tradition

II - Earrings with Hellenistic tradition on autochthonous examples

III - Local production:

- East Mediterranean influences
- Western influences

IV - Import from Italic manufacturing centres.

Besides imported jewelry, earrings included, which originate from famous manufacturing centres (Aquileia, Alexandria, Syria, Black Sea area), one should also consider the existence of local manufacturers throughout the Roman Empire, including the territory of modern Serbia. It is certain that such manufactories existed in all the bigger urban centres in Serbia. Although not archaeologically confirmed, their existence can be expected in southern Serbia (Niš and Ulpiana), as well as in the Danube valley (Singidunum and Viminacium). The long lasting archaeological excavations at Viminacium have not yet confirmed the existence of such a production center, but a great number of such jewelry at the Viminacium necropoles, jewelers' anvil from the site "Čair" and the presence of an faber argentarius confirm this already common opinion.

Translated by M. Tapavički-Ilić

## BIBLIOGRAFIJA

### Alföldi 1957

R. M. Alföldi, Intercisa II ( Dunapentele), Geschichte der Stadt in der Römerzeit, *Archaeologia Hungarica*, XXXVI, Budapest 1956.

### Barački 1961

S. Barački, Sarmatski nalazi iz Vršca, *Rad vojvodanskih muzeja* 10, Novi Sad 1961, 117-142.

### Barački 1973

S. Barački, *Nalazi Sarmata u Južnom Banatu*, Bačka Palanka 1973.

### Batistić- Popadić 1985

D. Batistić-Popadić, Sarmatska nekropola Vojlovica-Pančevo, *Rad vojvodanskih muzeja* 29, Novi Sad 1985.

### BMCJ 1969

H. F. Marshall, *Catalogue of the Jewellery, Greek, Etruscan and Roman in the Departments of Antiquities*, British Museum, London, 1969.

### Bulat 1989

M. Bulat, Rimski zlatni nakit u Muzeju Slavonije, *Osječki zbornik* XX, Osijek 1989, 284-286.

### Cermanović-Kuzmanović,

### Velimirović-Žižić, Srejović 1975

A. Cermanović-Kuzmanović, O. Velimirović-Žižić, D. Srejović, *Antička Duklja-nekropole*, Titograd 1975.

### Cermanović-Kuzmanović 1995

A. Cermanović-Kuzmanović, Predmeti i nakit od srebra iz Kolovrata, u *Radionice i kovnice srebra* (priredila I. Popović), Beograd 1995, 227-230.

### Cermanović-Kuzmanović 1997

A. Cermanović-Kuzmanović, Nakit od plemenitog metala sa nekropola u Kominima ( Municipium S...), u *Avtioðopov Dragoslavo Srejović*, Beograd 1997.

### Čremošnik 1958

I. Čremošnik, Panonska nošnja na rimskim spomenicima u Bosni i drugim krajevima, *GZM*, Sarajevo 1958, 147-151.

### Dautova-Ruševljian 1995

V. Dautova-Ruševljian, Rimski srebrni predmeti u Muzeju Vojvodine, u *Radionice i kovnice srebra* (priredila I. Popović), Beograd 1995, 243-244.

### Deppert-Lippitz 1985

B. Deppert-Lippitz, *Goldschmuck der Römerzeit im Römische – Germanichen Zentral museum*, Bonn 1985.

### Ercegović-Pavlović 1980

C. Ercegović-Pavlović, *Les necropoles romains et médiévaux de Mačvanska Mitrovica*, Beograd 1980.

### Fidanovski 1988

S. Fidanovski, Nekropole municipiuma DD u svet-

lu novih istraživanja, *Glasnik Muzeja Kosova XV-XVI*, Priština 1988, 11-49.

#### Fidanovski 1998

S. Fidanovski, Rimski i ranovizantijski period, u *Arheološko blago Kosova i Metohije od neolita do ranog srednjeg veka*, Beograd 1998, 256-350.

#### Fülep 1977

F. Fülep, Roman Cemeteries of the Territory of Pécs (Sopianae), Budapest 1977.

#### Girardi-Jurkić, Džin 2003

V. Girardi-Jurkić, K. Džin, *Sjaj antičkih nekropola Istre*, Monografije i katalozi 13, Pula 2003.

#### Golubović 2001

S. Golubović, Prilog proučavanju olovnih sarkofaga u Gornjoj Meziji, *Viminacium* 12, Požarevac 2001, 135-158.

#### Higgins 1961

R.A. Higgins, *Greek and Roman Jewellery*, London 1961.

#### Ivanišević, Kazanski 2002

V. Ivanišević, M. Kazanski, La necropole de l'époque des grandes migrations à Singidunum, *Singidunum* 3, Beograd 2002, 101-158.

#### Jovanović 1978

A. Jovanović, *Nakit u rimske Dardanije*, Beograd 1978.

#### Jovanović 1979

A. Jovanović, Naušnice ukrašene filigranom i granulacijom iz II-III veka sa teritorije jugoistočne Srbije, *Starinar* XXVIII-XXIX, Beograd 1979, 143-149.

#### Korać 1991

M. Korać, Late Roman Tomb with Frescoes from Viminacium, *Starinar* XLII, Beograd 1991, 107-125.

#### Koščević 1995

R. Koščević, Finds and Metalwork production Panonia Superior, *Siscia*, Zagreb 1995, 417-431.

#### Mano-Zisi 1957

D. Mano-Zisi, *Nalaz iz Tekije*, Beograd 1957.

#### Marijanski-Manojlović 1987

M. Marijanski-Manojlović, *Rimska nekropola kod Beške u Sremu*, Novi Sad 1987.

#### Marić 1968

Z. Marić, Japodske nekropole u dolini Une, *GZM n.s. XXIII*, Sarajevo 1968, 5-79.

#### Mikulčić 1975

I. Mikulčić, Ranorimski skeletni grobovi iz Skupa, *Starinar* XXIV-XXV, Beograd 1975, 89-100.

#### Mihovilić 1979

K. Mihovilić, Prstenje i naušnice rimskog doba Slovenije, *Arheološki vestnik* 30, Ljubljana 1979, 223-242.

#### Minić 1987

D. Minić, Spiralno uvijena žica na srednjovjekovnom nakitu iz Srbije, *Starinar* XXXVII, Beograd 1987, 73-80.

#### Mirković 1968

M. Mirković, *Rimski gradovi na Dunavu u Gornjoj Meziji*, Beograd 1968.

#### Petru 1972

S. Petru, *Emanske nekropole*, Ljubljana 1972.

#### Pesić 1995

J. Pešić, Zlatni nakit iz rimske nekropole u Maloj Kopašnici, *Leskovački zbornik* XXXV, Leskovac 1995, 25-45.

#### Pop-Lazić 2002

S. Pop-Lazić, Nekropole rimskog Singidunuma, *Singidunum* 3, Beograd 2002, 7-101.

**Popović 1989**

I. Popović, *Rimske kameje u Narodnom muzeju u Beogradu*, Beograd 1989.

**Popović 1991**

I. Popović, Rimske kameje iz Narodnog muzeja u Požarevcu, *Viminacium 6*, Požarevac 1991, 53-64.

**Popović 1994**

I. Popović, Autohtone i helenističke tradicije na rimskom nakitu I-III veka, u *Antičko srebro u Srbiji* (priredila I. Popović), Beograd 1994, 25-33.

**Popović, Borić-Brešković 1994**

I. Popović, B. Borić-Brešković, *Ostava iz Bara/The Bare Hoard*, Beograd 1994.

**Popović 1996**

I. Popović, *Rimski nakit u Narodnom muzeju u Beogradu*, II Zlatan nakit/Les bijoux romains du Musée national de Belgrade, II, Les bijoux d or, Beograd 1996.

**Popović, Tomović 1998**

I. Popović, M. Tomović, Golden Jewellery from the Imperial Mausoleum at Šarkamen (eastern Serbia), *Antiquite tardive 6*, Beograd 1998, 287-312.

**Popović 1999**

I. Popović, Roman Jewelry in the Form of Hercules Symbols in the Central Balkans, *Starinar XLIX*, Beograd 1999, 77-92.

**Popović, Donevski 1999**

I. Popović, P. Donevski, *Gold and silver jewelry from Durostorum burials*, Svishtov 1999.

**Popović 2001**

I. Popović, *Kasnoantički i ranovizantijski nakit od zlata u Narodnom muzeju u Beogradu*, Beograd 2001.

**Popović 2002**

I. Popović, *Nakit sa Juhora, ostava ili sakralni tezaurus*, Beograd 2002.

**Popović 2002**

I. Popović, Le site laténien de Dautovac-Korićani et les fibules ornées de «boucles» ou de «huit» («A Brandebourgs»), *Starinar*, knj.LII, Beograd 2002, 145-155.

**Popović 2003**

V. Popović, *Sirmium, grad careva i mučenika*, Sremska Mitrovica 2003.

**Ruseva-Slokoska 1991**

Ruseva-Slokoska, 1991. *Roman Jewellery. A Collection of the National Archaeological Museum – Sofia*, London 1991.

**Sekereš 1998**

A. Sekereš, Sarmatska nekropola Subotica-Verušić, *Rad Vojvođanskih muzeja 40*, Novi Sad 1998, 107-147.

**Spasić 1994**

D. Spasić, Rimske naušnice iz Narodnog muzeja u Požarevcu, *Viminacium 8-9*, Požarevac 1994, 73-86.

**Spasić 1996**

D. Spasić, *Katalog, u Narodni muzej u Požarevcu 1896-1996*, Požarevac 1996.

**Szilágy 1956**

J. Szilágy, *Aquincum*, Budapest 1956.

**Vágó, Bóna 1976**

E. Vágó, I. Bóna, *Die Gräberfelder von Intercisa I. Der spätromische Südostfriedhof*, Budapest 1976.

**Zotović, Jordović 1990**

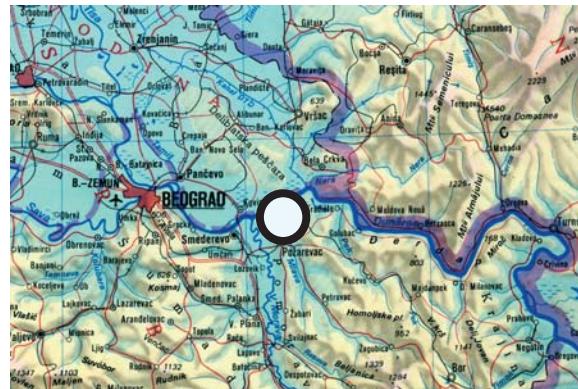
Lj. Zotović, Č. Jordović, *Viminacium I, Nekropola Više Grobalja*, Beograd 1990.

**Zotović 1995**

Lj. Zotović, Tipološka analiza minduša od srebra iz rimskih radionica Viminacijuma, u *Radionice i kovnice srebra* (priredila I. Popović), Beograd 1995, 233-242.

Angelina Raičković  
Arheološki institut Beograd

Saša Redžić  
Arheološki institut Beograd



904:666.3.041(497.11)"01/03"

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

## KERAMIČKE I OPEKARSKE PEĆI VIMINACIJUMA - LOKACIJE “PEĆINE” I “LIVADE KOD ĆUPRIJE”

**ABSTRAKT** U neposrednoj blizini Zanatskog centra, na lokacijama Pećine (Razvodno postrojenje) i Livade kod čuprije, prilikom nivелисања терена откријене су и делimičно уништено радом мешинизације, три пећи за печење овеци и четири пећи за печење керамике. Конструкционо су врло сличне пећима откривени на простору Занатског центра. Од њих се разликују по систему градње и коришћеном материјалу. Керамички материјал пронађен у њима и отпадним јамама око њих датује им у период од средине II и у који III век. Пrestanak rada i upotrebe ovih peći vezuje se za period IV veka.

**KLJUČNE REČI:** OPEKARSKA PEĆ, KERAMIČARSKA PEĆ, KERAMIČKE POSUDE, OPEKA, OTPADNE JAME.

U toku izgradnje TE Kostolac B teren je nivелисан zbog gradnje будућih postrojenja. Tom prilikom je дошло до откривања и оштећivanja неколико objekata (sl. 1).<sup>1</sup>

Ravnanjem основе и постављањем бетонских постамената<sup>2</sup> на том простору откријене су и оштећене три пећи за печење овеци, четири пећи за печење керамике, две цркве, *villa rustica* и неколико гробова са инхумираним поконцима. Две оpekarske peći откријене су у neposrednoj blizini objekata названих Crkva A и Crkva B (P. I.). Treća opekarska peć je откријена severno od njih, испод данашnjeg dimnjaka TE (sl. 2, 4) u čijem

su južnom профилу ископа откријене и три керамиčке пећи са zajедничком отпадном јамом (P. IX), dok је четврта керамиčка пећ откријена испод зида бр. 4 *villae rusticae* (P. II).



1. Radovi su izvođeni u saradnji sa Arheološkim institutom iz Beograda i Republičkim zavodom za zaštitu spomenika kulture.

2. Betonski postamenti br. 4, 5, 11, 12.

Slika 1. Situacija na terenu prilikom gradnje TE Kostolac B

Postojanje radionice za izradu keramike u arealu Viminacijuma potvrđeno je pre svega, otkrićima peći. Na prostoru Zanatskog centra i u njegovoj neposrednoj blizini do sada je otkriveno 19 peći, što ga ubraja među veća radionička središta.<sup>1</sup> Lokacija na kojoj su nađene četiri peći za pečenje keramike i tri za pečenje opeka je zanimljiva zbog blizine i, nesumnjive, povezanosti sa Zanatskim centrom. Ta povezanost se ogleda kako po istom načinu gradnje samih peći, tako i po pokretnom materijalu nađenom u pećima i slojevima oko njih što ukazuje i na njihovu istovremenost.

Svaka peć za pečenje posuda sastoji se iz istih delova, s tim da variraju veličina i oblik, kako osnove tako i gornjeg dela. Ložište je deo peći u kojem se odvija pravo gorenje i proizvođenje topote. Toplota dejstvuje na predmete u «prostoru za pečenje», na koji su, kao treći deo, priključeni dimni kanali sa dimnjakom. Na nekim pećima ovog tipa može se primetiti da je odvod vazduha u visini ognjišne ploče.<sup>2</sup> Na pećima koje su pronađene u arealu Viminacijuma, kod kojih je kalota bolje očuvana, takvi otvor nedostaju, pa se pretpostavlja da je otvor bio na vrhu kalote. Kod peći koje su sačuvane samo u osnovi, to pitanje ostalo je otvoreno. Pod peći nad ložištem čini ravna rešetka i ona je načinjena od nabijene zemlje, u vidu ploče sa otvorima kroz koje struji vazduh neophodan za gorenje. U okviru jedne peći oni su, po pravilu, identične veličine, sa prečnikom između 7 i 12 cm. Otvor su u paralelnim nizovima, a njihov broj zavisi od veličine peći, dok su kod okruglih peći oni radijalno raspoređeni.

Keramička peć (ispod zida br. 4) iz Razvodnog postrojenja kružnog je oblika prečnika 1,50 m. (P. II) Očuvana visina peći je 0,97 m, dok je kalota same peći sačuvana u visini od 0,45 m. Debljina zapečenih zidova kalote iznosi 4 cm. Rešetka nije sačuvana nego samo njen nosač i to samo njen manji postament od zapečene zemlje prečnika 35 cm i visine 6 cm. Neobično je što je na postamentu nađen veći lonac postavljen na obod. Obod

je, pošto je lonac prethodno napunjen zemljom, oblepljen ilovačom i tako fiksiran na postamentu. Visina tog formiranog stuba nosača je 0,25 m. Kako je tehnički dalje bio rešen ovaj nosač nema podataka. Verovatno je još jedan isti lonac bio postavljen dnom na dno prethodnog lonca i na taj način je postignuta visina sa visinom roštilja. Na dnu peći pronađeni su fragmenti roštilja koji su pali posle njegovog rušenja. Debljina nosača roštilja je oko 9 cm, a prečnik je 142 cm. Debljina zapečenog dna i zidova ložišta je oko 8 cm. Otvor ložišta je sa istočne strane uz zid 4 i pod uglom od 20° u odnosu na njega, tako da je verovatno peć bila u upotrebi pre izgradnje samog objekta, jer bi inače bilo nemoguće ložiti je. Dužina otvora ložišta je 0,35 m, visina 0,35 m, a širina 0,48 m. Peć je od dna do gornje nivelete na kojoj je konstatovana bila ispunjena keramikom pomešanom sa zapečenom zemljom. Radi se o fragmentima posuda, ali bilo je i nekoliko celih. Ispred otvora ložišta otkrivena je površina sa keramikom dimenzija 1,30 x 0,85 x 0,46 m.

Uz peći se često nalaze ukopi opredeljeni kao otpadne jame koje su služile za primanje škarta i raznog otpada koji je nastao i zaostao posle svagog pečenja. Te otpadne jame vrlo često pružaju obilje informacija o produpcionom repertoaru samih peći za koje su vezane, jer peći najčešće bivaju pronađene ispraznjene, sem u slučaju kada je došlo do pucanja rešetke i uništavanja produkata u samoj peći koja bi potom bila tako napuštena. Jedna od takvih je jama obeležena kao jama 3 i nalazila se u južnom profilu iskopa za dimnjak TE. Pravougaonog je oblika dimenzija 2,40 x 1,45 x 2,00 m. Donjim delom je ukopana u sloj zdravice. Dužim stranama orijentisana je istok – zapad, sa devijacijom od 5° istočnim delom ka severu. Jama je ispunjena tamnom rukom rastresitom zemljom sa grumenčićima zapečene zemlje i gari. U njoj je nađen veći broj keramičkih fragmenata, kao i tegula sa pečatom. Na osnovu arheološkog materijala zaključuje se da se radi o otpadnoj jami u koju su odbacivani keramički sudovi sa greškom – škart. Pronađene su posude koje su odbačene jer su napukle prilikom pečenja.

1. Delimično publikовано u: Jordović 1995, 95 - 106.

2. Bruckner 1992, 12.

Na južnoj strani jame konstatovan je uski rov dužine 0,80 i širine 0,45 m, koji je neznatno ukošen u odnosu na zid jame i koji se pruža u pravcu juga. U samom rovu je nađeno dosta keramičkih fragmenata. U produžetku rova konstatovan je kružni ukop prečnika 1,70 m dubine 1,18 m. Kružni ukop ispunjen je tamnomrkom zemljom koja se izdvaja iz osnove. Zemlja je sadržavala mnogo keramičkih fragmenata, tegula i imbreksa. Na tegulama i imbreksima su pečati LEG VII CL. Pored fragmenata keramike javljaju se i cele posude kao i fragmenti žižaka. Ovaj kružni ukop opredeljen je kao ostatak keramičke peći br. 1.

Zapadno od peći br. 1 (P. IX), konstatovana je peć br. 2, kružnog oblika prečnika 1,60 m i očuvane visine 1,16 m. Ložište peći je sa severne strane dimenzija 0,50 x 0,50 m sa očuvanom visinom od 0,42 m. Strane i dno su oblepljeni blatom koje je dobro zapečeno i očuvano u debljini od 10 cm. U centru peći se nalaze dva stupca za nosač rešetke načinjeni od opeka koje sadrže puno pleve. Sačuvana visina ovih nosača je 22 cm. Sloj gari debljine 45 cm sa grumenovima zapečene zemlje konstatovan je iznad poda prekrivenog pepelom u debljini od 5 cm. U ovom sloju su pored fragmenata keramike konstatovani i fragmenti žižaka.

Peć br. 3 otkrivena je uz južnu ivicu peći br. 1. Ložište peći naleže na gornju niveletu peći br. 1. Peć je nepravilnog ovalnog oblika dimenzija 1 x 0,80 m, sa ložištem koje je na severnoj strani dimenzija 0,50 x 0,20 m i očuvane visine 0,50 m. Zidovi su oblepljeni blatom debljine 8 cm zapećenim do sivog intenziteta. U sredini peći nalazio se nosač rešetke kod kojeg je sačuvan samo donji deo u visini 8 cm. Sloj zemlje tamnomrke boje i rastresite strukture sadržavao je grumenje zapečene zemlje, fragmente keramike i žižaka. Ispod ovog sloja konstatovan je sloj pepeла u debljini od 2 do 4 cm.

Keramičke peći pronađene u Zanatskom centru su uglavnom okruglog ili ovalnog oblika, većih dimenzija i kvalitetnije napravljene. Isti oblik imaju i keramičke peći iz Razvodnog postrojenja. Ovo

je, inače, uobičajen i najbrojnije zastupljen tip peći koji se javlja kako u Gornjoj Meziji,<sup>3</sup> tako i u drugim okolnim provincijama u periodu od II do IV veka. Među autorima koji su sačinili tipologije keramičkih peći, ovde se oslanjamо na predložene klasifikacije B. Vikić-Belančić,<sup>4</sup> V. G. Swan<sup>5</sup> i B. Sultova.<sup>6</sup> Kružne ili ovalne peći pripadaju tipu koji se najčešće javlja u vezi sa produkcijom namenjenom stanovništvu romanizovanog ukusa. Tehničko rešenje nosača rešetki kod ovih peći moglo bi da pomogne prilikom njihovog datovanja. Može se zaključiti da sve spadaju u tip kružnih peći sa centralnim nosačem, bilo da je on izведен sa pravougaonim pilastrima (slučaj kod peći br. 2) ili sa jednim masivnim centralnim nosačem (slučaj kod peći br. 3 i peći ispod zida 4). Neuobičajeno je korišćenje posude ispunjene ilovačom i sa spoljne strane oblepljene blatom te tako postavljene da odigra funkciju stuba nosača. Ovo je za sada jedini otkriveni primerak tako upotrebljenog lonca pri izradi stubova za rešetku peći bilo da se radi o pećima za keramiku ili za opeku. Upotreba vodovodnih cevi kao stubova konstatovana je na lokaciji Terme na Viminacijumu, где су šuplje vodovodne cevi postavljene kao nosači hipokausta. Postavljanje lonca imalo je funkciju ojačavanja nosača, jer je donji deo stuba kod ove peći načinjen samo od nabijene zemlje. Nosači rešetki kod ostalih peći sa ovog prostora sačuvani su tek u tolikoj meri da se može utvrditi da se radi o pećima sa centralnim nosačima, koji bilo da su rešeni u vidu pilastera ili centralnog masivnog nosača, svoj razvojni vrhunac dostižu sredinom i u kasnom II veku. Sastav opeke koja je korišćena za nosač rešetke kod peći br. 2 je drugačiji od sastava opeka korišćenih u keramičkim i opekarskim pećima Zanatskog centra, ali je isti sa opekama iz opekarske peći Razvodnog postrojenja. To ukaže na hronološku bliskost keramičke peći br. 2 i opekarske peći br. 2. Za relativno datovanje može poslužiti i činjenica da je jedna keramička peć

3. Cvjetičanin 2000, 245.

4. Vikić-Belančić, 1976, 227 – 228.

5. Swan, 1984, 70 – 89.

6. Sultov, 1985, 136-145.

pronađena ispod zida objekta. To ukazuje na to da je objekat izgrađen na tom mestu posle upotrebe i po napuštanju lončarske peći. Kod iste peći je konstatovano i obilje keramičkog materijala kako fragmentovanog tako i celog, ali deformisanog što navodi na zaključak da je do napuštanja peći došlo usled pucanja rešetke pri čemu je sav sadržaj koji je bio u njoj propao na pod peći i tamo ostao. Ravnanje terena koje je usledilo zbog izgradnje objekta nad njom, razrušilo je kupolu peći i razvuklo materijal iz nje na kanal za dovod vredog vazduha kao i na ložište peći. Uz istu peć konstatovan je i ukop ispunjen fragmentima keramike koji ukazuje na to da je ova peć bila u dužoj upotrebi i da je imala otpadnu jamu koja je vezana za nju. Analiza materijala iz peći i iz otpadne jame pokazala je da se radi o oblicima sa istim tipološkim karakteristikama.

Slično posudama, i proizvodnja opeka odvijala se u nekoliko faza. Napravljene opeke prvo su sušene,<sup>1</sup> na otvorenom prostoru, u neposrednoj blizini peći, pri čemu je okolni prostor bio, obično, natkriven. Nakon sušenja opeke su slaganе na rešetku peći, po pravilu upravno na pravac pružanja kanala, kako bi topao vazduh mogao ravnomođno da cirkuliše. Ređane su u više redova na malom rastojanju. Na kraju se pravila gornja obloga peći koja se oblepljivala ilovačom. Gornji deo peći mogao je biti izveden u obliku kupole ili, češće, zarubljene piramide. Završna ploča bila je pod nagibom, za odvođenje kišnice, a otvor u zidovima služio je za ispuštanje dima i za poboljšanje cirkulacije vazduha. Po završenom pečenju krovni pokrivač peći se skidao, a opeke su vadene. Postupak se kod sledećeg pečenja ponavljaо, tako što su se konstruktivni zidovi i kanali oblagali novim slojem gline. Peći su mogle biti zidane zemljom, čerpićem i opekom, a najčešće su građene kombinacijom sva tri materijala.

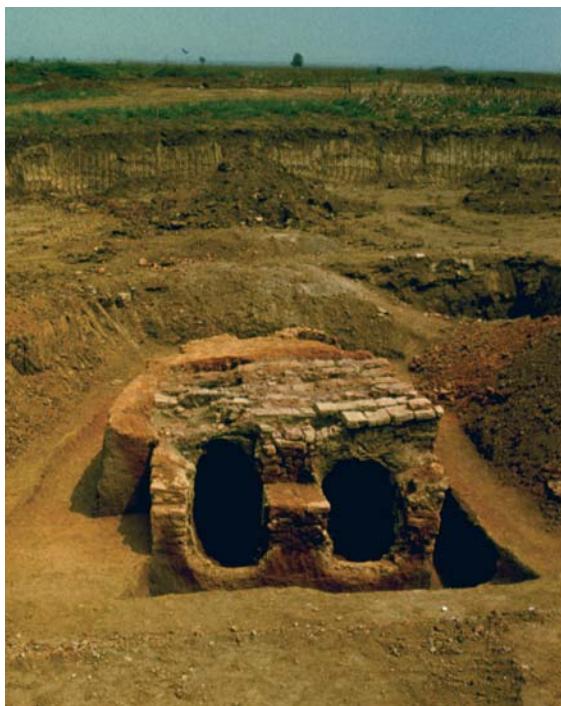
Peć za pečenje opeke nazvana je opekarska peć br. 1 (P. I, II, IV, V). Otkrivena je 8 m zapadno od prostorije VI objekta opredeljenog kao

1. Za to je najpogodnije vreme u proleće i jesen, bez temperaturnih ekstrema, jer bi u drugaćijim uslovima popucale.



Slika 2. Treća ciglarska peć otkrivena na mestu današnjeg dimnjaka TE Kostolac B

*villa rustica*. Na površini se prvo primetila intenzivna zapečena zemlja površine dimenzija 3,40 x 3 m, a ispod nje je otkrivena peć od zapečene zemlje kvadratne osnove. Orientisana je SI-JZ sa devijacijom od 7° SI delom ka istoku. Dimenzije unutrašnjih strana su 2,10 x 2,14 x 2,37 x 2,14 m. Debljina zidova kreće se od 15 do 40 cm, dok je najveća očuvana visina peći 1,60 m. Severozapadni i jugoistočni unutrašnji zid počev od ispod rešetke blago su iskošeni formirajući postepeno polukružno koritasto dno. Na ove zidove naležu po dva stupca koja su nosila rešetku. Visina nosača je 1,05 m. S obzirom da su i nosači od pečene zemlje oni su u vreme upotrebe peći bili ojačani opekama na šta ukazuju dve opeke nasatično uglavljenе između nosača jugoistočnog zida. Od roštilja je sačuvana samo površina dimenzija 0,84 x 0,66 m u istočnom uglu peći. Površina iznad roštilja je sačuvana u visini od 40 cm. Na severoistočnom zidu peći nalazi se ložište čije su unutrašnje dimenzijs 0,85 x 0,80 m, dok je debljina zida 18 cm. Pošto je otvor ložišta koso zasečen, dužina ložišta u osnovi je 2,12 m, a u gornjem delu 1,20



Slika 3. Ciglarska peć broj 3

m. Dužina peći zajedno sa ložištem je 4,78 m.

Opekarska peć br. 2 (P. I, VI, VII, VIII, sl. br. 2), udaljena je 14 m severno od crkve B. Orijentisana je istok – zapad sa devijacijom od  $15^{\circ}$  zapadnim delom ka jugu. Pravougaonog je oblika, dimenzija  $4,20 \times 3,06$  m, sa očuvanom visinom 1,70 m. Strane su dobro zapečene do crvenog intenziteta. Debljina zapečenih zidova je 25 cm. Sa unutrašnje strane zidovi peći su oblepljeni slojem blata i plevom debljine 1,5 do 2 cm. Unutrašnje dimenzije peći su  $3,70 \times 2,50$  m. Pod je debljine 0,40 m i rađen je od fragmenata opeke i tegula vezanih blatom. Blato sadrži veću količinu pleve i slame. Rešetka peći je premazana slojevima blata pomešanog sa plevom debljine 1,5 do 2 cm. U jednoj fazi premaz je obnovljen novim slojem debljine 6 cm. Tom prilikom su neki otvor na rešetki peći zatvoreni. Rešetka se sastoji od 8 redova sa po 9 kružnih otvora za cirkulaciju toplog vazduha. Prečnik otvora je od 6 do 8 cm. Otvor su međusobno udaljeni za po 25 cm u okviru jednog niza, a rastojanje između nizova je od 20 do 55 cm. Celom visinom su oblepljeni blatom, a na gornjoj i donjoj ivici otvora su vidni otisci

prstiju. Ložište je na istočnoj strani. Spoljne konture ložišta su levkastog oblika. Otvor je ozidan kamenom zelencem koji je vezan blatnim malterom. Dužina ozidanog dela je 0,65 m, širina 0,52, a očuvana visina 0,35 m. Dno je patosano pločastim zelencem. Ložište je prokopano u sloju svetlo mrke zemlje, ima poluelipsoidan presek, a sa unutrašnje strane oblepljeno je slojem blatnog maltera sa primesom pleve. Debljina sloja premaza je 12 cm. Ložište je crveno zapečeno. Dno ložišta je u blagom padu ka unutrašnjosti peći. Stubovi nosači rešetke rađeni su od fragmenata opeka i tegula vezanih blatnim malterom sa velikim procentom pleve. Na podu među slojem pepela debljine 12 cm konstatovane su i kosti ovce i fragmenti drške amfore. Ispred ložišta sa leve i desne strane nalazile su se dve veće gomile fragmenata opeka i tegula dimenzija  $2,00 \times 1,50$  m, visine 1,20 m. Radi se o otpadu prilikom pečenja. U severnom delu pod peći je probijen i delovi poda su nađeni u trpancu zida na ulaznom delu trema Crkve B.

Prilikom pravljenja iskopa za dimnjak elektrane otkrivena je opekarska peć, ovde nazvana opekarska peć br. 3 (sl. br. 3, 4). Utvrđene su njene dimenzije  $8,15 \times 5,45$  m po kojima ona spada u velike opekarske peći. Očuvana je u nivou poda, a konstatovana su dva ložišta. Gornji deo peći delimično je skinut radom mehanizacije. Konstatovana su 4 fragmenta tegula sa pečatom LEG VII CL. Orijentisana je istok - zapad sa devijacijom od  $13^{\circ}$  istočnim delom ka severu. Peć je rađena od čerpiča dimenzija  $44 \times 28 \times 10$  cm. Čerpič je sa primesama pleve, a kao vezivni materijal upotребljeno je blato sa plevom. Dimenzije zidanog dela peći su:  $7,30 \times 3,80 \times 1,60$  m.

Peć je bila ukopana po dužim stranama, tako da se sa severne i južne strane jasno uočava debi sloj zapečene zemlje. Spoljne zidove ložišta čini 6 redova opeka postavljenih po široj strani, dok je zid između ložišta napravljen isto od 6 redova, čerpiča koji su poređani u dva niza i to jedan postavljen po široj, a drugi po užoj strani, te se ovaj raspored naizmenično menja u svakom

redu. Debljina fuga je od 2 do 5 cm. Ložište peći je na istočnoj strani i za 0,60 m niže od osnove peći. Kanali ložišta su zasvedeni i zidani od klinastih opeka – opeka sa trougaonim presekom, kao i od opeka koje su korišćene i za zidanje peći. Sa spoljne strane, spoljni zidovi i srednji zid su izvučeni do vrha svoda lukova, tako da je peć kvadratnog oblika. Ovo dozidivanje je vršeno celim i lomljenim opekama poredanim u 4 reda. Gornja površina peći je ravna, a otvori između svodova ložišta zatvarali su po jedan red opeka poredanih po širini. Otvori na zapadnoj strani peći su bili zatvoreni sa 6 redova lomljenih opeka do visine od 0,60 m i debljine 0,16 m. Zasvedeni deo severnog otvora zatvoren je sa dve, po dužini, nasatično postavljene opeke, dok je južni zatvoren sa jednom celom, po dužini, postavljenom opekom i dva fragmenta. Sa unutrašnje strane peć je bila oblepljena blatom pomešanim sa plevom. Istim premazom sa unutrašnje strane bili su oblepljeni i otvori na zapadnom kraju preći. Debljina premaza je 2,5 cm, dok je na svodovima debljina premaza bila i do 10 cm. Na otvorima ložišta jasno su se odvajala dva sloja premazivanja, što govori da je peć bila duže u upotrebi, odnosno da je obnavljana. Kanali ložišta peći su bili zasvedeni sa 8 lukova sa južne i sa 9 sa severne strane. Peć je na istočnoj strani bila popravljana – ojačavana i to na delu između prvog i drugog luka južnog ložišta, odnosno drugog i trećeg severnog ložišta. Istočna strana peći bila je ojačana u dužini od 1,80 m i rađena od blata. U jugoistočnom delu peći na 0,55 m iznad osnove peći nađen je bronzani novac Karakale.

Peći koje su pronađene na prostoru Zanatskog centra na Viminacijumu najbolje su očuvane od svih do sada pronađenih i istraženih na teritoriji rimske provincije Gornje Mezije. Samim tim njihovo poređenje sa pronađenim pećima sa prostora Razvodnog postrojenja nam je olakšano. One se sastoje od podne rešetke i nadzemnih zidova. Po opšte prihvaćenoj tipološkoj šemi, koju je ustanovio L. Berger, opekarske peći iz Razvodnog postrojenja pripadaju četvorougaonom tipu

sa srednjim razvodnim kanalom i užim bočnim kanalima, koji je označen kao Normaltyp. Istog, ovog tipa su i peći iz Bakionice,<sup>1</sup> kao i jedna iz Ptuja.<sup>2</sup> Među njima ima manjih razlika, kao što su pregrađen srednji kanal i uz bočne zidove uži, koji su paralelni glavnom razvodnom kanalu (radi potpunijeg korišćenja topote). Takođe, postoje i razlike u položaju glavnog kanala. Na Viminacijumu srećemo i razvijeniji tip opekarskih peći, koji je četvorougaone osnove sa dva odvojena zasvedena kanala (tzv. Tip b). Takva je opekarska peć ispred dimnjaka elektrane, a sličnih ima u Sirmijumu,<sup>3</sup> zatim u Temelsu kod Sarburga i u Fonten-Merlu. Po Bergerovoj klasifikaciji opekarskih peći one spadaju u tzv. Zweikammertip.<sup>4</sup> Isti autor smatra da se peći Normal tipa ne javljaju posle 260. godine, sem dve varijante koje je datovao u kasnoantički period. Inače, datovanje peći nije ni jednostavno, jer su se one vremenom malo menjale, tako da datovanje samo na osnovu tehničkih karakteristika nije pouzdano. Grnčarsko-opekarski kompleks u Viminacijumu je, prema pronađenom keramičkom materijalu, datovan u period od kraja II kroz ceo III vek. Kada je reč o viminacijumskim pećima potrebno je naglasiti da su bile izgradivane za potrebe Legije VII Klaudije, koja na proizvode stavlja svoje oznake. Za razliku od ovih, legijskih, ptujske opekarske peći su sudeći po opekama sa žigom majstora bile u privatnom vlasništvu. Na prvi pogled dve opekarske peći iz Razvodnog postrojenja vrlo su slične onima iz Zanatskog centra. Tek podrobnjom analizom dolazi se do njihovih razlika. Kao prva koja se ističe da je opekarska peć br. 1 rađena od zemlje i da su nosači samo u jednom delu pojačani naknadno uglavljenim opekama. Debljina zidova dosta varira i to ukazuje na nemaran odnos majstora koji je posle jednog korišćenja spremao peć za sledeće. Kod opekarske peći br. 2 imamo slučaj da je korišćeno blato sa primesom slame i pleve što na drugim pećima nije slučaj. Isto tako majstor je pri premazivanju

1. Bučić, Petrović, 1984, 8-15.

2. Smodić, 1959, 43.

3. Jeremić, 2001, 141-149.

4. Berger, 1969, 18.

rešetke novim slojem gline nepažljivo zatvarao i otvore za strujanje toplog vazduha da bi kasnijim prepravkama pokušavao da ih osloboди i time na njima ostavio svoje otiske. Deo materijala iz ove peći je iskorишћен za trpanac zida crkve, a zanimljivo je da su upotrebljeni delovi imbreksa koji su deformisani. U peć su najverovatnije stavljeni nedovoljno osušeni oblici i na nedovoljno udaljenosti jedan od drugog, koji su se zatim, zbog naglog gubljenja vlage usled visoke temperature u peći, deformisali i slepili. Oni su potom odbačeni na gomilu fragmentovanog građevinskog materijala koji se nalazio ispred peći, odakle je preuzet za gradnju zida. To bi moglo da ukaže na činjenicu da je peć istovremena sa zidanjem crkve B, ali pošto je pronađen i jedan deo njenog poda u istom zidu, verovatnije je da se radi o tome da je peć napuštena pre zidanja samog objekta, a da se ona sama i šut oko nje odmah iskoristio kao materijal za zidanje.

Na ovom prostoru došlo je i do otkrivanja bunara. Za razliku od bunara iz Zanatskog centra koji je kružnog oblika, zidan od kamena zelenca sa krečnim malterom sa dosta peska i čiji je kamen pritesan u obliku kvadera, bunar iz Razvodnog postrojenja je samo kružni ukop u tvrdoj zdravici. Jedan od razloga može biti i taj da je vršeno nivelisanje terena i da mu je time skinut gornji zidani deo, a drugi, taj da možda nije služio za snabdevanje vodom, nego kao mesto za odlaganje gline. Sličnost između ova dva bunara, sem te da su u blizini peći, je i ta da su oba po prestanku svog korišćenja služili kao mesta za odlaganje raznog šuta i fragmentata keramike, s tim da je bunar iz Zanatskog centra korišćen i kao mesto za sahranjivanje u 12 nivoa, između kojih je bio punjen zemljom i raznim škartom, dok je bunar iz Razvodnog postrojenja obiloval samou fragmentima keramike bez ostataka tragova sahranjivanja ljudi ili životinja.

Tehnološke karakteristike ovde prikazanih peći, pregled pokretnog materijala nađenog uz njih i poređenje sa njima najbližim pećima iz Zanatskog centra, dalo je sliku njihovih sličnosti i razlika.

Ovih sedam peći iz Razvodnog postrojenja potrebno je posmatrati kao deo jedne celine, kao

deo Zanatskog centra, koji nije bio ceo u isto vreme u funkciji. Naša je pretpostavka da su ove peći možda koju deceniju starije od ostalog dela ovog grnčarsko – opekarskog kompleksa. Objekti koji su nastali u neposrednoj blizini ovih peći i nekim svojim delovima nalegli na njih ili nastali od njih, ukazuju na to da je u trenutku njihovog nastajanja ovaj deo radionice bio van upotrebe. Konstrukciono rešenje peći za keramiku je neuobičajeno i za sada nepotvrđeno kako na celom Viminacijumu tako i u provinciji Gornjoj Meziji. Korišćenje posude – lonca, napunjenog zemljom u svrhu nosača rešetke je inovacija kojom se postiže jača stabilnost nosača rešetke u odnosu na nosače sačinjene samo od nabijene zemlje. Na velikom broju pronađenih imbreksa i tegula konstatovani su žigovi sa označkom LEG VII CL. Ista oznaka se javlja na svega nekoliko opeka na prostoru Zanatskog centra. Ovakvo obeležavanje proizvodnog assortimenta samo daje potvrdu tezi da je radioničarski kompleks na Viminacijumu bio pod nadzorom legije stacionirane u njemu. Pronalazak bunara potvrđuje osnovne delove radioničarskog centra. Bunar pronađen u ovom delu je različit od onog koji je pripojen samom Zanatskom centru i verovatnije je da je služio kao mesto za odlaganje gline do njene upotrebe nego za snabdevanje vodom.

Keramički materijal koji je proizvođen u Zanatskom centru, kao i ovaj iz Razvodnog postrojenja, prvenstveno je služio za podmirivanje potreba lokalnog stanovništva, a ne za potrebe nekropole ili vojske. Oblici posuda koji se javljaju na ovom prostoru identični su oblicima iz Zanatskog centra. Radi se o posudama korišćenim u svakodnevnom životu za pripremanje, služenje i konzumiranje hrane i pića. I na ovom prostoru su brojem oblika najraznovrsniji lonci, iza kojih slede količinski najbrojnije zdele. Uglavnom se radi o ognjišnoj i trpeznoj keramici bez nekih luksuznijih oblika. Među ostalim materijalom svojom brojnošću se izdvajaju fragmenti žižaka (T. VI). Na prostoru Razvodnog postrojenja konstatovano je više grobova sa inhumiranim pokojnicima kod kojih je sahranjivanje izvršeno u različitim grobnim rakama. Na prostoru

Zanatskog centra gde je otkriveno 40 grobova samo jedan je presekao peć i to u njenom gornjem delu, dok ovde to nije zabeleženo ni jednim slučajem. Ostali sitni arheološki materijal pronađen je u objektima koji su svojom izgradnjom nalegli na peći ili je pronađen u prostoru između peći kao i u inhumiranim grobovima sa ove površine i datovan je do sredine IV veka (T. I - V).

Ovaj prostor je danas ili pokriven objektima ili putem, tako da samo jedan manji deo ostaje za dalja istraživanja, a baš on može biti veza sa Zanatskim centrom, jer se radi o prostoru ispred dimnjaka gde je i otkrivena opekarska peć najvećih dimenzija i tehnički najrazvijenijeg tipa. Ono što je šteta je da nedostaje situacioni plan celog ovog prostora. Pored drugih radionica provincije Gornje Mezije,<sup>1</sup> koje u rimsко doba doživljavaju svoj procvat svakako se može reći da je ovaj sa Viminacijuma najveći.

1. Na prostoru Gornje Mezije grnčarsko-opekarske radionice su potvrđene još i u Singidunumu, Margumu, Pinkumu, Kupama, Bononiji, Dijani i Akvama.

## RESUME:

### Potery and Brick Kilns from Viminacium - Sites "Pećine" and "Livade kod čuprije"

Pottery and brick kilns found at the locations Livade kod čuprije and Razvodno postrojenje must be considered as parts of the pottery kiln complex discovered earlier in the area named handcraft center. This hypothesis was confirmed by the construction characteristics of the kilns, as well as similarities of the material found in the kilns and in the rubbish pits beside them. What is typical for these kilns is that they were made of mud and chaff mixture, while the grid was supported by a single vessel. The beginning of usage of such kilns can be dated back into the middle of 2<sup>nd</sup> century until the beginning of 4<sup>th</sup> century, because the object upon them were partially built of the material gained from the destructed kilns and dated into 4<sup>th</sup> century by small finds. By uniting these kilns with the kilns found at the location Zanatski centar one obtains a picture of an even



Slika 4. Ciglarska peć broj 3

bigger and more developed manufacturing center than considered during the period of their excavation. Therefore, it can be considered the biggest manufacturing centre excavated at the territory of the former Upper Moesia.

Translated by M. Tapavički-Ilić

## BIBLIOGRAFIJA

### Berger 1969

L. Berger, Ausgrabungen in Augst III – *Ein römisches Ziegelbrennofen bei Kaiseraugst*, Basel 1969.

### Bonis 1980

É. Bonis, Rómaikori fazekasmencék, *Industrial Archaeology Kilns and Furnaces*, Sopron 1980, 12-50.

### Brukner 1992

O. Brukner, Keramička proizvodnja, *Gomolava – Rimski period*, Novi Sad 1992, 11-59.

### Brukner 2001

O. Brukner, Trgovačko – zanatska četvrt u Sirmijumu, *VESTIGATIO VETVSTATIS*: Aleksandrini Cermanović – Kuzmanović: od prijatelje, saradnika i učenika, Centar za arheološka istraživanja knj. br. 20, Beograd 2001, 73 – 84.

### Cvjetićanin 2000

T. Cvjetićanin, Grnčarska radionica u Singidunumu (lokalitet Narodno pozorište), *Singidunum II*, Beograd 2000, 245-254.

### Dautova – Ruševljan 2001

V. Dautova - Ruševljan, Kulturni slojevi u građevinskim fazama trgovacko – zanatske četvrti u Sirmijumu, *VESTIGATIO VETVSTATIS*: Aleksandrini Cermanović – Kuzmanović: od prijatelja, saradnika i učenika, *Centar za arheološka istraživanja knj. br. 20*, Beograd 2001, 149 – 157.

### Floka 1944

O. Floka, Der römische Zighelofen von Sarmizegetusa, *Dacia IX-X*, 1942 -1944, 431- 440.

### Hoffiller 1919

V. Hoffiller, Spomenici rimskoga lončarskoga obrta u Vinkovcima, *Vjesnik Hrvatskoga Arheološkog društva XIV*, Zagreb 1915-1919, 186-195.

### Iskra – Janošić

I. Iskra – Janošić, *Urbanizacija Cibala i razvoj keramičkih središta*, Zagreb-Vinkovci 2001.

### Ivanišević, Nikolić-Đorđević 1997

V. Ivanišević, S. Nikolić-Đorđević, Novi tragovi antičkih fortifikacija u Singidunumu – lokalitet Knez Mihailova 30, *Singidunum I*, Beograd 1997, 65 – 150.

### Jeremić 2001

M. Jeremić, Brick Kilns in Sirmium, *Starinar L*, Beograd 2001, 131-154.

### Jevremov 1977

B. Jevremov, Ptuj, Rebelčja Vas, *Varstvo Spomenikov XXI*, Ljubljana 1977, 247.

### Jordović 1995

Č. Jordović, Grnčarski i ciglarski centar u Viminaciju, *Saopštenja XXVI*, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Beograd 1995, 95 – 106.

### Jurkić 1980

V. Jurkić, Červar, Poreč, Istra, *Arheološki pregled XXI*, Beograd 1980, 116-117.

### Libšer, Vilert 1981

I. Libšer, F. Vilert, *Tehnologija keramike*, Beograd 1981.

### Lubšina Tušek 2004

M. Lubšina Tušek, Poetoviona in njene mestne četrti, *Rimljani: steklo, glina, kamen*, Katalog za izložbu, Celje 2004, 90 – 93.

**Marić 1952**

R. Marić, Okrugla, ovalna peć u Orašju, *Starinar N.* Serija, knj. II, Beograd 1951, 24 – 27.

**Spasić-Đurić 2002**

D. Spasić-Đurić, *Viminacijum glavni grad rimske provincije Gornje Mezije*, Požarevac 2002.

**Nikolić-Đorđević 2000**

S. Nikolić-Đorđević, Antička keramika Singidunuma, *Singidunum II*, Beograd 2000, 11 – 244.

**Petrović 1984**

P. Petrović, Rimske ciglarske peći i vila u Bakionici kod Požege, *Užički zbornik XIII*, Užice 1984, 20.

**Popilian 1997**

G. Popilian, Les centres de production céramique d'Olténie, *Études sur la céramique romaine et daco-romaine de la Dacie et de la Mésie Inférieure*, Timișoara 1997, 7-21.

**Popović 1959**

C. D. Popović, Tehnika primitivnog lončarstva u Jugoslaviji, *Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu XIV*, Sarajevo 1959, 25-59.

**Popović, Kondić, Zotović 1976**

V. Popović, V. Kondić, Lj. Zotović, *Elaborat za zaštitu terena koji je ugrožen izgradnjom TE Drmno*, Beograd 1976.

**Šaranović-Svetek 1980**

V. Šaranović-Svetek, Ranocarska lončarska radionica u Cibalama, *Starinar XXXI*, Beograd 1981, 17 – 31.

**Šaranović-Svetek 1990**

V. Šaranović-Svetek, Ciglarstvo kao značajna privredna grana na području jugoslovenkog dela provincije Donje Panonije, *Rad vojvođanskih muzeja* br. 32, Novi Sad 1989/90, 41-79.

**Smodić 1959**

A. Smodić, Dve rimske keramičke peći iz Ptua, *Arheološki vestnik IX-X/1*, Ljubljana 1958-1959, 39 – 43.

**Sultov 1985**

B. Sultov, *Ceramic Production on the Territory of Nicopolis ad Istrum (II<sup>nd</sup> – IV<sup>th</sup> century)*, Sofia 1985.

**Swan 1984**

V. G. Swan, *The Pottery Kilns of Roman Britain*, London 1984.

**Tomanič Jevremov 2004**

M. Tomanič Jevremov, Obrtniške delavnice Petovione, *Rimljani: steklo, glina, kamen*, Katalog za izložbu, Celje 2004, 94 -99.

**Tone-Petru, Uršić 1966**

P. Tone-Petru, A. K. Uršić, Antička opekarna v Veliki Vasi, *Arheološki Vestnik XVII*, Ljubljana 1966, 469-479.

**Tyers 1996**

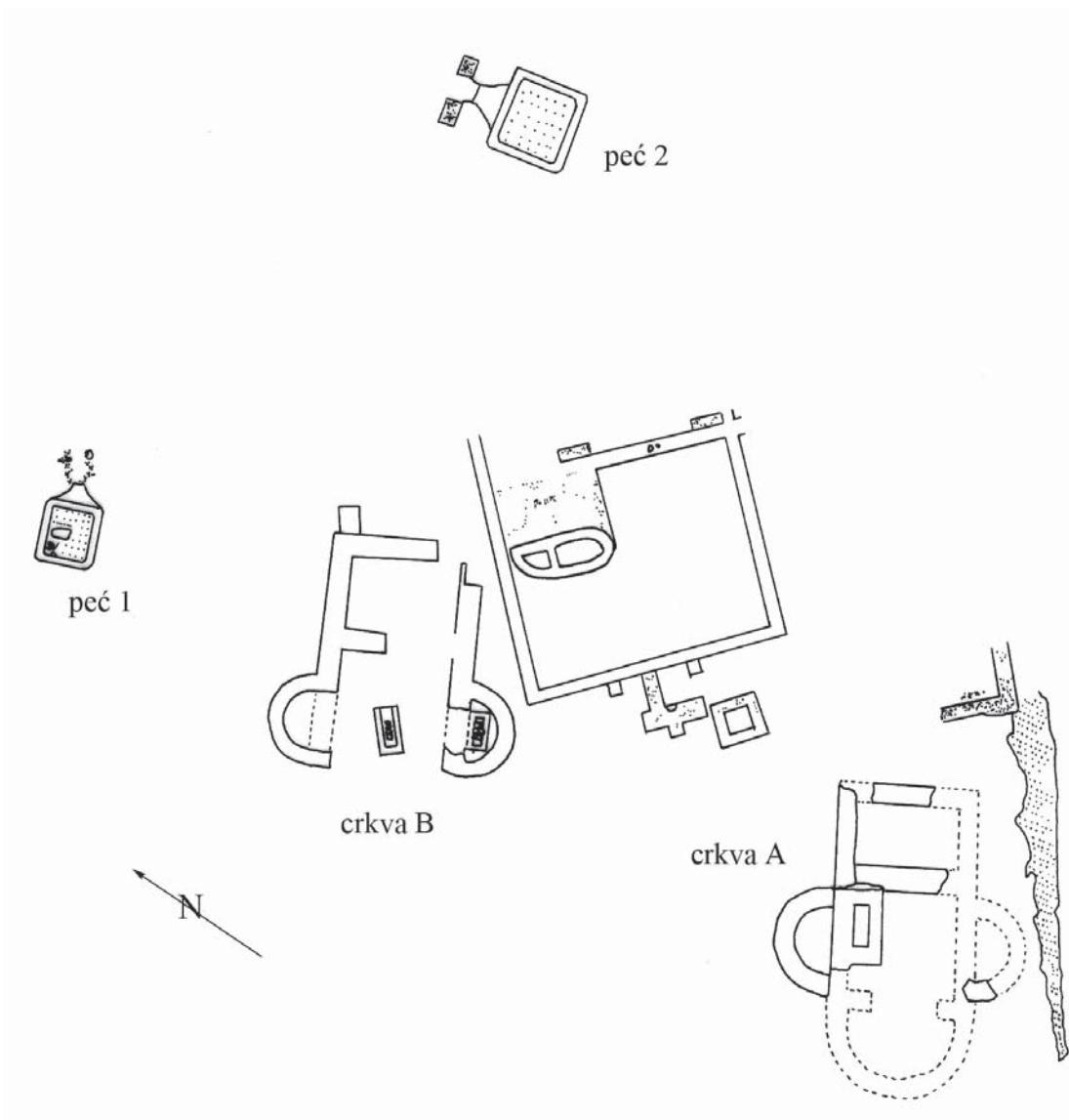
P. Tyers, *Roman Pottery in Britain*, London 1996.

**Valič 1969**

A. Valič, Ptuj, tri rimske opekareske peći, *Varstvo Spomenikov XII*, Ljubljana 1969, 93-97.

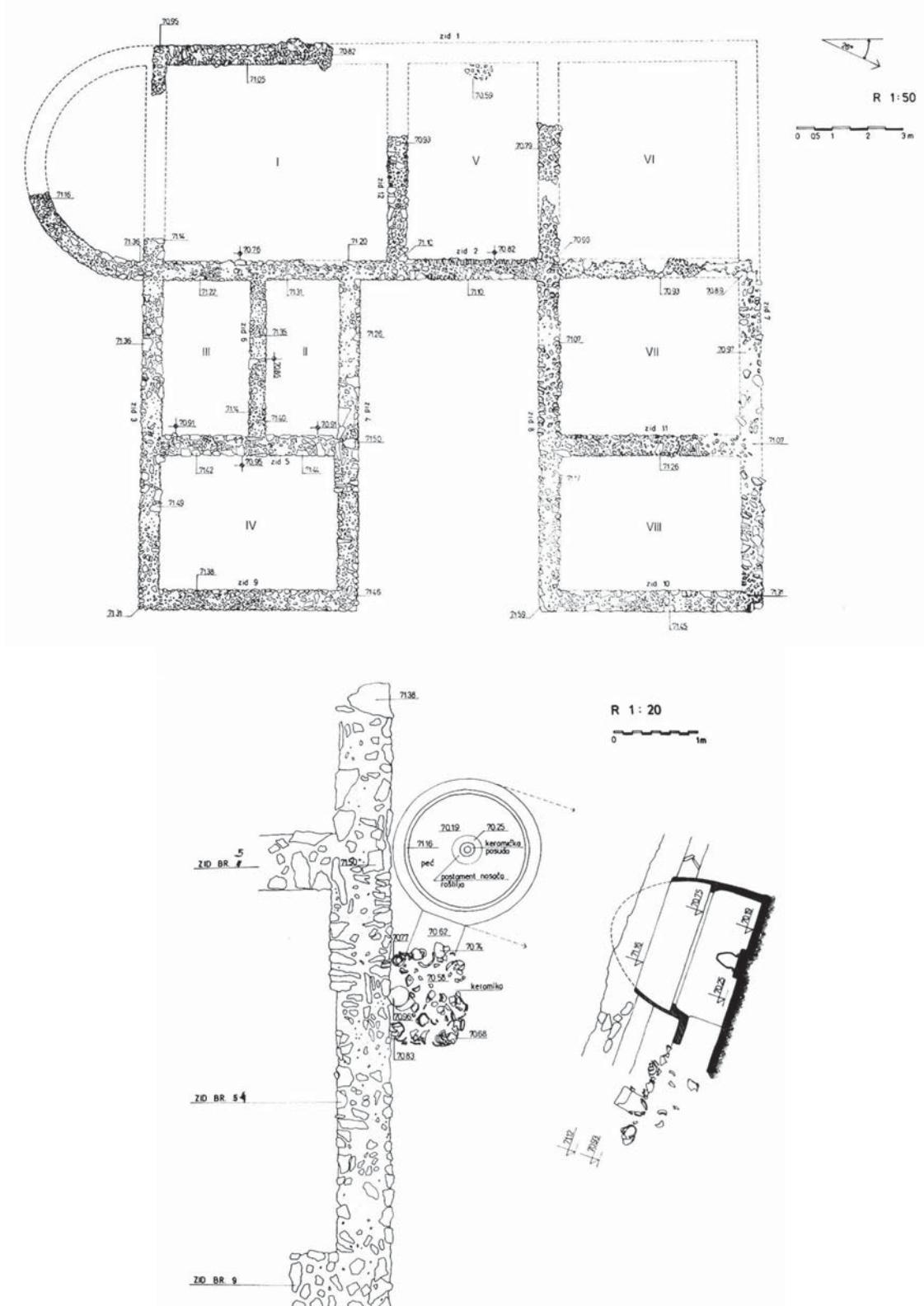
**Zotović, Jordović 1990**

Lj. Zotović, Č. Jordović, Nekropola «Više groba-lja», *Viminacium I*, Beograd 1990.



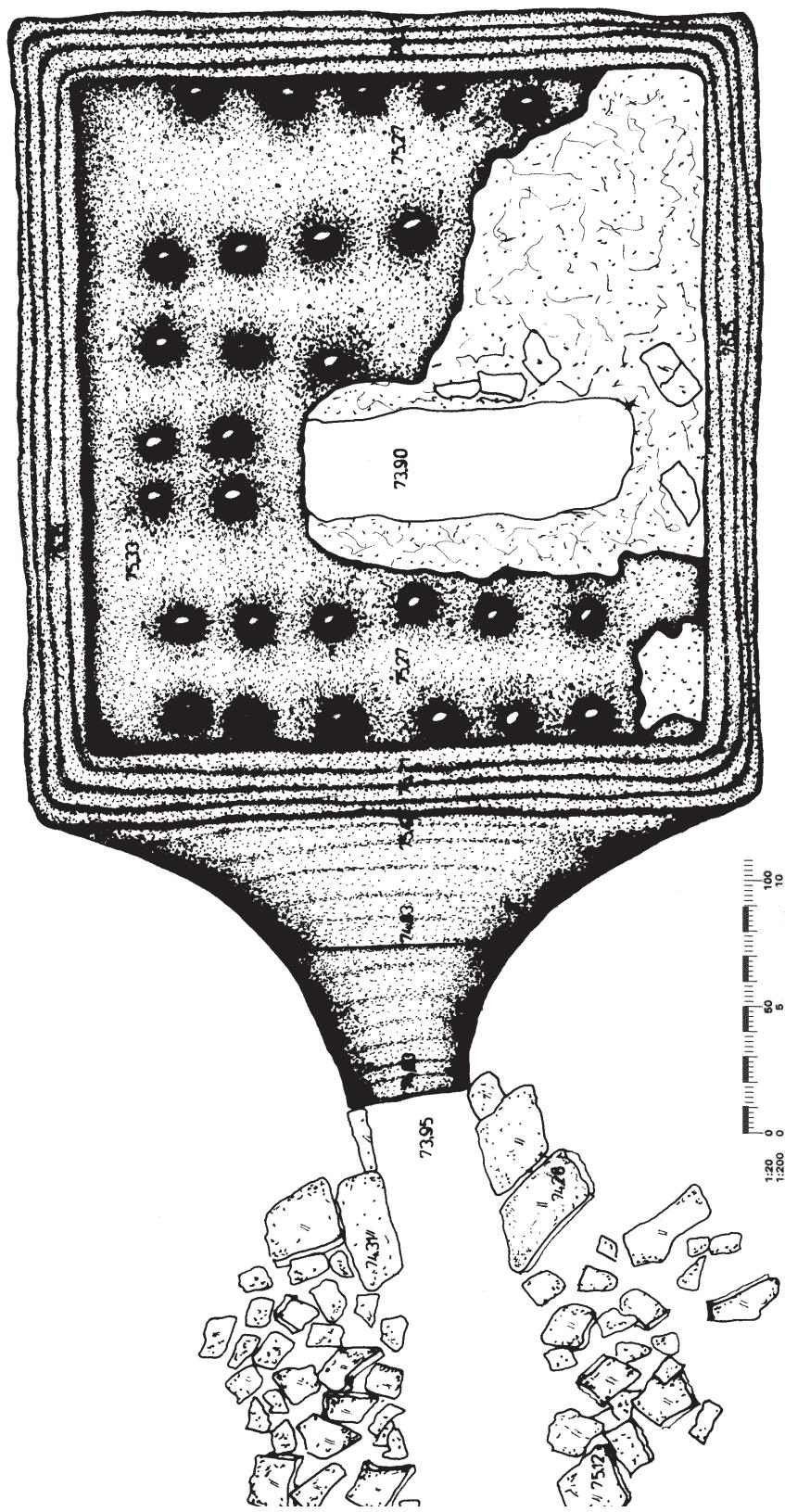
P. I: Situacija na lokaciji Livade kod čuprije

## P. II



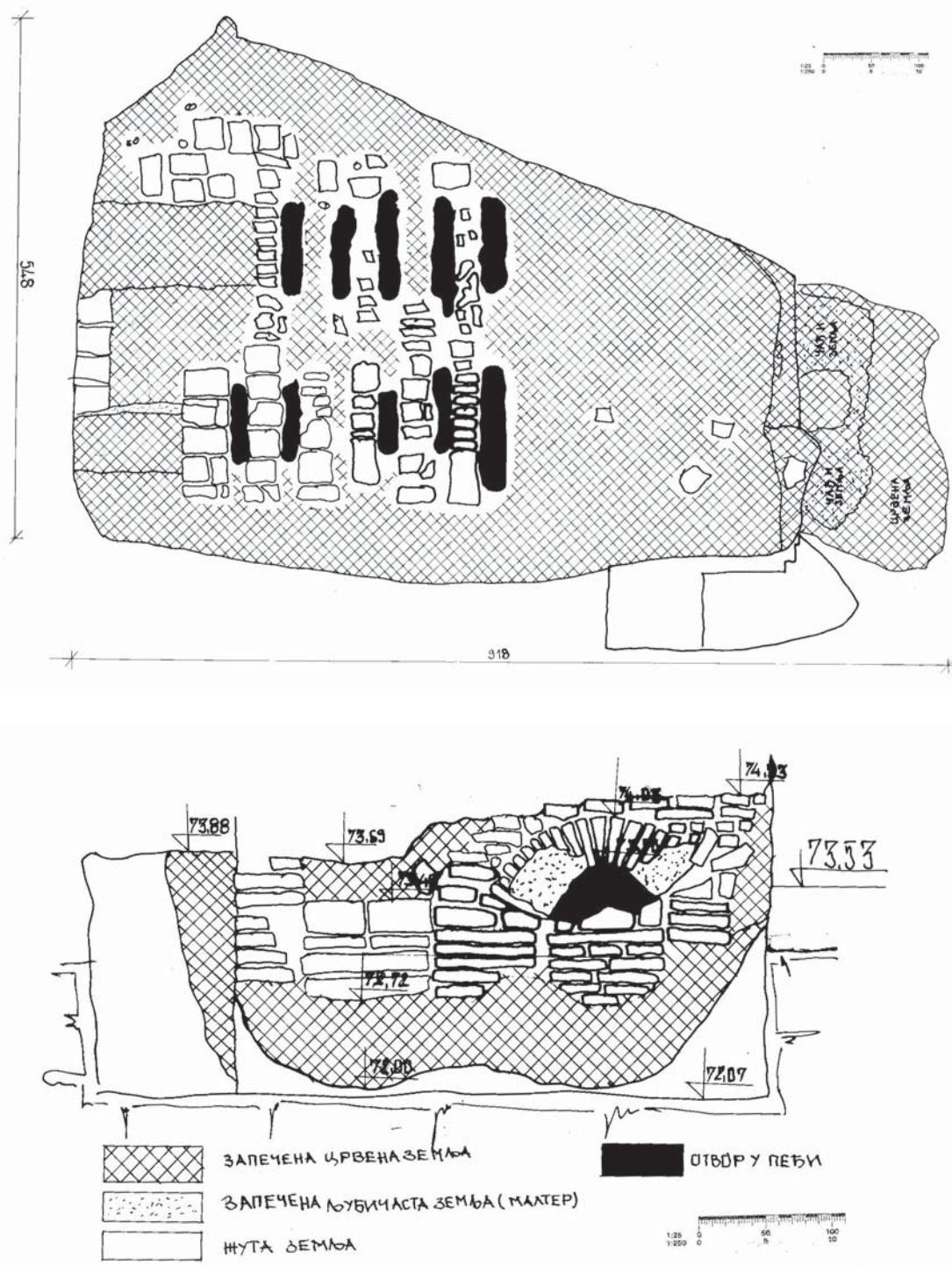
P. II: Livade kod čuprije - položaj *villae rusticae* i keramičke peći ispod zida br. 4  
osnova vile (gore) i osnova i presek peći (dole)

P. III

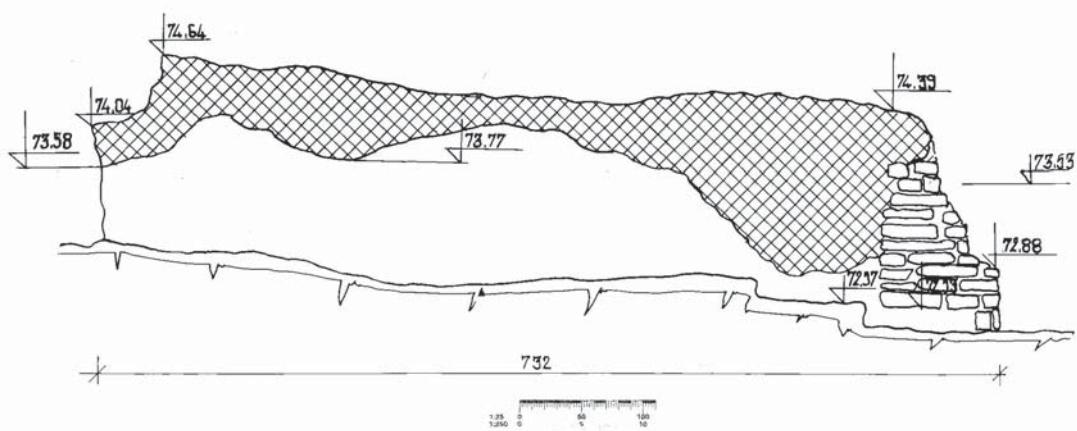
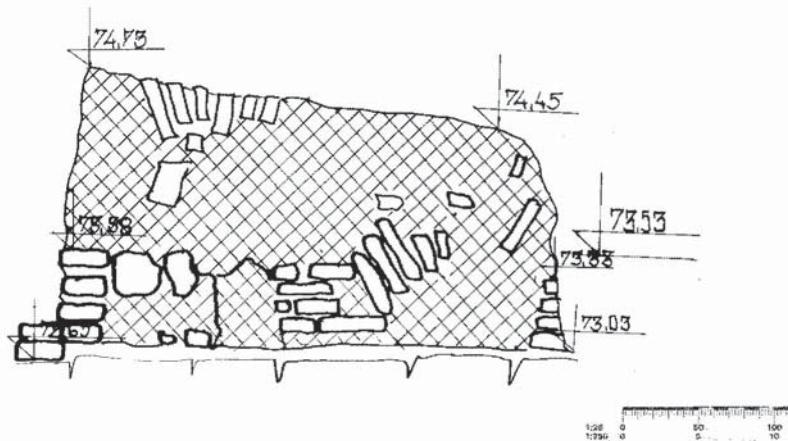


P. III: Osnova ciglarske peći br. 1. Lokalitet Livade kod Ćuprije

## P. IV

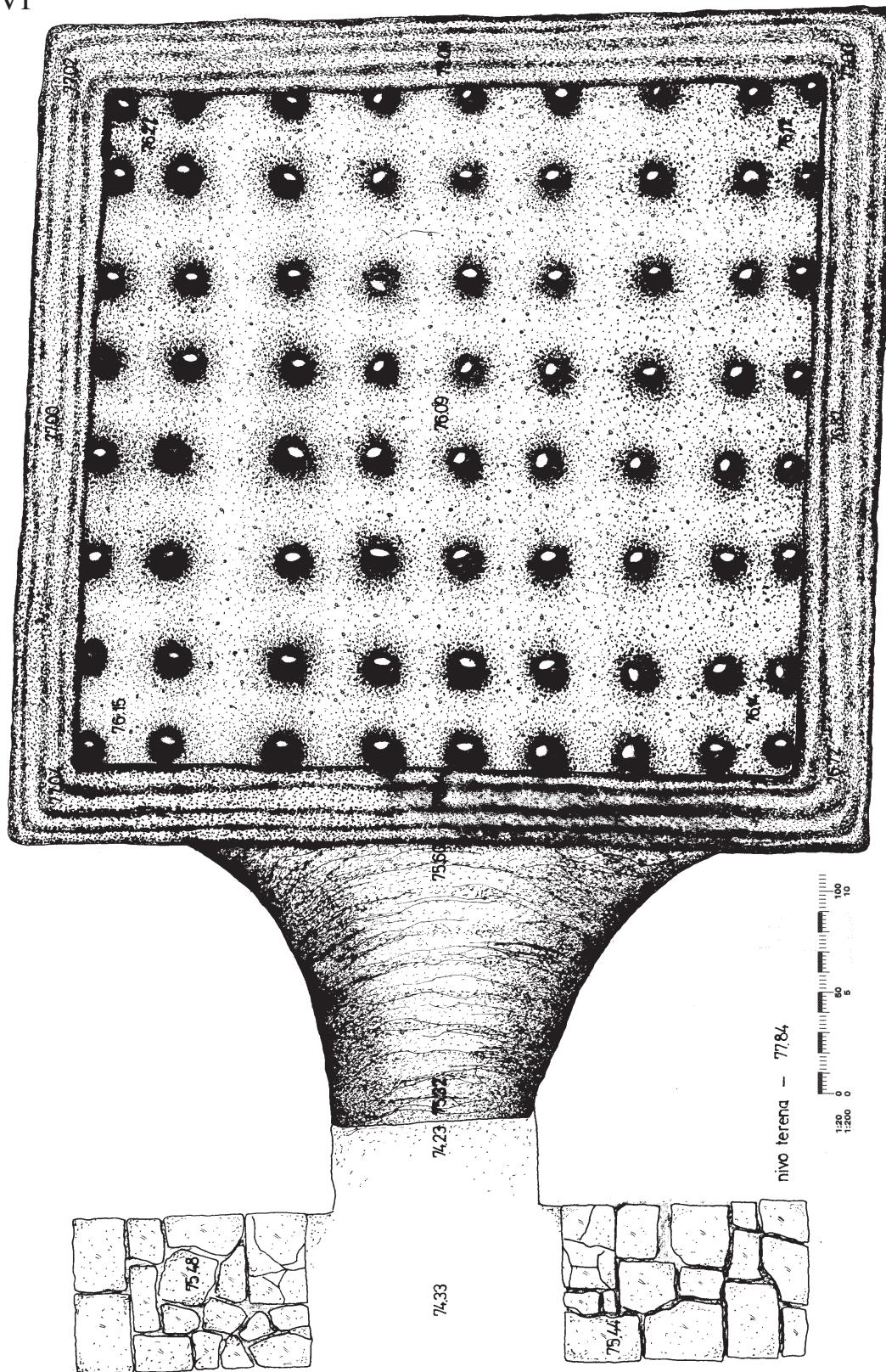


P. IV: Peć 1 - Horizontalni (gore) i zapadni presek (dole)



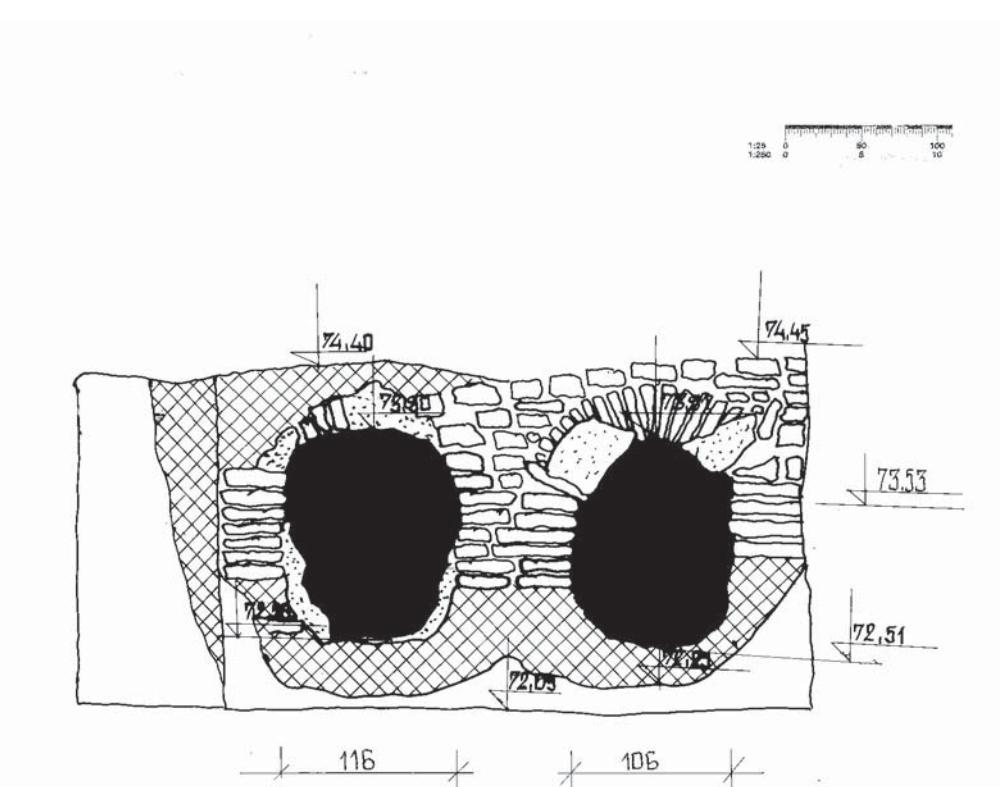
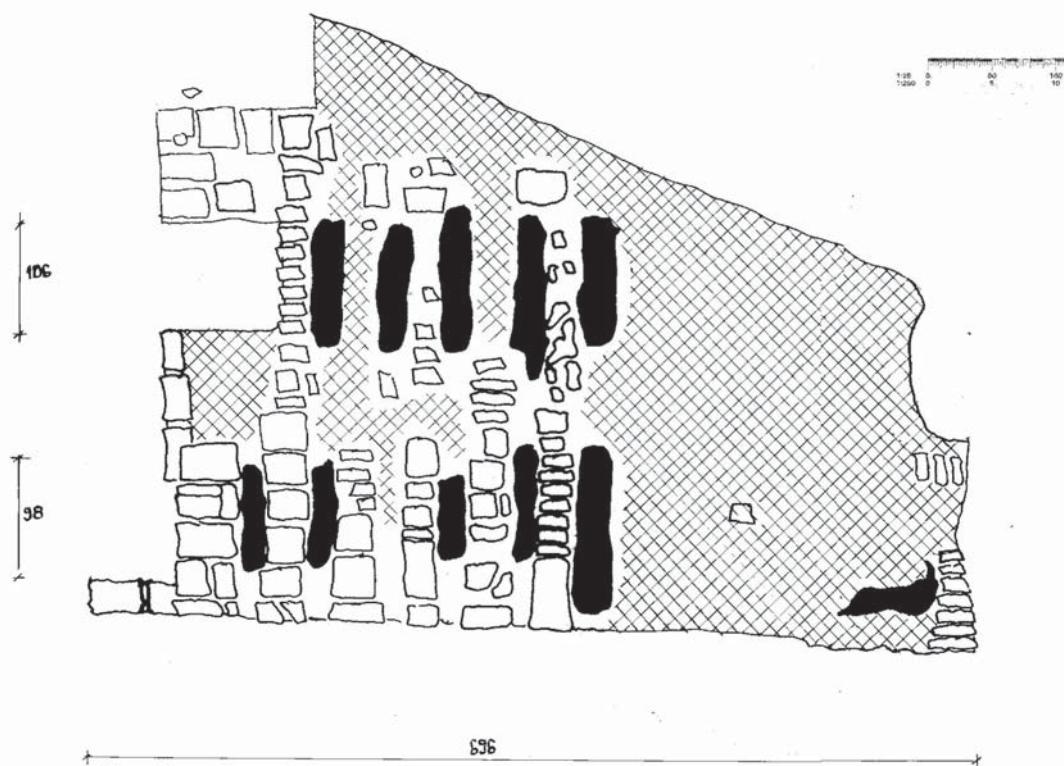
P. V: Peć 1 - Istočni presek (gore) i južni presek (dole)

P. VI



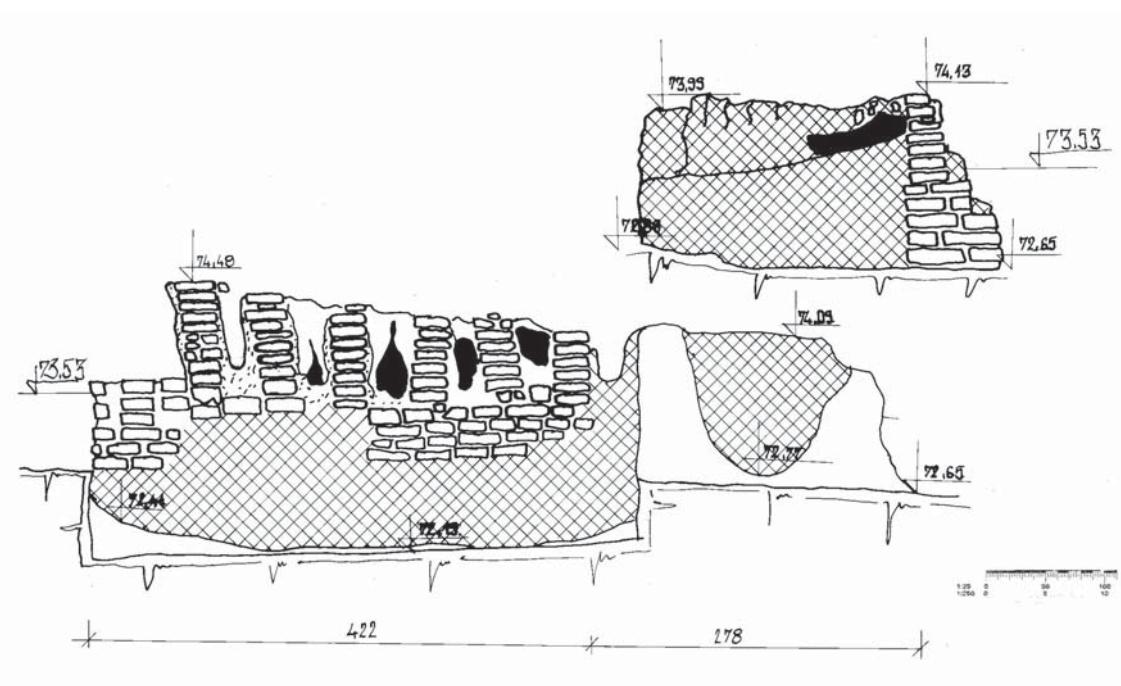
P. VI: Osnova ciglarske peći br. 2. Lokalitet Livade kod Ćuprije

P. VII



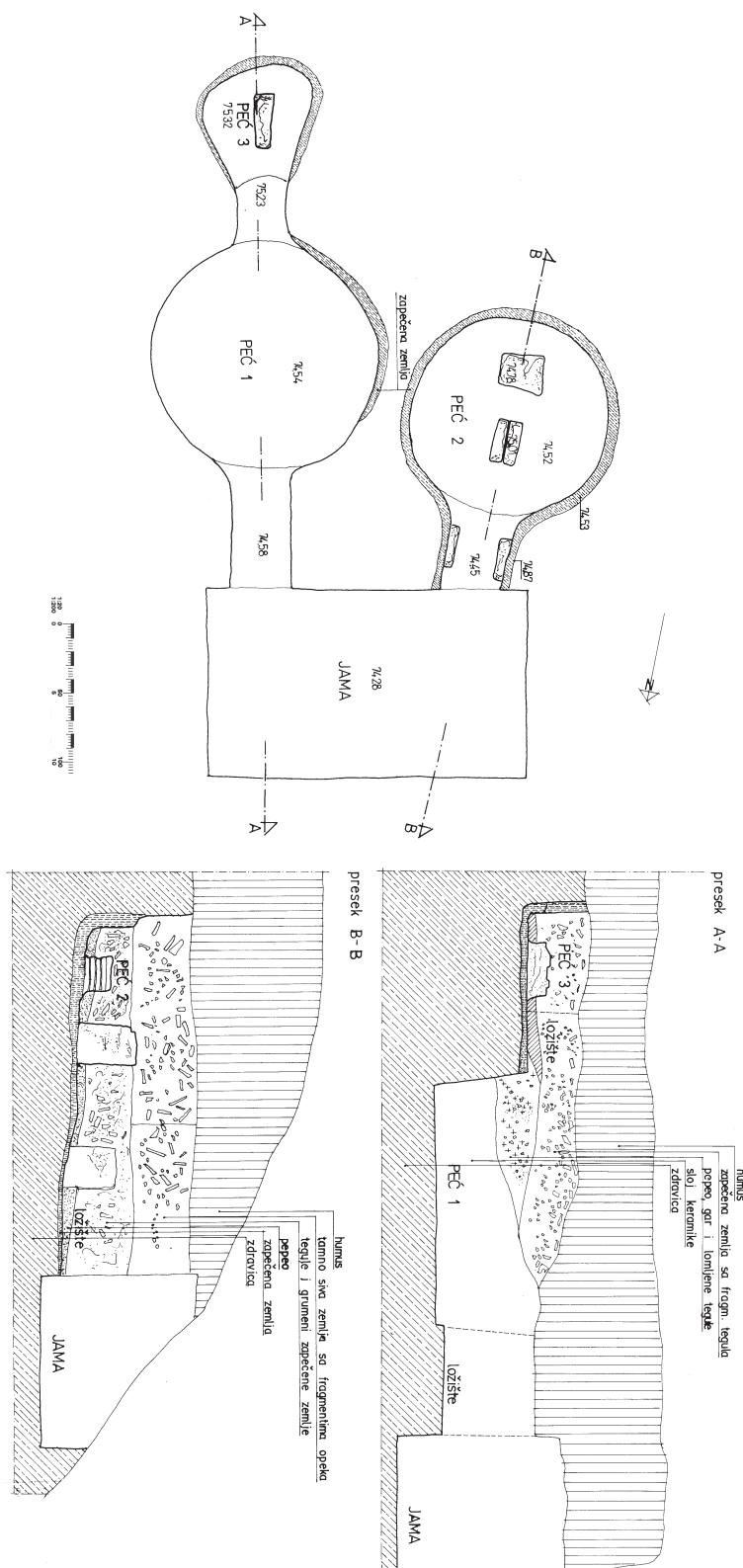
P. VII: Peć 2 - Horizontalni presek (gore) i zapadni presek (dole)

## P. VIII



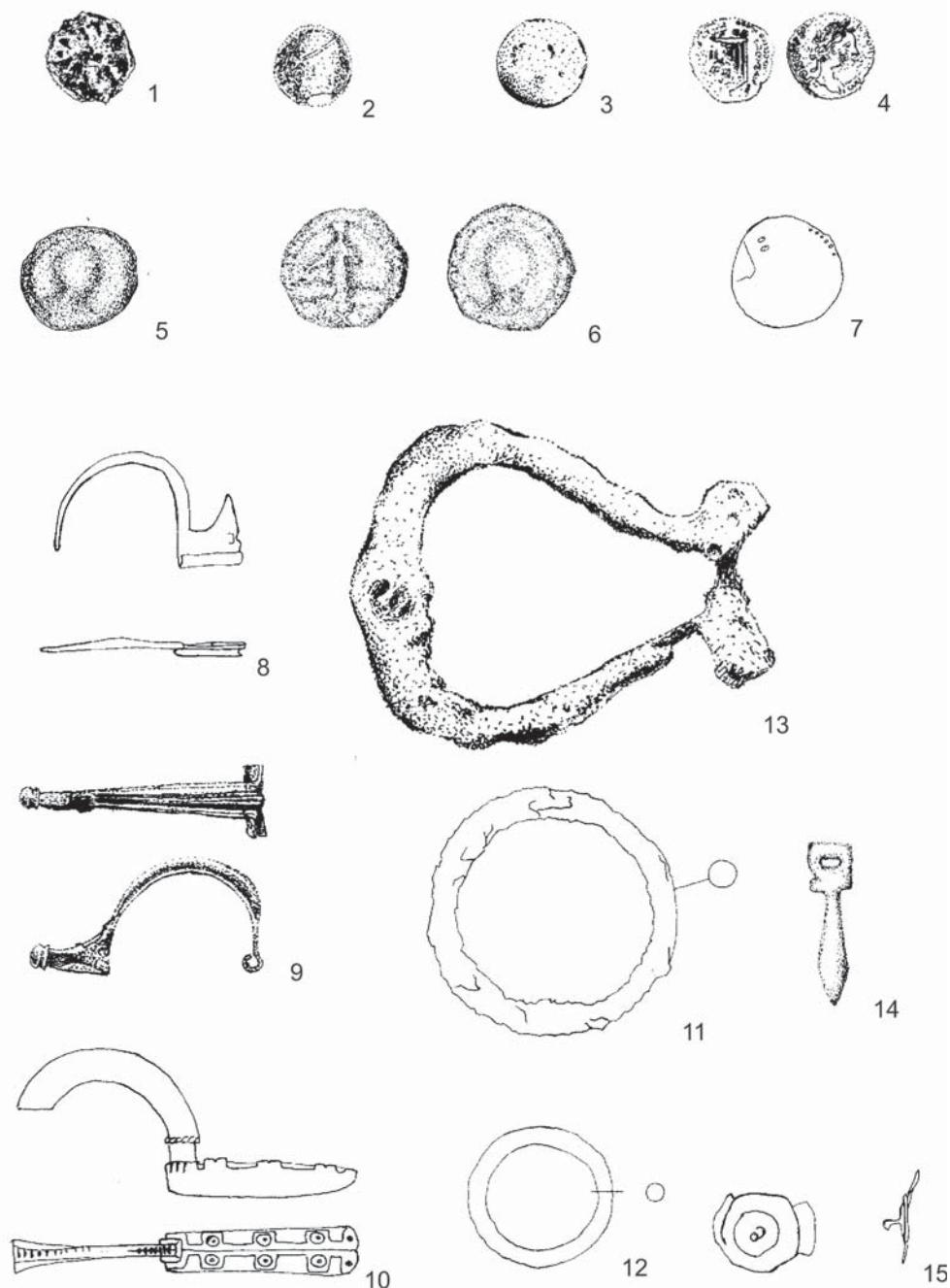
P. VIII: Peć 2 - Južni presek (gore) i istočni presek (dole)

## P. IX



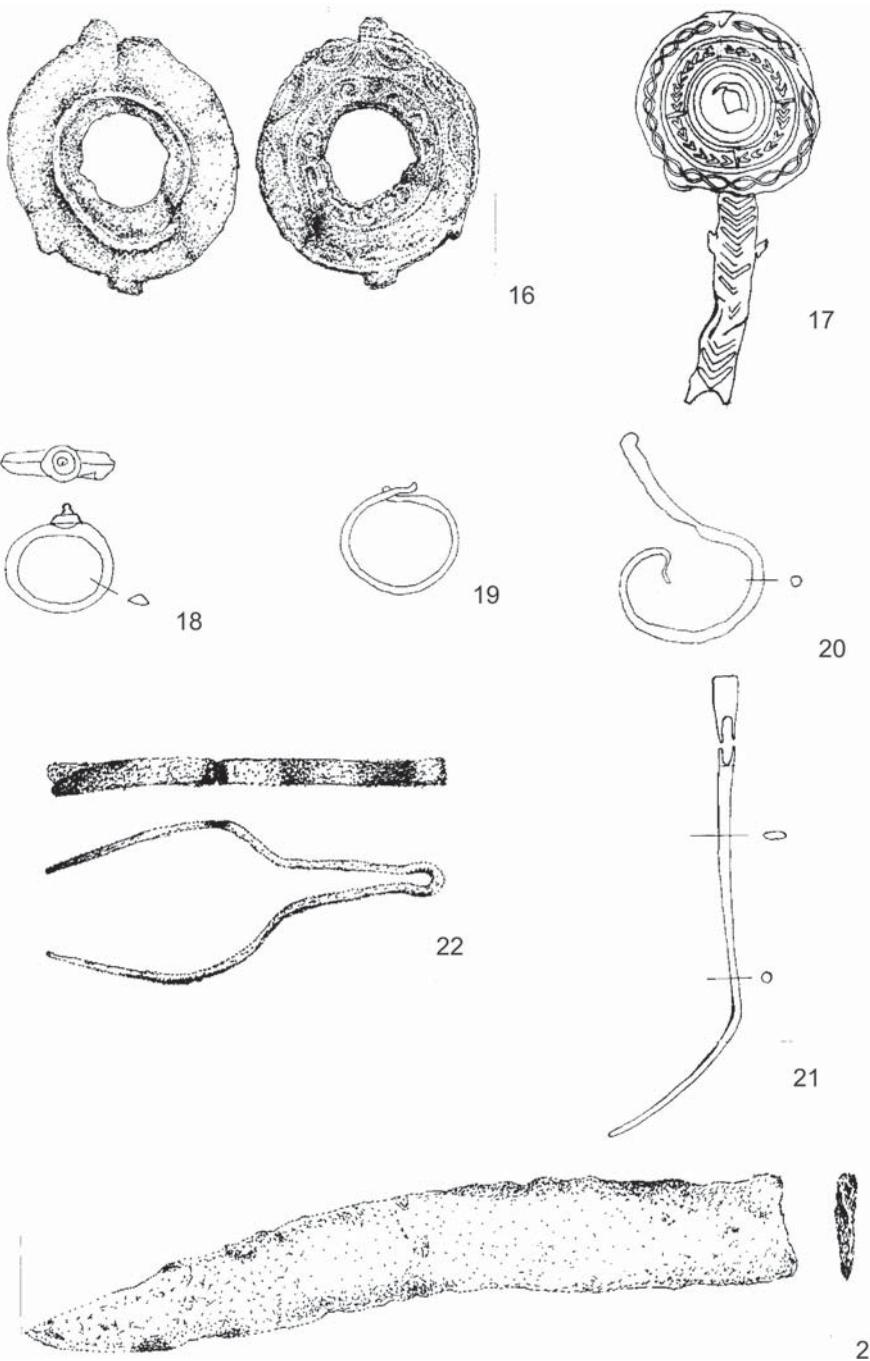
P. IX: Keramičke peći 1, 2, 3. Lokalitet Pećine

## T. I



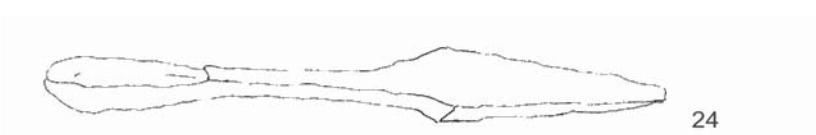
R 2:3

T. II

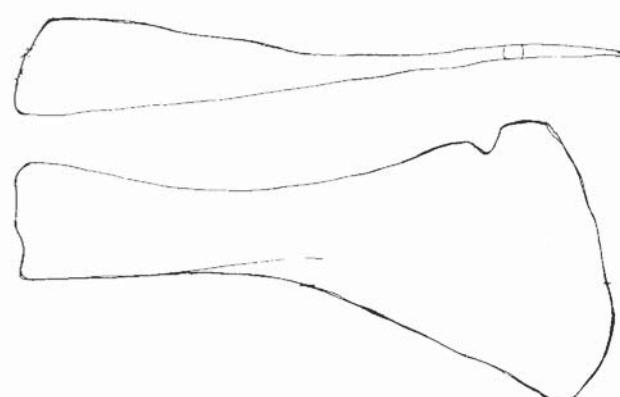


R 2:3

## T. III



24



25



26

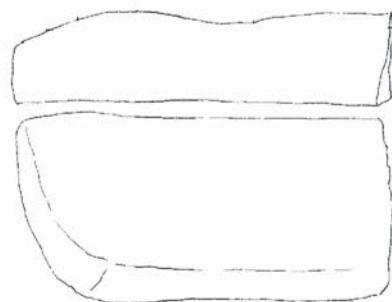


27

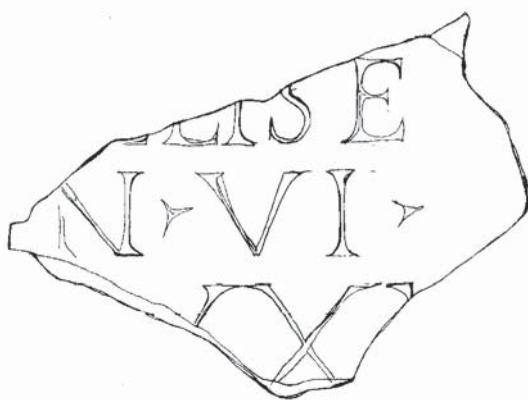


28

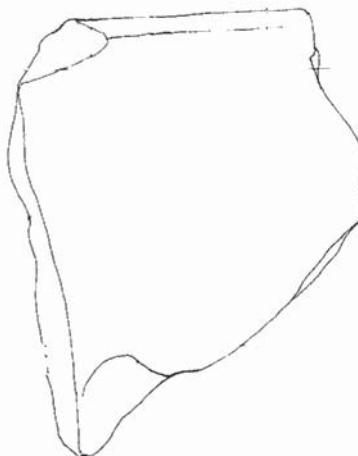
R 2:3



29



30



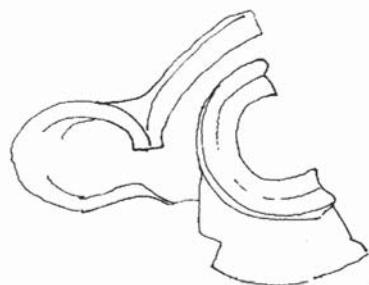
31

29 (R 2:3) 30, 31 (R 1:3)

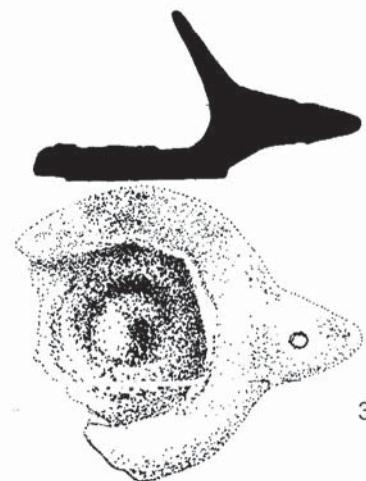
T. V.



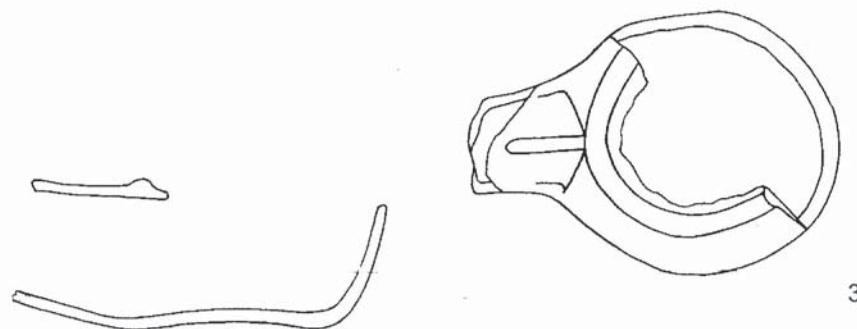
32



33

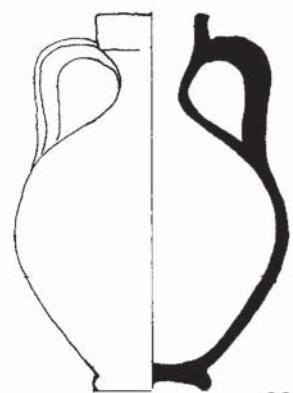


34

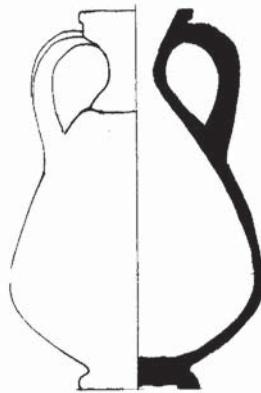


35

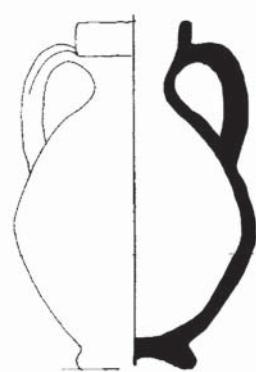
R 2:3



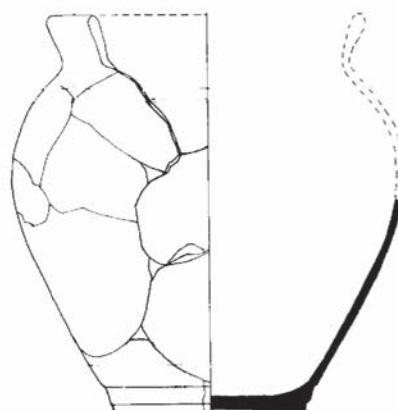
36



37



38



39

R 1:3



Slika 4. Treća ciglarska peć otkrivena na mestu današnjeg dimnjaka TE Kostolac B

Mirjana Arsenijević  
Arheološki institut Beograd

Saša Redžić  
Arheološki institut Beograd

Milica Tapavički-Ilić  
Arheološki institut Beograd

904:731.1.032(37)'04  
904:726.821"652"(497.11)



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

## DVA NOVA TIPO REVERSNIH PREDSTAVA KOVNICE NIKEJE SA NEKROPOLE VIŠE GROBALJA

### ABSTRAKT

*Sa viminacijumske nekropole Više Grobalja potiču dva nova tipa reversnih predstava kovnica Nikeje iz Bitinije. U pitanju su tipovi sa predstavom standarda i legionarskih kaprikorna, kovani za Aleksandra Severa i Trankvilinu.*

**KLJUČNE REČI:** KLJUČNE REČI: REVERSNI TIPOVI, VOJNE INSIGNIJE, KOVNICA NIKEJA, VIMINACIJUM.

Proučavanje nalaza sa viminacijumske nekropole pruža mogućnosti za izuzetna i nova otkrića, između ostalog i zato što nam je uvek na raspolaganju veliki uzorak. Preliminarni podaci analize novca sa nekropole Više Grobalja<sup>1</sup> ukazuju na veći broj sasvim novih tipova, naročito među primerima provincijskog, ali takođe i carskog kovanja. Konačno publikovanje ovih numizmatičkih nalaza predstavljaće veliki doprinos proučavanju rimskog kovanja i još jednom ukazati na veliki značaj koji je imao Viminacijum, kao važna administrativna, ekonomski i vojna metropola u ovom delu Carstva. Pogotovo što ćemo dobiti daleko potpuniju sliku o monetarnoj cirkulaciji, naročito iz istočnih provincija. U ovom smislu, važno mesto zauzima novac kovnice Nikeje iz Bitinije,

koji je u velikom broju zastupljen na nekropoli Više Grobalja. Nešto su ređi primerci nikejskog kovanja pre Aleksandra Severa, dok kovanje za ovog cara, čini najveći deo pronađenog novca, da bi primerci Gordijana III ponovo bili daleko ređi, a posle njega sasvim sporadični. Ove činjenice još jednom ukazuju na veliko prisustvo novca Nikeje u Podunavlju do otvaranja kovnice provincijskog novca u Viminacijumu 239. godine.<sup>2</sup>

Repertoar reversnih predstava nikejskog kovanja proširen je novim nalazima sa Viminacijuma. U pitanju su dva nova tipa sa vojnim insignijama i legionarskim kaprikornima.<sup>3</sup> Metodologija razvrstavanja reversnih tipova, koju je upotrebio N. Crnobrnja, prilikom publikovanja

2. Црнобрња 1981: 5, n. 3-7.

3. C – 9275 (G1-1357), C – 767 (pronađen u sloju) i C – 4280 (G-624).

1. U toku je izrada kataloga novca pronađenog na ovoj viminacijumskoj nekropoli.



novca grada Nikeje iz zbirke Muzeja grada Beograda, predstavlja pravi način za detaljnu analizu razvoja pojedinih predstava.<sup>1</sup> Iz ovog razloga odlučili smo da koristimo njegovu podelu i dopunimo je novim tipovima.<sup>2</sup>

Viminacijumski primerci Aleksandra Severa sa legionarskim kaprikornima i vojnom insignijom označeni su kao tip 29. Natpis na reversu pripada ređem načinu ispisivanja legendi u nikejskom kovanju u kombinaciji sa vojnim insignijama, zato što ide duž ivice novčića, a ne između insignija kao što je uobičajeno. Predstavljena je jedna vojna insignija između dva legionarska kaprikorna (Sl. 1, 2).

1. C – 9275

Av. M AVP CEVH ΑΛ-ΕΞΑΝΔΡΟC AVΓ

Bista cara s lovovim vencem na desno, poprsje pod paludamentumom.

Rv.

NI-KAI (okolo)

E ΩN (ex)

težina – 4,35 gr; prečnik – 20,3 mm; osa 1850.

Kat. BMC Bithynia 99-103; WBR 617; Weiser 030.

2. C – 767

Av.

M AVP CEVH ΑΛΕΞΑΝΔΡΟC AVΓ (AVΓ u ligaturi)

1. Црнобрња 1981: 6, Tabela 2.

2. U Tabeli 2 N. Crnobrnja dodao je 12 tipova sa predstavom vojnih insignija i 16 sa legionarskim orlom ili kaprikornima u kombinaciji sa insignijama. Vidi n. 4.

Bista cara s lovovim vencem na desno, poprsje pod paludamentumom.

Rv.

NIK-AIE (okolo)

ΩN (ex)

težina – 5,26 gr; prečnik – 20,2 mm; osa 1850.

Kat. BMC Bithynia 99-103; WBR 617; Weiser 030.<sup>3</sup>

Još jedan novi tip pronađen na Viminacijumu, označen je kao 30 i pripada kovanju Gordijana III za Trankvilinu. U ovom slučaju tip legende pripada čećem, isписанom između insignija. Prikazan je jedan legionarski kaprikorn u sredini, dok se levo i desno nalazi po jedna vojna insignija (Sl. 3).

3. C – 4280

Av.

[CAB] TPANKVΛΛINA

Bista carice na d. obučena, s dijademom na glavi.

Rv.

N-I-K-AI

ΕΩN (ex)

težina – 2,94 gr; prečnik – 19,5 mm; osa 50.

BMC Bithynia 130.

Opisani primerci predstavljaju još jednu kariku u boljem razumevanju razvoja reversnih predstava na novcu Nikeje, a viminacijumski nalazi će sasvim sigurno nadalje razvijati ovu tipologiju.

3. Ni jedan od referentnih kataloga ne izdvaja tipove detaljno, već se ograničavaju na sumarne opise („tri insignije“ ili „legionarski orao između dve insignije“).

**RESUME****Two New Types of Reverse Images  
of the Nicaia Mint at the Necropolis  
Više Grobalja**

Preliminary data obtained by coin analysis from the Više Grobalja necropolis point out to a greater number of completely new coin types, especially among the examples of provincial, but also among the imperial mintings. Apart from typological characteristics of the images, data about monetary circulation given by coin finds from Viminacium are of great importance. In this aspect, an important place is taken by coins from the Nicaia mint in Bithynia, which were quite numerous at the necropolis Više Grobalja. Among them, there are two new types of reverse images of the Nicaia mint with military insignia, which belong to the mintings of Alexander Severus and Gordian III (for Tranquilina).

Translated by M. Tapavički-Ilić

**BIBLIOGRAFIJA****BMC Bithynia 1989.**

W. Worth, *Catalogue of Greek coins in the British Museum, Pontus, Paphlagonia, Bithynia*, London 1889.

**Црнобрња 1981**

Н. Црнобрња, Новац града Нијеје у нумизматичкој збирци Музеја града Београда,  
*Годишњак града Београда XXVIII*, 1981: 5-23

**WBR 1910**

W. H. Waddington, E. Babelon, Th. Reinach,  
*Recueil general des Monnaies grecques d'Asie Mineure*, Paris 1910.

**Weiser 1983.**

W. Weiser, Katalog der Bithynischen Münzen der Sammlung des Instituts für Altertumskunde der Universität zu Köln, *Papyrologica Coloniensis XI*, Opladen 1983.



1



2



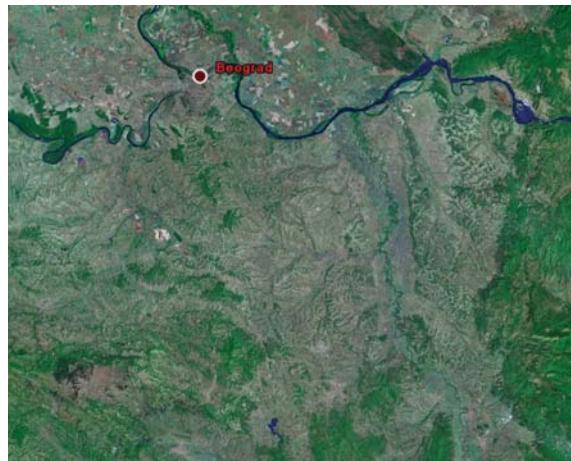
3

R 2:1

Milica Tapavički-Ilić  
Arheološki institut Beograd

Mirjana Arsenijević  
Arheološki institut Beograd

904:631°652°(497)



## POLJOPRIVREDA CENTRALNOG BALKANA NA PRELASKU STARE U NOVU ERU

### ABSTRAKT

*Rad se bavi promenama u poljoprivredi koje su se na prelasku Stare u Novu eru odvijale na prostoru centralnog Balkana, odnosno na prostoru koji su tada naseljavali Skordisci. S obzirom da je ovaj aspekt materijalne kulture u srpskoj arheologiji malo proučen, izgrađen je model putem poređenja sa srodnim istraživanjima u centralnoj Evropi. U oba slučaja, glavni izvor građe bili su grobni nalazi. Kao najupečatljivija promena do koje je nakon rimske okupacije došlo u centralnoj Evropi jeste pojava baštenskih kultura, pa se sa sličnom pojавom može računati i na području centralnog Balkana.*

*Prilikom ovog istraživanja su takođe proučeni kriterijumi koji su mogli biti korišćeni za izbor određenih biljnih vrsta, kao što su ekološki faktori (klima, kvalitet tla), tehnološki, ekonomski, socijalni i drugi faktori.*

**KLJUČNE REČI:** ARHEOBOTANIKA, KELTI, SKORDISCI, RIMLJANI

Za mnoga društva, pa i za ona koja su se razvijala i postojala u periodu prelaska Stare u Novu eru, poljoprivreda predstavlja egzistencijalnu osnovu. Rekonstrukcija poljoprivrednog potencijala stoga predstavlja jedan od centralnih faktora za razumevanje toka rimskog uticaja na poljoprivredu domorodačkog stanovništva.<sup>1</sup>

Značaj različitih biljaka i životinja je višestruk: one su korišćene za ishranu i kao sirovine, dok su sa druge strane imale važnu ulogu u ritualu i medicini. U direktnoj vezi sa poljoprivredom stoji i način ishrane, koji je karakterističan za svako

društvo ponaosob i koji uvek uključuje samo određene životinske i biljne vrste.

Očigledno, reč je o složenom problemu, kod kojeg je potrebno sagledati više aspekata. Prilikom njegovog proučavanja, pojavila su se sledeća pitanja:<sup>2</sup>

- koje su biljne vrste najčešće uzgajali Kelti, a koje Rimljani?
- postoji li tipično "keltska" ili tipično "rimска" poljoprivreda?

1. Kreuz 1995a, 59.

2. Kreuz 1995a, 59.

- da li se biljne vrste prisutne tokom prelaska Stare u Novu eru na rimskim poljoprivrednim dobrima (*villae rusticae*) i u selima (*vici*) razlikuju od onih konstatovanih u drugim naseljima čija je primarna delatnost takođe poljoprivreda?

- može li se pomoći ustanovljenih biljnih vrsta utvrditi da li je došlo do promena u poljoprivredi i do ekoloških promena koje bi se javile kao posledica toga?

- postoje li razlike u upotrebi određenih biljnih vrsta, koje bi se npr. ogledale u korišćenju određenih biljnih vrsta samo u ishrani ili samo u kultu?

\* \* \*

Istraživanja ove problematike trebalo bi da obuhvate ispitivanja klime, tla i reljefa, kao i analize polena. Od velikog značaja bi tu bile druge nauke, kao klimatologija, geografija ili botanika. Da li se klima na prelasku Stare u Novu eru razlikovala od današnje, da li je bila blaža ili surovija i da li je onda bilo više ili manje padavina nego danas? Da li je kvalitet tla tada bio bolji nego što je to danas slučaj ili se pri obradi zemlje nailazilo na izuzetno velike teškoće? Kakva je bila struktura tla? Poseban značaj imaju analize polena, koje mogu da pokažu da li je dolazilo do promena u regionalnoj vegetaciji, a koje bi dalje mogle da ukažu na kontinuitet ili diskontinuitet u naseljavanju i korišćenju jedne određene oblasti.

Prelaz iz gvozdenog doba u rimski period i razvoj vegetacije u prvim vekovima posle Hrista različito su se odvijali u različitim oblastima. Na nekim mestima je uočljiv diskontinuitet u stanovanju, kao što to pokazuje Roš<sup>1</sup> za oblast Bodenskog jezera. Ovde je na kraju gvozdenog doba, a pre nastanjivanja Rimljana, ustanovljen prekid u nastanjivanju, jer je došlo do regeneracije šuma. Nasuprot tome, za oblast oko Luterskog jezera u Ajhsfeldu, Bojg<sup>2</sup> dokazuje da nema prekida u nastanjivanju, jer su ispitivanjima utvrđeni sve veći i veći indikatori ljudskog uticaja. Na početku rimskog perioda je ovde došlo do izuzetno jakog razvoja poljoprivrede.

1. Rösch 1992, 101-109.

2. Beug 1992, 315.

\* \* \*

Iz perioda prelaska Stare u Novu eru, sa područja Zapadne i Centralne Evrope, poznate su 233 vrste kultivisanih i korisnih biljaka.<sup>3</sup> Od ovih su najbolje poznate one koje su uzgajali i konzumirali Rimljani, odnosno one koje su otkrivene na rimskim lokalitetima. Tu spada osam vrsta žitarica,<sup>4</sup> tri vrste mahunastih plodova<sup>5</sup> i četiri uljarice tj. vlaknaste biljke.<sup>6</sup> Dalje, utvrđeno je postojanje petnaestak vrsta voća uglavnom uzgajanih u baštama,<sup>7</sup> šesnaest vrsta lekovitih biljaka i začina,<sup>8</sup> kao i jedna biljka od koje se dobija žuta boja.<sup>9</sup> Poznato je bilo dvanaest vrsta divljeg i košutnjavog voća,<sup>10</sup> ali i neke biljke za koje se sa sigurnošću može tvrditi da su bile uvožene,<sup>11</sup>

3. Kreuz 1995a, 64.

4. Kreuz 1995a, 70, nap. 49. Ječam (*Hordeum vulgare*), raž (*Secale cereale*), hlebna pšenica (*Triticum aestivum*), dvozrna pšenica (*Triticum dicoccum*), pšenica (*Triticum spelta*), proso (*Panicum miliaceum*), jednozrna pšenica (*Triticum monococcum*) i proso u klipu (*Setaria italica*).

5. Kreuz 1995a, 70, nap. 50. Sočivo (*Lens culinaris*), grašak (*Pisum sativum*) i bob (*Vicia faba*).

6. Kreuz 1995a, 70, nap. 51. Konoplja (*Cannabis sativa*), lan (*Linum usitatissimum*), mak (*Papaver somniferum*) i (*Camellia sinensis*).

7. Kreuz 1995a, 70, nap. 52. Dinja (*Cucumis melo*), smokva (*Ficus carica*), orah (*Juglans regia*), jabuka (*Malus domestica*), mušmula (*Mespilus germanica*), trešnja (*Prunus avium*), šljiva (*Prunus domestica ssp. insititia*), ringlov (*Prunus domestica ssp. oeconomica*), breskva (*Prunus persica*), kruška (*Pyrus communis*), glog (*Sorbus aria*), oskoruša (*Sorbus domestica*), brekinja (*Sorbus torminalis*), vinova loza (*Vitis vinifera*) i bundeva (*Lagenaria siceraria*).

8. Kreuz 1995a, 70, nap. 53. Osam začina: mirodija (*Anethum graveolens*), celer (*Apium graveolens*), kim (*Carum carvi*), koriander (*Coriandrum sativum*), kopar (*Foeniculum vulgare*), vinska rutvica (*Ruta graveolens*), senf (*Sinapis arvensis*) i (*Satureja hortensis*).

Osam lekovitih biljaka: velebilje (*Atropa bella-donna*), kukuta (*Conium maculatum*), dimnja (*Fumaria officinalis*), bunika (*Hyoscyamus niger*), kantarion (*Hypericum perforatum*), slez (*Malva*), divlja vrbena (*Verbena officinalis*) i (*Peucedanum officinale*).

9. Kreuz 1995a, 70, nap. 54. Katančica (*Reseda luteola*).

10. Kreuz 1995a, 70, nap. 55. Lešnik (*Corylus avellana*), glog (*Crataegus laevigata*), bukva (*Fagus sylvatica*), jagoda (*Fragaria vesca*), trnjina (*Prunus spinosa*), ogrozd (*Ribes cf. uva crispa*), šipak (*Rosa spec.*), ostužnjak (*Rubus caesius*), kupina (*Rubus fruticosus*), malina (*Rubus iadeus*), zova (*Sambucus nigra*) i borovnica (*Vaccinium cf. myrtillus*).

11. Kreuz 1995a, 70, nap. 56. Radi se o maslinama (*Olea europaea*) i semenju četinara (*Pinus pinea*) iz Mediteran-

jer zbog klimatskih uslova nisu mogle biti uzgajane izvan Mediteranskog područja.<sup>12</sup> Kod nekih vrsta se ne može pouzdano utvrditi da li su bile uvožene ili uzgajane na licu mesta, kao npr. dinja (*Cucumis melo*).<sup>13</sup>

Na gvozdenodopskim lokalitetima zapadne i centralne Evrope otkriveno je sedam vrsta žitarica,<sup>14</sup> četiri vrste mahunastih<sup>15</sup> i dve vrste uljanih tj. vlaknastih biljaka,<sup>16</sup> čemu treba dodati još četiri biljne vrste do kojih se dolazilo sakupljanjem.<sup>17</sup> Iz ovoga se nameće jasan zaključak da je osnovna razlika između gvozdenodopskih i rimskih nalaza u nedostatku začina, povrća i voća koje se uzgaja u baštama. Pojava kultivisanih baštenskih biljaka može se smatrati delom procesa romanizacije, što takođe uključuje promenu u duhovnom smislu koja podrazumeva početak uzgajanja hranljivih biljaka. Pri tome se uzgajaju biljke kod kojih je potreban dugogodišnji rad pre nego što bi dale prve plodove, kao šljiva ili breskva, ili koje moraju biti negovane pažljivo i pod posebnim uslovima, kao dinja ili bundeva. Repice takođe spadaju u baštenske kulture i zahtevaju intenzivno đubrenje. Preduslov za uvođenje ovih novina bilo je i poznavanje kalemljenja.

U periodu prelaska Stare u Novu eru sigurno je došlo do neke vrste demilitarizacije domorodačkih plemena. U jednom relativno kratkom periodu, ratnički sloj domorodačkog stanovništva je prestao da postoji, što je automatski značilo porast radne snage za poljoprivredne i zanatske delatnosti i za skog područja, kao i o biberu (*Piper nigrum*), koji je u područje centralne Evrope verovatno došao iz Indije.

12. Kreuz 1995a, 70.

13. Körber-Gröhne 1987, 454.

14. Kreuz 1995a, 70, nap. 59. Ječam (*Hordeum vulgare*), hlebna pšenica (*Triticum aestivum*), dvozrna pšenica (*Triticum dicoccum*), pšenica (*Triticum spelta*), proso (*Panicum miliaceum*), jednozrna pšenica (*Triticum monococcum*) i proso u klipu (*Setaria italica*).

15. Kreuz 1995a, 70, nap. 60. Sočivo (*Lens culinaris*), grašak (*Pisum sativum*), bob (*Vicia faba*) i grahorica (*Vicia ervilia*).

16. Kreuz 1995a, 70, nap. 61. Lan (*Linum usitatissimum*) i (*Camelina sativa*).

17. Kreuz 1995a, 70, nap. 62. Lešnik (*Corylus avellana*), srezma (*Prunus padus*), malina (*Rubus iadeus*) i zova (*Sambucus nigra*).

trgovinu. To je dovelo do napretka poljoprivrede, u koju se ulagalo više znanja, radnog vremena i energije. Kao primer se ovde može navesti uzgoj vinove loze, koja je u rimskom periodu potvrđena u pojedinim oblastima, a za koju je u proseku po hektaru potrebno tri puta više rada nego za uzgoj žitarica.

Naravno, veliki broj pitanja i dalje ostaje bez odgovora, npr. u koje vremenske okvire treba svrstati uvođenje baštenskih i voćnih kultura i uvoz egzotičnih jestivih biljaka? Jesu li nove vrste biljaka uzgajali samo novoprdošli Rimljani ili su domoroci takođe prihvatali i uzgajali ove biljne vrste? Jesu li nove vrste bile svuda rasprostranjene ili su bile uzgajane samo u određenim oblastima? Ako su svuda bile rasprostranjene, koliko je vremena moralno da prođe dok su one dostigle taj nivo?

Zanimljiva je konstatacija da su neke od "novih" vrsta, kao npr. divlji kelj (*Brassica oleracea*), prirodno rasle na obalama Severnog i Sredozemnog mora, kao i na Atlantiku. Zato su Kelti, podjednako kao i Rimljani, imali mogućnost da ovu biljku kultivišu, ali to nisu učinili. Tako su mogli da kultivišu i vinovu lozu (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*), koja raste u dolinama reka, ali su ipak uvozili skupo gotovo vino. Na pitanje zašto je to bilo tako, treba tek odgovoriti. Da li Kelti nisu imali dovoljno znanja da bi izvršili kultivaciju, ili su sebi radije priuštili gotove proizvode? Ne sme se zaboraviti da u vezi sa proizvodnjom vina ne stoji samo uzgoj vinove loze, nego i čitava tehnologija fermentacije grožđa, spravljanja vina itd. To bi značilo da sam uzgoj vinove loze, bez daljeg znanja i mogućnosti spravljanja vina, ne bi bio dovoljan. Još jedan jednostavan razlog bi bio da možda domaće vino nije imalo tako dobar ukus kao ono iz Italije.

Vrlo je važno pitanje koji su kriterijumi uticali na izbor kultivisanih biljaka. Tu su najpre od važnosti ekološki faktori, kao što su klima, kvalitet tla i dr., a na koje uzgajivač gotovo da nema uticaja. Ono što se u najširim okvirima može smatrati kao presudno za izbor ove ili one biljne vrste su tehnički, ekonomski i socijalni faktori, kao

npr. prinos, trajanje rasta i mogućnosti korišćenja zasadenih biljaka, obim neophodnih pripremnih radova, raspoloživa radna snaga, sistem trgovine i tržišta i tehnološko stanje poljoprivrede. U obzir treba uzeti i odnose sa stočarstvom.<sup>1</sup>

Najviše prinose daju pšenica, raž, ječam i zob. Pšenica i ječam ne uspevaju dobro na posnom zemljištu i slabo su otporni na bolesti i štetočine. Nasuprot tome, izdašna i relativno rezistentna raž podnosi posno zemljište i nepovoljne klimatske uslove. Od ove četiri žitarice, pšenica daje najveći prinos, ali je vezana za određene vrste zemljišta i ima vrlo ograničenu sposobnost podnošenja hladne klime. Veliki spektar podvrsti ječma pruža mogućnost za prilagođavanje na klimu i različit kvalitet tla. On toleriše slano, kao i peskovito ili tresetno zemljište, a kao letnja žitarica poseduje izuzetno kratko vreme rasta od samo devet nedelja. Emer (*Triticum dicoccum*) i jedna vrsta pšenice (*Triticum spelta*) pripadaju žitaricama sa srednjim prinosom, ali zato poseduju veću otpornost na bolesti.

U rimskom periodu je postojala povećana potreba za hlebnim žitaricama, koja je mogla biti zadovoljena uzgojem raži (*Secale cereale*) i pšenice (*Triticum spelta*) kao ozimih žitarica. Možda je u rimskom periodu bila povećana i potreba za slamom, jer se povećao broj domaćih životinja, pre svega konja, za koje je preko zime bila potrebna hrana.

Kod prosa, uljanih i mahunastih biljaka, između gvozdenog doba i rimskog perioda za sada se ne može povući jasna razlika u uzgoju.<sup>2</sup> Ovde treba navesti i one vrste koje Rimljani na italskom prostoru prвobitno nisu koristili, kao što su jedna vrsta pšenice i raž. Uzgoj pšenice više odgovara nekoj autohtonoj, npr. keltskoj poljoprivredi, na šta ukazuju nalazi sa nekoliko lokaliteta.<sup>3</sup>

Nasuprot tome, ni na keltskom ni na italskom području nije utvrđeno kultivisanje raži u predrimsko doba. Čini se da se raž u poslednjim ve-

kovima pre naše ere nije nalazila među ozimim žitaricama, već se sa njenim uzgojem otpočelo tek kasnije, u klimatski povoljnim oblastima unutar Rimskog carstva. Ne treba isključiti ni mogućnost preuzimanja ove žitarice od istočnoevropskih ili germanskih naroda. Nalazi raži se u okviru Limesa mogu tumačiti kao povratni uticaj domorodaca na osvajače.<sup>4</sup>

\* \* \*

Nakon trgovaca, rimska vojska je najčešće bila ta sa kojom su domorodačke populacije dolažile u dodir. Naravno, razni uticaji su se upravo sa vojske prenosili na domorodačko stanovništvo. U vezi sa ovim stoji pitanje kojem je uticaju rimske vojske mogao biti izložen poljoprivredni potencijal jedne agrarne zajednice? Da li je rimska vojska od samog početka, osvojivši jednu određenu teritoriju, koristila poljoprivredne proizvode domorodačkog stanovništva, ili je za sebe i za životinje koje su bile prateći deo pojedinih vojnih jedinica nabavljala hrana sa nekog drugog mesta? Verovatno je da je brzo došlo do korišćenja lokalnih prehrabnenih potencijala, najpre za životinje, a zatim i za samu vojsku.

Dalje se javlja pitanje, kakvu je ulogu u poljoprivredi imala vojska kao radna snaga? Da li je samo domorodačko stanovništvo bilo aktivno u ovoj delatnosti ili su rimski vojnici, bar delimično, imali učešća u ovim radovima. Da li je vojska morala da krчи velike šume da bi došla do većih obradivih površina? To bi moglo biti verovatno, jer se na taj način automatski dolazilo i do drveta za gradnju. Da li je vojska, ako je učestvovala u poljoprivrednim radovima, preuzimala i koristila biljne vrste domorodačkog stanovništva, ili je odmah sadila i uzbajala biljne vrste koje je eventualno donela sa sobom?

Zbog povoljnog položaja na putevima koji su vodili do rimskih trupa stacioniranih duž granice Carstva, mnoga naselja su se razvila u postaje, na kojima je dolazilo do razmene robe iz gotovo svih delova Carstva. Na takvim mestima se naseljavao veliki broj trgovaca, kupaca, prevoznika i

1. Kreuz 1995a, 76.

2. Kreuz 1995a, 77.

3. Kreuz 1995a, 76, nap, 83.

4. Kreuz 1995a, 76.

zatanljija. Za okolno stanovništvo se pružala povoljna mogućnost da prodaju svoje i da razmenom dobiju ili kupe strane proizvode. Pojedina naselja su tako istovremeno predstavljala i neku vrstu tržnice.<sup>5</sup> Izgradnja puteva, koja je usledila nakon Cezarovi osvajanja i uspostavljanja novog poretka, pospešivala je privredni i politički razvoj starih zaselaka i kultnih mesta, koja su zahvaljujući svom povoljnem položaju na ovim putevima dobijala na značaju. Od 1. do 3. veka n.e. u oblasti evropskog dela Carstva treba računati sa sasvim zadovoljavajućim snabdevanjem stanovništva žitaricama. Čitav niz trgovaca, koji u isto vreme deluju i kao prevoznici, dopremao je proizvode do potrošača.<sup>6</sup>

\* \* \*

Sa teritorije koju su nastanjivali Skordisci poznat je samo jako mali broj arheobotaničkih nalaza koji bi mogli dati podatke o poljoprivredi kasnog gvozdenog doba. Ipak, nalazi plugova, lopata, motika i srpova ukazuju na to da je poljoprivreda bila razvijena. Oblast Skordiska je u poslednjim vekovima pre Nove ere bila šumovita, ispresecana dolinama reka, čija je okolina često bila močvarna. Obradiva zemlja se dobijala krčenjem, iako bi se tada brzo ispostila, tako da su ubrzo morale biti krčene nove površine. To je dovelo do razvoja većeg broja manjih otvorenih naselja, koja su bila povezana sa jednim većim centrom.

Tokom iskopavanja na Gomolavi u Sremu, 1955-te, između 1967. i 1972., kao i 1979. godine sakupljeno je i ispitano nekoliko ugljenisanih biljnih ostataka iz ukupno četiri probe.<sup>7</sup> Ukupno je identifikovano 19 biljnih vrsta.<sup>8</sup> Jedna proba

5. Cüppers 1974, 238.

6. Cüppers 1974, 240.

7. Borojević 1988, 111.

8. Borojević 1988, 113. Od žitarica: jednozrna pšenica (*Triticum monococcum*), dvozrna pšenica tj. emer (*Triticum dicoccum*), pšenica (*Triticum spelta*), hlebna pšenica kompaktnog klasa (*Triticum aestivo-compactum*), proso (*Panicum miliaceum*), raz (Secale cereale), ječam (*Hordeum vulgare*) i zob (*Avena fatua/sativa*). Od mahunarki: sočivo (*Lens culinaris*) i grašak (*Pisum sativum*). Od krova: obična pepeljuga (*Chenopodium cf. album*), sročika pepeljuga (*Chenopodium hybridum*), dvornik (*Polygonum*

potiče iz kružnog grupnog groba.

Glavna žitarica u svim probama bila je proso (*Panicum miliaceum*). Ječam (*Hordeum vulgare*) i pšenica (*Triticum spelta*) su takođe zastupljeni u velikoj meri, ali uvek manje nego proso (*Panicum miliaceum*). Osim semenja, kod ovih žitarica su mogli biti ustanovljeni i delovi klasja, koje je tvrde od samog semenja i često je očuvano usled ugljenisanja.

Proso je letnja žitarica, dok se ječam i pšenica mogu saditi i kao letnji i kao ozimi usevi. Treba obratiti pažnju i na činjenicu da ječam i pšenica posle žetve ostaju u zemlji, što bi značilo da je slučajno dolazilo do primesa u glavnoj žitarici. To bi dalje značilo da se prilikom obrade njiva u periodu gvozdenog doba primenjivala rotacija useva. Ipak, postoji mogućnost da su se ječam i pšenica naknadno mešali u silosima. Ječam se, kao vrsta neophodna za dobijanje piva, može direktno vezati za Kelte, za koje je iz pisanih izvora poznato da su konzumirali ovaj napitak.

Žitarice i mahunaste biljke koje se pojavljuju u malim količinama smatraju se slučajnim primesama i mogu se porediti sa korovima, iako su prvi, za razliku od drugih, uvek jestivi. Kao što je već rečeno, jedna od proba potiče iz kružnog grupnog groba, iz kojeg su prikupljena samo tri semena. Sva tri pripadaju zobi (*Avena fatua/sativa*). Na žalost, svi ostali podaci vezani za ovaj nalaz još uvek su neobjavljeni.

\* \* \*

Biljni ostaci su poznati sa nekoliko nekropola zapadne i centralne Evrope, jer je kako kod Kelta, tako i kod Rimljana bio običaj da se u grob stavljaju prilozi u jelu i piću. Struk<sup>9</sup> razlikuje primarne priloge, koji su stajali u vezi sa kremacijom pokojnika, od sekundarnih, koji su u grob polagani tek nakon kremacije. Primarni biljni prilozi su bivali

*cf. convolvulus*), ptičiji dvornik (*Polygonum aviculare*), obični klasač (*Bromus cf. secalinus*), ljlj (*Lolium sp.*), kukolj (*Agrostema ghilago*), letnji različak (*Centaurea cf. solstitialis*) i složenocvjetnice (*Compositae*).

9. Struck 1993, 82-83.

sačuvani usled ugljenisanja prilikom kremacije, dok su sekundarni prilozi neugljenisani dospevali u zemlju i brzo bivali razgrađeni dejstvom mikro-i drugih organizama.

Žitarice spadaju u najčešće grobne priloge u rimskom periodu i sreću se na 40% nalazišta.<sup>1</sup> Podjednako su učestali divlje i koštunjavvo voće, kao i mahunaste biljke. Nedostaju nalazi uljanih biljaka, što bi se moglo tumačiti i kao posledica loše očuvanosti. Žitarice, uljane i mahunaste biljke, divlje i koštunjavvo voće predstavljaju grupe koje se javljaju ne samo u keltskim, već i u germanskim grobovima. U tom smislu oni ne predstavljaju indikatore rimskog uticaja u oblasti pogrebnog rituala – naprotiv, ovde se jasno vidi da u ritualu postoji kontinuitet.

Među prilozima je često zastupljeno "rimsko" kultivisano voće, npr. breskva, šljiva i lešnik, ili one vrste koje nisu uzgajane severno od Alpa, kao urme ili masline. Vrste koje spadaju u kultivisane ili baštenske biljke, ili pak one koje su bile predmet trgovine, odlični su pokazatelji kontinuiteta u smislu pogrebnih običaja, ali ne i grobnih priloga. Te biljne vrste iz mediteranskog, ili čak nekog vrlo udaljenog prostora, u oblast srednje Evrope dolaze tek u rimskom periodu. Zato prilaganje egzotičnih biljaka ne može biti povezano sa predrimskim tradicijama.

Prilaganje ovakvih biljaka zastupljeno je samo u malom broju grobova.<sup>2</sup> Nalazišta bez tipično rimskih grobnih priloga su u geografskom i vremenskom smislu brojna i stiče se utisak da prisustvo ili odsustvo ovih priloga nije stajalo u vezi sa bogatstvom pokojnika. Uočljivo je da su se i u jako bogatim i dobro očuvanim grobovima, iz kojih su mogле biti uzete obimne probe, nalazile samo uobičajene kultivisane biljke, ali ne i rimske uvozne. To ne treba tumačiti ni kao posledicu godišnjeg doba, jer su npr. urme i smokve kao suvo voće mogле biti nabavljanе tokom cele godine. Čini se da se prilaganje rimskih vrsta voća zaista može tumačiti kao stepen romanizacije

pokojnika i njegove porodice.<sup>3</sup>

Iz ovog razloga bi bilo važno uporediti biljke iz grobova sa onim iz obližnjih naselja, jer se tako može ustanoviti različitost u stepenu promena do kojih je došlo. Može se pretpostaviti da su npr. u svakodnevnom životu, na tržištu u ponudi bile nove, rimske vrste biljaka, ali da su u pogrebnom ritualu zadržane tradicionalne, keltske vrste. Dalje, treba imati u vidu kriterijum na osnovu kojeg je vršen izbor takvih grobnih priloga – da li su postojali određeni klišei po kojima se plodovi stavljaju u grob, ili su to jednostavno bili plodovi koje je pokojnik za života rado jeo.

Napred navedena ispitivanja mogla bi da posluže kao polazna tačka za ispitivanja te vrste na području centralnog Balkana. Rezultati do kojih se dolazi ovim putem vrlo su dragoceni i ukazuju na aspekte do kojih se klasičnim sredstvima kojima se arheologija služi ne može doći. Arheobotanika bi u budućim istraživanjima na području centralnog Balkana trebalo da nađe svoje mesto, jer se do sada nalazila u senci uobičajenih metoda rada na terenu.

## AGRICULTURE ON THE CENTRAL BALKANS DURING TRANSITION OF THE ERAS

This paper deals with changes which took place after the Roman occupation in the native Late Iron Age agriculture at the Mid Balkans, i.e. in the Celtic Scordisci. Since this aspect of Late Iron Age material culture is not very well examined for this region, a theory has been constructed by comparing finds from this territory to the finds from the Mid European region. The most valuable sources for both regions were grave finds. Apart from species grown at the original territory, one also encounters traces of imported plant species, like olives, peper or dates.

During the Late Iron Age, the main species grown in the Scordisci were millet, barley and wheat. Similar situation can also be observed in

1. Kreuz 1995b, 96.

2. Kreuz 1995b, 96.

3. Kreuz 1995b, 96.

the Mid European Celtic tribes. After the Roman occupation, the main change which occurred in the Middle Europe is growing garden plants. According to this, one can expect a similar change in the Mid Balkan region.

Other aspects of such changes have also been discussed, like criteria which were used for choosing certain cultivated plants. They include ecological factors (climate, soil quality), technological, economic, social factors etc.

Translated by M. Tapavički-Ilić

## BIBLIOGRAFIJA

### **Beug 1992**

Beug H-J., Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über die Besiedlung im Unteren Eichfeld, Landkreis Göttingen, vom frühen Neolithikum bis zum Mittelalter, *Neue Ausgrabungen und Forschungen Niedersachsen* 20, 1992.

### **Боројевић 1988**

Боројевић К., Анализе угљенисаног семења из латенског насеља на Гомолави, из Јовановић Б. и Јовановић М., *Гомолава*, Београд-Нови Сад 1988, 111-118.

### **Cüppers 1974**

Cüppers H., Getreideproduktion und Getreidehandel im Trierer Land zur Römerzeit, *Kurtrierisches Jahrbuch* 14, Trier 1974, 238-241.

### **Körber-Gröhne 1987**

Körber-Gröhne M., *Nutzpflanzen in Deutschland (Kulturgeschichte und Biologie)*, Stuttgart 1987.

### **Kreuz 1995a**

Kreuz A., Landwirtschaft und ihre ökologischen Grundlagen in den Jahrhunderten um Christi Geburt: zum Stand der naturwissenschaftlichen Untersuchungen in Hessen, *Berichte der Kommission für Archäologische Landforschung in Hessen* 3, 1994/1995, Bonn 1995, 59-91.

### **Kreuz 1995b**

Kreuz A., Funktionale und konzeptionelle archäobotanische Daten aus römerzeitlichen Brandbestattungen, *Berichte der Kommission für Archäologische Landforschung in Hessen* 3, 1994/95, Bonn 1995, 93-97.

### **Rösch 1992**

Rösch M., Human impact as registered in the pollen record: some results from the western Lake Constance region, Southern Germany, *Vegetation History and Archaeobotany* 1, Heft 2, 1992, 101-109.

### **Struck 1993**

Struck M., Busta in Britannien und ihre Verbindungen zum Kontinent (Allgemeine Überlegungen zur Herleitung der Bestattungssitte), Römerzeitliche Gräber als Quelle zu Religion, Bevölkerungsstruktur und Sozialgeschichte, Mainz 1993, 81-94.

Dragana Rogić  
Arheološki institut Beograd

Nemanja Mrđić  
Arheološki institut Beograd

75.052.025.2/.4



## VLAGA - UZROK ŠTETE NA FRESKO SLIKARSTVU

**ABSTRAKT** *Uzroci propadanja zidnih slika su različiti ali međusobno povezani. U ovom tekstu se objašnjava povećano prisustvo vlage u strukturama zidne slike. Dugogodišnje prisustvo vlage u velikom broju slučajeva glavni je uzrok oštećenja zidnih slika, kako u nadzemnim, tako i u podzemnim objektima. Ukoliko se vlaga ne eliminiše, svaki drugi posao je uzaludan i ne daje trajne rezultate. Svaki deo zidne slike ima različit hemijski sastav, zbog čega se različito ponaša prema štetnim činiocima.*

**KLJUČNE REČI:** KONZERVACIJA, VLAGA, RASTVORLJIVE SOLI, RELATIVNA VLAŽNOST, TEMPERATURA, ISPITIVANJE, SANACIJA, KLIMATIZACIJA

## UVOD

Činioci koji dovode do oštećenja zidne slike u nadzemnim i podzemnim objektima zbog prisustva vlage su brojni. Vlaga koristi složenost hemijskog satava materijala i veziva nalazeći put u unutrašnjost zida.

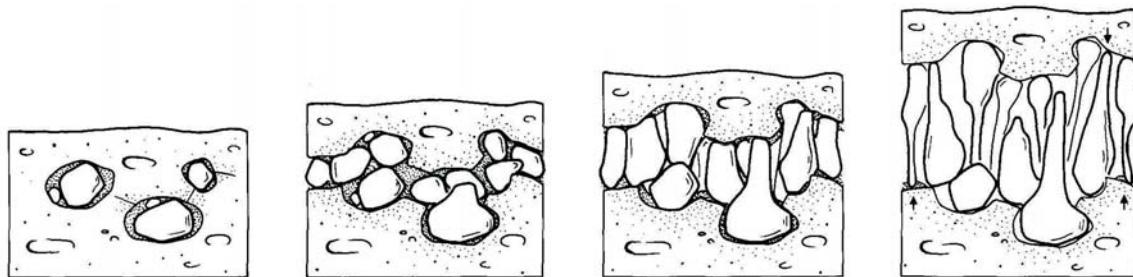
Zidna slika se sastoji od: nosača, fresko maltera, slojeva boja i zaštitne skrame.

Oštećenja ili bilo kakva promena na nosaču, slojevima fresko maltera i bojenog sloja izazivaju promene na celoj slici. Najveću opasnost predstavljaju fizička oštećenja poput kratera u strukturi zidne slike, koji nastaju zbog nepovoljnih uslova pod zemljom. Tokom viševekovne izloženosti vlazi, oslabljeni delovi otpadaju (sl. 1). Stanje freske u velikoj meri zavisi od uslova u kojima se nalazi.



Sl. 1. Viminacium, Pirivoj, grob 160.  
(snimio mr. Miroslav Stanojlović)

Svaka freska ima svoje karakteristike, pa samim tim ne postoji neka univerzalna metoda koja bi se mogla primeniti. Najvažnije je izvršiti potrebna detaljna ispitivanja i dati tačnu dijagnozu stanja u kome se freska nalazi.



Sl. 2. Opis procesa kristalizacije soli (Prema: Andreas Arnold, Konrad Zehnder, *Monitoring Wall paintings Affected by Soluble Salts*, sl. 11, str. 118.)

Konzervacija je opsežan posao u kom pored konzervatora, mora učestvovati više stručnjaka. Zato se prema prirodi problema u procesu konzervacije angažuju specijalisti iz raznih oblasti (hemičar, tehnolog, građevinski inženjer, istoričar umetnosti itd.).

Uzroke oštećenja zidnih slika možemo podeliti na fizičke, fizičko-hemijske, hemijske i biološke.

direktnog prodora vlage i agresivnih supstanci u unutrašnjost materijala.

Dugo izlaganje sunčevim zracima (ultra-ljubičastim) sa čestim prisustvom vlage prouzrokuje izmene, slabljenje i gubljenje intenziteta boje nekih pigmenata.

Slabljenje maltera i slikanih slojeva posle isušivanja izazvano je još dok su bili vlažni.

## FIZIČKI ČINIOCI

Usled delovanja mraza, voda prelazi iz tečnog stanja u led, povećava joj se zapremina, i dolazi do velikog pritiska i pucanja poroznih materijala. Kada je u toku dana fresko slika izložena sunčevoj svjetlosti, a tokom noći smanjenju temperature ili zamrzavanju (reč je o freskama koje su napolju), dolazi do zamora materijala i do pucanja. Pukotine mogu biti površinske i dubinske, dilatacione (one koje se povećavaju) i stabilne. One su uzrok

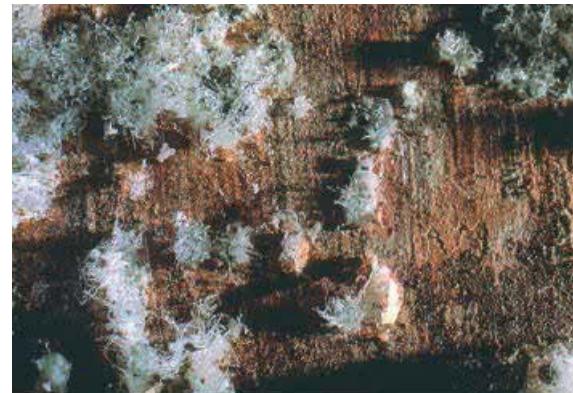
## FIZIČKO-HEMIJSKI ČINIOCI

Oštećenja na zidnoj slici, kao što su pulveracija, ljuštanje, pukotine i degradacija maltera, uzrokovana su rastom kristala za vreme kristalizacije rastvorljivih soli (sl 2). One migracijom svojih vodenih rastvora dospevaju na površinu slike.<sup>1</sup> Kristali se mogu javiti u različitim formama, mogu biti vlaknasti, stubasti, u obliku prizme i paperjasti. Voda u tlu nikada nije hemijski čista;

1. Stojanović 1990, 37.



Sl. 3. Kristalizacija soli.



Sl. 4 Kristalizacija solid - detalj sl. 3.

(Prema: Andreas Arnold, Konrad Zehnder, *Monitoring Wall paintings Affected by Soluble Salts*, T. 45-46)

javlja se u vidu vodenih rastvora raznih soli, minerala ili razgrađenih ostataka organskih materija (hloridi i nitrati). Soli mogu biti prisutne u materijalima za zidanje, mogu voditi poreklo iz zemlje, atmosfere, stvorene prisustvom životinja koje ostavljaju svoje izlučevine i koje se odnošene sa vodom deponuju na druga mesta. Nitrati nastaju raspadanjem ljudskih i životinjskih posmrtnih ostataka.<sup>2</sup> Soli mogu poticati i od materijala koji se koriste u konzervaciji. Kretanje rastvorljivih soli manifestuje se kao rezultat variranja i uticaja relativne vlažnosti i temperature vazduha u objektu.

Kod zidnih slika najčešće se mogu naći sledeće rastvorne soli: hloridi, nitrati, sulfati, itd. Najopasniji je natrijumov sulfat zbog stvaranja velikih kristala. Zbog toga, za konzervaciju zidnih slika ne treba koristiti gips i cementni malter, jer predstavljaju izvore najopasnijih soli kalcijumovog i natrijumovog sulfata.<sup>3</sup>

Soli se mogu pojaviti u vidu obilnih eflorescencija (često se javljaju u vidu belih "oblaka" i inkrustacija) na površini zidne slike i mogu se javiti ispod površine zidne slike - subflorescencija (sl 3, 4).

## HEMIJSKI ČINIOCI

Na zidnim slikama vlaga prouzrokuje hemijsko delovanje štetnih činilaca na nosač, slojeve fresko maltera i boja, koji se pri tom rastvaraju ili menjaju hemijski sastav, a time i svoje hemijske osobine. Ove promene koje se odražavaju na bojeni sloj tako što ga menjaju dalje uzrokuju slabljenja veza, pojave raznih drugih oštećenja (pukotina, kratera...), izmene celokupnog izgleda slike. Glavni štetni činoci su: direktno i indirektno dejstvo vlage; hemijsko dejstvo vlage, nataloženih prljavština na slici, kao i štetnih gasova i para prisutnih u okolnoj atmosferi.

Ugljen-dioksid je prirodnog porekla i sastavni je deo procesa disanja ljudi u prostorima ograničene veličine sa lošom cirkulacijom vazdu-

ha. Ugljen-dioksid koji se nalazi u atmosferi rastvara se u vodi i formira jednu vrlo slabu kiselinu - ugljenu kiselinu. Rastvori ugljene kiseline rastvaraju polako kalcijum karbonat i pretvarajući ga u kalcijum bikarbonat, koji se ponovo deponuje svugde u malteru, tada voda isparava pokazujući se u obliku belog vela od kalcijum karbonata.

Sumpor dioksid dobijamo spaljivanjem materijala u kojima ima sumpora (kao što su ugalj i mineralna ulja). Sagorevanjem se formira sumpor dioksid, koji se u kontaktu sa atmosferskom vodom pretvara u sumpornu kiselinu. Ona napada krečne materijale (maltere i kamen) i pretvara ih površinski u kalcijum sulfat, povećavajući volumenost. Sulfatizacija na relativno brz način prouzrokuje razlaganje površine, podluspavanje slikanog sloja i jakih kristalizacija na površini slike.<sup>4</sup> Kada voda deluje na čestice negašenog kreča u malteru zidne slike, formira se gašeni kreč. Tada se na površini zidne slike javljaju oštećenja u vidu takozvanih "kokica".<sup>5</sup>

Fresco slika je izložena raznim negativnim uticajima; to su štetni činoci prisutni u okolnoj atmosferi i lošim klimatskim uslovima. Jedan od najboljih načina zaštite je da se iz atmosfere uklone zagađenja i da se obezbede aparati za klimatizaciju.

Postoje i drugi načini kao što je provetranje, zagrevanje radi sprečavanja kondenzacije na slici i zidovima.

## BIOLOŠKI ČINIOCI

Svi tipovi vlažnosti favorizuju nastanak mikroorganizama.

Mikroorganizmi, gljivice, alge i lišajevi razvijaju se brzo kada se relativna vlažnost popne preko 65%. Zbog toga treba uvek očekivati njihovo postojanje na vlažnim mestima. Često se manifestuju u obliku mrlja ili površinskih tačkica raznih boja. Mogu izazvati otpadanje slikanog sloja i maltera. Jedini lek je temeljno odstranjivanje vlage.

2. Dragutinović-Komatina, 2004, 21

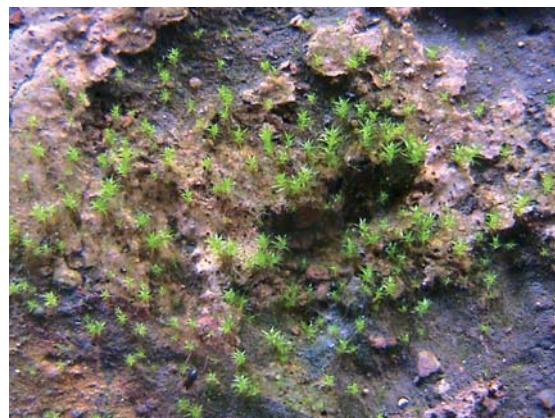
3. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 192.

4. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 194.

5. Dragutinović-Komatina 2004, 13.



Sl. 5. Viminacijum, Pirivoj, grob 160.  
(snimio mr. Miroslav Stanojlović).



Sl. 6. Viminacijum, Pirivoj, grob 160  
(snimio mr. Miroslav Stanojlović).

Vlažan živopis omogućava prisustvo vegetacije i kolonije mikroorganizama (algi, lišajeva, bakterija).

Alge su grupa nižih biljaka različitog oblika. Žive u sredinama bogatim vlagom. Javljuju se u obliku prahova: zelene, crvene i mrke boje i kao sluzavi filamenti i skrame, što zavisi od uslova vlažnosti. Osim što ruže izgled slike, izazivaju pulverzaciju i ljsupanje.

Bakterije pripadaju grupi jednoćelijskih aerobnih i anaerobnih organizama. Mogu se javiti u žutoj, crvenoj i crnoj boji. Neke bakterije luče organske kiseline i izazivaju propadanje zidnih slika. Mogu se prepoznati po karakterističnom mirisu.

Aktinomicete su velika heterogena grupa mikroorganizama. Po osobinama su između bakterija i gljiva. Prokariotska građa približava ih bakterijama a prisustvo micelina-hifa gljivama. Proizvode karakteristične mirise i sluz.<sup>1</sup>

Cijanobakterije su podvrsta bakterija; za njihov razvoj dovoljna je svetlost, voda, mala količina neorganskih jedinjenja i bazna sredina.

Gljive su niže biljke koje ne obavljaju fotosintezu. Snabdevaju se organskim materijama od uginulih organizama (saprofitne gljive) ili od živih organizama-parazitske gljive. Naseljavaju staništa gde je vazduh više ili manje zasićen vodenom parom, jer ne mogu da spreče gubljenje vode iz svog organizma. Na površini slikanog sloja javljaju se u obliku tačaka i fleka koje se mogu širiti tako

da na površini ostane sivi zeleni ili crni baršunasti sloj. Mogu se javiti i kao tamne mrlje koje mogu prouzrokovati mehanička kao i hemijska oštećenja podloge izazivajući raspadanje maltera.

Lišajevi su simbioza gljiva i cijanobakterija. Javljuju u vidu zelenih, crnih ili ruzičastih okruglih mrlja.

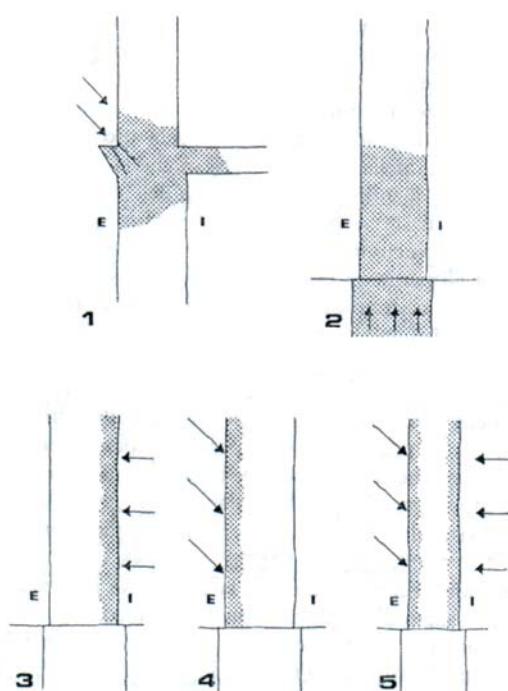
Mahovine su prelazne forme između primitivnih i viših biljaka. Najčešće se pojavljuju na freskama koje su na arheološkim lokalitetima. Prisustvo vode poroznih materijala (opeka, malter) i svetlo je pogodno za odvijanje fotosinteze mogu prouzrokovati pojavu mahovina. One se mogu pojaviti u nadzemnim objektima ukoliko postoje pogodni uslovi za njihov razvoj. Mahovine deluju hemijski i mehanički. Na slici 5. prikazan je prošušeni deo bez mahovina i deo gde je pojačano vlaženje dovelo do jakog razvoja mahovina.

Krateri na zidnim slikama, gde nisu u potpunosti očišćeni humus i izvršena dezinfekcija, pružaju dobre uslove za rast niskih biljaka (sl. 6).

Više biljke imaju koren, stablo i list. Koren svojim rastom, može izazvati mehanička oštećenja, najčešće podzemnih objekata.

Insekti, ptice, glodari, životinje takođe mogu štetno delovati na zidnu sliku, ali njihovo prisustvo najčešće nije vezano za prisustvo vlage.

1. Dragutinović-Komatina 2004, 29.



Sl. 7. Šema osnovnih tipova vlage u zidovima  
(Prema: *La Conservacione delle Pitture Murali*,  
D.e L. Mora, p. Philippot, Bresciani S.r.I.ICCROM,  
sl.17)

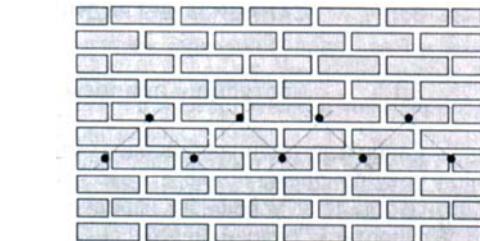
1. Infiltracija
2. Kapilarnost
3. Kondenzacija
4. Kiša i vetr prouzrokuju zahlađenje zida sa posledicom stvaranja kondenzacije na unutrašnjoj strani zida. E= spoljno; I= unutrašnje

## TIPOVI VLAGE

Postoji nekoliko tipova zavisno od njenog porekla:

Vlaga koja se uvukla (infiltrirala) zbog oštećenja pokrivnih površina, ostećene kanalizacije ili izloženosti kiši.<sup>2</sup> Natapanje zida kroz neko od oštećenja, najčešće zakišnjavanjem koje se ponavlja, dolazi do zasićenja zidne strukture, koja se vidi na površini freske kao tamna fleka.

Kapilarna vlaga koja se kapilarnim silama transportuje iz tla, kroz temelje u zidove. Visina kapilarnog dizanja zavisi od veličine kapilara u građevinskom materijalu zida tako da je kod materijala sa sitnjim sastavom kapilara, kapilarno dizanje veće, zbog većeg kapilarnog potencijala po-



Sl.8.Položaj rupa u zidu

rozne strukture. Uzroci kapilarne vlage su različiti: kiša, velike količine otopljenog snega, visoka podzemna voda, zasićeno tlo. Kapilarna vlaga povećava relativnu vlažnost vazduha u prostoriji.<sup>3</sup>

Kondenzaciona vlaga koja se javlja uglavnom na unutrašnjim površinama zidova, kada je zid hladniji od okolnog vazduha. Prepoznaje se kao tanki film sićušnih kapljica izlučene vodene pare na hladnoj površini i privlači sve tipove vazdušnih nečistoća te samim tim dopunski razara građu.<sup>4</sup>

Varirajuća vlaga formirana zahvaljujući hidroskopnosti materijala.

Maksimalni sadržaj vode koji može biti toleriran u zidu je 3-5%.

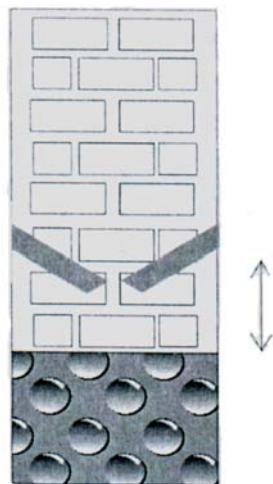
## PROUČAVANJE I METODE ISPITIVANJA DELOVANJA VLAGE

Neophodno je ispitivanje samog objekta, ispitivanje klimatskih uslova unutar i van objekta, utvrđivanje najpogodnijih metoda za sprovođenje konzervacije (čišćenje, fiksiranje, konsolidacija, restauracija) i zaštitu objekta od daljeg propadanja.

Određivanje porekla vlage jednog zida bazira se na pažljivom ispitivanju: mora se utvrditi relativna vlažnost i temperatura vazduha unutar i van objekta i izmeriti površinska vlažnost zidova, kao i merenje koncentracije i distribucije vlažnosti u zidu koja nam obezbeđuje utvđivanje porekla vlažnosti, iz zemlje, sa zida ili krova. Za ovakvo merenje neophodno je uzimanje uzoraka, koji se mere pre i posle sušenja.

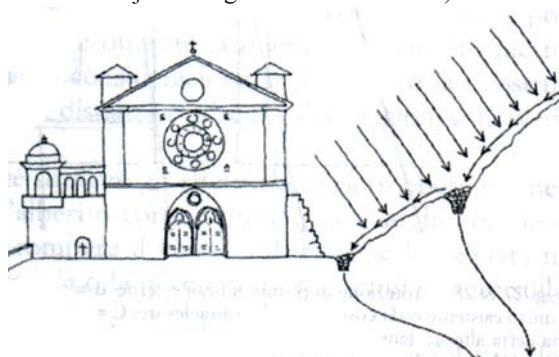
3. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 34.

4. Netinger, Bjegović, Aničić 2004, 36.



Sl. 9. Ugao bušenja rupa i prečnik istih

(Prema: D. Punda, D. Miljković, *Prekid kapilarnog vlaženja zidova postupkom hidrofobizacije*, slika 2 i 3, Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra).



Sl. 10. Spoljna drenaža za skretanje i skupljanje površinske vode

(Prema: D.e L. Mora, p. Philippot, Bresciani S.r.I  
*La Conservacione delle Pitture Murali*.  
ICCROM, Figura. 29).

U zid se mogu postaviti sonde povezane sa instrumentom za registraciju.<sup>1</sup>

Ispitivanja moraju trajati duže jer je evidentno da se određeni tipovi vlažnosti kao kondenzacija pojavljuju u određenim periodima. Potrebno je registrovati promene u toku dana i u toku jednog godišnjeg ciklusa.

Postoje različiti instrumenti koji se koriste za merenje površinske vlage. Oni se baziraju na varijacijama provodljivosti elektriciteta materijala koji se nalaze u zidovima i prema količini

1. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 178.

prisutne vode.<sup>2</sup> Temperatura zidova danas se meri optičkim termometrima.

Relativna vlažnost vazduha (RH) predstavlja stepen zasićenosti vazduha vodenom parom i izražava se u procentima.

Instrumenti koji se koriste za merenje RH su: psihometri bazirani na raznim principima, aparati sa osetljivim vrhom, higrometri bazirani na raznim principima.

Iako grejanje ne utiče na apsolutnu vlažnost, smanjuje uvek relativnu vlažnost vazduha. Da bi se u praksi postigli željeni uslovi neophodno je primeniti: grejanje, ventilaciju i dehidraciju.

## SANACIJA VLAGE

Vлага od infiltracije – da bi se sprečile ove pojave treba otkloniti greške na pokrivkama, kanalizaciji i odvodima.

Vлага koja je prouzrokovana pljuskovima i naslagama snega rešava se pokrivenim konstrukcijama, popunjavanjem, plombiranjem pukotina. Konsolidacija slikarskog sloja, organskim i neorganskim proizvodima, ne može ni u kom slučaju biti konačna zaštita.

Kapilarna vлага – jedini način da se zidovi izoluju od nadolazeće vlage je vertikalna i horizontalna zaštita, kao i sistem drenaže. Za vertikalnu zaštitu (vertikalna se često kombinuje sa horizontalnom) najčešće se koriste vodonepropusni malteri i vodonepropusne suspenzije. Ako vлага potiče od padavina, objekat se može zaštiti drenažom.

Uobičajen mehanički postupak je “presecanje” malo iznad poda, da bi se mogla ugraditi hidroizolaciona traka (folija).<sup>3</sup> Time se onemogućava-prekida kapilarno dizanje. U ovu svrhu mogu se koristiti bitumenizirana metalna folija, olovne folije, lim od nerđajućeg čelika, veštačke folije, sloj od vodonepropusnog maltera i niz drugih materijala.

Injektiranje (gde nema živopisa): skida se

2. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 186.

3. Netinger, Bjegović, Anićić 2004, 39.

vlažan malter a i zdrav do 50-60 cm iznad vlažnog dela. Taj deo zida mora se očistiti žičanim četkama. Pre injektiranja potrebno je zapuniti sve pukotine i isušiti zid. U prosušenom zidu voda u kapilarima se neće opirati injekcijskim sredstvima. Na takvoj površini buše se rupe pod uglom od 40 stepeni, sa jedne ili sa obe strane zida. U izbušene rupe montiraju se dozatori, kroz koje će u zid ulaziti sredstvo za prekidanje toka vlage. Pore se sužavaju i postaju vodonepropusne. Nasuprot tome, savremenim penetratima pogoduje vlažna sredina za injektiranje.

Drenaž predstavlja dobar način odvođenja vode od objekta, u zavisnosti od hidroloških uslova u okolini objekta. Sastoji se od sistema kanala kojim se voda odvodi u područje odakle ne može uticati na objekat.

Vlaga iz tla: kapilarna vlaga iz tla prolazi i kroz neizolovan pod i isparavanjem povećava relativnu vlažnost u prostoriji. U ovim slučajevima neophodno je izvesti hidroizolaciju poda. Mora se ukloniti stari pod i na njegovo mesto položiti armirano-betonska ploča, posle prosušivanja na ploču se stavlja hidroizolacioni sloj. Kod podova koji moraju zadržati prвobitni izgled, ploče poda se vade, malo se spusti pod da bi mogle da se polože drenažne cevi sa odvodom iz građevine. Zatim se tanko izbetonira i preko betona se stavljaju stare destilisane ploče.<sup>4</sup>

Elektrohemski postupak: Iznad granice vlaženja na zidu postavlja se pozitivna elektroda - anoda, a u području temelja negativna – katoda. Struja teče od pozitivne elektrode preko zida ka negativnoj elektrodi. Voda u kapilarima ne može teći suprotno od smera struje. Električni parametri (napon, struja) u strujnom krugu prati se mernim uredajem. Vremenom kako se zidovi suše, otpor zidova se povećava, napon raste a struja pada. Ovaj tretman treba koristiti u kombinaciji sa hidroizolacionim malterima, u zavisnosti od hidroloških uslova u okolini objekta.

Otvaranjem lukova u bazi zida, smanjiće se visina do koje će se popeti kapilarna vlaga.<sup>5</sup>

Kondenzaciona vlaga – najbolje rešenje je termo izolacija na spoljnoj strani zida (ukoliko izgled objekta time ne bi bio narušen) i niskotemperaturno grejanje prostora.<sup>6</sup>

Isušivanjem se može pojaviti kristalizacija soli i razlaganje zidnih nanosa. Iz tog razloga treba zaštititi lice zidne slike jednom oblogom na koju bi se taložile soli.

## ZIDNA SLIKA POD ZEMLJOM

Posebna problematika se odnosi na zidno slikarstvo pod zemljom. Zidna slika je izložena viševekovnoj vlazi, rastvornim solima iz zemlje, biološkim faktorima, konstantnoj temperaturi i relativnoj vlažnosti vazduha. Iako je zidna slika veoma dugo izložena ovim negativnim dejstvima, dešava se vrlo često da je u mnogo boljem stanju od fresko slikarstva u nadzemnim objektima koji su sagrađeni mnogo kasnije.

Nakon otvaranja grobnice može doći do naglog propadanja zidnog slikarstva zbog promene mikroklimatskih uslova.<sup>7</sup> Dolazi do naglog isušivanja površine zidnih slika i migracija soli iz zemljišta do slikanog sloja. Ovakve štete se mogu sprečiti izgradnjom zaštitne građevine sa primenom uređaja za kondicioniranje vazduha. Tako se omogućava stabilna temperatura i relativna vlažnost vazduha i vazduh oslobođen od bakterija. Čak i kad je grobica klimatizovana treba ograničiti broj posetilaca, jer mogu dovesti do povećanja temperature i relativne vlažnosti vazduha.

Za osvetljenje grobnica treba koristiti slabo svetlo sa filterima protiv ultraljubičastog zračenja i ono mora biti kratkotrajno.

Ranije su se zidne slike konzervatorskim postupcima skidale sa zidova i odnosile u muzeje, klimatizacijom arheoloških kompleksa one se mogu čuvati *in situ*. Ovako zaštićeno i prezentovano zidno slikarstvo doprinosi boljoj percepciji posmatrača i sveobuhvatnijem sagledavanju umetničkog dela.

4. Netinger, Bjegović, Anićić 2004, 41.

5. Mora, Philippot, Bresciani 2001, 213.

6. Netinger, Bjegović, Anićić 2004, 45.

7. Dragutinović-Komatina, 2004, 11.

## MOISTURE - CAUSE OF DECAY ON FRESCO PAINTINGS

The decay of wall paintings is caused by conditions in which it is kept. Moisture is the most common cause of decay of mortar and painted layer and has a broad specter of effects. In this paper factors are described, which, combined with moisture, lead to numerous damages: frost - defrost, growth of crystals during crystallization of soluble salts, harmful gasses which, together with moisture have disastrous effects on wall paintings and biological factors. Types of moisture are named, as well as investigation and sanitation of moisture in over- and underground objects. Through sanitation of moisture, one can stop all these negative effects. It can be stopped in various ways, but it is of greatest importance to act on time.

Sanitation of moisture, stable temperature and relative air humidity, which is obtained by acclimatizing objects, one can stop further decay of wall paintings and make its life longer.

Translated by M. Tapavički-Ilić



Sl.8. Detalj zidne slike

## BIBLIOGRAFIJA

### Dragičević, Ršumović, Savić 2004.

L.J. Dragičević, M. Ršumović, M. Savić, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 22-31.

### Dragutinović-Komatina 2004.

S. Dragutinović-Komatina, *Konzervacija zidnih slika u grobnicama i pećinama*, Beograd 2004, 11-56.

### Korać 2000

Korać, M. Slikarstvo grobnica u Viminaciju, Požarevac, 2000.

### Mora, Philippot, Bresciani 2001.

D.e L. Mora, P. Philippot, Bresciani S.r.I, *La Conservazione delle pitture Murali*, ICCROM, Firenze 2001, 173-211.

### Netinger, Bjegović, Aničić 2004.

I. Netinger, D. Bjegović, D Aničić, Uklanjanje vlage iz zidnih konstrukcija, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 32-46.

### Stanojlović 2004.

M. Stanojlović, Evakuacija fresko celina iz Grobniča u Viminaciju, otkopanih posle arheoloških kampanja, Uticaj vlage na degradaciju materijala, *Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra*, Novi Sad 2004, 230-235.

### Stojanović 1990.

N. Stojanović, Fizičko-hemijska ispitivanja i njihov značaj u zaštiti spomenika kulture, *Glasnik DKC* 14, Beograd 1990, 36-40.

Andelka Milosavljević  
Mašinski fakultet, Beograd

Milesa Srećković  
Elektrotehnički fakultet, Beograd

Miomir Korać  
Arheološki institut Beograd

Sanja Petronić,  
Mašinski fakultet, Beograd

902.6:[621.375.826:531.715  
902.6:620.1



## **PRIMENA HOLOGRAFSKE INTERFEROMETRIJE I SKENIRAJUĆE ELEKTRONSKE MIKROSKOPIJE U ISPITIVANJU MATERIJALA PREDMETA KULTURNE BAŠTINE**

### **ABSTRAKT**

*U ovom radu su analizirani rezultati dobijeni holografskim interferometrijskim istraživanjima koja su izvedena na višekomponentnim legurama aluminijuma, od kojih su izrađeni konstruktivni delovi optimalnih mehaničkih osobina. Dobijeni interferogrami svedoče o prisustvu defekata u materijalu a linearnom interpolacijom određeni su koefficijenti interferencijskih pruga. Ovo istraživanje daje sve preduslove za planiranje postupka restauracije unikatnih predmeta. Značaj primenjene skenirajuće elektronske mikroskopije ukazuje na mogućnosti otkrivanja grešaka u materijalu, kao što je snimljeno u superleguri nikla - Hastelloy S, kao i identifikacija žilavog interkristalnog loma.*

*Primena holografske interferometrije i skenirajuće elektronske mikroskopije je važna i za istraživanja predmeta kulturne baštine, o čemu svedoče rezultati dobijeni u najsavremenijim laboratorijama.*

**KLJUČNE REČI:** HOLOGRAFSKA INTERFEROMETRIJA, SKENIRAJUĆA ELEKTRONSKA MIKROSKOPIJA, ARHEOLOGIJA, PREDMETI KULTURNE BAŠTINE.

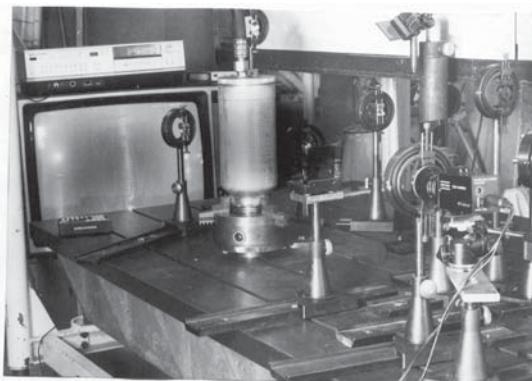
Specifični problemi degradacije materijala predmeta kulturne baštine zahtevaju različite pristupe u izboru metoda ispitivanja. Izbor supstitucionog kapaciteta srodne grupe metoda vrlo je bitan za identifikovanje suštine problema, kao i za dobijanje neophodnih rezultata koji ukazuju na adekvatan način saniranja oštećenja predmeta kulturne baštine.

Kada je reč o primeni savremenih metoda ispitivanja uzoraka, holografska interferometrija i

skenirajuća elektronska mikroskopija (SEM) za- užimaju posebno mesto u ispitivanju predmeta kulturne baštine. Na osnovu razmatranja novijih literaturnih podataka<sup>1</sup> koji se odnose na različite materijale<sup>2</sup> i savremene optičke metode ustanovljeno je da holografska interferometrija ima mogućnost za dobijanje kvalitativne slike na velikoj udaljenosti od predmeta i daje veliku tačnost

1. Milosavljević, 1997.; Milosavljević i dr. 2006

2. Milosavljević i dr. 2006; Počuća 2005



Slika 1. Holografski sistem UIG-2M u identifikovanju defekta u materijalu.

Primena skenirajuće elektronske mikroskopije predstavlja metodu koja ne zahteva posebnu pripremu. Fokusirani snop brzih elektrona skenira površinu uzorka postupno prelazeći iz tačke u tačku. Debljina uzorka nije od značaja jer se dobija uvećani lik površine koja se skenira. Površina mora biti elektroprovodna jer u protivnom nije moguće dobiti jasan lik. Ako ispitujemo površinu metala nije potrebna dorada uzorka. Ako se ispituju neprovodni uzorci kao što su plastika, keramika, tvrda organska tkiva i drugi biološki preparati, uzorci se prethodno moraju metalizirati po površini koja će biti izložena skeniranju. Rend-

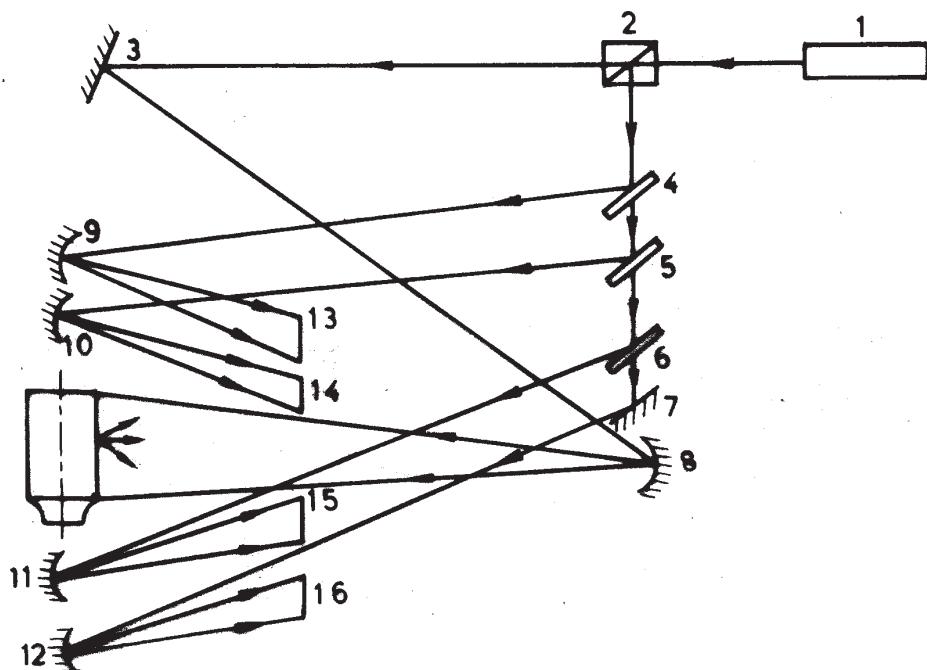
gensko zračenje koje takođe nastaje pod uticajem skenirajućeg snopa X zračenja, može da odredi i atomsku strukturu uzorka. Zato svaki skenirajući elektronski mikroskop može da se koristiti da daje uvećani lik površine uzorka ili da daje energetski spektar karakterističnog X zračenja.

## REZULTATI ISPITIVANJA

Ispitivanje je izvršeno u Institutu "E. O. Paton" u Kijevu (Ukrajina) na holografском систему UIG-2M, uz primenu lasera tipa LGN-222 (sl. 1). Rezultati ispitivanja modela, izrađenog od višekomponentne legure Al-Zn-Mg-Cu, su dobijanje holografskih zapisa, vektora apsolutnog redosleda interferentnih pruga i komponenata vektora pomeraja.<sup>1</sup>

Holografski je ispitivan model sa prslinom i bez prsline. Hemijski sastav ispitivane višekomponentne legure aluminijuma Al-Zn-Mg-Cu dat je u Tabeli 1. Rezultati naponu na granici tečenja  $R_{p0,2}$ , zatezne

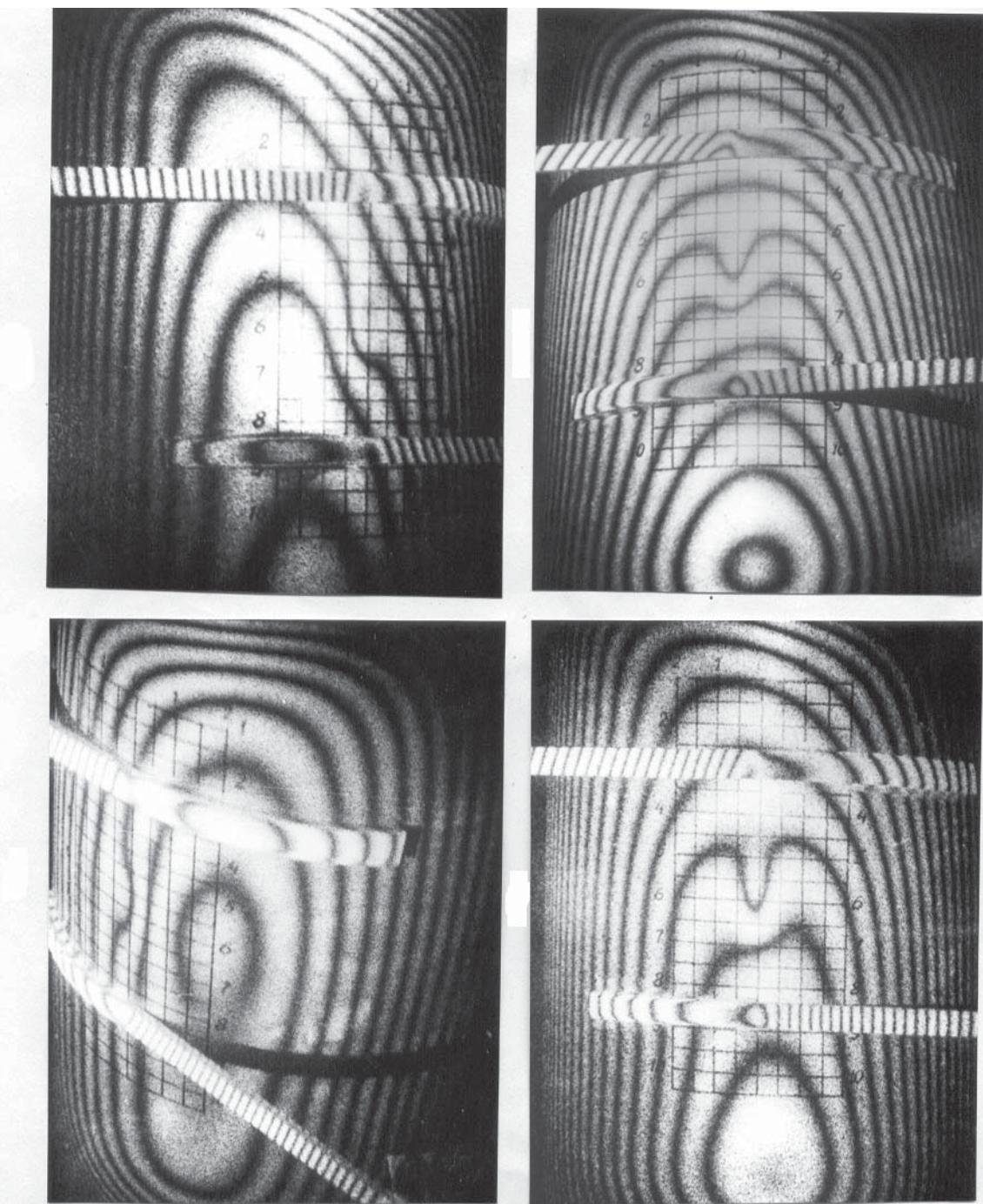
1. Radovanović, 1999; Schumann, Zurcher, Cuche 1985.; Milosavljević i dr. 1996; Srećković i dr. 2003; Milosavljević i dr. 1996



Slika 2. Optička shema ispitivanja polja pomeraja

Tabela 1. Hemijiski sastav legure Al-Zn-Mg-Cu

Mas.%	Al	Zn	Mg	Cu	Cr	Mn	Zr	Primese
Al-Zn-Mg-Cu	88,02	7,20	2,15	1,46	0,60	0,28	0,12	Fe - 0,12 Si - 0,05



Slika 3. interferogrami dobijeni pri pritisku 1,0 MPa : za deo površine modela bez defekta (a), za deo površine sa prslinom dužine 22 mm (b), za deo površine sa prslinom dužine 100 mm (c), sa mesta posmatranja H1

čvrstoće  $R_M$ , procentualnog izduženja A (%) i tvrdoće po Brinelu dati su u Tabeli 2.

Komora visokog pritiska data je na slici 2, pod brojem 17. Na modelu, koji je preko glave podeonog aparata, učvršćen za postolje uređaja za snimanje, nanosi se u odgovarajućem koordinatnom sistemu mreža 5×5 mm, pomoću koje se vrši posmatranje tačaka čiju deformaciju, odnosno pomeraje treba da odredimo.

Na osnovu usvojenog pritiska za određeno stanje modela, definisanog interferometra, odnosno optičke šeme, pristupilo se dobijanju interferograma, kako opterećenog modela, tako i bez dejstva unutrašnjeg pritiska (sl. 3).

Na slici 2 data je optička šema ispitivanja polja pomeraja modela sa prslinom, pod dejstvom unutrašnjeg pritiska. U optičkoj šemi je interferometar za snimanje četiri holograma. Četvrti hologram služi za jednoznačno dobijanje sistema jednačina: 1 – laser; 2 – prizma za razdvajanje laserskog snopa; 3, 7 – ravna ogledala; 4, 5, 6 – polupropusljiva ogledala; 8, 9, 10, 11, 12 – sferna ogledala; 13, 14, 15, 16 – holografске ploče; 17 – ispitivani model (cilindrični omotač).

Za usvojeni koordinantni sistem i oblik modela unapred je poznat znak komponente  $w$ , tj. znak pomeraja u pravcu  $z$ -ose. Zbog toga su parametri izabrani tako da osetljivost pri snimanju holograma  $H_4$  bude maksimalna prema komponenti  $w$ , odnosno postavljen je što je moguće bliže osi izvora osvetljenja (Tabela 3).

Laserski snop se iz laserskog izvora svetlosti 1, pomoću prizme za razdvajanje snopa 2, deli na dva – objektni i referentni. Objektni snop, odbivši se od ravnog ogledala 3, pada na sferno ogledalo 8, koje služi za širenje laserskog snopa. Prošireni objektni snop pada na površinu cilindričnog omotača 17 i difuzno reflektuje, pogadajući površine holografskih ploča 13, 14, 15 i 16. Drugi snop, izašavši iz delitelja 2, dospeva na polupropusljiva ogledala 4, 5, 6 i 7, a zatim se širi sfernim ogledalima 9, 10, 11 i 12 i tako postaje referentan za dobijanje holograma  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  i  $H_4$ .

U odnosu na usvojeni koordinatni sistem laserski izvor svetlosti 1 ima koordinate  $x_0 = 0$ ,  $y_0 = 0$ ,  $z_0 = 830$  mm.

Linearnom interpolacijom određeni su koefficijenti redosleda interferencijskih pruga  $K_1$ ,  $K_2$ ,

Tabela 2. Mehaničke osobine legure Al-Zn-Mg-Cu posle termomehaničkih obrada

$Q + W + T_2$	$R_{p0.2}$ (MPa)	$R_M$ (MPa)	A(%)	HB
$Q + 20\% + 30$ min. / 190 °C	645	670	8,7	200

Tabela 3. Koordinate holograma

Hologram	Koordinata (mm)		
	$x_i$	$y_i$	$z_i$
$H_1$			
$H_1$	- 151,20	75,60	362,50
$H_2$	75,60	-151,20	362,50
$H_3$	181,00	181,00	156,00
$H_4$	0,00	0,00	455,00

Tabela 4. Pritisici ispitivanja i stanje modela

Pritisak $p$ (MPa)	Stanje modela
0,5	bez defekta
1,0	bez defekta
0,5	dužina prsline $l = 100$ mm
1,0	dužina prsline $l = 100$ mm

Tabela 5. Vrednosti koeficijenta redosleda interferencijskih pruga  $K_I$ 

$X_j$	$Y$	$K_I$		
		$x = -2,5 \text{ mm}$	$x = 0$	$x = +2,5 \text{ mm}$
1	-45	14,4	14,0	13,5
	-40	14,4	14,15	14,05
2	-35	14,45	14,3	14,5
	-30	14,5	14,5	14,0
3	-25	14,15	13,5	13,6
	-20	13,4	12,6	13,15
4	-15	12,9	12,1	12,6
	-10	12,5	11,6	12,35
5	-5	12,5	11,35	12,1
	0	12,5	11,15	11,9
6	+5	12,5	11,05	11,75
	+10	12,5	11,25	12,0
7	15	12,5	11,45	12,9
	20	12,65	11,8	12,4
8	25	13,05	12,15	12,7
	30	13,4	12,5	13,15
9	35	13,95	13,0	13,55
	40	14,6	13,6	14,2
10	45	15,65	14,4	14,95
	50	16,35	15,15	15,65
11	55	17,3	16,0	16,4
	60	18,2	16,95	17,4
12	65	19,4	18,3	18,8
	70	20,85	20,0	20,25
13	75	22,6	22,1	21,8
	80	24,1	23,6	23,15

Tabela 6. Vrednosti koeficijenta redosleda interferencijskih pruga  $K_2$ 

$X_j$	$Y$	$K_2$		
		$x = -2,5 \text{ mm}$	$x = 0$	$x = +2,5 \text{ mm}$
1	-45	7,0	7,0	7,0
	-40	7,65	7,65	7,65
2	-35	7,95	8,0	8,0
	-30	7,75	7,6	7,7
3	-25	7,5	6,9	7,3
	-20	6,5	5,85	6,6
4	-15	6,05	5,3	6,1
	-10	5,65	4,9	5,65
5	-5	5,5	4,5	5,5
	0	5,5	4,2	5,5
6	+5	5,5	4,3	5,5
	+10	5,5	4,6	5,5
7	15	5,85	4,9	5,75
	20	6,25	5,15	6,1
8	25	6,65	5,45	6,45
	30	7,15	6,0	6,95
9	35	7,7	6,6	7,5
	40	8,65	7,4	8,25
10	45	9,5	8,35	9,15
	50	10,5	9,2	9,95
11	55	11,3	10,15	10,9
	60	12,35	11,25	12,0
12	65	13,8	12,5	13,3
	70	15,5	14,3	14,9
13	75	17,45	16,8	16,7
	80	19,05	18,5	18,3

Tabela 7. Vrednosti koeficijenata redosleda interferencijskih pruga  $K_3$  i  $K_4$ 

$X_j$	$Y$	$K_3$			$K_4$
		$x = -2,5 \text{ mm}$	$x = 0$	$x = +2,5 \text{ mm}$	$x = 0$
1	-45				
	-40				
2	-35	32,4	32,2	32,4	18,95
	-30	34,65	31,1	31,45	18,50
3	-25	30,3	30,0	30,5	16,80
	-20	29,5	29,0	29,8	16,80
4	-15	29,15	28,35	29,3	15,60
	-10	28,8	27,9	28,85	15,10
5	-5	28,5	27,5	28,5	14,70
	0	28,35	27,3	28,2	14,35
6	+5	28,15	27,15	27,9	14,10
	+10	28,0	27,0	27,65	14,10
7	15	28,15	27,15	27,65	14,10
	20	28,3	27,25	27,65	14,40
8	25	28,45	27,4	28,15	15,05
	30	28,8	27,6	28,4	15,40
9	35	29,15	27,95	28,75	15,90
	40	29,6	28,3	29,15	16,50
10	45	30,1	28,8	29,55	17,35
	50	30,5	29,35	30,1	18,00
11	55	31,05	30,05	30,65	18,90
	60	31,7	30,75	31,3	19,95
12	65	32,7	31,5	32,2	21,00
	70	33,5	32,8	33,3	22,90
13	75	34,6	34,6	34,6	25,10
	80	35,75	35,85	35,75	26,50

$K_3$  i  $K_4$ , za model sa prslinom  $l=100 \text{ mm}$  i pri unutrašnjem pritisku komore – modela  $p=0,5\text{-}1,0 \text{ MPa}$ , čije su vrednosti date u Tabelama 4, 5, 6 i 7.

Takođe optička metoda holografske interferometrije primenjiva je na unikatnim predmetima. Na slici 4. prikazan je interferogram ikone Svetе Katarine, a na slici 5. interferogram drvene skulpture iz XIII veka.

Na osnovu holograma Santa Caterina (sl. 4) i holograma drvene skulpture (sl. 5) može da se kaže da je ova primenjena metoda od značaja za rekonstrukciju likova na starim umetničkim predmetima.

Na slici 6. data je mikrografija snimljena skenirajućim elektronskim mikroskopom koja pokazuje dominirajuće prisustvo žilavog loma, prelomne površine epruvete izrađene od superlegure nikla Hastelloy S. Ispitivanja super legura nikla

tipa Hastelloy S, Hasteloy X su značajna zato što ove višekomponentne legure imaju veliku praktičnu primenu u avioindustriji, termoenergetici, raketnoj i nuklearnoj tehnici. Za razumevanje promena u strukturi složenih sistema novih materijala, a takođe i predmeta kulturne baštine neophodna je primena novih tehnologija.

## ZAKLJUČAK

Razmatranjem podataka iz literature,<sup>1</sup> analizom rezultata dobijenih procesiranjem holograma dobijenih na osnovu ispitivanja višekomponentne

1. Schumann, Zurcher, Cuche 1985; Milosavljević i dr. 1997; Radovanović 1999, Milosavljević i dr. 2003; Srećković i dr. 2003;

legure aluminijuma Al-Zn-Mg-Cu, analizom rezultata ispitivanja - SEM superlegure Hastelloy S autori rada su došli do sledećih zaključaka:

- Poređenjem dobijenih vrednosti mehaničkih karakteristika ustanovljeno je optimalno stanje legure Al-Zn-Mg-Cu: Q + 20 % + 30 min. / 190°C od koje je napravljen model za ispitivanje holografskom interferometrijom.
- Metode holografske interferometrije u analizi deformacija i napona doprinose osavremenjivanju i aktualizaciji klasičnih metoda, kao što su tenzometrija, fotoelastičnost, mreže i druge, a takođe omogućavaju analizu interferograma snimljenim na predmetima kulturne baštine.<sup>1</sup>
- Holografska interferometrija je univerzalna metoda digitalnog ocenjivanja, koja pruža značajne merne rezultate u dijagnostici materijala i daje informacionu sliku visoke preciznosti. Zbog toga bi bilo korisno da bude više zastupljena u procesima ispitivanja bez razaranja i kontrole kvaliteta, kao i ispitivanjima unikatnih muzejskih i arheoloških predmeta.

## RESUME

### Applying of Holographic Interferometry and Scanning Electron Microscopy for Investigation of Cultural Heritage Objects Materials

In this paper were analyzed results obtained by holographic interferometric investigation carried out on multicomponent aluminum alloys, used for the fabrication of constructive parts which have the optimal mechanical properties. Obtained interferographs show the presence of defects in material, and by linear interpolation were determinated the coefficients of interference lines. This investigation gives all prerequest for restoration procedure planning of unique objects. Importance of applied scanning electron microscopy SEM points at possibilities of detecting the defects in materials, such as observed in nickel based superalloys, with the special regard to occurrence

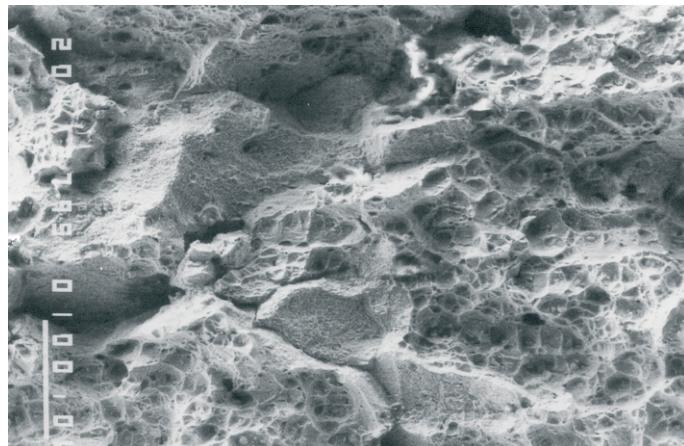
1. Milosavljević i dr. 1996; Milosavljević i dr. 2001; Gospavić i dr. 2003.



Slika 4. Interferogram "Santa Caterina" (1450) Piera Frančeska Fiorentina koji je realizovao profesor Gori sa saradnicima u Laser Laboratory 1970.



Slika 5. Interferogram drvene skulpture iz XIII veka.



Slika 6. Mikrografija žilavog loma dobijena skenirajućim elektronским mikroskopom. Uvećanje 200X.

of microcracks, as well as identification of brittle or ductile fracture.

Applying of these methods is important for investigation of cultural heritage objects that is supported by results obtained in the most modern laboratories.

## LITERATURA

### Gospavić i dr. 2003

Gospavić, R., Srećković, M., Bojanić, S., Milosavljević, A., Radovanović, R., Kovačević, A., Modeling of Laser Beam Thermal Effects on Material, International Conference "Laser Technologies in Welding and Materials Processing", Ukraine, Crimea, Black Sea coast, Katsiveli Town, May 19-23, 2003.

### Milosavljević i dr. 1996

Milosavljević, A. Srećković, M. Prokić-Cvetković, R. Ristić, S. Vereb, L. Dinulović, M. Transformer Plates and Changes in their Structure Provoked by Laser Radiation in Two Workin Regimes. Physics of Low – Dimensional Structures 4/5 (1996) pages 95-106

### Milosavljević i dr. 1997

Milosavljević, A., Srećković, M. at all, *Structural changes of an Al-Li-Cu-Mg alloy during thermo-mechanical and laser treatment*, Aluminium, Int. Journal of Industry, Research and Application, Vol. 73, June 1997.

### Milosavljević i dr. 2000

Milosavljević, A., Kovačević, K., Miladinov, M. Radovanović, R., Nešić, I., Đorđević, D., Lekić, S., Laser Beam effects on Multicomponent Aluminium Alloys. P. 198, International Conference Welding & Joining 2000 – New Materials & New Perspectives, Conference Abstracts and Proceedings, Tel Aviv, Israel, 18-20 July 2000.

### Milosavljević i dr. 2003

Milosavljević, A. Polić-Radovanović, S. Radovanović, R., Sadejstvo tehnologije i kulture u očuvanju nacionalne baštine. Zbornik radova XI naučnog skupa "Tehnologija kultura i razvoj" Beograd 2003: 262-269

### Milosavljević i dr. 2006

Milosavljević, A., Petronić, S., Kovacević, K., Prokić-Cvetković, R., Nesić, I., Popović, O., Pljakić, R., Kutin, M.: Fine-structural investigation of nickel based superalloys after various heat treatments, novi materijali, YUCOMAT, Herceg Novi, 2006.

### Milovanović i dr. 2001

Milovanović, A., Radovanović, R., Srećković, M., Polić Radovanović, S., *Interferometry control in testing rocket motors and vessels under pressure*, Int. Conference on LASERS 2001, December 3-7, 2001, Tucson, Arizona, USA.

**Počuća 2005**

Počuća, E., Milosavljević, A., Srecković, M., Prokić-Cvetković, R., Kutin, M., Radaković, Z., Nesić, I.: Structural Changes in Ni-based superalloy as a result of Structural element Welding, *Welding and Joining*, Tel Aviv 2005.

**Radovanović 1999**

Radovanović, R., *Uticaj laserskog zračenja na strukturne promene bimetala i višekomponentnih legura lakih metala*, magistarska teza, Mašinski fakultet, Beograd, 1999.

**Schumann, Zurcher, Cuche 1985**

Schumann, W., Zurcher, J. P., Cuche, D., *Holography and deformation analysis*, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio: Springer – Verlag, 1985.

**Srećković i dr. 2003**

Srećković, M., Gospavić, R., Milosavljević, A., Radovanović, R., Kovačević, A., Modeling on Laser – Material Interaction for Limited Geometrical Structures, Unido Virtual Laser Materials Processing Forum, Crete, Greece, 2003.

Vanja Korać,  
Matematički institut SANU

004.773.3.056

## SPAM

### ABSTRAKT

*U ovom tekstu će biti obrađen pojam SPAM-a, šta email poruku čini spam-om, a šta ne, kako izbeći slanje i primanje spam poruka, zašto firme koriste ovakve vrste poruka i zašto napadači koriste ovakve tehnike. Kako spameri dolaze do email adresa i načini zaštite od spam napadača.*

**KLJUČNE REČI:** SPAM, DIREKTNI MARKETING, HAKERI, VIRUSI, ANTISPAM, ANTIVIRUSI, CAN, ANTISPAM FILTERI, FILTERI.

### 1. ŠTA JE SPAM ?

Značenje reči „SPAM“ potiče iz Sjedinjenih Američkih Država [1]. U vreme II svetskog rata među USA vojnicima najomraženiji artikal u sleđovanju hrane bila je konzerva sa šunkom, marke „SPAM“. Vremenom je uzrečica spam ušla u sleng kao nešto veoma lošeg kvaliteta, neupotrebljivo i krajnje nepoželjno. U Engleskom jeziku reči kao što su *annoyance*, *harassment* ili u Nemačkom jeziku reč *Belaestigung* koriste se kao epiteti spam-a. U našem rečniku su prevodi nekako previše blagi – dosađivanje ili uznemiravanje. Oko porekla fenomena spam je bilo mnogo debate.

Za sve ljubitelje britanske komedijaške grupe MONTHY PYTHON ovo poreklo reči je nedvosmisleno, jedino tačno pošto se većina njih seća

njihovih izvanrednih skečeva.

Naime, Monthy Pytoni su na indirektan način odgovorni za modernu upotrebu reči spam. Mnogo godina pre pojave spam-a, oni su izveli jedan skeč, čija se radnja odigravala u jednom malom kafeu, gde su dva gosta upitala šta se može dobiti za doručak:

„Konobarica: Well, there's egg and bacon; egg, sausage and bacon; egg and spam; egg, bacon and spam; egg, bacon, sausage and spam; spam, bacon, sausage and spam; spam, egg, spam, spam, bacon and spam; spam, sausage, spam, spam, spam, bacon, spam, tomato and spam; spam, spam, spam, egg and spam; (A u pozadini počinju da pевају sa neba pali Vикинзи .... spam, spam, spam, spam, spam, baked beans, spam, spam, spam and spam.“

Reč spam je bila pomenuta otprilike 85 puta u ovom kratkom skeću. Sad možete i sami da zaključite zašto je nekom palo na pamet da e-mailove, koji su smeće po značenju i ponavljanju, nazovu "SPAM".

**Spam** je nezatraženi (komercijalni) e-mail (*unsolicited commercial e-mail*) koji u najblažem

slučaju može da izazove nerviranje kao nematerijalnu štetu, a u gorim slučajevima može da izazove i materijalnu štetu [2]. Može takođe i da se smatra da je spam distribucija nezatraženih e-mail poruka putem elektronske pošte ili news grupa. Čak iako e-mail koji primimo ne traži od nas bilo kakvu intervenciju (recimo, obaveštenje o „novootkrivenom virusu“ i sl.), ipak je u pitanju nezatražena poruka. Za njeno preuzimanje potrošićemo vreme na Internetu, da bi smo je nakon toga obrisali jer nas sadržaj takvog mail-a ne interesuje.

U stvari on predstavlja svaku email poruku koju korisnik dobije, a koja nema direktnе ili indirektnе veze sa njim. Pod direktnim vezama se podrazumevaju osobe i firme (servisi) sa kojima korisnik komunicira. Pod indirektnim vezama se podrazumevaju osobe i firme (servisi) koje se pozivaju na direktne veze (gde direktne veze mogu potvrditi da su prosledile email adresu drugoj osobi, firmi ili servisu). Jednostavnije rečeno, svaka pošta koja nema razloga da se pojavi u našem mail inbox-u (elektronском поштанској сандућету) za korisnika predstavlja spam. SPAM ima i druga imena kao što su „*junk mail*“, zatim „*scam*“ kao spam sa „*prljavim*“ sadržajem, dok su *bulk mail* i *bomb mail* podvrste koje označavaju onaj spam koji se na prvom mestu ističe svojom veličinom a zatim učestalošću – najčešće su nastale sa namerom da se ugrozi radna sposobnost primaoca. Kada su komercijalnog karaktera, onda se poruke šalju kao rafal kod kojeg barem jedna poruka treba da prođe kroz zaštitu od spama i pogodi korisnikov mailbox.

## 2. KO SU SPAM-ERI?

Globalno posmatrajući, prema izveštaju CipherTrust Spam Statistics [3] aktuelni podaci slanja spama po zemljama (tablela 1.) izgledaju ovako :

SAD:	56.77 %
Južna Koreja:	16.67 %
Kina i Hong Kong:	5.38 %
Kanada:	4.24 %
Brazil:	0.97 %
Japan:	1.41 %
Francuska:	2.29 %
Španija:	1.79 %
Velika Britanija:	1.17 %
Nemačka:	0.68 %
Tajvan:	1.0 %
Meksiko:	0.89 %
Ostali :	6.74

**Tabela 1.** Statistika slanja spama

Prema ovim istraživanjima interesantino je i to da su 62 % svih e-mail poruka spam poruke! U januaru 2001. godine, ovaj ideo je bio 8%. Zahvaljujući tome što većina firmi i organizacija nema potrebnu zaštitu, moguće je da se ovaj trend rasta nastavi.

Sistemi za slanje spama su jednostavni, usavršavaju se kao i metodi njihovog upravljanja, tako da je već sada moguće da pojedinac pošalje preko 200.000 spam poruka dnevno. Količina spama koja je dnevno bila prisutna u svetu izražene u milionima :

U Januaru: 2002 godine – 3 miliona,

U Januaru: 2003 godine – 6 miliona

U Januaru: 2004 godine – 11 miliona

U Januaru: 2005 godine – 20 miliona

Kao što vidimo broj spam poruka se svake godine udvostručuje.

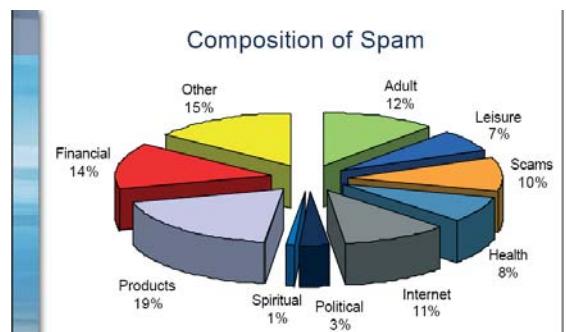
Čak iako SAD šalju daleko najveću količinu spama (na dan 01.07.2005 procenat spam mailova u SAD-u je iznosio rekordnih 85% od svih poslatih mailova u SAD-u prema izvoru CBS news

[4], Evropa ipak šalje milione spam poruka dnevno. Radi se dakle o stotinama miliona poruka u čitavom svetu.

Firma Sophos<sup>1</sup> koja je radila analize nad stotinama hiljada spam poruka, koristeći različite metode kaže da velika količina spam-a potiče i iz Rusije, iako ova zemlja leži na 28 mestu po spamu. Hakeri iz te zemlje, po njima, provaljuju u kompjutere iz drugih zemalja i šalju preko tih računara putem trojanaca i crva "inficiranih" PC-ova čak i 30% ukupnih spam poruka! [5]. Nije malo verovatno pa smo i sami nekome poslali spam ili inficirani mail, a da toga nismo ni svesni.

Tu se nameće pitanje ko je odgovorniji: počinilac ili nalogodavac?

Ako se pogledaju sadržaji spam poruka, onda ćemo jednostavno doći do zaključka koje firme/organizacije su odgovorne za spam. Statističkim obuhvatanjem se dobio ideo delatnosti koje se služe spam-om kao marketinškom metodom kao što se vidi sa slike 1.



*Slika 1. Sadržaji spam poruka*

Izvršioci su (pored kriminalnih organizacija i pojedinaca) uglavnom direkt-marketing firme.

Direkt marketing je područje marketinga, koje je postojalo i pre interneta. Zapravo to je obraćanje pojednincu putem „direktno na njega“ adresirane reklame. Pre upotrebe e-maila, sastojao se slanjem pisma ili faksa na određene **izabrane** adrese ili naravno **drektnim** telefonskim pozivom.

Upravo zbog toga je i donet zakon u SAD i EU kojim se striktno zabranjuje slanje **sake** reklame

faksom. U slučaju tele-marketinga (kada nas neko manje-više nasumice nazove i hoće nešto da nam proda), koji predstavlja još veće uzinemiravanje, zakoni su skoro isto toliko striktni, ali ih se tele-marketeri veoma retko pridržavaju.

Znači za razliku od javnih reklama koje se obraćaju masama, u ovom slučaju se poruke šalju ciljnim grupama ljudi koje bi trebalo (po raznim kriterijumima) da su zainteresovani za proizvod/uslugu koja se reklamira. Ovaj direktni pristup ciljnim grupama je naravno daleko jeftiniji što se tiče troškova transporta poruke nego obraćanje čitavom narodu/populaciji jedne geografskeeline pojedinačno.

Na ovom mestu dolazimo do onog što je najvažnije u poslu zvani direct marketing – **adrese!**

Evo jednog ilustrativnog primera: zamislite da ste prodavac nove zamene za kravlje mleko (namenjeno deci koja ne podnose životinjsko mleko – relativno mala grupa ljudi...) i da želite, naročno, da svako ko je njegov potencijalni potrošač sazna za Vas i Vaš proizvod. Slanje reklamnih prospekata poštom na sve stanovnike države bi Vas odvelo u stecaj, sve i kad bi vas svi oni kojima je potreban taj proizvod neizmerno zavoleli i postali verni kupci.

Vi želite da odštampate (samo za njih) oko 5000 prospekata (uz to eventualno i malu probnu kesicu), investirate u još toliko frankiranih koverti (ukupna suma je X) i na taj način bolje prođete sa troškovima u odnosu na bilo koju reklamnu kampanju sa istim efektom.

Verovatno postoji osoba koja radi pri zdravstvu i koja Vam može pribaviti te adrese, iako je prosleđivanje ovakvih podataka zabranjeno.

Naravno, otkada je zakona, oni se i krše, naročito ukoliko je ponuda za kršenje veoma primamljiva. U ovom slučaju bi promućurnom trgovcu te adrese bile mnogo vrednije od iznosa X.

Moderno spam-eri se na žalost sve manje koriste prosečnim metodama direktnog marketinga (u nekim slučajevima i metode zvane CRM marketing),<sup>2</sup> ali budite uvereni da će

1. <http://www.sophos.com/>

2. CRM-Consumer Relationship Management (uprav-

Vas nakon redovnog posećivanja sajtova sa zabranjenim sadržajem, i naročito nakon unosa svojih podataka na njima, sigurno obrađovati reklama za Vijagru ili slično. A broj tih poruka će se povećavati u raznovrsnosti i broju.

Na žalost, ni Internet puritanstvo Vas neće spasti od spam-a. Ima nekoliko razloga zbog kojih je pitanje spam-a veoma problematično: Ako je korisnikova email adresa bilo gde javno istaknuta (liste i pretraživači E-mail adresa - White Pages, liste korisnika provider-a itd.), onda se može podrazumevati da onaj ko vidi tu adresu može i da je koristi. Isto tako, na osnovu Web adresa (URL-ova) može se prepostaviti kako glasi email adresa. Na kraju dovoljno je da za Vašu adresu zna neko osim Vas i da je iskoristi.

Generalno posmatrano spam poruke možemo podeliti u nekoliko vrsta [6]:

**1. Pravi spam** – predstavljaju mailove koje neko konstantno šalje bez mogućnosti uticaja korisnika da ta pošta prestane. Određena populacija na Internetu šalje milione ovakvih poruka da bi isključila (ugušila) određeno mesto (čvor - node) na Internetu iz upotrebe. Ponekad je u pitanju čista obest pošiljoca poruke, koji pronađe žrtvu, pa je bombarduje različitim sadržajima. Ovakvih primera ima puno, a zajedničko za sve njih je da primalac poruke ne može da utiče na prestanak sticanja poruka. Ovo je globalno najzbiljniji spam problem.

**2. Latentni (prikriveni-pritajeni) spam** – ovo su poruke koje šalju osobe i firme (servisi) i koje na svom početku (ili kraju) imaju informaciju kako da korisnik prestane da ih dobija. Ovim se pošiljaoci ogradiju, nudeći korisniku mogućnost da se odjavи sa liste slanja. Obično na početku ovakvih poruka стоји rečenica "This is not spam" (ovo nije spam). Ova vrsta poruka je najučestalija na email servisima Interneta i predmet je polemika da li jeste ili nije spam.

**3. Poruke o postojanju nekog (uglavnom email) virusa** - ovakve poruke same po sebi predstavljaju jednu vrstu virusa i spam. I veliki broj

ljudi bar jednom nasedne na jednu od njih. Razlog zbog čega ove poruke predstavljaju neku vrstu virusa jeste geometrijska progresija i brzina kojom se šire, i time ovakve poruke utiču na već veliku zagušenost u Internet saobraćaju. U ovu kategoriju spadaju i poruke tipa "*Iz xxx razloga, pošaljite ovu poruku na xxx (što više) adresa i desiće vam se (ili neće vam se desiti) xxx*".

**4. Poruke o brzoj zaradi** - ovakve poruke, uglavnom, stižu bez naše volje, a primamljivi sadržaji naivne primaocu uspevaju da ubede u njihovu navodnu logičnost i istinitost. Iz ove grupe se izuzimaju "**Opt-in**" poruke. Kada se desi da korisnik dobije poruku koja u sebi sadrži informaciju (email adresu) o tome kome je još poslata ista poruka (CC: - Carbon Copy), ovo može značiti da svako ko je dobio ovu poruku može da upotrebi te adresu, ako hoće. Zato se preporučuje rad sa BCC: - Blind Carbon Copy, ili sa kopijama gde primaoci ne vide adrese onih kojima je poruka jos poslata.

SPAM se toliko infiltrirao u Internet komunikacije da priznati stručnjaci iz ove oblasti (npr. Matt Rosoff, <http://www.cnet.com>) često poistovećuju spam sa direktnim marketingom. Glavna razlika između ova dva pojma jeste u tome što direktni marketing predstavlja reklamiranje koje je namenjeno ciljnoj populaciji korisnika, nasuprot što većoj neciljnoj populaciji kojom se služe tvorci spam poruka.

Kako se dolazi do email adresa? Smatra se da postoji više načina da se stigne do nečije adrese npr.: javno isticanje email adrese, Use-net pošta, mailing liste, web strane, web papir i formulari, ident deamon, web browseri, finger deamon, irc i chat sobe, whois, pograđanje, razne žute, bele strane i direktorijumi, pristup na istom računaru, neko pre je imao istu adresu, kupovina adresa, socijalni inženjer, hakerisanje.

## 2.1 JAVNO ISTICANJE E-MAIL ADRESE

Svi korisnici koji se odluče da postave negde svoju e-mail adresu trebalo bi da budu upoznati sa negativnim posledicama ove, inače pozitivne akcije (pronalaženje prijatelja rođaka...). Obično se dešava da vlasnik e-mail adrese ne razmišlja o ovome kada postavlja ili daje svoju e-mail adresu na neki servis ili adresu gde će njegova adresa biti dostupna bilo kome (primer - liste korisnika provider-a, White Pages - pretraživači e-mail adresa). Rešenje za ovaj problem predstavlja otvaranje nove adrese za koju će znati samo ljudi koji direktno komuniciraju sa vlasnikom te e-mail adrese. Ovo je povezano sa otvaranjem novog e-mail naloga kod provajdera, bilo da je u pitanju provajder pristupa na Internet ili provajder prostora na Webu.

S druge strane, rešenje predstavlja obaveštenje korisniku od strane provajdera da ako želi privatni i javni pristup svojoj e-mail adresi mora imati minimalno dve e-mail adrese. Jedan od načina prevazilaženja ovog problema jeste uzimanje besplatne e-mail adrese na nekom od postojećih servisa (HotMail, Yahoo, Gmail).<sup>3</sup>

Kroz razumevanje o tome kako spam-eri dolaze do adresa možete doprineti u velikoj meri izbegavanju neželjenih poruka.

## 2.2 USENET POŠTA

Usenet servis predstavlja najveći izazov za spam-ere zato što je lako pristupačan i prividno se manje kontroliše od komunikacije na mailing listama [5]. U avgustu 1997. grupa sistemskih administratora iz Američke države New Jersey je blokirala sve Usenet poruke ISP-a UUNet. Ovom prilikom tokom Anti-SPAM protesta bilo je blokirano na desetine hiljada poruka u roku od nekoliko dana koliko je protest trajao.

SPAM-eri regularno skeniraju (pregledaju)

UseNet u potrazi za email adresama,<sup>4</sup> koristeći se specijalnim programima za tu svrhu. Neki programi jednostavno gledaju u heder-e članaka koji sadrže email adrese korisnika (From: , Reply-to:, itd.) dok drugi idu korak dalje i pretražuju tekst članka po blokovima koji sadrže znak @. Čak i email adrese koje sadrže šifrovane adrese kao što je m2o5j3a6a9d3r8e9s6a@p4t5t.com (koje oprezni korisnici namerno koriste sa naznakom da svako ko želi da pošalje mail autoru, treba da izbaci brojeve iz adrese dobivajući pravu adresu - mojaadresa@ptt.com) bivaju dešifrovane od strane tih programa. Postoje izveštaji o tome da se spam-eri upravo na ovako prikrivene poruke iz osvete znaju okomititi...

## 2.3 MAILING LISTE

SPAM-eri se uvek trude da dođu do kopija adresa mailing listi potpisnika newsletters-a (neki mail serveri bazirani na listama će deliti svima koji te liste zatraže). Druga metoda je da spamer sazna nazine listi je takav da jednostavnim slanjem na listu pošalje (bez znanja o tome ko je na listi) svim korisnicima liste poštu, stavljajući istovremeno server pod težak rad - prosleđivanje kopije maila do pojedinca.

## 2.4 WEB STRANE

SPAM-eri skeniraju web strane po adresama koje stoje iza "mailto" html tagova (kad ih kliknete otvara vam se prozor mail programa). Široko rasprostranjena i efikasna tehnika pomoću koje se web masteri mogu zaštititi protiv ovoga je "poison CGI skript" <http://www.monkeys.com/wpoison/>

## 2.5 WEB I PAPIR FORMULARI

Neke web strane koje posećujete će tražiti od vas da ispunite online formulare, kao što su lista gostiju, narudžbenice i registracijski formulari. SPAM-eri dolaze do tih adresa zato što se iste objavljuju na nekim stranama kao reference ili ih

3. <http://www.hotmail.com>, <http://www.yahoo.com>  
<http://www.gmail.com>

4. Spisak UseNet provajdera: <http://www.exit109.com/~jeremy/news/providers/providers.html>

jednostavno dobiju od vlasnika tih strana za novac ili neku drugu uslugu.

Neke firme, kao što su organizatori skupova ili seminara, će prodati adrese koje su skinule sa papirnih formulara.

## 2.6 IDENT DEMON

Kod mnogih servera u pozadini radi demon (program iniciran od strane administratora) čiji je zadatak da dopusti drugim kompjuterima da identifikuju ljude koji se na njih povezuju. Kada se osoba koja surfuje na takvom kompjuteru koneksiuje na neki sajt, chat ili news server, taj sajt tj., server se može konektovati nazad i zatražiti od demona email adresu. Neki chat klijenti na PC-u se ponašaju tako, pa korišćenje IRC-a može imati za posledicu prosleđivanje email adrese spam-eru.

## 2.7 WEB BROWSERI

Neki sajtovi se služe raznim programerskim veština pri izvlačenju email adresa iz web browsera korisnika koji ih posećuju, obično bez da su korisnici toga uopšte svesni. Evo i nekih programerskih trikova :

Browser se prisiljava da downloaduje neki fajl, npr. sliku sa sajta putem anonymous FTP-a, pri čemu se za login, ako je browser tako konfigurisan, koristi email adresa kao lozinka.

Koristeći JavaScript daju se instrukcije posetiočevom browseru da pošalje mail sa adresom koja je već unesena u browser posetioca. Neki browseri će dozvoliti slanje emaila-a putem prelaskom miša preko određenog polja web strane, bez obzira da li korisnik dobije ikakav signal o tome (ukoliko je browser tako podešen).

Koristeći «HTTP\_FROM» heder neki browseri jednostavno prosleđuju taj heder koji sadrži email adresu svakom serveru koji se posećuje. Da bi proverili da li se Vaš server ponaša ovako kao i ako Vas interesuju druge zanimljive informacije, posetite <http://www.privacy.net/analyze/>. Korisnik treba biti svestan opasnosti koje sa sobom nosi aktivni sadžaj (Java applets, JavaScript, VB,...) bez obzira na to da li koristi browser ili email klijent

pri čitanju HTML poruka. Jedan email koji u sebi sadrži HTML može da sadrži i skript koji nakon što je kliknut da bude pročitan (čak je dovoljno da samo subjekt poruke bude markiran...!) automatski šalje email na bilo koju adresu. Primer za to je Melissa virus, koji ne samo da šalje spam-eru korisnikovu adresu, nego i sve adrese iz adresara.

## 2.8 IRC I CHAT SOBE

Neki IRC<sup>1</sup> klijenti će dati email adresu onog koji chat-uje bilo kome ko je zatraži. Mnogi spameri kradu te adrese znajući da su one validne i aktivne. Ovaj način hvatanja adresa je posebno interesantan za spam-ere, jer je IRC jedna od prvih aktivnosti Internet početnika, tako da na ovaj način dolaze do svežih adresa i ljudi koji još ne znaju kako da postupaju sa spam-om.

## 2.9 FINGER DEMON

“Finger query” demon šalje upit za informacije o korisniku na serveru. Npr., upit “finger pera@host” će izbaciti listu informacija koje uključuju login imena za sve ljude koji se zovu “pera” na tom hostu/serveru. Takođe, upit „finger @host“ će izbaciti sve trenutno aktivne korisnike na serveru. SPAM-eri rado koriste ovako dobijene adrese, jer su „žive/aktuelne“

## 2.10 Whois

Svaki Internet domen ima javno pristupačan zapis - kontakt osobe odgovorne za taj domen : administrativca, tehničara i komercijalistu. Najmanje jednom od njih moraju biti objavljeni ime, email adresa i telefonski broj. Dakle ovi podaci moraju biti validni i šta više, ovi ljudi su u obavezi da redovno čitaju poruke, tako da su radi izbor spam-era. (Tipično je da su upravo one adrese koje nisu validne, ustvari one adrese kojima se služe sami spam-eri).

## 2.11 Pogadanje

Neki spam-eri uspešno šalju test poruke ili pravi spam sa listom izmišljenih adresa. Nakon

<sup>1</sup> Internet Relay Chat (IRC).

toga oni čekaju na odgovor da adresa ne postoji ili bez odgovora. Slučaj bez odgovora je za Spamera dobar odgovor. Takođe nekada šalju nestandardni ali često korišćen mail header koji zahteva da sistem isporuke ili krajnji klijent potvrdi prijem ili čitanje poruke.

Dalje, u svojim porukama često stavljaju HTML sadržaj (web stranu) sa usađenim slikama. Mail klijenti koji automatski prikazuju sadržaje HTML-a u pretprikazu (*preview pane*) - kao što su Outlook, Outlook Express, Eudora - će pokušati da download te slike istovremeno šaljući sopstvenu e-mail adresu koja se naravno registruje. (Malo uprošćeno objašnjenje, ali u principu ovako radi) Outlook 2003 ima ugrađene mehanizme zaštite od ovoga, dok se kod ostalih preporučuje da se jednostavno ukine „*preview pane*“.

Takođe, spam-eri koriste nepažnju većine korisnika/opsluživača sistema koji i dalje rado koriste standarna imena u mail adresama kao: administrator, admin, support, info, postmaster, sales, register, purchase, prvoime.drugoime ...

## **2.12 Razne bele, žute strane i direktorijumi**

Postoje na Internetu razne bele strane ili „people finder“ web strane. I žute strane danas imaju svoj mail direktorijum. Oba servisa izvlače svoje adrese iz izvora kao što su UseNet ili chat sobe. Ponekad će vaša adresa biti automatski registrovana kod ovih. Na primer Hotmail će automatski proslediti Vašu adresu ka „BigFoot“<sup>2</sup>-u, obznanjujući vašu adresu ljudima koji žele da Vas nađu (pa ... recimo da onda mogu da Vas „**baš nađu**“ probavajući razne lozinke dok jedna ne upali...). U nastavku je data tabele (tabela 2.) raznih belih, žutih strane i direktorijuma.

## **2.12 PRISTUP ISTOM KOMPJUTERU**

(lokalno ili sa daljine)

Na UNIX kompjuterima je lista aktivnih korisnika „*users*“ file (*/etc/passwd*) javno dostupna upitom *who*.

## **2.13 Neko je već imao istu adresu**

Što se dešava. Ljudi menjaju provajdere koji svakom novom korisniku koji dođe dozvoljavaju da koristi bilo koju slobodnu email adresu, ne vodeći računa da bi ipak bilo bolje dodati samo jedno slovo ili broj koji Vas pošteđuje od spama koji je dobijao prethodni vlasnik te email adresu.

## **2.14 Socijalni inženjerинг**

Čuvajte se razgovora na temu vezanu za Vašu email adresu sa nepoznatim osobama. Spameri ili hakeri će se pretvarati da su neko koga poznajete, kao prijatelj, saradnik itd. Ovo je već razvijena i najčešće korišćena hakerska veština, koja eto nema nikakve veze sa poznavanjem modernih kompjuterskih tehnologija, ali je najefikasnija.

U tom smislu i na ovom mestu bih apelovao na korisnike da ne nasedaju na »dobronamerne« lančane mailove tipa »pošalji ovu (veliku) poruku na adresu još 5 dragih osoba i svi ćete postati srećni...». Postaćete sami spam-er i saučesnik u spam-u. Neki će se obradovati možda Vašem znaku pažnje. No ako ih primaju često ili ako saznaju da su preko Vas postali žrtve spama, onda možete i da budete podstrekač spama.

## **2.15 Kupovina listi**

Postoje dva izvora nabavke listi :

a) Od ljudi koji su došli do gore navedenim (sumnjivim) metodama, najčešće na CD-u, ili do onih koji su te adrese i sami kupili od istih.

b) Od firmi i organizacija koje su legalno došli do adresa. Znači sve moguće organizacije kojima ste dali adresu bilo u papirnoj formi bilo da ste im pisali. Pri tome ste se složili (najčešće jer ste brzo čitali ili vam u tom momentu nije bilo važno, da Vaša adresa sme biti prosleđena nekom drugom u svrhe informisanja o uslugama i proizvodima).

## **2.16 Hakerisanje**

Nedavno je u više zemalja došlo do hapšenja pripadnika jedne hakerske grupe. Oni su prodavali IP adrese kompjutera, koji su bili zaraženi virusima-trojancima, raznim spam-erima. Ne zato

Tabela 2. Tabela belih i žutih strana.

Personal Homepage Directories	Whitepages A-M <a href="#">411 Locate</a> <a href="#">AnyWho Directory</a> <a href="#">AOL NameCheck</a> <a href="#">Bigfoot</a> <a href="#">Canary-Guide Email-Email Directory</a> <a href="#">Club Quest White Pages</a> <a href="#">CyberAddress by Monte Cristo</a> <a href="#">The Directory Organization</a> <a href="#">E-Search</a> <a href="#">EmailChange.com</a> <a href="#">Email Finder</a> <a href="#">Email Search</a> <a href="#">ESP - Email Search Program</a> <a href="#">Excite Email Lookup</a> <a href="#">Excite People Finder</a> <a href="#">Find A Friend (\$)</a> <a href="#">Find mE-Mail</a> <a href="#">Find People Fast (\$)</a> <a href="#">Four 11</a> <a href="#">Grafix's World Wide White Pages</a> <a href="#">HotWire's People Finder</a>	Whitepages N-Z <a href="#">NedSite's listing of whitepage directories</a> <a href="#">Needle in a CyberStack - the InfoFinder People Finders</a> <a href="#">Netbook</a> <a href="#">Net Citizens</a> <a href="#">Netscape Guide: People</a> <a href="#">The Online Chatter Directories</a> <a href="#">People Finder</a> <a href="#">People Finder Search Engine</a> <a href="#">PeopleSearch</a> <a href="#">People Search</a> <a href="#">Persona</a> <a href="#">Pin-Point People Search</a> <a href="#">PHWWW - Web Access to NetPages</a> <a href="#">Populus People Locator</a> <a href="#">SearchAmerica (\$)</a> <a href="#">Switchboard</a> <a href="#">Sycrawler: Penpal and Personals Search Engine</a> <a href="#">Usenet Addresses Service (MIT)</a>
-------------------------------	--	--

da bi ovi slali na te adrese spam, nego zato što je uz pomoć virusa "Randex"<sup>1</sup> na ovim PC-ima bio instaliran takav trojanac, koji je instalirao Socks-Proxy Server koji je opet služio za prosleđivanja i generisanje bezbrojnih spam-ova. Naravno sve bez znanja vlasnika zaraženih računara. Virus se preko Windows-Directory servisa sam lako razmožavao dalje po subdirektorijima lokalne mreže. Nаравно, isti trojanci mogu poslužiti i za druge vrste napada (DDoS), ne samo u "komercijalne" svrhe, ali Scotland Yard je izrazio zabrinutost od ovoga, jer su se do sada hakeri bavili ovakvim napadima više iz radoznalosti i obesti, dok im se sada pruža prilika da zarade poprilične sume novca.

Takođe, ako web strana krije u sebi dovoljan broj adresa, spam-eri neće prezati od toga da u nju provale.

1. <http://securityresponse.symantec.com/avcenter/venc/data/w32.randex.e.html>

### 3. MERE ODBRANE

Koliko je spam uzeo maha o tome svedoči i zakon koji je G. Bush potpisao 16.12.2003. ( 29.4.04 slika 2) čime je otpočeo prvi kazneni proces po ovom zakonu koji predviđa zatvor do pet godina, kao i novčane kazne do šest miliona dolara. Prosire se po važenju i na spam koji dolazi iz inostranstva. Dvojica od svih optuženih su već u pritvoru. Dakle veoma strog zakon što se tiče kazni. Izvod iz zakona je predstavljen na slici 2.

Interesantna je i činjenica da je sa stupanjem na snagu ovog zakona nije smanjena količina spam-a, nego se čak i malo povećala ( možda treba sačekati neko vreme da bi se efekti pokazali).

Razlog tome je što se (sad) kriminalni spam-eri koriste metodama zavaravanja identiteta (preko 85 % spam-a krši Can-Spam Act ), i što je spam ipak pod određenim uslovima dozvoljen i pun rupa.

### Regarding Federal Anti-Spam Legislation: "CAN-SPAM" or Controlling the Assault of Non-Solicited Pornography and Marketing Act of 2003 (S 877)

The CAN-SPAM Act was signed into law by President Bush on December 16, 2003, with an effective date of January 1, 2004. It pre-empts state laws (including California's) regarding sending commercial e-mail- with the exception of state laws dealing with fraud. The new law is for the most part positive for business and for e-mail list rental. Essentially, honest commercial email is legal as long as it meets specific requirements. E-mail messages with the primary purpose of advertising are considered commercial e-mail in CAN-SPAM. The basic requirements and DM2's plans for complying are:

CAN-SPAM Requirements	DM2 Plans for Compliance	Change from DM2's Practices in 2003
Clear and conspicuous notice of opt-out opportunity and a working Internet based opt-out mechanism to future offers from the marketer. Marketer must offer an opt-out to all e-mail from the brand promoted throughout the message - but may also include more detailed options (opt-out just to offers from third parties, opt-out to promotions, events, etc.)	Marketer will be required to include a link to their own opt-out mechanism. DM2 will place marketers opt-out link, with instructions, on the first "screen" or "above the fold". If the marketer does not have an opt-out mechanism, DM2 may offer, under a separate contract and fee arrangement, to provide this service for a limited time. DM2 will also include an opt-out to future messages from receiving all third party offers from the list owner.	New requirement based on CAN-SPAM. Only DM2's opt-out mechanism was included in the past.
Opt-outs must be removed from future commercial e-mail campaigns from marketer within 10 business days. Mechanism must be functional for at least 30 days after the campaign is sent.	Marketers will be required to provide a list of past opt-outs for suppression before each campaign. DM2 will suppress list of past opt-outs provided by marketer for suppression before each campaign.	New requirement based on CAN-SPAM. Only DM2's past unsubscribe/opt-outs were suppressed in the past.
Marketer's physical postal address must be included on the message.	Marketer's physical postal address will be included on the message as will DM2's.	New requirement based on CAN-SPAM.
"From" line must be either the list owner or the marketer.	This is in keeping with our current policy and practices.	No change
Clear and conspicuous "identification" of message as advertisement or solicitation.	DM2's standard "header" meets the requirements as we understand them.	No change
Subject lines must be honest and clear as to what is being offered.	This is in keeping with our current policy. In addition, we are encouraging best-practices - the subject line should include a benefit and the brand name of the marketer.	No change

Slika 2. Izvod iz Zakona

SPAM ima svoj veoma jak lobi i kontakte sa vladama. U 2002. godini su samo pošiljaoci spam-a platili porez na preko 250.000.000 USD. ( Ta suma je danas višestruko veća). Oko njih se razvio i još jedan čitav biotop koji zahvaljujući njima isto zarađuje pare, proizvođači hardvera i softvera koji štite od spama, konsultanti, advokati i da ironija bude veća, i oni koji vas izveštavaju o spamu.

Nedavno se i „Kaspersky“ (poznati osnivač istoimene antivirus-firme<sup>1</sup>) izjasnio protiv striktnije zabrane spama, navodeći poređenje sa vremenima prohibicije alkohola početkom prošlog veka, zaključivši da će to samo podpomoći kriminalnim strukturama u ovom unosnom poslu.

Dakle ukratko, dozvoljen je spam sve dok primaoc eksplicitno ne zatraži da bude skinut sa liste primaoca spam-a. Zato spam da bi bio legalan mora u sebi da sadrži opciju (*Opt-out*) čijim klikom se mi izjašnjavamo da ne želimo da primimo više nijednu reklamnu poruku od tog pošiljaoca. Međutim, kao što je to u ovom tekstu na jednom mestu objašnjeno, ne preporučuje se da odgovarate na spam poruke, pa čak i da ih uopšte ne otvaramo, jer ćemo verovatnije dobijati još mnogo više spam-a nego pre (dajući do znanja pošaljiocu da je email adresa živa i da se koristi).

Pošto spam i virusi idu često ruku pod ruku, ovo poglavlje će proširiti pričom o čistom poštanskom sandučetu [7]. Ako se zaštите od spam-a, uveliko ćete se zaštiti i od zaraza koje dobijate putem maila. Nezaštićenost od virusa će Vas kad tad koštati.

Dakle od „zaraza“ se štitimo na dva načina metode :

- I ) kroz disciplinu neizlaganja opasnostima i
- II) kroz upotrebu softvera (antispam, antivirus programi).

#### **4. NEIZLAGANJE OPASNOSTIMA**

Disciplina uzdržavanja od izloženosti je skoro ista za spam i virusе tako da će izložiti samo jednu listu [8]:

1. Ne otvarajte nikad poštu od pošiljaoca koga ne znate (pogotovu ne fajlove koji su prikačeni). Čak i u slučajevima kada pošta dolazi od poznate adrese, ne mora da znači da nije izlažirana ili da nije zaražena virusom. U tom slučaju se preporučuje da prikačeni fajl (ako imate vremena) ostane malo duže u inbox-u dok antivirus kuća, čiji se program koristi, napravi update za najnoviji virus. Ovo takozvano vreme reakcije je od (u proseku i zavisno od komplikovanosti virusa, kao i antivirus programa) tri sata do 24 sati od pojave virusa. Savet bi bio da se instalira update i proveri da li je poruka od poznate osobe koju ste dobili zaražena.

2. Bacite pogled na poglavlje koje govori o načinu na koji spam-eri dolaze do listi i ne dajte im da lako dođu do Vaše adrese. U tom smislu, savet je da se koriste više mail adresa. Neka neke od njih služe za „opušteniju“ podelu i korišćenje, mada se i pored toga mora biti oprezan. Kad tad će naići neko ko će od Vas tražiti neku drugu mail adresu pod izgovorom da iz nekog razloga pošta neće da stigne na datu adresu. Ako baš morate, dajte mu opet neku rezervnu, najbolje neku web mail adresu ali nikako adresu Vaše firme ili ličnog ISP-a.

3. Ne se biti mnogo sporiji od hakera. Operativni sistemi i programi se moraju redovno ažurirati. Na žalost Microsoft je nemerno veliki pomagač hakera. U svojoj revnosti, Microsoft objavljuje svaki njemu poznati bug i rupu u sistemu u želji da obavesti korisnike o rizicima kojima su izloženi. Međutim, oni koji prvi saznaju o njima su hakeri koji odmah žure da iskoriste te rupe. Jako mali deo krajnjih korisnika za razliku od hakera svakodnevno posećuje Microsoftov sajt. Na žalost, slično čini i većina administratora, tako da mnogi sistemi ostaju ranjivi danima, mesecima, godinama... Postoje posebni patche-vi update-i za operativni sistem, browser, mail client, antivirus software i programe uopšte.

4. Ako se ima i najmanja sumnja ili indikacija da je računar zaražen, vadi se mrežni kabl iz računara i time će se sprečiti veće zlo na vašem i

1. <http://www.kaspersky.com/>



Slika 3. Interfejs programa SpamEater

tuđim računarima. Posle toga preći na skeniranje sistema sa nekim od Antivirusnih programa i ako (i samo ako) je sve u redu, nastaviti sa normalnim radom.

5. Ispravno konfiguriranje sistema. Ovde bih naveo par saveta koji imaju za cilj veću bezbednost email klijentata (izostaviću OS, browser i druge programe) i to Outlook Express-a i Outlook-a kao najčešćim mail klijentima u praksi, čime se istovremeno umanjuje mogućnost izazivanja štete pri slanju i primanju mailova.

Outlook Express – Otvoriti program i pod tools/options/read karticom čekirati “read all messages in plain text”, što će imati za posledicu da program sve HTML poruke formatira kao čisti tekst. Nema više slika. Ali na taj način nema ni JavaScript napada. Međutim, ovo se može podesiti već od šeste verzije ovog mail klijenta.

Onaj ko ipak želi da čita povremeno i “slikovitije” poruke, bolje neka to čini samo od slučaja do slučaja. Najlakše uz pomoć besplatnog programa “OE Tool”<sup>2</sup> koji stavlja posebno dugme u program pomoću kojeg “šetate” između dva moda.

Onaj ko ni po koju cenu neće da se odrekne multimedijiskog doživljaja, neka pod view/layout isključi View Bar. Postoje napadi koji se dese prostim otvaranjem/prikazom HTML mail-a. Na ovaj način, pogledom na zaglavljene poruke možete proceniti da li je poruka spam/virus i izbrisati je

bez otvaranja.

Sljedeća stvar je da se pod tools/options/security/virus protection aktiviraju tri stvari : Restricted sites zone (prethodno u exploreru podesite da se aktivni sadržaji ne mogu izvršavati), zatim Warn me when other applications try to send mail as me (čime se postiže da se dobije poruka upozorenja pre nego što se počne slanje virusa i spam drugima) i na kraju Do not allow attachments to be saved or opened that could potentially be a virus. U ovom zadnjem slučaju Outlook Express blokira sve vrste fajlova koji mogu da sadrže skripte i kodove, pa čak i bezazlene formate .gif ili .jpg. Ukoliko se koristi ova restrikcija, a ipak treba da se pogleda sadržaj koji nije samo čisti tekst, onda se deaktivira ova zadnja opcija privremeno, pročita se poruka i opet se aktivira ta opcija. Ako vam je stalo do sigurnosti i mira.

U Service Pack-u 2 koji je Microsoft objavio ubačeni su nekoliko sigurnosnih poboljšanja.

Outlook – Ovaj email klijent ima u sebi već ugrađen automatski filter koji HTML poruke pretvara u tekstualne i ne pušta naknadno nikakve elemente. Treba ga samo aktivirati pod tools/options/security/change automatic download settings popunjavajući sva polja zelenim kvakama. Starije verzije Outlook-a takođe mogu da suzbiju HTML prikazivanje, samo što korisnik mora ipak da uđe u Registry i napravi male izmjene: Za

2. <http://www.insideoe.com/resources/tools.htm>

Outlook 2002 sa/od SP1 pod ključem: HKEY\_CURRENT\_USER\SOFTWARE\Microsoft\OFFICE\10.0\Outlook\Options\Mail postavite jedan novi DWORD sa oznakom ReadAsPlain i postavite mu se vrijednost na 1.

Kod Outlooka 2000 sa/od SP1 koristite isti trik samo što se koristiti drugi ključ, koji u себи ne sadrži 10.0 nego 9.0. Za dodatnu zaštitu Outlook-a protiv skripti, postupak je isti kao i kod Outlook Express-a. (tools/options/security.....)

Što se tiče zabrane pristupa raznim formatima, ovde je Outlook za razliku od Outlook Express-a preterano rigorozan i ne dozvoljava povremeno skidanje ovih zabrana. Ali zato postoji besplatan eksterni softver "Attachment Options"<sup>1</sup>, koji vam omogućava da sami odredite koji tip falova želite da vidite/propustite.

## 5. ANTISPAM, ANTIVIRUS PROGRAMI

Druga način da se spreče Spam poruke i virusi, podrazumeva upotrebu specifičnih programa kao što su Spam blokeri, Spam filteri, antispam filteri, email-filteri, imaju zadatku da štite od spam-a. Oni to sigurno ne postižu u 100% slučajeva, ali se polako približavaju toj brojci [9].

Postoje različiti spam filteri i metode njihovog rada, ali prvu podelu ćemo napraviti na one koji su predviđeni za pojedince i male firme, i na one koji su predviđeni za velike organizacije i ISP provajdere. Trend u filozofiji zaštite od spam-a, je da ovi mailovi uopšte ne dođu do korisnikovog računara, dakle da se već kod ISP-a ili lokalnog mail servera isfiltriraju. Međutim zasad to još naravno ne funkcioniše, tako da je najčešće lični PC-filter dobrodošao.

1. <http://office.weblogsinc.com/entry/1234000243059431>

## 6. ONLINE SPAM FILTERI

Spam Arrest<sup>2</sup> nudi pametno rešenje pri čemu se nepoznatom pošiljaocu šalje „challenge request“ i time traži da se ručno/neautomatski odgovori na ovaj zahtev. spam-eri se na sreću još uvek pozabavili time da na ovaj metod reaguju odgovarajućim automatizmima, tako da njihova pošta biva zadržana na vašem mail serveru i ne dolazi do vas.

### 6.1 server bAZIRANI spam filteri

Kao što sama reč kaže, ovi spam filteri instaliraju se na servere kod ISP-a ili u vašoj firmi, i imaju zadatku da poštu koja pristiže analiziraju pre nego što stigne do vašeg PC-a.

Na žalost ovo nekad ne funkcioniše kako treba (za razliku od gornje metode) i dešava se da legitimna pošta bude okvalifikovana kao spam i bude izbrisana. Primer ovakvih programa je iHate Spam Server Edition<sup>3</sup>.

### 6.2 PC bazirani spam filteri

Mailwisher pro<sup>4</sup> je jedan od popularnijih programa na tržištu. Svaki put kada želite da provjerite poštu onda se startuje ovaj program koji vam dozvoljava da napravite tzv. *preview* (pre-pogled) Vaše pošte i ako je ne želite, da je izbrišete pre nego što ste je spustili na Vaš računar. Jedna od dobrih radnji koje ovaj program izvodi je da vam dozvoljava da pošaljete spam-eru odgovor koji glumi "mailer daemon error message" - poruku da nema nikoga iza te adrese. Pošto se kod spam-era sve odvija automatski, bićete i automatski skinuti sa liste. Jednostavno, ali efikasno. Ostali dobri spam filteri : **MacAfee Spamkiller**, **Cloudmark Spamnet**, **Spam Inspector 4.0**, **Spam Bully**, **SpamPal**, **Brightmail**, **Sophos...** Napominjem da Spam filteri nisu poređani po nekom kvalitetu ili pripadnosti, nego nasumice, ali im je zajedničko to da su veoma dobri i provereni. Neki

2. <http://www.spamarrest.com/>

3. <http://www.sunbelt-software.com>

4. <http://www.mailwisher.net/>

su i besplatni. Takođe, neki od njih se mogu nazvati i intelligentnima. To su oni koji koriste teoriju Thomasa Bayes-a, pa se zovu i ***Bayesian spam filters***. U principu su to programi koji su u stanju da uče na osnovu poređenja grupe poruka koje ljudi definišu kao spam i grupe legitimnih poruka. Jedan po meni dobar i efikasan program je i Spameater pro firme High Mountain Software<sup>5</sup>

Posle konfigurisanja POP3 email accounta dodajemo username i password. Ukoliko postoji više naloga na tom serveru koji se vode na isto ime postoji opcija acceptable email address (prihvatljive email adrese). Glavna stvar je da se podese filteri. To je ključni deo. Dakle tu definišemo kriterijume po kojima će poruka biti prihvatljiva ili deklarisana kao spam. Ovde treba biti obazriv jer možemo da utičemo tako da nam i legitimne poruke budu deklarisane kao spam. Naravno možemo da istestiramo naš filter tako što posle konfiguracije samog programa pritisnemo opciju na programu check & view (slike 3.) da dobijemo informacije koje su poruke po zadatom kriterijumu deklarisane kao spam. Ukoliko su to i neke poruke koje nisu spam možemo da korigujemo filter. Ovaj program pripada kategoriji anti-spam softwera za pojedince ali može da se upotrebljava i u preduzeću jer možemo da unesemo veliki broj naloga za proveru.

#### 4. ZAKLJUČAK

Posle ovog izlaganja ostaje nam da zaključimo da je sve više ljudi koji slobodu koju u svakom pogledu pruža Internet pogrešno tumače. Oni Internet servise koriste na taj način da nanose štetu kako drugim korisnicima tako i sistemima Internet provajdera, ostvarujući korist bilo u materijalnoj formi ili u formi satisfakcije ili zbog nekih "viših ciljeva". U žargonu ih zovemo spamerima i u izlaganju smo ih podeliti u tri kategorije: one koji svoju slobodu koriste da se zabavljaju na tuđ račun, oni koji žele da ostvare korist (direktni

marketing), opet na tuđ račun, i treća, možda najbrojnija kategorija, a to su obični korisnici Interneta koji iz neznanja rade neke stvari koje nanose štetu drugima.

Razumljivo je, samo prve dve kategorije ljudi svrstavamo u „štetočine“ i oni spadaju u grupu protiv koje se stvarno borimo, jer samim tim što se bave takvim aktivnostima oni pokazuju svoju bezobzirnost i nepoštenje. Svi pokušaji da se neko od njih preobrati u normalne korisnike završili su potpuno bezuspešno. Oni su inače veoma maštoviti u nalaženju načina da maltretiraju što više ljudi ne prezajući ni od čega.

Treća kategorija, "novajlige-neznalice" su obični, normalni ljudi, koji nalaze Internet korisnim. Ipak, zbog svog neznanja umeju da naprave popriličnu štetu, i najčešće toga nisu ni svesni. U praksi, kada im se skrene pažnja oni se izvinjavaju i trude se da ne ponove greške. Sve u svemu, sloboda na Internetu je ograničena samo time da se od Vas očekuje da svojom aktivnošću ne nanosite materijalnu ili drugu štetu drugima. Deviza koja treba da glasi : **Imajte obzira prema drugima.**

Na Internetu ne postoje sudovi i sudske procesi. Kod očigledno nelegalnih aktivnosti stvar rešavaju administratori, najčešće onog sistema čiji je korisnik napravio štetu. Jednostavno mu zabrane dalje korišćenje Interneta sa tog sistema. I na kraju teksta ostaje mi još samo da napomenem da je prva metoda - oprez i uzdržavanje od riskantnih poteza delotvornija, od druge metode hvatanja i čišćenja spama, koja dolazi u stvari tek ako ste pali na prvoj..

#### RESUME SPAM

*In this text will be elaborated the idea of spam. It will be explained what does make an email message a spam, and what doesn't, how to avoid sending and receiving spam messages, why the firms are using such messages and why the hackers are using these techniques.*

5. <http://www.hms.com/spameater.asp>

**BIBLIOGRAFIJA**

[1] **Wikipedia:**

<http://en.wikipedia.org/wiki/SPAM> .

[2] **Barracuda Networks:**

<http://spam.abuse.net/overview/whatisspam.shtml>

[3] **CipherTrust Spam:**

[http://www.ciphertrust.com/resources/statistics/spam\\_sources.php](http://www.ciphertrust.com/resources/statistics/spam_sources.php)

[4] **CBSnews:**

<http://www.cbsnews.com/stories/2004/07/06/tech/main627736.shtml>.

[5] **Sophos annual reports:**

[http://www.spamfo.co.uk/component/option,com\\_content/task,view/id,206/Itemid,2/](http://www.spamfo.co.uk/component/option,com_content/task,view/id,206/Itemid,2/) .

[6] Dragan Varagić, Kultura komunikacije na Internet-u i njen odnos sa Internet marketingom, [http://www.pretraga.co.yu/osnove/internet/strana.php?s=sta\\_je\\_spam](http://www.pretraga.co.yu/osnove/internet/strana.php?s=sta_je_spam).

[7] Business Internet International News Digest

<http://www.clickz.com/stats/sectors/email/article.php/3521046> .

[8] CNet - [http://reviews.cnet.com/4520-3664\\_7-5020441.html](http://reviews.cnet.com/4520-3664_7-5020441.html) .

[9] Electronic Communications Privacy Act - <http://www.rewi.huberlin.de/Datenschutz/USA/ElectronicPrivacyAct.html> .



CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

902/904

ARHEOLOGIJA i prirodne nauke =  
Archaeology and Science / glavni i odgovorni  
urednik Miomir Korać. - 2006, No. 1- . -  
Beograd : Centar za nove tehnologije :  
Arheološki institut, 2005- (Beograd :  
DigitalArt). - 28 cm

ISSN 1452-7448 = Arheologija i prirodne  
nauke  
COBISS.SR-ID 136747788