

PRVI SKUP SEKCIJE ZA ARHEOMETRIJU, ARHEOTEHNOLOGIJU,  
GEOARHEOLOGIJU I EKSPERIMENTALNU ARHEOLOGIJU  
SRPSKOG ARHEOLOŠKOG DRUŠTVA

**AKTUELNA  
INTERDISCIPLINARNA  
ISTRAŽIVANJA  
TEHNOLOGIJE  
U ARHEOLOGIJI  
JUGOISTOČNE  
EVROPE**

28. februar 2020.  
zbornik radova

priređile  
Selena Vitezović  
Kristina Šarić  
Dragana Antonović

Beograd,  
2020.

CURRENT INTERDISCIPLINARY STUDIES IN TECHNOLOGY IN THE ARCHAEOLOGY OF THE SOUTH-EAST EUROPE  
AKTUELNA INTERDISCIPLINARNA ISTRAŽIVANJA TEHNOLOGIJE U ARHEOLOGIJI JUGOISTOČNE EVROPE



First meeting of the Section for Archaeometry,  
Archaeotechnology, Geoarchaeology  
and Experimental Archaeology  
of the Serbian Archaeological Society

**CURRENT INTERDISCIPLINARY STUDIES IN TECHNOLOGY  
IN THE ARCHAEOLOGY OF THE SOUTH-EAST EUROPE**

**February 28<sup>th</sup> 2020  
Conference proceedings**

*Edited by*  
Selena Vitezović  
Kristina Šarić  
Dragana Antonović

Belgrade,  
2020.

Prvi skup Sekcije za arheometriju,  
arheotehnologiju, geoarheologiju  
i eksperimentalnu arheologiju  
Srpskog arheološkog društva

# **AKTUELNA INTERDISCIPLINARNA ISTRAŽIVANJA TEHNOLOGIJE U ARHEOLOGIJI JUGOISTOČNE EVROPE**

**28. februar 2020.  
Zbornik radova**

*Priredile*  
Sena Vitezović  
Kristina Šarić  
Dragana Antonović

Beograd,  
2020.

*Izdavač / Published by:*  
Srpsko arheološko društvo  
Beograd, Čika Ljubina 18-20

*Za izdavača / For publisher:*  
Adam Crnobrnja

*Organizacioni odbor / Organising committee:*  
Amalija Vitezović, Biblioteka grada Beograda  
Danica Mihailović, Arheološki institut, Beograd  
Vidan Dimić, Arheološki institut, Beograd  
Alena Zdravković, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

*Naučni odbor / Scientific committee:*  
Dragana Antonović, Arheološki institut, Beograd  
Vesna Bikić, Arheološki institut, Beograd  
Vladica Cvetković, Srpska akademija nauka i umetnosti  
Gordana Jeremić, Arheološki institut, Beograd  
Ina Miloglav, Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu  
Ana Mladenović, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu  
Tajana Sekelj Ivančan, Institut za arheologiju, Zagreb  
Kristina Šarić, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu  
Nadezhda Todorova, Istorijfski fakultet, Univerzitet Sv. Kliment Ohridski, Sofija  
Selena Vitezović, Arheološki institut, Beograd  
Ivan Vranić, Arheološki institut, Beograd

*Grafička priprema / Graphic layout:*  
Mihajlo Vitezović

*Štampa / Printed by:*  
Glider Print, Beograd

*Tiraž / Print run:*  
100

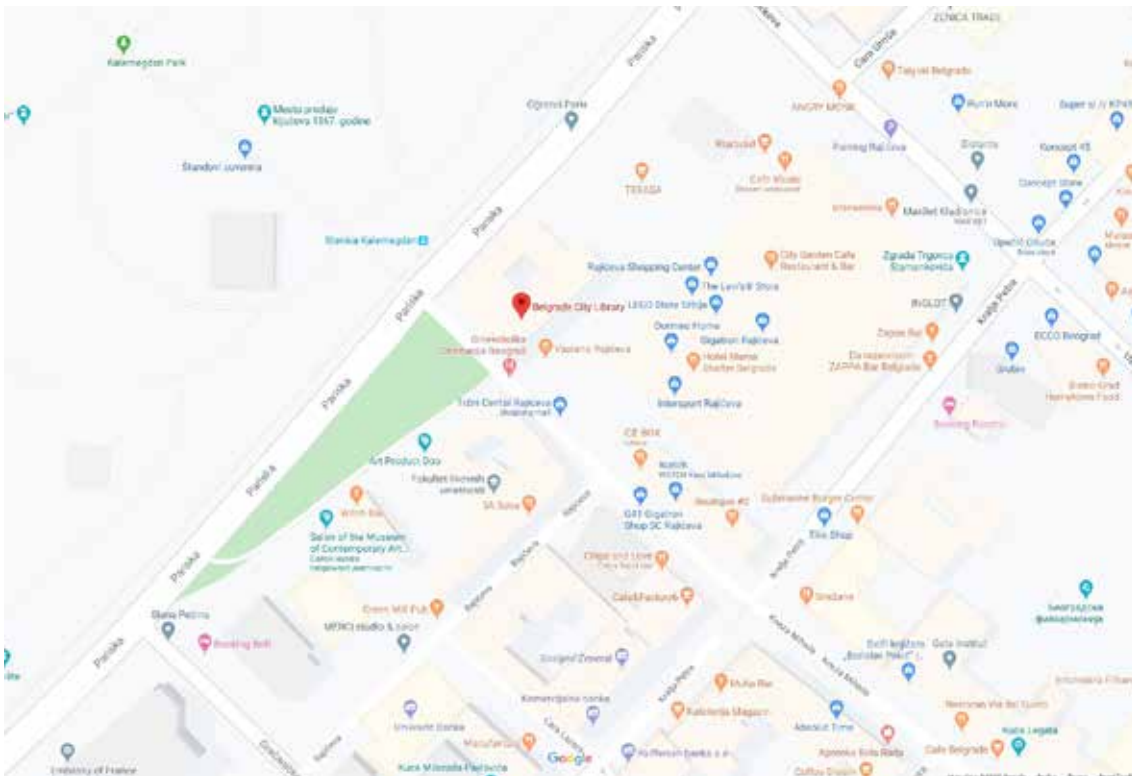
*Naslovna stranica / Cover:*  
Ostaci rude bakra, praistorijski rudnik Prljuša (planina Rudnik, centralna Srbija).  
Foto dokumentacija Arheološkog instituta.

**Zahvalnice: Skup su podržali Biblioteka grada Beograda,  
Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu,  
i Arheološki institut, Beograd**

**ISBN 978-86-80094-10-6**



*Biblioteka grada Beograda smeštena je u zgradi nekadašnjeg hotela "Srpska kruna". Zgrada je podignuta 1869, od 1981. godine predstavlja nepokretno kulturno dobro kao spomenik kulture.*



*Biblioteka grada Beograda nalazi se u ulici Kneza Mihaila 56.*

# PROGRAM SKUPA

Petak, 28. februar 2020.

09.00-09.30	<b>Registracija, podela materijala</b>
09.30-09.40	Pozdravna reč
09.40-10.10	<b>Plenarno predavanje</b> Vesna Cvetkov, ZNAČAJ GEOGRAFSKE ŠIRINE ZA LOCIRANJE UZROČNIKA MAGNETNIH ANOMALIJA KOD PROSPEKCIJE ARHEOLOŠKIH LOKALITETA
10.10-10.25	Mirko Petković, Vesna Cvetkov, Milorad Ignjatović, Dejan Naumov, PRIMJENA MAGNETOMETRIJSKIH ISPITIVANJA NA ARHEOLOŠKOM LOKALITETU NEDELJKOVA HUMKA
10.25-10.40	Dragana Đurić, Jelena Vukčević, Dejan Vučković, Ivana Vasiljević, Vesna Cvetkov, TERENSKA NASTAVA IZ GEOFIZIKE: ARHEOLOŠKI LOKALITETI NA PODRUČJU TRSTENIKA
10.40-10.55	Jugoslav Pendić, PROBLEMI SISTEMATSKE PRIMENE ARHEOLOŠKE GEOFIZIČKE PROSPEKCIJE U SRBIJI
10.55-11.05	Diskusija
11.05-11.30	<b>Pauza</b>
11.30-11.45	Katarina Bogičević, Dragana D. Đurić, Draženko Nenadić, Barbara Radulović, Mihailo Jovanović, Aleksandra Savković, REKONSTRUKCIJA PALEOSREDINA NA OSNOVU SITNIH SISARA, HERPETOFAUNE I MEKUŠACA I NJENA PRIMENA U ARHEOLOGIJU
11.45-12.00	Katarina Bogičević, Draženko Nenadić, Dragana D. Đurić, Barbara Radulović, Aleksandra Savković, Mihailo Jovanović, ULOGA SITNIH KIČMENJAKA I MALAKOFAUNE U BIOSTRATIGRAFIJI PALEOLITSKIH NASLAGA
12.00-12.15	Vladica Cvetković, Kristina Šarić, Desimir Tanović, Aleksandar Stamenković, Vesna Matović, RANOVIZANTIJSKI LOKALITET CARIČIN GRAD: POREKLO VULKANITA I VULKANOKLASTITA KORIŠĆENIH KAO ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKI MATERIJAL
12.15-12.30	Kristina Šarić, Vesna Crnoglavac, Vladica Cvetković, MINERALOŠKO-PETROLOŠKA KARAKTERIZACIJA KAMENIH TESERA IZ MOZAIKA KONSTANTINOVE VILE U MEDIJANI
12.30-12.45	Kristina Penezić, (GEO)ARHEOLOŠKA BUŠENJA – METODE I MOGUĆNOSTI
12.45-12.55	Diskusija
12.55-13.45	<b>Pauza</b>

<b>13.45-14.00</b>	Alena Zdravković, Suzana Erić, Kristina Šarić, PRIMER MINERALOŠKE KARAKTERIZACIJE SREDNJOVEKOVNE ŠLJAKE IZ OBLASTI Pb-Zn RUDNIKA RUDNIK KAO DELA ISTRAŽIVANJA U ARHEOTEHNOLOGIJI
<b>14.00-14.15</b>	Ljubomir Jevtović, Suzana Erić, Kristina Šarić, Predrag Vulić, Ivan Bogdanović, Branimir Šegvić OPEKE VII KLAUDIJEVE LEGIJE SA LOKALITETA ČAIR - CASTRUM (VIMINACIJUM): PRELIMINARNA MINERALOŠKO-PETROLOŠKA ANALIZA
<b>14.15-14.30</b>	Andreja Sironić, Ines Krajcar Bronić, Damir Borković, Jadranka Barešić, AMS RADIOCARBON DATING OF ARCHEOLOGICAL SAMPLES AT THE ZAGREB RADIOCARBON LABORATORY
<b>14.30-14.45</b>	Miroslav Kočić, Brajan Henks, Marija Kaličanin Krstić, Mark Berman, Marko Grković, Petra Basar, Majkl Mlinec, ARHEOMETRIJSKI PRISTUP UPOTREBE NEINVAZIVNIH METODA U RAPIDNOJ KARAKTERIZACIJI PRAISTORIJSKIH LOKALITETA – STUDIJA SLUČAJA LOKALITETA KNEŽEVAC
<b>14.45-15.00</b>	Selena Vitezović, Dragana Antonović, Vidan Dimić, Danica Mihailović, ANALIZA TEHNOLOŠKIH SISTEMA U PRAISTORIJI: MOGUĆNOSTI I PRAVCI U ISTRAŽIVANJIMA
<b>15.00-15.10</b>	Diskusija
<b>15.10-15.35</b>	<b>Pauza</b>
<b>15.35-15.50</b>	Dragana Rajković, Suzana Antolin, Dražen Balen, Darko Tibljaš, KAMENE GLAČANE IZRAĐEVINE S LOKALITETA STARI PERKOVCI–DEBELA ŠUMA (OKOLICA ĐAKOVA, ISTOČNA HRVATSKA) – TIPOLOŠKA, TEHNOLOŠKA I MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA
<b>15.50-16.05</b>	Igor Bjelić, CONSTRUCTING LATE ANTIQUE BARREL BRICK VAULTS WITHOUT FORMWORK ON THE TERRITORY OF TODAY'S SERBIA
<b>16.05-16.20</b>	Tena Karavidović, REKONSTRUKCIJA POSTUPKA PRŽENJA ŽELJEZNE RUDE: EKSPERIMENTALNI PRISTUP
<b>16.20-16.35</b>	Ana Đuričić, OVEN DAUB PRESERVATION IN THE ARCHAEOLOGICAL RECORD – VINČA CULTURE SITES
<b>16.35-16.50</b>	Milica Tapavički-Ilić, EKSPERIMENTALNA ARHEOLOGIJA I ARHEOTEHNOLOGIJA
<b>16.50-17.00</b>	Poster prezentacije Olga Bajčev, POLIHROMNO SLIKANJE U STARČEVAČKOJ KULTURI – VARIJACIJE U KONCEPTUALIZACIJI I IZVOĐENJU MOTIVA Maja Milošević, Mihovil Logar, Biljana Đorđević, NONDESTRUCTIVE METHODS FOR THE ANALYSIS OF TRADITIONAL POTTERY MANUFACTURE: ZLAKUSA POTTERY AS A CASE STUDY
<b>17.00-17.20</b>	Finalna diskusija



# SADRŽAJ

## Geofizika

Vesna Cvetkov  
ZNAČAJ GEOGRAFSKE ŠIRINE ZA LOCIRANJE UZROČNIKA MAGNETNIH  
ANOMALIJA KOD PROSPEKCIJE ARHEOLOŠKIH LOKALITETA 14

Mirko Petković, Vesna Cvetkov, Milorad Ignjatović, Dejan Naumov  
PRIMJENA MAGNETOMETRIJSKIH ISPITIVANJA NA ARHEOLOŠKOM LOKA-  
LITETU NEDELJKOVA HUMKA 26

Dragana Đurić, Jelena Vukčević, Dejan Vučković, Ivana Vasiljević, Vesna Cvetkov  
TERENSKA NASTAVA IZ GEOFIZIKE: ARHEOLOŠKI LOKALITETI NA PO-  
DRUČJU TRSTENIKA 30

Jugoslav Pendić  
PROBLEMI SISTEMATSKE PRIMENE ARHEOLOŠKE GEOFIZIČKE PROSPEK-  
CIJE U SRBIJI 38

## Geoarheologija

Katarina Bogićević, Dragana D. Đurić, Draženko Nenadić, Barbara Radulović,  
Mihailo Jovanović, Aleksandra Savković  
REKONSTRUKCIJA PALEOSREDINA NA OSNOVU SITNIH SISARA, HERPE-  
TOFAUNE I MEKUŠACA I NJENA PRIMENA U ARHEOLOGIJI 42

Katarina Bogićević, Draženko Nenadić, Dragana D. Đurić, Barbara Radulović,  
Aleksandra Savković, Mihailo Jovanović  
ULOGA SITNIH KIČMENJAKA I MALAKOFAUNE U BIOSTRATIGRAFIJI PALE-  
OLITSKIH NASLAGA 50

Vladica Cvetković, Kristina Šarić, Desimir Tanović, Aleksandar Stamenković, Ve-  
sna Matović  
RANOVIZANTIJSKI LOKALITET CARIČIN GRAD: POREKLO VULKANITA I  
VULKANOKLASTITA KORIŠĆENIH KAO ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKI  
MATERIJAL 56

Kristina Šarić, Vesna Crnoglavac, Vladica Cvetković MINERALOŠKO-PETROLOŠKA KARAKTERIZACIJA KAMENIH TESERA IZ MOZAIKA KONSTANTINOVE VILE U MEDIJANI	64
Kristina Penezić (GEO)ARHEOLOŠKA BUŠENJA – METODE I MOGUĆNOSTI	70
<b>Arheometrija</b>	
Alena Zdravković, Suzana Erić, Kristina Šarić PRIMER MINERALOŠKE KARAKTERIZACIJE SREDNJOVEKOVNE ŠLJAKE IZ OBLASTI Pb-Zn RUDNIKA „RUDNIK” KAO DELA ISTRAŽIVANJA U ARHEO- TEHNOLOGIJI	76
Ljubomir Jevtović, Suzana Erić, Kristina Šarić, Predrag Vulić, Ivan Bogdanović, Branimir Šegvić OPEKE VII KLAUDIJEVE LEGIJE SA LOKALITETA ČAIR - CASTRUM (VIMINA- CIJUM): PRELIMINARNA MINERALOŠKO-PETROLOŠKA ANALIZA	82
Maja Milošević, Mihovil Logar, Biljana Đorđević NONDESTRUCTIVE METHODS FOR THE ANALYSIS OF TRADITIONAL PO- TTERY MANUFACTURE: ZLAKUSA POTTERY AS A CASE STUDY	90
Andreja Sironić, Ines Krajcar Bronić, Damir Borković, Jadranka Barešić AMS RADIOCARBON DATING OF ARCHEOLOGICAL SAMPLES AT THE ZA- GREB RADIOCARBON LABORATORY	94
Miroslav Kočić, Brajan Henks, Marija Kaličanin Krstić, Mark Berman, Marko Gr- ković, Petra Basar, Majkl Mlinec ARHEOMETRIJSKI PRISTUP UPOTREBE NEINVAZIVNIH METODA U RAPID- NOJ KARAKTERIZACIJI PRAISTORIJSKIH LOKALITETA – STUDIJA SLUČAJA LOKALITETA KNEŽEVAC	98
<b>Arheotehnologija</b>	
Selena Vitezović, Dragana Antonović, Vidan Dimić, Danica Mihailović ANALIZA TEHNOLOŠKIH SISTEMA U PRAISTORIJI: MOGUĆNOSTI I PRAVCI U ISTRAŽIVANJIMA	104

Dragana Rajković, Suzana Antolin, Dražen Balen, Darko Tibljaš KAMENE GLAČANE IZRAĐEVINE S LOKALITETA STARI PERKOVCI–DEBELA ŠUMA (OKOLICA ĐAKOVA, ISTOČNA HRVATSKA) – TIPOLOŠKA, TEHNOLOŠ- KA I MINERALOŠKO-PETROGRAFSKA ANALIZA	<b>110</b>
Olga Bajčev POLIHROMNO SLIKANJE U STARČEVAČKOJ KULTURI – VARIJACIJE U KON- CEPTUALIZACIJI I IZVOĐENJU MOTIVA	<b>118</b>
Igor Bjelić CONSTRUCTING LATE ANTIQUE BARREL BRICK VAULTS WITHOUT FORM- WORK ON THE TERRITORY OF TODAY'S SERBIA	<b>124</b>
<b>Eksperimentalna arheologija</b>	
Tena Karavidović REKONSTRUKCIJA POSTUPKA PRŽENJA ŽELJEZNE RUDE: EKSPERIMEN- TALNI PRISTUP	<b>130</b>
Ana Đuričić OVEN DAUB PRESERVATION IN THE ARCHAEOLOGICAL RECORD – VINČA CULTURE SITES	<b>138</b>
Milica Tapavički-Ilić EKSPERIMENTALNA ARHEOLOGIJA I ARHEOTEHNOLOGIJA	<b>146</b>
<b>Spisak učesnika</b>	<b>148</b>

# OPEKE VII KLAUDIJEVE LEGIJE SA LOKALITETA ČAIR – CASTRUM (VIMINACIJUM): PRELIMINARNA MINERALOŠKO-PETROLOŠKA ANALIZA

**Ljubomir Jevtović**  
Arheološki institut, Beograd

**Suzana Erić**  
Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Kristina Šarić**  
Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Predrag Vulić**  
Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

**Ivan Bogdanović**  
Arheološki institut Beograd

**Branimir Šegvić**  
Department of Geosciences, Texas Tech University, Lubbock, SAD

**Ključne reči:** rimska opeka, glina, poreklo sirovine, polarizaciona mikroskopija, skenirajuća elektronska mikroskopija sa energetske-disperzivnim spektrometrom (SEM-EDS), rendgenska difrakcija na prahu (XRPD)

Izrada velike studije o opekarskoj proizvodnji VII Klaudijeve legije na teritoriji provincije Gornje Mezije započeta je pre desetak godina. Glavni logor legije i centar njene proizvodne delatnosti u periodu od kraja I do kraja IV veka nalazio se u Viminacijumu. Osim ostataka 16 peći za pečenje opeka, koji direktno svedoče o opekarskoj proizvodnji na prostoru Viminacijuma (Jevtović, Danković *in press*) (slika 1), do sada je prikupljena i kolekcija od oko 2000 opeka sa žigom

VII Klaudijeve legije, različitih formata (*imbrex, tegula, lydion, bessalis, pedalis, bipedalis*), kao i ulomci opeka nedefinisane forme. Krajem 2019. godine započeta je i mineraloško-petrološka analiza opeka sa ciljem da se utvrde njihov sastav, karakteristike glinene paste, tehnologija proizvodnje, kao i poreklo sirovine. Prvobitna ispitivanja obuhvatila su uzorke pronađene tokom novih istraživanja legijskog utvrđenja koje se nalazi na lokalitetu Čair – Castrum.

\* U daljem tekstu će se koristiti transkripcija na srpskom jeziku.

\*\* O novim istraživanjima lokaliteta Čair – Castrum vidi Nikolić *et al.* (2018) i



Slika 1. Plan Viminacijuma sa ostacima opekarske proizvodnje (dopunjen plan Jevtović, Danković *in press*)

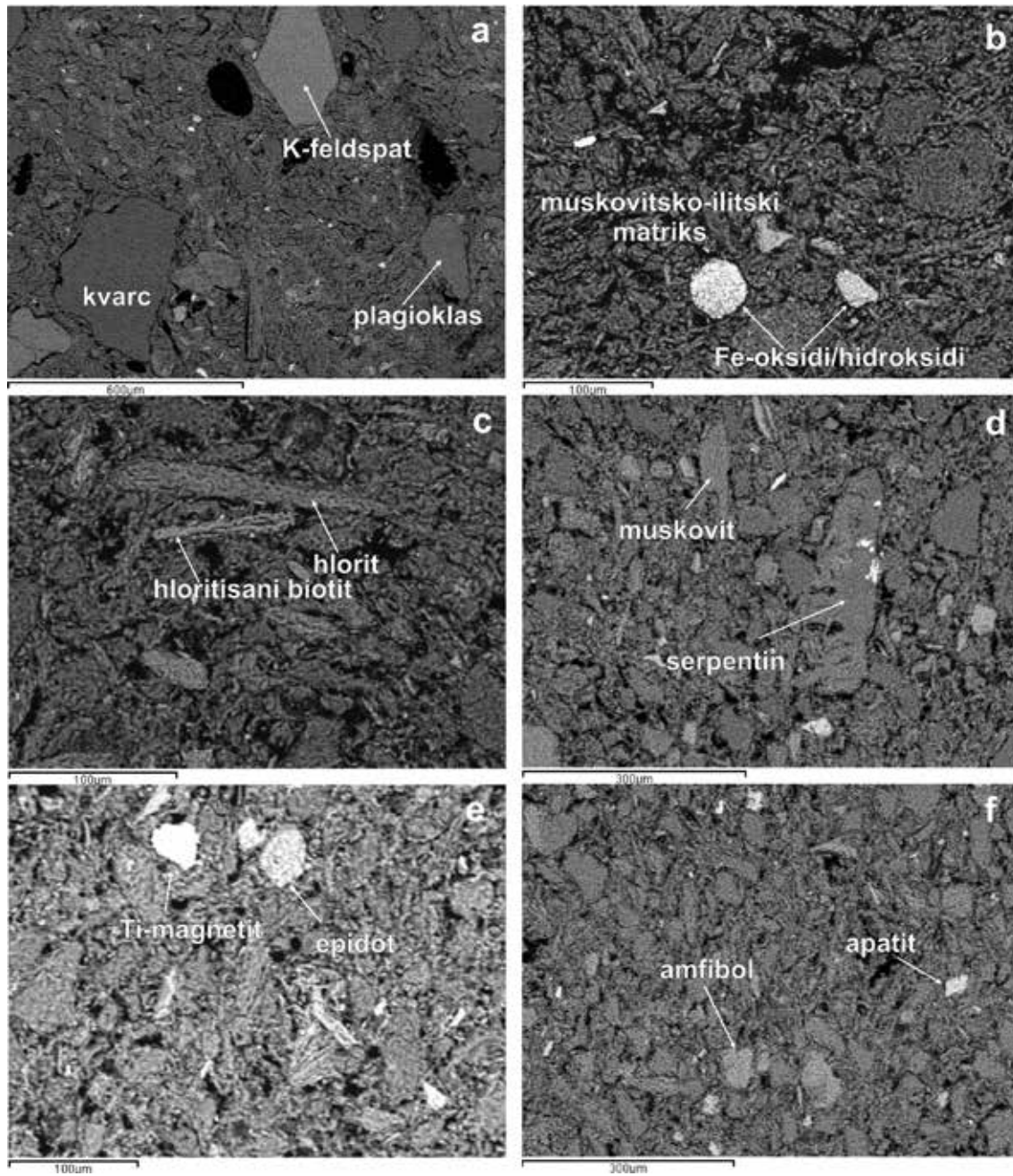
U ovom radu biće prikazani prvi rezultati dobijeni ispitivanjem deset opeka različitog formata, i to: dve opeke nedefinisanog oblika (oznaka Co), dva lidiona (Cl), dva besalisa (Cb), dva pedalisa (Cp), jedan imbreks (Ci) i jedna tegula (Ct). U ovoj, prvoj fazi istraživanja, osnovni zadatak jeste karakterizacija materijala, s ciljem da se stekne prvi uvid u karakteristike materijala i napravi osnova na kojoj će se dalje planirati i realizovati ona istraživanja koja će kompletirati sliku o opekarskoj delatnosti VII Klaudijeve legije.

Svi prikazani rezultati dobijeni su primenom sledećih metoda: polarizacione mikroskopije za linearno-polarisanu svetlost (PM), skenirajuće mikroskopije sa energetske disperzivnim spektrometrom (SEM-EDS) i rendgenske difrakcije na prahu (*X-ray powder diffraction* - XRPD). Polarizacionom mikroskopijom je urađena analiza petrografskih preparata na polarizacionom mikroskopu tipa Leica DMLSP sa kamerom DFC290HD.

SEM-EDS analiza je urađena na skenirajućem elektronskom mikroskopu JEOL JSM-6610LV, koji je povezan sa EDS detektorom marke Oxford X-Max. U radu su prikazani BSE snimci (BSE - *back scattered electrons* - povratno rasuti elektroni). Istraživanja rendgenskom difrakcijom na prahu sprovedena su pomoću automatskog višenamenskog rendgenskog difraktometra Rigaku Smartlab u  $\theta$ - $\theta$  (uzorak u horizontalnom položaju) parafokusnoj Bragg-Brentanovoj geometriji sa automatskim divergentnim prerezom od  $1/6^\circ$ , uz upotrebu D/teX Ultra 250 strip detektora u 1D XRF redukcionom modu sa  $\text{CuK}\alpha_{1,2}$  izvorom zračenja ( $U = 40 \text{ kV}$  i  $I = 30 \text{ mA}$ ). Uzorak je pripremljen u standardnom nosaču uzorka. Rendgenski difraktogrami su prikupljeni u ugaonom opsegu  $4-75^\circ 2\theta$ , sa korakom  $0,01^\circ$ , i brzinom prikupljanja podataka od  $1^\circ/\text{min}$ . Kristalne faze su identifikovane pomoću namenskog Rigaku PDXL 2.0 programskog paketa (sa instaliranom ICCD PDF-2 2016 bazom podataka).

Nikolić *et al.* (2019).

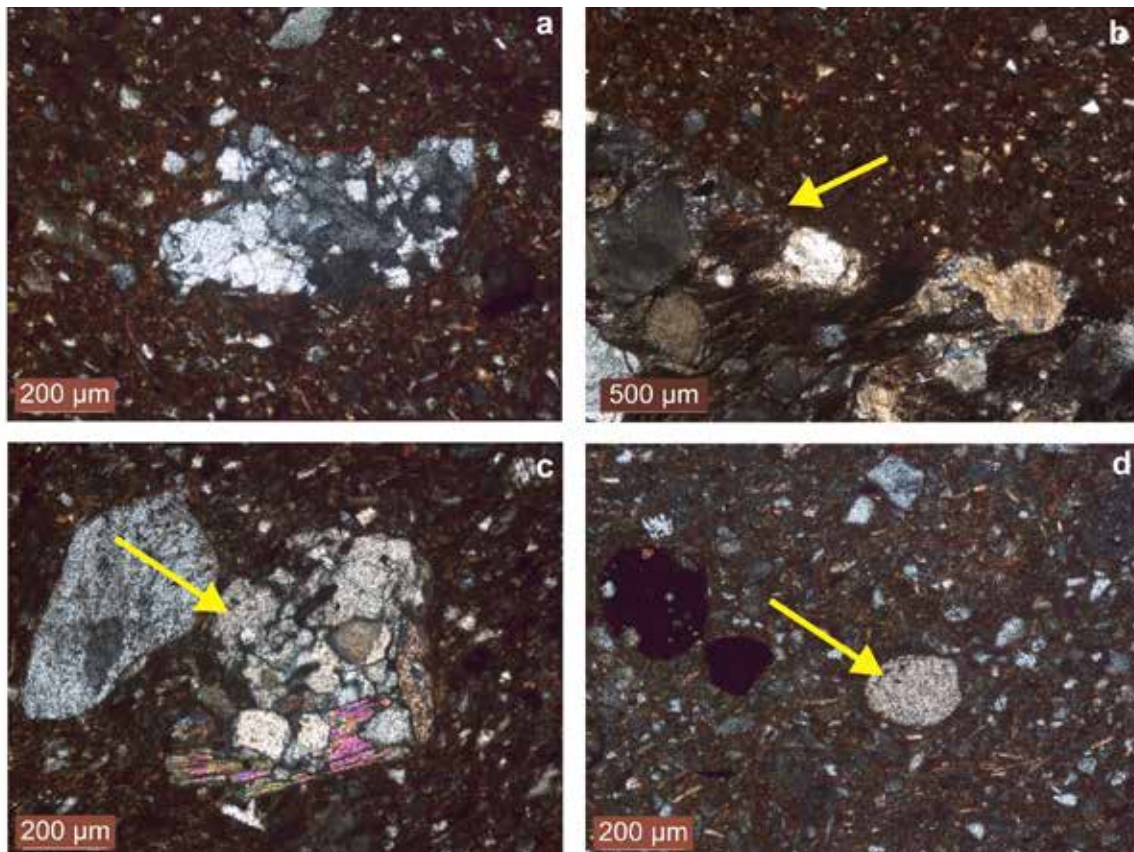
\* Za više detalja o metodama PM-e i SEM-EDS-e čitalac se upućuje na Šarić *et al.* (2018).



**Slika 2.** BSE snimci faza u ispitivanim opekama: a) kvarc, K-feldspat i plagioklas (uzorak Ci-6), b) muskovitsko-ilitski matriks i Fe-oksidi/hidroksidi (Ct-60), c) liske hlorita i hloritisanog biotita (Ct-60), d) serpentin i muskovit (Co-76), e) epidot i Ti-magnetit (Cb-41), f) amfibol i apatit (Cb-64).

Sastav analiziranih uzoraka (vrsta klasti i matriksa) određen je kombinovanjem SEM-EDS analize i polarizacione mikroskopije (slike 2, 3). Petrografske odlike ukazuju da nema sličnosti u sastavu i teksturi između istih tipova opeka (na primer, dve analizirane opeke nedefinisane forme se razlikuju među

sobom po krupnoći klasta, orijentaciji sastojaka koja je veoma izražena u Co-1, ali se tek nazire u Co-76 ili uzorci lidiona sadrže različitu količinu i granulaciju tempera), ali se sličnost zapaža između uzoraka lidiona Cl-62 i besalisa Cb-64. Imajući u vidu ovakvu sliku s jedne strane i, s druge strane, ograničeni broj

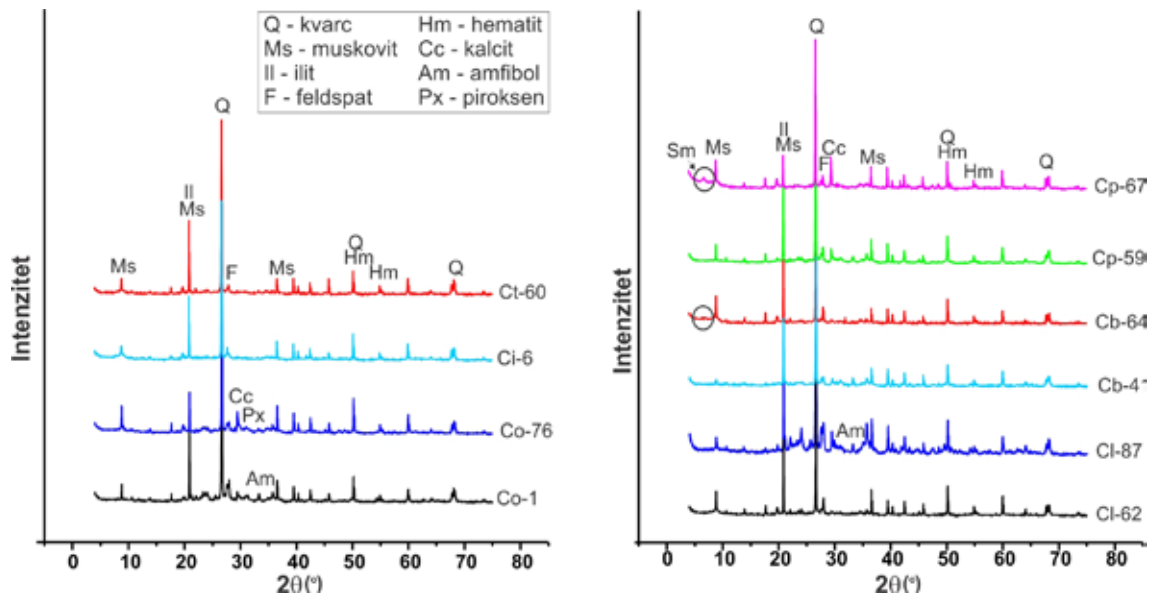


**Slika 3.** Fotomikrografije litoklasti: a) kvarcit (Ct-60), b) okcasti gnajs (Cl-62), c) muskovitski granitoid (Cp-67), d) karbonat (Co-76); ukršteni nikoli.

uzoraka, sastav analiziranog materijala će biti prikazan zbirno za sve uzorke.

Od klasta su zastupljeni i kristaloklasti i litoklasti. Najzastupljeniji kristaloklasti, koji se sreću u svim uzorcima, čine kvarc, plagioklasi i alkalni feldspati, kao i liskuni (muskovit i biotit), Fe-oksidi i hlorit. *Kvarc* se javlja u svim uzorcima u vidu krupnijih i često ispucalih zrna, ali i u vidu značajno sitnijih zrna unutar muskovitsko-ilitskog matriksa. *K-feldspati* i *plagioklasi* se uglavnom javljaju u vidu idiomorfnih do hipidomorfnih zrna različitog stepena zaobljenosti. Alkalni feldspat se javlja kao ortoklas, mikroklin ili pertitisani ortoklas. Plagioklasi pokazuju heterogenost u sastavu, a pojedini uzorci (Co-1, Cp-67) sadrže i albit i bazičnije plagioklase. *K-feldspati* su zastupljeniji od plagioklasa. *Muskovit*, karakteristične

pseudoapsorpcije i živih interferentnih boja, pojavljuje se dvojako: u vidu tankih izduženih liski (dužine i do 0,3 mm) ili u vidu sitnih anizotropnih sericitskih ljuspica koje čine prelaz ka matriksu. *Biotit* se pojavljuje retko i to pretežno kao liska hloritisana u različitom stepenu. *Hlorit* se pojavljuje ili u vidu samostalnih liski ili po biotitu. *Fe-oksidi/hidroksidi* se javljaju kao sitne klasti koje retko prelaze 100 µm homogeno raspoređene u uzorcima. Uzorak Co-1 sadrži i *granat*. U pojedinim uzorcima registrovani su i: *amfibol* (Co-76, Cb-64, Cp-59 i Cp-67), *serpentinisani olivin* (Cp-67, Co-76), *epidot* (Co-76, Cb-41 i Ci-6) i *piroksen* (Ci-6). Akcesorne faze: *cirkon*, *sfen*, *titanomagnetit*, *ilmenit* (Cl-62), *hematit*, *apatit*, *monacit* i *alanit* u uzorku Cp-59, *rutil/anatas* (Cb-64), pojavljuju se u vidu retkih pojedinačnih zrna.



Slika 4. Rendgenski difraktogrami ispitanih uzoraka.

U pojedinim uzorcima (Co-1, Ci-6) izduženi sastojci, naročito liske muskovita, orijentisani su svojom dužom osom u jednom pravcu, dok je kod većine uzoraka raspored sastojaka homogen.

Litoklasti (slika 3) predstavljeni su fragmentima metamorfita (kvarcita, gnajseva, liskunskih škriljaca), granitoida, zatim kvarcno-feldspatskim klastima za koje se ne može sa sigurnošću utvrditi da li su deo granitoida ili gnajsa/škriljca, kao i fragmenata keramike. Posebno treba istaći da su klasti karbonatnog sastava, do oko 0,5 mm u prečniku, konstatovani u uzorcima Co-1, Ci-6, Cb-41, Cp-59, Ct-60 i Cl-87. Reč je o fragmentima koji predstavljaju monomineralne agregate kalcita, ali i o fragmentima u kojima su kalcit i sitna zrna kvarca (prečnika do oko 50  $\mu\text{m}$ ) udruženi, kakvi se sreću, na primer u uzorku Ct-60. Na ovom nivou ispitivanja nije moguće jasno utvrditi da li karbonatne klasti predstavljaju stenski materijal ili je možda reč o malteru koji je penetrirao u opeku. Litoklasti su najčešće subzaobljenih formi, mada ima i uglastih. Dimenzije im široko variraju:

od ekstremno krupnih, kakav je klast okcastog gnajsa u uzorku Cl-62, veličine oko 8x3 mm, do klasti ispod 0,02 mm u prečniku.

Polarizacionom mikroskopijom je utvrđeno da svi uzorci imaju anizotropni matriks. U mnogim uzorcima matriks pokazuje alevrolitski karakter koji definišu klasti kvarca i sericita veličine 0,05-0,005 mm udružene sa glinovitom osnovom. SEM-EDS analize hemijskog sastava matriksa date su kao srednja vrednost za šest analiza polja matriksa za svaki uzorak (tabela 1). Prema srednjem hemijskom sastavu izdvaja se matriks uzorka Ct-60, koji ima najviše sadržaje silicije ( $\text{SiO}_2$  – 73,0 tež.%) i najniže sadržaje aluminije i magnezije ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13,9 tež.%,  $\text{MgO}$  – 1,8 tež.%). U ostalim uzorcima sadržaj  $\text{SiO}_2$  varira od 59,7 (Co-76) do 68,4 tež.% (Cb-64), a sadržaj  $\text{Al}_2\text{O}_3$  od 15,4 tež.% (Cb-47) do 19,2 tež.% (Ci-6). Sadržaj kalcije u analiziranim matriksima različitih vrsta opeka pokazuje značajna variranja, od minimalnih 2,5 tež.% (Ci-6) do maksimalnih 8,9 tež.% (Cl-87), dok su sadržaji kalije i natrije



uglavnom ujednačeni u svim uzorcima ( $K_2O = 2,1-3,0$  tež.% i  $Na_2O = 0,8-1,5$  tež.%).

Rendgenskom difrakcijom praha (slika 4) potvrđeno je da je dominantna faza u ispitivanim uzorcima kvarc, a da zatim slede muskovit (koji je u uzorcima Ci-6, Ct-60, Cl-62, Cb-64 i Cl-87 udružen sa ilitom), plagioklas i K-feldspat. U svim uzorcima identifikovni su i manje zastupljeni kalcit (čiji udeo varira) i hematit. Od ostalih petrogenih minerala javljaju se i amfibol i piroksen. Smektit je identifikovan samo u uzorcima Cb-64 i Cp-67. Na svim difraktogramima primetan je slabo izražen široki pik, centriran oko  $24^\circ 2\theta$ , koji najverovatnije odgovara malom sadržaju amorfne materije.

Na osnovu iznetih preliminarnih rezultata ispitivanja opeka sa lokaliteta Viminacijum mogu se postaviti smernice za dalja istraživanja, od kojih su najvažnije:

- povećanje kolekcije novim uzorcima,
- definisanje kriterijuma po kojima će se analizirani uzorci dalje razmatrati,
- sistematska analiza materijala koji potiče iz peći, a koji predstavlja posebne celine - od opeka koje predstavljaju zidove peći, preko opeka pronađenih u peći i nepečenih opeka nađenih pored samih peći,
- analiza glina uzorkovanih kao potencijalnih sirovina korišćenih za izradu opeka,
- primena dodatnih metoda (XRF, FTIR) za bližu karakterizaciju uzorka,
- ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava opeka i drugo.

**Zahvalnost:** *Ispitivanja su izvršena u laboratorijama Departmana za mineralogiju, kristalografiju, petrologiju i geohemiju Rudarsko-geološkog fakulteta i sprovode se u okviru projekata OI176016 i III47018 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.*

## Bibliografija

- Jevtović, Lj., Danković, I., (in press).** An overview of the CBM industries of ancient Viminacium. Roman ceramic and glass manufactures, Production and Trade in the Adriatic region and beyond. *Proceedings of the 4th International archaeological colloquy, Crikvenica (Croatia), 8th - 9th November 2017*, G. Lipovac Vrkljan, A. Konestra & A. Eterović Borzić (eds.), Archaeopress.
- Nikolić, S., Stojić, G., Marjanović, M., 2018.** Istraživanja na lokalitetu Čair – castrum (Viminacijum) 2016. godine. U: *Arheologija u Srbiji. Projekti Arheološkog instituta u 2016. godini*, I. Bugarski, N. Gavrilović Vitas & V. Filipović (ur.), 68–78.
- Nikolić, S., Stojić, G., Marjanović, M., Bogdanović, I., Jevtović, Lj., 2019.** Istraživanja na lokalitetu Čair – castrum (Viminacijum) 2017. godine. U: *Arheologija u Srbiji. Projekti Arheološkog instituta u 2017. godini*, I. Bugarski, V. Filipović & N. Gavrilović Vitas (ur), 125–134.
- Šarić, K., Bikić, V., Erić, S., 2018.** Microstructural, Mineralogical and Petrographical Characteristics of the Medieval Ceramics from the Studenica Monastery (UNESCO World Heritage Site): Implications on the Pottery Technology and Provenance of The Raw Material. *Microscopy and Microanalysis* 24/6: 744-761.