

# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

## ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

### ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

кандидата Снежане Каламковић

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију:</p> <p>22. мај 2014. год.; Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду</p>
<p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1. др Јован Ромелић, редовни професор, Методика наставе географије, Катедра за друштвену географију, 3. IV 2000. година, Природно-математички факултет, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Департман за географију, туризам и хотелијерство, председник комисије;</p> <p>2. др Тибор Халаш, ванредни професор, Катедра за хемијско образовање и методiku наставе хемије, Историја хемије, 1. X 2010. година, Природно-математички факултет, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Департман за хемију, биохемију и заштиту животне средине, ментор, члан комисије;</p> <p>3. др Станко Цвјетићанин, ванредни професор, Методика наставе познавања природе, 7. VI 2011. година, Педагошки факултет, Сомбор, Универзитет у Новом Саду, Катедра за Природне науке, методiku наставе познавања природе и менаџмент у образовању, члан комисије;</p> <p>4. др Светозар Бошков, доцент историјских наука, Класичне науке, 21. III 2012. година, Филозофски факултет, Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, Историја, археолошке и класичне науке, Департман за историју, члан комисије.</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Снежана, Стеван, Каламковић</p>
<p>2. Датум рођења, општина, република:</p> <p>9. 12. 1972. година, Ниш, Република Србија</p>
<p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе:</p> <p>11. 9. 2007. година, Нови Сад, Природно-математички факултет, ХЕМИЈСКИ АСПЕКТИ МАТЕРИЈАЛНЕ КУЛТУРЕ НА АРХЕОЛОШКИМ ЛОКАЦИЈАМА СРБИЈЕ ОД ПРАИСТОРИЈЕ ДО СРЕДЊЕГ ВЕКА,</p>
<p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p> <p>Методика наставе хемије</p>

<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Развој хемијске производње у доба антике на територији данашње Србије
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p>Докторска дисертација под насловом „Развој хемијске производње у доба антике на територији данашње Србије” припада ужој научној области Методика наставе хемије, Историја хемије. Предмет истраживања дисертације је испитивање развоја хемијске производње - грађевинског материјала и металних новчића, у Источном крилу Римске империје на територији Доње Паноније, и мезијског дела Дунавског лимеса (Горња Мезија). Написана је на српском језику, латиничним писмом, док је извод дат на српском и енглеском језику.</p> <p>Дисертација садржи 7 поглавља: (1) Теоријска разматрања, (2) Методологија истраживања, (3) Експериментални део, (4) Резултати и дискусија, (5) Закључак, (6) Прилог, (7) Литература; са посебним поглављима: Биографија и Кључна документација.</p> <p>Докторска дисертација је обима 318 страница куцаног текста, формата А4.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 223 странице чине основни текст са насловном страном, садржајем, захвалницом, сажетком, листом публикација;</li> <li>- 31 страницу чине наводи 455 библиографских јединица;</li> <li>- 64 странице чине прилози, биографија кандидата и кључна документацијска информација.</li> </ul> <p>Дисертација садржи укупно 49 табела, 204 слике и 10 прилога.</p>
<b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p>Рад је технички квалитетно урађен и презентован је у тврдом повезу.</p> <p><b>Наслов</b> докторске дисертације је јасно и прецизно формулисан и одражава текст и садржај истраживања.</p> <p><b>Теоријска разматрања:</b> Ово поглавље чине две целине: Уводни део и Општи део.</p> <p>У <b>Уводном делу</b> докторске дисертације приказан је проблем истраживања хемијске производње у Источном крилу Римске империје у периоду од I до IV века. Приказане су студије о производњи грађевинског материјала на територији Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса (Горња Мезија) и производња металних новчића на територији Сирмијума и Виминацијума, као најважнијим центрима Источног крила Римске империје. Уводни део је прецизан и указује на важност изучавања развоја хемијске производње у доба антике на територији Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса.</p> <p>У <b>Општем делу</b>, на основу литературних података, дат је преглед делатности становништва, са посебним освртом на хемијску производњу и металургију. За потребе овог истраживања, анализирана је и легионарска диплома, ради подобијег сагледавања система вредности у периоду који је изучаван. Анализиран је развој делатности становништва у периоду од I до IV века у области пољопривреде и прераде метала (израда накита, новца). Посебно је проучавана грађевинска делатност (зграде, аквадукти, саобраћајна инфраструктура) са детаљним освртом на производњу грађевинског материјала - опеке и везивног материјала.</p> <p><b>Методологија истраживања</b> је представљена у трећем поглављу ове докторске дисертације и обухвата: дефиницију циља, предмета и задатака истраживања, на основу чега су постављене одговарајуће хипотезе. У овом делу рада јасно је образложен избор археолошких локалитета који су истраживани. Узорци грађевинског материјала, коришћеног за потребе истраживања, потичу са 10 археолошких локалитета: Клевора-Михајловац (Михајловац, Неготин), Понтес-Трајанов мост (Кладово), Медијана (Ниш), Диана (Караташ, Кладово), Наисус (Ниш), Феликс Ромулијана (Гамзиград, Зајечар), Фратениза-Вратарница (Вратарница, Зајечар), Врело-Шаркамен (Шаркамен, Неготин), Врањ-Хртковци (Хртковци, Рума) и Виминацијум (Костолац, Пожаревац). Узорци металних римских новчића потичу из Доње Паноније (Сирмијум) из периода владавине Флавија Јулија Констанција, као и са мезијског дела Дунавског лимеса (Горња Мезија) - новчићи нађени у</p>

Прахову, произведени у Виминацијуму.

**Експериментални део** обухвата два дела - Материјали и Методе.

У делу **Материјали** јасно су описани поступци прикупљања историјских података и прикупљања и припреме узорака грађевинског материјала и металних новчића за планиране анализе.

**Методе:** Научне методе, коришћене у овој тези су превасходно аналитичке методе.

За испитивање грађевинског материјала (опеке и везивног материјала) коришћене су методе помоћних историјских наука (археологија, нумизматика, хералдика и сфрагистика) и физичко - хемијске методе - Скенирајућа електронска микроскопија (SEM) и Енергетско дисперзивна рендгентска спектроскопија (EDS).

За испитивање металних узорака (металних новчића) коришћене су методе помоћних историјских наука (археологија, нумизматика, хералдика и сфрагистика) и физичко - хемијске методе - Енергетско дисперзивна рендгентска спектроскопија (EDS) и Рендгенска флуоресцентна анализа (XRF).

Коришћене методе су уобичајене за истраживања овог типа.

Поглавље **Резултати и дискусија** чине две целине.

Прва целина обухвата SEM и EDS анализе узорака грађевинског материјала (опека и везивног материјала) као и упоредну анализу узорака грађевинског материјала произведеног у Доњој Панонији и мезијском делу Дунавског лимеса. У оквиру ове целине разматрана је и упоредна анализа хемијско - минералшког састава узорака опеке и везивног материјала са подацима геолошког, педолошког и хемијског састава земљишта одабраних археолошких локалитета. Уз хемијску анализу, сфрагистичком методом је вршена анализа печата на свим испитиваним узорцима опека.

Друга целина обухвата EDS и XRF анализе металних новчића из Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса, као и упоредну анализу њиховог елементарног састава. У оквиру ове целине хералдичком методом су анализирани грбови на узорцима металних новчића.

Резултати су представљени табеларно, уз детаљну дискусију коју карактерише критичко и аргументовано анализирање представљених резултата, као и детаљно поређење са резултатима сродних истраживања.

**У Закључку** су јасно и прецизно сумирани резултати истраживања до докторске дисертације. Указано је на значај и могућа ограничења овог истраживања и на импликације за даља истраживања у овој области.

**Литература:** У поглављу **Литература**, према АПА стандарду, наведено је 455 библиографских јединица. Литературни наводи су релевантни за испитивану тематику.

**Прилог** садржи: Истраживачи археолошких локалитета (Феликс Филип Емануел Каниц и Михаило Валтровић), Карта римских путева *Tabula Peutingeriana*, Одломак из Витрувијевих књига, Кратке биографије римских императора рођених на подручју данашње Србије, Рад којим се доказују активности римских легија, Основне карактеристике глине, Минерални састав земљишта, Приказ оригиналних резултата SEM и EDS анализа грађевинског материјала и резултата XRF анализа металних новчића, као и Геолошке карте Републике Србије.

## VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. Halaši, T., Kalamković, S. (2012). Hemijska analiza rimskih novčića iz perioda vladavine Flavia Julia Konstantiusa, sa arheološkog lokaliteta Sirmium. *Numizmatičar*, **30**, 211-221, **M51**,
2. Kalamković, S., Halaši, T., Uzelac Đ. (2014). Hemijska analiza fasade gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj” u Novom Sadu. *Tehnika*, **68**, 203-208, **M51**,
3. Kalamković, S. (2014). Hrtkovci, lokalitet Vranj, opeka iz kasne antike. *Radovi Zavoda za hrvatsku povijest*, **46**, 11-24, **M51**,
4. Kalamković, S., Halaši, T. (2014). Comparative Analysis of Microscopic Images and XRF and EDS Results of Bricks from Archeological Sites Mediana and Naisus. *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, **12(2)**, 183-194, **M51**,

5. Kalamković, S., Halaši, T., Gerić, K. (2013). Uпоредне XRF анализе касноантичког новца са територије данашње Војводине. *Bakar*, **2(38)**, 89-98, **M52**,
6. Halaši, T. J., Kalamković, S. S., Halaši, R. J. (2009). Последице климатских промена и загађења ваздуха у очувању културних баштина: *Заштита ваздуха 2009, Квалитет, контрола и мониторинг ваздуха у заштити животне средине*. Београд: Привредна комора Србије, 23-30, **M31**,
7. Halaši, T., Kalamković, S. (2005). Еко-археолошка и археолошка студија археолошке локације Новог Сада и околине. *VI Међународна Еко-конференција, Заштита животне средине градова и приградских насеља*, Монографија, Нови Сад: Еколошки покрет града Новог Сада, 177-182, **M33**,
8. Halaši, T., Kalamković, S., Adamov, J., Halaši, R., Segedinac, M. (2007). Microscopic Investigation of Archeological Samples of Petrovaradin, Risovača and Felix Romuliana. In: Korać, A., Grbović Novaković, J. (Eds.): *3<sup>rd</sup> Serbian Congress for Microscopy*. Serbian Society for Microscopy, Belgrade, Sept. 25-28, 2007, 69-70, **M33**,
9. Halaši, T., Kalamković, S. (2010). Резултати XRF анализа керамичких узорака са археолошког локалитета Felix Romuliana. In: Marković, R., Bošković, G., Dekanski, A. (Eds.): *XLVIII Savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Београд: Српско хемијско друштво, 256-259, **M33**,
10. Halaši, T., Kalamković, S., Halaši, R. (2008). Archeomineralogical and Crystallographical Analysis of Samples From Some Location in Serbia. *XV Conference of the Serbian Crystallographic Society*, Нови Сад, 32-33, **M34**,
11. Halaši, T. J., Kalamković, S., Radulović, B., Mark, M., Halaši, R. J., Folić, N. (2011). Кристална структура грађевинског материјала значајних римских грађевина са археолошких локалитета Србије. *XVIII Конференција Српског кристалографског друштва*, Нови Сад, 66-67, **M34**,
12. Halaši, T. J., Kalamković, S., Mandić, J. (2013). Chemical Analysis of the Brick from Archaeological Site Mihajlovac-Clevora. *ICOSEC*, Београд, (Halaši, CD), **M34**,
13. Halaši, T., Kalamković, S., Miklós, M., Mandity, J. (2013). A régészeti minták spektrometriás vizsgálata. *56. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Veszprém*, (Halaši), **M34**,

#### УПЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ ове докторске дисертације био је проучавање узорака грађевинског материјала и металних новчића, из периода касне антике, са археолошких локалитета данашње Републике Србије, ради проучавања развоја хемијске производње, која је у том периоду прерасла са нивоа занатске вештине на организован вид производње са елементима хемијске технологије.

У складу са овим циљем, дефинисана су два истраживачка задатка:

- 1) Испитивање грађевинског материјала - опеке и везивног материјала и
- 2) Испитивање металних новчића,  
са територије Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса, ради указивања на њихову масовну производњу са елементима хемијске технологије.

Испитивани узорци опека, са одабраних археолошких локалитета, одликовали су се карактеристичним физичким својствима: хетерогеним саставом, великом специфичном масом и различитим нијансама наранцасто-црвене боје. Резултати, добијени на основу SEM и EDS анализа, у сагласности су са резултатима других истраживања и указују да је доминантни састојак кварц. Упоредна анализа хемијско - минералског састава узорака грађевинског материјала са геолошким и педолошким подацима, и хемијског састава земљишта са којих узорци потичу, указује да су поједини слојеви земљишта испитиваних археолошких локалитета били сировинска база за производњу грађевинског материјала, односно да је опека произвођена у близини археолошких локалитета. Сфрагистичком анализом, анализом печата на узорцима опека, утврђено је да су опеке производили легионари V Македонске (*Legio Quinta Macedonica*) и VII Клаудијеве легије (*VII Legion Claudia*). Резултати SEM и EDS анализа везивног материјала наводе на констатацију да је везивни материјал припреман током саме градње објеката, за разлику од опека, чија је производња и количина производње унапред планирана.

На основу резултата XRF и EDS анализе узорака металних новчића са локалитета Доње Паноније (Сирмијум) и мезијског дела Дунавског лимеса (Виминацијум), утврђено је да се узорци превасходно разликују по садржају бакра и олова. Садржај бакра у металним новчићима из Доње Паноније је у опсегу од 82% до 96%, док је у металним новчићима из мезијског дела Дунавског лимеса око 50%. Садржај олова у новчићима из Горње Мезије, је око 40%. У узорцима металних новчића са археолошког локалитета Сирмијум садржај олова је знатно нижи и не прелази 25%. Ови

результати указују да је руда коришћена за производњу металних новчића потицала из различитих рудника. Подаци о минералшком саставу руда и геолошки подаци о саставу земљишта, указују да је руда коришћена за проиводњу новца у Сирмијуму експлоатисана из подручја западне Србије (део античке Далмације). Висок садржај олова у узорцима металних новчића из Виминацијума указује на то је експлоатисана руда из Космајских рудника. Хералдичком анализом грбова на испитиваним узорцима металних новчића (Хадријана „*Publius Aelius Traianus Hadrianus Augustus*”, Аурелијана „*Imperator Caesar Lucius Domitius Aurelianus Augustus*”, Константина Великог „*Flavius Valerius Aurelius Constantinus*” и Констанција II „*Flavius Iulius Constantius*”), установљено је да су новчићи произвођени ради финансирања великих грађевинских радова и других активности V Македонске и VII Клаудијеве легије.

Успешном интеграцијом историографских метода и физичко - хемијских аналитичких метода, омогућено је сагледавање развоја производње грађевинског материјала и металних новчића, у испитиваном периоду, на подручју Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА НАПОМЕНА:**

Резултати добијени истраживањем у оквиру ове докторске дисертације и њихово тумачење су изведени и приказани на систематичан и јасан начин.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ НАПОМЕНА:**

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме? **ДА**

Докторска дисертација је, у потпуности, написана у складу са образложењем које је наведено у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе? **ДА**

Докторска дисертација својим насловом, садржајем, резултатима истраживања и начином тумачења тих резултата садржи све битне елементе који се захтевају за радове овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Оригиналан научни допринос ове докторске дисертације представљају резултати и њихова анализа, што указује на то да је у периоду касне антике на територији Доње Паноније и мезијског дела Дунавског лимеса, организована производња опеке и металних новчића која је имала карактеристике масовне производње, са елементима хемијске технологије и металургије.

Допринос се огледа и у томе што је интегрисани приступ историографских и физичко - хемијских аналитичких метода повезао досадашња истраживања која су се односила на појединачне археолошке локалитете.

Теза је значајна и због доприноса области хемијског образовања, јер указује на разумевање значаја хемијске производње за развој људског друштва.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

У року од 7 месеци, у сарадњи са ментором, кандидат је исправио све недостатке упућене од стране Наставно-научног већа Природно-математичког факултета у Новом Саду и Већа Департамана за хемију, биохемију и заштиту животне средине (23. 7. 2014. год).

**У оквиру кориговане дисертације нису уочени битни недостаци.**

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже :

**Да се докторска дисертација *Развој хемијске производње у доба антике на територији данашње Србије* прихвати, а кандидату *мр Снежани Каламковић* одобри одбрана.**

## ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

председник комисије

*др Јован Ромелић, Природно-математички факултет,  
Нови Сад*

---

члан 1

*др Станко Цвјетићанин, Педагошки факултет,  
Сомбор*

---

члан 2

*др Светозар Бошков, Филозофски факултет, Нови Сад*

---

члан 3 (ментор рада)

*др Тибор Халаши, Природно-математички факултет,  
Нови Сад*