

Institut za nuklearne nauke Vinča  
Beograd



Galerija Matice srpske  
Novi Sad

I nacionalni naučni skup  
**LANTERNA 2014**

---

**KNJIGA APSTRAKATA**

Urednik dr Maja Gajić-Kvašček



**NUKLEARNE I DRUGE ANALITIČKE TEHNIKE  
U IZUČAVANJU KULTURNOG NASLEĐA -  
ZAŠTITA BAŠTINE IZMEĐU PRIRODNIH  
I DRUŠTVENIH NAUČNIH OBLASTI**

---

3. novembar 2014. godine  
Galerija Matice srpske, Novi Sad

---

*Izdavač*  
Univerzitet u Beogradu,  
Institut za nuklearne nauke Vinča

*Za izdavača*  
dr Borislav Grubor

*Urednik*  
dr Maja Gajić-Kvašček

*Recenzent*  
dr Daniela Korolija Crkvenjakov

*Lektura i korektura*  
Verica Roglić-Korica

*Štampa*  
D PUNKT, Novi Sad

*Tiraž*  
100

ISBN 978-86-7306-126-9

Nacionalni naučni skup LANTERNA je organizovan u sklopu bilateralne saradnje između Republike Srbije i Republike Italije, u okviru projekata velikog značaja - sekcija: Tehnologije primenjene na kulturno nasleđe. Realizuje se uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Ministarstva inostranih poslova i međunarodne saradnje Republike Italije – Generalne direkcije za promociju – Jedinice za bilateralnu i multilateralnu naučnu i tehnološku saradnju.

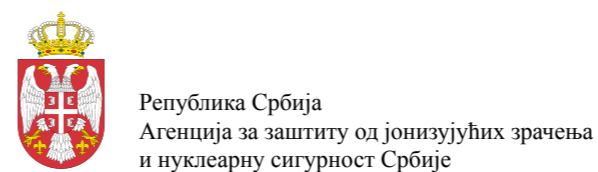


Joint Research Projects of “Particular Relevance” (“Progetti di Grande Rilevanza” ai sensi della l. 401/90)-Section: Technologies Applied to Cultural Heritage-*Development and implementation of two novel portable instruments for the analyses of Cultural Heritage: portable scanner XRF and portable XRD.*

### Partneri



Nuklearne analitičke tehnike razvijaju se u okviru projekta IAEA-RER/0/0039 - Regional Workshop on Nuclear Laboratories Offering Transnational Access for Cultural Heritage Preservation i uz podršku Agencije za zaštitu od jonizujućih zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije





## Program skupa

9.00-9.25	<b>Uvodna obraćanja</b>
9.25-10.00	<b>Gostujući predavač</b> -dott. Stefano Ridolfi, Arsmensurae, Rim, Italija (izlaganje na engleskom) <b>Educational Yard, an original way to test instruments and teach physics</b>
<b>Sesija 1: Baština kao društveni resurs</b>	
predsedavajući: dr Dragan Bulatovic, Filozofski fakultet u Beogradu	
<b>Predavanja po pozivu</b>	
10.00-10.25	dr Milan Popadić, Filozofski fakultet u Beogradu <b>Kolonizacija prošlosti: baština kao društveni resurs</b>
10.25-10.50	dr Dubravka Đukanović, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd <b>Izazovi održivog razvoja i očuvanje baštine</b>
10.50-11.20	<b>Pauza za kafu</b>
<b>Sesija 2: Naučni resursi za izučavanje kulturne baštine</b>	
predsedavajući: dr Maja Šćepanović, Institut za fiziku, Beograd	
<b>Predavanja po pozivu</b>	
11.20-11.45	dr Ljiljana Damjanović, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd <b>Primena metoda fizičko-hemijske analize u očuvanju kulturnog nasleđa</b>
11.45-12.10	dr Radmila Jančić-Heinemann, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd <b>Uloga nauke o materijalima u proučavanju i očuvanju kulturne baštine</b>
12.10-12.35	dr Jonjaua Ranogajec, Tehnološki fakultet u Novom Sadu <b>Science and Education in Cultural Heritage Protection</b>
12.35-13.00	dr Mirjana Grujić-Brojčin, Institut za fiziku, Beograd <b>Primena Ramanove spektroskopije za proučavanje kulturnog nasleđa: prvi rezultati ispitivanja keramike sa lokaliteta Kale Krševica</b>
13.00-13.25	Velibor Andrić, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd <b>Savremeni trendovi u proučavanju kulturnog nasleđa – neinvazivnost i nedestruktivnost</b>
13.25-14.30	<b>Pauza za ručak</b>



## Sesija 3: Multidisciplinarnost kao neophodnost u izučavanju i zaštiti baštine- studije slučajeva predsedavajući: dr Maja Gajić-Kvašćev, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd

### Predavanja po pozivu

14.30-14.45	Dragana Rogić, Arheološki institut Beograd <b>Primena analitičkih tehnika na rimskim zidnim slikama iz Srbije</b>
14.45-15.00	Mr Milica Marić Stojanović, Narodni muzej u Beogradu <b>Tehnike jonskog snopa primenjene na ispitivanju rimskog stakla</b>
15.00-15.15	dr Joakim Striber, Centralni institut za konzervaciju, Beograd <b>Primena novog istraživačkog pristupa u dijagnostici i konzervaciji na različitim tipovima predmeta kulturne baštine</b>
15.15-15.30	dr Slavica Vujović, Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture, Novi Sad <b>Naučna istraživanja u funkciji očuvanja nepokretnog kulturnog nasleđa – primer Tvrdave Bač</b>
15.30-15.45	Ivan Vranić, Arheološki institut Beograd <b>Kratak uvod u teorijske osnove korišćenja fizičko-hemijskih analiza keramičkog materijala u arheologiji: primer lokaliteta „Kale“ u Krševici</b>
15.45-16.00	<b>Pauza za kafu</b>
16.00-16.15	Aleksa Jelikić, Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Beograd <b>Ambijentalni monitoring crkve Sv. Trojica u manastiru Sopoćani</b>
16.15-16.30	Dr Daniela Korolija Crkvenjakov, Galerija Matice srpske, Novi Sad <b>Ikone XVIII veka na razmeni između tradicije i modernosti – uvod u sistematsku studiju slikarskih materijala i tehnika ikonopisa baroknog doba</b>
16.30-17.30	<b>Okrugli sto – moderator dr Daniela Korolija Crkvenjakov</b> <b>Evropska iskustva i projekti u Srbiji</b>
17.30	<b>Koktel</b>





## Uvodna reč

Već duži niz godina se u našoj zemlji razvija praksa izučavanja predmeta kulturnog nasleđa koja izlazi izvan tradicionalnih okvira društveno-humanističkih naučnih disciplina. U granicama postojećih tehničkih mogućnosti, prateći pri tome najsavremenije svetske trendove, izučavanje kulturne baštine postalo je sastavni deo brojnih analitičkih laboratorija širom zemlje, uz svest da je multidisciplinarni pristup neophodan kako bi se sa uspehom rešavali problemi u istraživanju i zaštiti kulturnog nasleđa kao resursa od izuzetnog značaja.

Nacionalni naučni skup LANTERNA organizovan je sa ciljem da okupi relevantne aktere multidisciplinarnog naučnog pristupa u oblasti izučavanja i zaštite kulturnog nasleđa, sa posebnim akcentom na primeni nuklearnih i drugih analitičkih tehnika, da predstavi inovativne pristupe i primere dobre prakse i doprinese diskusiji o potrebi značajne saradnje istraživača iz oblasti prirodnih i tehničko-tehnoloških nauka u tradicionalno humanistički baziranoj zaštiti baštine, u kojoj dominiraju stručnjaci iz oblasti društveno-humanističkih nauka i umetnosti.

Namera organizatora je da se kroz tri tematizovane sesije i diskusijom na okruglom stolu ponudi pregled nacionalnih naučnih i istraživačkih kapaciteta u oblasti prirodnih nauka i tehnologije pogodnih za izučavanja kulturnog nasleđa, prikažu dometi dosadašnjih multidisciplinarnih istraživanja i prakse zaštite baštine i podstakne šira institucionalna podrška sličnim projektima.

Organizatori skupa

Velibor Andrić, Institut za nuklearne nauke „Vinča”  
Dr Daniela Korolija-Crkvenjakov, Galerija Matice srpske



## Okrugli sto

Okrugli sto je prateći deo programa naučnog skupa. Osnovna zamisao je da se učesnicima skupa iz različitih institucija i oblasti rada ponudi mogućnost da razmene iskustva, izraze probleme sa kojima se u svakodnevnom radu susreću i otvore kanale buduće saradnje. Ukrštanje i razmena informacija i ideja među stručnjacima iz oblasti prirodnih i društvenih nauka treba da podstakne inovativnu primenu nauke u multidisciplinarnim projektima istraživanja i zaštite kulturnog nasleđa, doprinoseći i očuvanju baštine i razvoju i boljem korišćenju naučnih resursa.

Diskusije na okruglom stolu odvijace se oko sledećih tema:

- Raspoloživost analitičkih kapaciteta i mogućnost njihovog prilagođavanja specifičnim zahtevima analiza predmeta kulturnog nasleđa;
- Tekući institucionalni, nacionalni i međunarodni projekti koji se bave primenama metoda i tehnika prirodnih nauka u izučavanju predmeta kulturnog nasleđa;
- Potreba stvaranja mreže institucija zainteresovanih za oblast nauke u zaštiti kulturnog nasleđa;
- Uvođenje prakse dana dijaloga (Open day) za razmenu poseta i ideja u svim zainteresovanim institucijama.

Moderator okruglog stola

Dr Daniela Korolija-Crkvenjakov  
Galerija Matice srpske





## **Educational Yard, an original way to test instruments and teach physics**

Ridolfi Stefano

*Ars Mensurae, Rome, Italy*

### **Abstract**

The altarpiece of Paciano was painted by Luca Signorelli and coworkers in 1517. The dimensions of the altarpiece are 215 x 310 cm. The Paciano altarpiece underwent a restoration in the last year. The work was done in the MODO of Orvieto and in the Galleria Nazionale dell'Umbria in Perugia in direct contact with the visitors of the museums. Non destructive and micro-destructive diagnostic analyses were performed on the art piece. Imaging techniques were first utilized to gain macro information (multispectral imaging). After which non invasive spectroscopic analyses were fulfilled to have compositional information (XRF and Raman). At the end, only 5 micro-invasive sampling were conducted (stratigraphy, SEM/EDS, micro-FTIR). The diagnostic measures were used to guide the complicated restoration and gain fundamental information on the technique used by the painter. The painting underwent important variations directly under the hands of Signorelli. But above that, the diagnostic was used to test the potentiality of the instruments under development availing of the grant of the "Bilateral project italy-Serbia" and attract visitors and students. Specific seminars were organized for high schools classes and were kept in English for foreign tourists. Availing of the scientific results on the altarpiece it was possible to talk about science to individuals that had little or no preparation at all in the scientific field. Spectroscopy to talk about chemistry, radiography to talk about density and light attenuation, infrared reflectography to talk about linear optics etc. At the end of the project it was clear that by means of diagnostics on a masterpiece, talking about art but keeping in mind science, it was easily to introduce difficult scientific concepts to interested young listeners.



## Kolonizacija prošlosti: baština kao društveni resurs

Popadić Milan

*Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Poput Novog sveta koji je osvojen i kolonizovan u doba modernosti, slično se desilo i sa prošlošću. Kako je to lucidno primećeno, „prošlost je strana zemlja: tamo drukčije rade stvari“. Stoga je i prošlost morala biti osvojena i kolonizovana. Oni koji su istraživali nepoznate teritorije otkrivali su nove zemlje; oni koji su istraživali prošlost otkrivali su stare svetove. Nove zemlje su proglašene kolonijama, stari svetovi su proglašeni nasleđem. Tako se u potrazi za novim izgrađivalo staro, a „strana zemlja“ postala je „naša prošlost“.

Ovakvo tumačenje dato je možda u suviše kontrastnom tonu. Ipak, ne mogu se zanemariti veze između društvenih promena u modernom dobu (građanske revolucije, nacionalne države, liberalni kapitalizam, kodifikacije nauke i sl.) i modela upotrebe prošlosti, bilo da su se tom upotrebom utemeljivali, obrazovali, legitimisali ili osporavali nazori modernog čoveka. Kad god se spremao za budućnost, pre tog puta čovek se uvek vraćao u prošlost.

Razlog tog „koraka unazad“ veoma je jednostavan. Poput prostranstava Novog sveta (vratimo se kontrastnom tonu), prošlost krije naročita bogatstva. Drugim rečima, prošlost je bogato nalazište jednog veoma retkog resursa; prošlost je izvor svedočanstava. Svedočanstva su ono što nam govori „kako je bilo“. Ona su ponekad u sirovom stanju, a ponekad izbrušena poput dijamanta. No, poput Rudnika cara Solomona, ta nalazišta ponekad mogu biti i fiktivna. Ipak, bitnije od faktičnosti ili fiktivnosti prošlosti, jeste mogućnost da se prošlost dovede u vezu sa sadašnjošću, da se prepozna kao nasleđe, te da se kroz procese kultivisanja nasleđenog ustanovi kao baština, to jest da se omogući svedočanstvu da „govori“.

U ovom radu istraživaćemo upravo proces preobražavanja prošlosti u baštinu, tragajući za uslovima koji su to omogućili i za ciljevima kojima ovaj preobražaj teži. Preneseno u ravan savremenih društvenih odnosa, a imajući u vidu naznačene veze između modernog društva i upotrebe prošlosti, to znači da ćemo istraživati problem koji se može formulisati jednim pitanjem. To pitanje glasi: Kako je baština postala društveni resurs?

## Izazovi održivog razvoja i očuvanje baštine

Đukanović Dubravka

*Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Mesto, uloga i potencijal kulturne baštine se u savremenom svetu sve više širi i usložava. Od tradicionalne, referentne kodifikacije vezane za sećanja, simbole, mesta, artefakte i objekte, kulturna baština postaje pokretačka snaga ekonomskog i društvenog razvoja, biznisa, pa i politike. Kulturno nasleđe je prepoznato kao ključni resurs održivog razvoja naselja bogate istorije, kulture i tradicije, a aktivnosti na rehabilitaciji ovih lokaliteta su postale integralni deo sveukupnih aktivnosti usmerenih ka razvoju istorijskih gradova i njihovih zajednica.

Na primeru kompleksnih projekata muzejskih sadržaja planiranih u tri istorijska, po vrsti i vremenu nastanka raznorodna arhitektonska objekta, ovaj rad ukazuje na višestruke benefite, koje projekti rehabilitacije istorijskih građevina u funkciji promocije baštine donose kako lokalnoj zajednici, tako i krhkom istorijskom nasleđu, ali i na brojna pitanja i dileme, koje otvaraju.

Kulturno nasleđe bez društvenog konteksta kome pripada ne predstavlja vrednost samo po sebi, a „konzumacija kulturne baštine“, materijalizovana kroz socijalnu interakciju (kulturne, obrazovne i turističke aktivnosti) ima dvojaki, donekle kontroverzni karakter. Sa jedne strane jača njen identitet kroz promociju kulture i bogatstva zajednice. Sa druge, eksploatacija kulturnog nasleđa otvara pitanja očuvanja i izbora metoda zaštite i prezentacije, kako materijalne tako i nematerijalne baštine.

Prilikom projektovanja Muzeja slovačke nacionalne manjine u Bačkom Petrovcu (2012), Muzejsko obrazovnog centra u Franjevačkom samostanu u Baču (2013-14) i Riznice Eparhije bačke u Novom Sadu (2013-14) primenjen je princip multidisciplinarnog rada, koji je iznedrio



različita dizajnerska, arhitektonska i tehničko-tehološka rešenja. U sva tri slučaja projektantski pristup je bio određen striktnim poštovanjem tri važna kriterijuma. Prvi je stroga primena zahteva zaštite kulturne baštine. Drugi je primena uslova utemeljenih na savremenom stanovištu muzeološke prakse, koja je sve više okrenuta tumačenjima zasnovanim na kontekstualizaciji i široj interpretaciji izložbenog materijala. Treći je primena principa održive arhitekture, koja ovu tradicionalno vizuelnu delatnost dovodi do granica, čak izvan, oblasti dizajana uvodeći je u sferu tehničko-teholoških inovacija.

Iskustava stečena tokom rada na ovim projektima predstavljaju još jednu potvrdu da su obrazovanje, nauka, tehnologija i inovacija nosioci razvoja kompleksnog, integrativnog pristupa modernoj konzervaciji, naučnoj i stručnoj disciplini, koja ne isključuje već podrazumeva aktivan i održiv budući život istorijskog objekta i konstantno otvara nova polja saradnje i prožimanja umetničkih i tehničkih disciplina i društvenih i prirodnih grana nauke.



## Primena metoda fizičko-hemijske analize u očuvanju kulturnog nasleđa

Damjanović Ljiljana

*Univerzitet u Beogradu, Fakultet za fizičku hemiju, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Multidisciplinarni pristup zaštiti i očuvanju kulturnog nasleđa postaje standard za koji je neophodna sistematska povezanost stručnjaka iz oblasti umetnosti, društvenih i prirodnih nauka. Glavni zadatak prirodnih nauka je identifikacija materijala od kojih su izrađeni predmeti kulturnog nasleđa, kao i njihova mikro-hemijska i mikro-strukturna karakterizacija. Na taj način se utvrđuje tehnologija izrade, proverava autentičnost i poreklo i doprinosi očuvanju kulturne baštine i izboru najpogodnijih procedura restauracije. Spektroskopske analitičke metode su često metode izbora u izučavanju kulturnih dobara zbog svoje brzine i nedestruktivnosti. Mikro-ramanska i infracrvena spektroskopija se uspešno koriste za kvalitativnu i kvantitativnu analizu i daju informacije o strukturi organskih i neorganskih materijala.

Grupa istraživača Fakulteta za fizičku hemiju Univerziteta u Beogradu se od 2006. godine bavi izučavanjem predmeta kulturnog nasleđa primenom spektroskopskih metoda. Pored spektroskopskih, primenjuju se i druge metode fizičko-hemijske analize kao što su difrakcija X-zračenja na kristalnom prahu i skenirajuća elektronska mikroskopija u kombinaciji sa energetski disperzivnom mikroanalizom X-zracima (SEM/EDS). Ova istraživanja realizuju se u saradnji sa Narodnim muzejom u Beogradu, Fakultetom primenjenih umetnosti Univerziteta umetnosti u Beogradu, Arheološkim institutom u Beogradu, Rudarsko-geološkim fakultetom Univerziteta u Beogradu i Institutom za nuklearne nauke "Vinča".





Korišćenjem opreme dostupne na Fakultetu za fizičku hemiju analizirani su pigmenti i tehnika izrade slike na platnu Mila Milunovića "Inspiracija pesnika", kao i ikona slikanih na drvetu i na platnu koje su vlasništvo Srpske pravoslavne crkve. Formirane su baze ramanskih spektara pigmenata i minerala. Određivan je sastav i temperature pečenja arheoloških keramika iz različitih perioda: neolitska, vizantijska, slikana keramika ranog modernog doba. Pokrenuto je prvo sistematsko arheometrijsko ispitivanje vizantijske keramike na teritoriji Republike Srbije. Navedena istraživanja biće ilustrovana primerima.



## Uloga nauke o materijalima u proučavanju i očuvanju kulturne baštine

Jančić Hajneman Radmila

*Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Nauka o materijalima je jedna od novijih disciplina među inženjerskim naukama, ali metode koje ona koristi i principi njenog proučavanja datiraju iz ranijih perioda. Osnovne postavke nauke o materijalima jesu proučavanje međudejstva strukture, načina prerade i svojstava materijala sa ciljem poznavanja proizvodnje postojećih materijala, ali i ka dobijanju materijala čija se svojstva unapred zadaju. Sa druge strane, u razmevanju svojstava i tehnologije materijala iz prošlosti od velikog je značaja znanje koje ima jedan inženjer za materijale.

Osnove proučavanja strukture materijala na više nivoa počev od atomske, preko mikro strukture do proučavanja makrodefekata predstavlja osnovu za učešće inženjera za materijale u proučavanju kulturne baštine, ali se njegova uloga ne završava samo na definisanju strukture nego i u ekstrapolaciji dobijenih podataka na tehnologiju kojom je određena struktura u predmetu mogla da bude dobijena. Sa ovim znanjima moguće je doneti zaključke o svojstvima proizvoda i njegovim performansama kao i mnoge druge pretpostavke o načinu korišćenja i tehnologiji vezanoj za određene predmete u prošlosti.

Mnoge od tehnika proučavanja strukture materijala podrazumevaju korišćenje različitih načina za vizuelizaciju strukture. Ovi načini vizuelizacije odlični su u omogućavanju da se dobiju informacije o prisustvu pojedinih komponenata u strukturi, a tehnike kvantifikacije ovih informacija daju mogućnosti da se donesu dalji zaključci koji vode međusobnom poređenju određenih struktura i mogućnostima da se donose zaključci o različitim grupama predmeta i njihovoj strukturi.







Moćne tehnike analize slike koje su razvijene poslednjih decenija od ključne su važnosti u ovom pogledu i one se prožimaju sa postojećim tehnikama analize materijala koje se sreće u proučavanju kulturne baštine počev od proučavanja keramičkih artefakata, mikrostrukture metala, tekstila do dobijanja podataka o korišćenim pigmentima na slikama i utvrđivanju njihovog rasporeda na određenoj slici.

Dalje prožimanje nauke o materijalima sa proučavanjem kulturnog nasleđa ogleda se u izvođenju oglada iz eksperimentalne arheologije i u razumevanju i interpretaciji njihovih rezultata. Tehnike pripreme pojedinih materijala počev od keramike do metala i tekstila predstavljaju bitne odrednice za razumevanje tehnologije prethodnih doba.

## Science and Education in Cultural Heritage Protection

Ranogajec Jonjaua

*University of Novi Sad, Faculty of Technology in Novi Sad, Novi Sad, Serbia*

### Abstract

Dealing with the subject of materials and materialization, we can achieve that cultural assets, as symbols of the time and the space they originated in, are understood better in their entirety and read as deciphered message sent from the past to modern humankind. Preservation of the material testimony, by the use of new conservation materials and techniques, gives the cultural assets a chance to last longer, but also opens up a path towards future conservation.

In recent years many efforts have been made to develop new treatments for the conservation of these artworks and effectively answer the degradation and its various causes. Everyone should be involved in recognition of the heritage and work on creating trained professionals capable to take care of it. In its essence, the conservation is a team work, placed in the middle ground between the humanities and science, often lacking understanding between each other. The problem lies apparently in communication. So, a language that all disciplines understand needs to be developed. The best way of learning such a language is to introduce it in education and training programmes, so newly established professionals would understand each other on their joint tasks of heritage preservation.

Examination of historical materials in our country does not have the significance or the form well established in the countries with a long tradition of conservation and restoration of cultural heritage. Lack of funds for modern laboratories for examination of historical materials, lack of cooperation between conservators and engineers of different profiles, as well as insufficient investment in the protection of heritage all led to a significant keep back in relation to international practice.

## Primena Ramanove spektroskopije za proučavanje kulturnog nasleđa: prvi rezultati ispitivanja keramike sa lokaliteta Kale Krševica

Grujić-Brojčin Mirjana<sup>(1)</sup>, Vranić Ivan<sup>(2)</sup>, Gajić-Kvašček Maja<sup>(3)</sup>,  
Šćepanović Maja<sup>(1)</sup>

(1) Centar za fiziku čvrstog stanja i nove materijale, Institut za fiziku, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

(2) Arheološki institut, Beograd, Srbija

(3) Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija

### Apstrakt

Tokom protekle dve decenije, zahvaljujući mogućnosti brzog, beskontaktnog i nedestruktivnog merenja, Ramanova spektroskopija je postala priznata analitička tehnika za identifikaciju i proučavanje arheološkog materijala (pre svega pigmenta i keramike). U ovom izlaganju biće predstavljene mogućnosti ove metode koju od nedavno primenjuje Centar za fiziku čvrstog stanja i nove materijale Instituta za fiziku u Beogradu.

Posebna pažnja posvećena je dosadašnjim rezultatima u istraživanjima keramike sa lokaliteta Kale Krševica. Predstavljeni su ramanovi spektri odabranih uzoraka keramičkih posuda sa ovog naselja iz IV veka pre n.e. Analiza je potvrdila prisustvo minerala i materijala karakterističnih za gvozdeno doba i helenistički period, te dalje analize i istraživanja mogu osvetliti pojedinosti vezane za poreklo i tehnologiju izrade.

## Savremeni trendovi u proučavanju kulturnog nasleđa – – neinvazivnost i nedestruktivnost

Andrić Velibor

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke Vinča, Beograd, Srbija

### Apstrakt

Tehnološki razvoj instrumentalnih analitičkih tehnika i metoda ispitivanja omogućio je značajan porast njihove primene u ispitivanju različitih predmeta kulturnog nasleđa, od arheoloških artefakata, do umetničkih predmeta. Korišćenjem savremene opreme danas se mogu ispuniti dva najčešća zahteva koja se nameću analitičarima, neinvazivnost i mobilnost. Predmeti kulturnog nasleđa su sačinjeni od raznovrsnih materijala (kamen, metal, keramika, platno, drvo i sl.), uglavnom su nehomogenog sastava i složene strukture pa predstavljaju pravi izazov za analitičare. Zbog toga je neophodno pažljivo odabrati reprezentativne predmete i mesta ispitivanja, u slučaju neinvazivnih ispitivanja, odnosno obezbediti reprezentativnost uzorka kod invazivnih i/ili destruktivnih ispitivanja.

Proučavanje predmeta kulturnog nasleđa zahteva multidisciplinarni timski rad, često korišćenje više instrumentalnih tehnika kako bi se dobila pouzdana informacija. Specifična oprema, koja se može koristiti za ovakva ispitivanja, obično se već nalazi i koristi u druge svrhe u naučno-istraživačkim centrima i institutima. Institut za nuklearne nauke Vinča, kao najveća nacionalna naučno-istraživačka institucija, može da ponudi različite instrumentalne analitičke tehnike u širokom opsegu primene za potrebe karakterizacije ili tretmana predmeta kulturnog nasleđa. Bez obzira da li se radi o neinvazivnim ili potpuno destruktivnim, mobilnim ili laboratorijskim, sve instrumentalne tehnike je potrebno prilagoditi u skladu sa specifičnim zahtevima ispitivanja predmeta kulturnog nasleđa. U radu su prikazane mogućnosti neinvazivnih i nedestruktivnih metoda i tehnika ispitivanja kao što su EDXRF, FTIR, PIXE, SEM-EDX, RBS, ...

## Primena analitičkih tehnika na rimskim zidnim slikama iz Srbije

Rogić Dragana

*Arheološki institut, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Rad na ovoj studiji zahtevao je multidisciplinarni pristup, odnosno saradnju između različitih stručnjaka: konzervatora, fiziko-hemičara i arheologa, radi dobijanja što potpunijih informacija i sagledavanja dobijenih rezultata. Analizirano je preko 200 uzoraka pigmenata rimskih zidnih slika sa sledećih arheoloških nalazišta: Sirmium, Singidunum, Viminacium i Naissus. Uzorci potiču iz javnih i stambenih objekata, kao i iz grobnica.

Primenjene su sledeće fizičko-hemijske-analitičke tehnike pEDXRF (prenosna energetski disperzivna rendgenska fluorescentna analiza), XRD (rendgenska difrakcija), SEM-EDS (skenirajuća elektronska mikroskopija sa energo-disperzivnom spektrometrijom), kvalitativna hemijska analiza i optička mikroskopija. Različite analize su izvršene radi karakterizacije pigmenata korišćenih u rimskom periodu na našim prostorima, kao i da bi se utvrdile prednosti i ograničenja primene pomenutih analitičkih tehnika.

Analize pigmenata rimskih zidnih slika u svetu su široko primenjivane, dok je kod nas ova oblast veoma malo istražena. Rezultati analiza su doveli do identifikovanja slikarske palete korišćene od početka II do kraja IV veka, zatim do ustanovljavanja sličnosti i razlika u slikarskim ateljeima rimskog perioda u Srbiji, kao i u rimskom carstvu.

Multidisciplinarni aspekt rada je pomogao da se razume priroda korišćenih materijala iz prošlosti. Identifikacija pigmenata takođe može doprineti da se razumeju procesi promene i degradacije pojedinih pigmenata, a shodno tome i rešavanju određenih problema bojnih slojeva u konzervatorskoj praksi u cilju očuvanja kulturnog nasleđa.

## Tehnike jonskog snopa primenjene na ispitivanju rimskog stakla

Marić Stojanović Milica<sup>(1)</sup>, Šmit Žiga<sup>(2)</sup>, Glumac Mirjana<sup>(3)</sup>, Mutić Jelena<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Narodni muzej u Beogradu, Beograd, Srbija

<sup>(2)</sup>Univerzitet Ljubljana, Fakultet za matematiku i fiziku, Ljubljana, Slovenija

<sup>(3)</sup>Jožef Stefan Institut, Ljubljana, Slovenija

<sup>(4)</sup>Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Beograd, Srbija

### Apstrakt

Rimsko staklo datovano na period od 1-4. i 5. veka n.e. sa arheoloških lokaliteta na planini Kosmaj, Srbija, analizirano je tehnikama PIXE-PIGE (Particle Induced X-ray emission and Particle Induced Gamma-ray Emission). Analizirano je 17 fragmenata prozorskog stakla i 16 uzoraka fragmentovanih posuda, pronađenih u nekropolama ili u oblasti Stojničkog kastruma. PIXE i PIGE merenja obavljena su u Institutu Jožef Štefan u Ljubljani, korišćenjem snopa protona u vazduhu. Energija snopa bila je 3 MeV na izlazu a oko 2,7 MeV na meti.

Dobijeni rezultati obrađeni su statistički, hijerarhijskom klasičnom analizom. Koncentracije elemenata izražene kao oksidi su standardizovane (z-transformacija), aglomeracija je vršena single-linkage metodom a udaljenosti objekata u višedimenzionom prostoru su računane preko euklidskih distanci.

Na osnovu hemijskog sastava utvrđeno je da je staklo napravljeno od natrona i peska sa morske obale. Na osnovu količine odnosno prisustva i odsustva elemenata mangana i antimona, koji su se koristili kao obezbojivači, staklo sa Kosmaja se može podeliti u tri grupe. Većina prozorskog stakla čini zasebnu grupu bledo-plavo-zelenog stakla za koju je karakterističan visok sadržaj mangana i odsustvo antimona. Drugu grupu koja se sastoji pretežno od fragmenata posuda različitih boja (bledo žuta, bledo plavo-zelena, bezbojna), karakteriše prisustvo mangana i antimona, ili samo antimona ili samo mangana u jednom slučaju. Treću grupu čini staklo svetlo zelene boje sa najmanjim sadržajem primesa.

Hemijski sastav i koncentracije elemenata u tragovima ukazuju na moguće Levantinsko poreklo sirovina za proizvodnju stakla sa planine Kosmaj.

## Primena novog istraživačkog pristupa u dijagnostici i konzervaciji na različitim tipovima predmeta kulturne baštine

Striber Joakim

Centralni institut za konzervaciju, Beograd, Srbija

### Apstrakt

Lasersko čišćenje predstavlja selektivan fizički proces na predmetu koji se zaustavlja sa prestankom zračenja predmeta laserskom radijacijom a koji ne narušava originalnu površinu (reljef) materijala. Ono može biti veoma korisno – sa drugim tehnologijama nezamenljivo – u slučaju teških mehaničkih oštećenja površina predmeta konzervacije ili koje su veoma osetljive na bilo kakav mehanički dodir. Ovaj rad je usmeren upravo na slučajeve te vrste.

### KAMEN

*Sarkofag iz Rume:* Lasersko uklanjanje sloja mikroorganizama i lišajeva: za potpuno uklanjanje naslage bilo je potrebno kombinovati dve talasne dužine - prvo infracrvenu, zatim zelenu. Uklanjanja naslage gvožđa i proizvoda korozije, kao i probe laserskog čišćenja izvedene su na infracrvenoj talasnoj dužini.

*Mozaik Nebeske stolice:* Mozaik je urađen u stilu karakterističnom za ranohrišćanske podne mozaike - površina je izdvojena na kasetna polja linijom izrađenom od dva reda crnih kockica. Bazilika je stradala u požaru, tako da je došlo do urušavanja krova i razbijanja mozaika padanjem krovnih greda i olovnog krovnog pokrivača. Zbog osetljivosti belih kockica, čišćenje je moralo veoma pažljivo da se odvija. Lasersko čišćenje sa infracrvenom talasnom dužinom.

### PAPIR

*Dokument iz Arhive Jugoslavije:* Lasersko čišćenje se odnosilo na uklanjanje žutih fleka, takozvanih foxing-a koje su oksidi gvožđa i veliki su problem u konzervaciji papira. Lasersko čišćenje sa talasnom dužinom od 532 nm, bilo je urađeno na dokumentu - prepiske između jugoslovenskog ambasadora i britanskog suda u vezi državnih poslova.

### SLIKE

*Uljana slika nepoznatog autora:* Mogućnost da se sačuva tanak sloj originalnog zaštitnog sloja laka, koji je neznatno oksidirao tokom procesa starenja, predstavlja značajnu prednost laserskog čišćenja u odnosu na klasične metode koje se koriste za čišćenje slika. Rezultat čišćenja laserom koji emituje talasnu dužinu -355 nm dokazao je izuzetnu efikasnost u kontrolisanom stanjivanju originalnog sloja laka do mere koju konzervator odluči da je zadovoljavajuća.

*Ikona Presveta Bogorodica „Kupina neopaljiva“:* Ikona je rađena tehnikom jajčane tempere. Potiče iz Ukrajine a nastala je u 19. veku. Na oreolima se uočavaju naknadni premazi bronzanom bojom. ispod koga se nazire pozlata. Pozlata je veoma slabo vezana za podlogu što je zahtevalo da se čišćenje sprovede nekontaktnom metodom – laserskim zrakom.

*Snimci infracrvenom kamerom:* U radu će detaljno biti opisani svi pomenuti slučajevi, i dodatno pojašnjene prednosti laserskog čišćenja nad drugim konzervatorskim metodama, uz osvrt na IC. Naime, da bi se donela odluka o uklanjanju slojeva naslaga, a pogotovu o postojećim preslikama ili konzervatorskim intervencijama, potrebno je poznavanje originalnih slojeva slika. Infracrvena kamera sa InGaAs detektorom može da zabeleži slike u spektru od 900 nm do 1700 nm. Iznosimo rezultat snimanja ikonostasa u crkvi Sv Nikola iz Ruskog Krstura sa ciljem da se vide originalne ikone i pripremni crteži Arsenija Teodorovića preko kojih su urađene preslike.

## Naučna istraživanja u funkciji očuvanja nepokretnog kulturnog nasleđa – primer Tvrdave Bač

Vujović Slavica

*Pokrajinski zavod za zaštitu spomenika kulture Petrovaradin, Petrovaradin, Srbija*

### Apstrakt

Očuvanje nepokretnog kulturnog nasleđa predstavlja krajnji cilj ukupnog rada na njegovom istraživanju i zaštiti. Naučna istraživanja, posebno ona definisana kao nauka o nasleđu (Heritage Science) imaju sve istaknutije mesto u ovom složenom procesu.

Primer novog teorijskog pristupa i primene glavnih principa, koji u praksi unapređuje doktrinu očuvanja nasleđa donoseći inovativni model usklađen sa međunarodnim sistemom zaštite, čini Razvojni projekat integrativne zaštite nasleđa *Vekovi Bača*. Projekat je nastao iz potrebe da se prevaziđu i reše brojni problemi vezani za zaštitu i očuvanje vrednog i retkog graditeljskog nasleđa na teritoriji pogranične opštine Bač, smeštene na zapadu AP Vojvodine, a proizašao je iz zaštitnih iskopavanja Tvrdave Bač (14. vek), nastalih kao odgovor na inicijativu lokalne zajednice za korišćenjem ovog kulturnog dobra. Teorijska načela konzervacije arhitektonskih i arheoloških ostataka utvrđenog zamka, u ovom slučaju našla su se suprotstavljena realnim potrebama za integraciju ovog kulturnog dobra u život zajednice. U uslovima nedovoljne istraženosti i degradacije zidanih struktura moralo se organizovano delovati. Krug učesnika u istraživačkim radovima znatno je proširen, kako bi se sproveda kompleksna metodologija valorizacije i pristupa konzervaciji i rehabilitaciji, sve sa ciljem da se sačuva i usmeri probuđeni interes lokalne zajednice. Projekat je osmišljen kao dugoročni, strateški, sa realizacijom kroz podprojekte i tri ravnopravne komponente: istraživanja (A), tehničku zaštitu (B) i učešće lokalne zajednice (C), sa uključivanjem širokog kruga učesnika.

Kroz preduzeta naučna istraživanja u oblasti društvenih i prirodnih nauka, koja čine deo komponente A, uvećano je znanje o nepokretnom kulturnom nasleđu (pored Tvrdave Bač uključeni su i Franjevački samostan u Baču i pravoslavni manastir Bođani), a konzervatorsko-restauratorski radovi se izvode na osnovu rezultata prethodnih istraživanja. U okviru ovog projekta ostvarena je partnerska saradnja između Pokrajinskog zavoda za zaštitu spomenika kulture Petrovaradin, koji je nosilac ovog projekta i Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu u oblasti ispitivanja materijala i rešavanja problema njihove degradacije. Pristup tretmanu materijala u konzervaciji, polazio je od stava da se ide u pravcu boljeg poznavanja lokalnih materijala i korišćenih komponenti, a ne u pravcu primene komercijalnih proizvoda. Cilj dakle nije bio samo ponavljanje materijala identičnih karakteristika, nego da se na osnovu karakterizacije autentičnih materijala razviju kompatibilni materijali sa unapređenim karakteristikama. Rezultati postignuti na terenu i u laboratoriji dali su doprinos multidisciplinarnom radu i boljem razumevanju materijala i pravcu proširenja saradnje. Na osnovu iskustava stečenih na ovom i drugim spomenicima kulture Tehnološki fakultet i Pokrajinski zavod našli su se zajedno u projektu HEROMAT, koji se bavi razvojem novih materijala za zaštitu nepokretnog kulturnog nasleđa. Zidane strukture Tvrdave Bač izabrane su za ispitivanje i eksperimentalnu primenu novih materijala.

Istovremeno, radi se na formiranju niza edukativnih punktova na kojima će se održavati različiti programi iz oblasti nauke o konzervaciji, među kojima značajno mesto pripada Edukativnom centru “Vekovi Bača”, realizovanom u podgrađu Tvrdave Bač.

## Kratak uvod u teorijske osnove korišćenja fizičko-hemijskih analiza keramičkog materijala u arheologiji: primer lokaliteta „Kale“ u Krševici

Vranić Ivan

*Arheološki institut, Beograd, Srbija*

### Apstrakt

Primena fizičko-hemijskih analiza u arheologiji i studijama kulturnog nasleđa danas predstavlja veoma važan aspekt istraživanja različitih i veoma kompleksnih uloga materijalne kulture u društvima iz prošlosti. Keramički materijal kao, najčešće, najbrojniji nalazi na arheološkim lokalitetima često se podvrgava ovoj vrsti interdisciplinarnog istraživanja. Razlozi leže u potencijalnom obilju informacija o načinu života, tehnologiji, distribuciji, potrošnji, kao i mnogim drugim pitanjima vezanim za kulturne prakse zajednica iz prošlosti.

Ovakav pristup, kao i svako drugo multidisciplinarno istraživanje, zahteva saradnju i veliki stepen razumevanja načina rada različitih polja delovanja kao što su prirodne nauke i humanističke discipline. Ovaj rad, na primerima primene različitih nuklearnih i drugih analitičkih tehnika u tumačenju keramičkog materijala sa lokaliteta „Kale“ u Krševici, pokušaće da ukratko predstavi osnovne teorijske pozicije sa kojih arheologija pristupa ovakvim istraživanjima, očekivanja, kao i mnoge probleme i nerazumevanja do kojih neretko dolazi.

## Ambijentalni monitoring crkve Sv. Trojica u manastiru Sopoćani

Jelikić Aleksa<sup>(1)</sup>, Stanojević Dragan<sup>(1)</sup>, Debljović Ristić Nevena<sup>(1)</sup>

Ljaljević Milica<sup>(2)</sup>, Subakov Gordana<sup>(2)</sup>, Srbljanović Petar<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Republički zavod za zaštitu spomenika kulture, Beograd, Srbija

<sup>(2)</sup>Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd, Srbija

<sup>(3)</sup>SF consulting engeeniers, Praha, Czech Republic

### Apstrakt

Manastir Sopoćani jedan je od najznačajnijih srpskih srednjovekovnih spomenika. Podigao ga je kralj Uroš I u zadnjoj deceniji svoje vladavine a hram je živopisan između 1272. i 1276. godine. Crkva je stradala posle kosovske bitke i nakon seobe Srba. Prvi konzervatorski radovi izvedeni su 1924-26. godine i sa kražim prekidima izvode se do sadašnjih dana. Od 1979. godine spomenik je na listi Svetske kulturne Baštine. U toku 2010. i 2011. godine izvršen je ambijentalni monitoring crkve. Ovakav monitoring podrazumeva analizu fizičkih, hemijskih i bioloških parametara prostora i njihovu evaluaciju prevashodno sa tačke gledišta očuvanja arhitekture i slikarstva i obezbeđenja odgovarajućih uslova kako bi se sprečili degradacioni procesi. Fizički, hemijski i biološki procesi ne mogu se posmatrati odvojeno jer između njih postoji međuzavisnost i samo integrisano tumačenje rezultata svih pomenutih naučnih disciplina omogućava ispravan uvid u stanje ambijenta i sprovođenje korektivnih mera baziranih na rezultatima istraživanja. Cilj ove studije je sticanje uvida u stanje ambijenta sa fizičke, hemijske i biološke tačke gledišta u katolikonu manastira Sopoćani i njegovih prostornih celina na osnovu kojih mogu proisteći eventualne korektivne mere.

## **Ikone XVIII veka na razmeđi između tradicije i modernosti – uvod u sistematsku studiju slikarskih materijala i tehnika ikonopisa baroknog doba**

Korolija Crkvenjakov Daniela

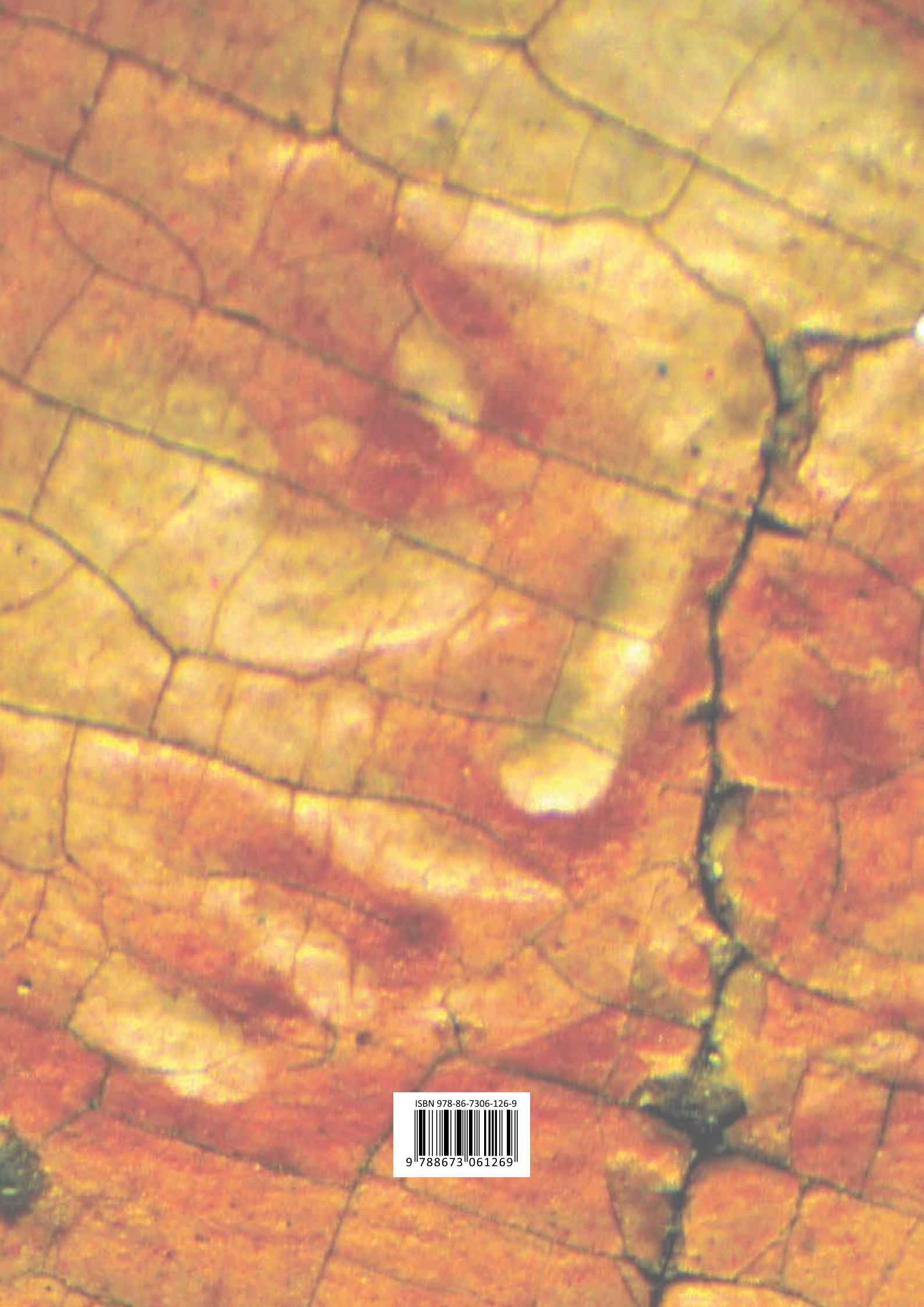
*Galerija Matice srpske, Novi Sad, Srbija*

### **Apstrakt**

Proučavanje ikona, kao važnog dela kulturnog nasleđa u Srbiji, zasnovano je na stilskim i ikonografskim studijama, a tek odnedavno se značajnije dopunjuje i podacima dobijenim naučnim analizama materijala i strukture umetničkog predmeta. Ikone koje su do sada ispitivane nalaze se delom u muzejskim kolekcijama, a delom u crkvama. Podaci sakupljeni na ovaj način kroz rad Galerije Matice srpske i grupe partnerskih institucija u proteklih šest godina predstavljaju tek uvod u sistematsku studiju ikona XVIII veka, koje karakterišu stilske promene nastale pod uticajem baroka, ali i promene u slikarskim tehnikama i materijalima.

Odabir primenjenih metoda ispitivanja uslovljen je dostupnom naučnom opremom i obuhvatio je imidžing metode (IR i UV fotografija, manji broj RX analiza), analizu sastava materijala EDXRFS metodom, ispitivanja na uzorcima (OM, SEM-EDS), kao i vrlo mali broj IR spektroskopskih analiza na površini bojenog sloja ili na poprečnom preseku uzorka.

Izlaganje će kroz nekoliko primera predstaviti najvažnije rezultate dosadašnjih ispitivanja, mogućnosti i ograničenja primenjenih metoda i pravce daljeg rada.



ISBN 978-86-7306-126-9



9 788673 061269