

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/294



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L1-2401
Naslov projekta	Uporaba bližnje infrardeče spektroskopije za identifikacijo in karakterizacijo materialov kulturne dediščine
Vodja projekta	11071 Jana Kolar
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	2453 MORANA RTD d.o.o., družba za raziskovanje, proizvodnjo, trgovino in storitve
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	103 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.04 Kemija 1.04.05 Analizna kemija
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.04
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.04 Kemija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Identifikacija in karakterizacija materialov, ki tvorijo kulturne dediščino je izjemnega pomena za njeno interpretacijo in ohranjanje. Žal pa so obstoječe analitske metode povečini porušne in zato neprimerne za analizo dragocenih predmetov. Za rutinsko, hitro in nedestruktivno karakterizacijo materialov v številnih gospodarskih panogah se v zadnjem času vse pogosteje uporablja spektroskopija bližnje infra-rdeče svetlobe (NIR) v povezavi

s kemometrijsko obdelavo spektra. Žal zahteva ta pristop podrobno poznavanje kemometrije ter tako omejuje široko uporabo metode med varuhi kulturne dediščine.

V predlaganem projektu smo uporabili bližnjo infrardečo spektroskopijo za identifikacijo in karakterizacijo številnih materialov kulturne dediščine (papir, beljakovinske materiale (pergament, svila in volna), sintetične materiale (fotografski film), črnila in fotografsko gradivo. Materiali smo okarakterizirali z najpogosteje uporabljanimi analitskimi metodami. Ob neustreznosti/pomanjkanju teh smo razvili nove metode, zlasti za določanje molske mase celuloze v korozivnih črnilih. Metode smo uporabili za karakterizacijo več tisoč zgodovinskih materialov ter podatke nato primerjali z odbojnimi spektri v bližnjem infrardečem področju in preveril različne kemometrijske pristope, kot je npr. metoda delnih najmanjših kvadratov. Na ta način smo iz odbojnega spektra neznanega materiala napovedali ne le na identiteto, temveč material tudi okarakterizirali, t.j. določili npr. stopnjo razgradnje. Na podlagi pridobljenih rezultatov smo izdelali aplikacije za prenosni NIR spektrometer, ki bodo tržno dostopne.

Razvite aplikacije za NIR spektrometer bodo varuhom kulturne dediščine ponudile enostavno, hitro in neoporušno pridobljeno informacijo o vrsti in stanju materiala, ter s tem omogočile kvalitetnejše in cenejše ohranjanje propadajoče dediščine, zaradi katere Evropa utrpí 14 milijard Evrov škode na leto.

ANG

Identification and characterisation of cultural heritage materials is of utmost importance for its preservation. Several methods exist for the purpose, however, they are often destructive and thus unsuitable for analysis of precious artefacts. Also, they are often instrumentally demanding and time consuming. Near infrared spectroscopy (NIR) has been lately applied for routine, nondestructive characterisation of materials in a number of industries. However, while the acquisition of spectra is a rapid and facile process, their analyses requires extensive knowledge of chemometrics, thus preventing the widespread use of this promising technique by the end users.

In the project, NIR spectroscopy was used for identification and characterisation of various cultural heritage materials, such as paper, proteinaceous materials (parchment, silk and wool), pigments and photographic materials. They were characterised using standard analytical techniques. Novel analytical methods were developed or existing ones modified, focusing on analysis of the molar mass of the macromolecular materials (paper containing corrosive inks), analysis of lipids in parchemnts and determination of volatile degradation products from film materials (acids).

The analytical data was collected for a large number of historical samples, several hundred for each type of material and compared with reflectance spectra in the near infrared region. Several different chemometric approaches were studied, such as the least squares method. In this manner, we were able not only to identify the material, but also characterise it, i.e. determine the degree of degradation, pH, etc. Results were used for the development of a prototype user friendly application for portable NIR spectrometer, which will be developed into a comercial product.

New products, applications for portable NIR spectrometers will offer keepers of the artefacts an unprecedented possibility to quickly and nondestructively identify/characterize materials. This will enable them to develop suitable preservation programmes to save the decaying cultural heritage, which results in about 14 billion Euro of damage in Europe alone every year.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Raziskovalna hipoteza:

Cilj projekta je razvoj aplikacij za spektrometer, ki deluje v bližnjem-infrardečem (NIR) območju. Aplikacije naj bi omogočile enostavno, hitro, in zanesljivo identifikacijo/karakterizacijo različnih materialov kulturne dediščine, predvsem papirja, beljakovinskih materialov (npr. pergament), ter filmskega gradiva.

Identifikacija in karakterizacija kulturne dediščine je ključnega pomena za njeno ohranjanje. Zaradi prenosljivosti NIR spektrometrov, neporušnosti zajemanja podatkov in izjemne količina informacij, ki jih vsebujejo NIR spektri, je v zadnjem času veliko zanimanja za uporabo NIR območja za identifikacijo in karakterizacijo kulturne dediščine. Osnovne lastnosti spektrov v bližnjem infrardečem območju so, da izražajo v primerjavi z klasično IR in Ramansko spektroskopijo nizko strukturno selektivnost. V spektru prevladujejo nadtoni in kombinacijske vibracije, predvsem od NH, CH in OH funkcionalnih skupin. Za pridobitev informacij iz teh kompleksnih spektrov je potrebno materiale najprej ovrednotiti s klasičnimi analitskimi metodami. Pri tem je izrednega pomena izbor reprezentativnih materialov ter število vzorcev v bazi. Podatke nato koreliramo z NIR spektri s pomočjo vrste kemometrijskih,¹ pri čemer pa se moramo izogibati modelom, ki podajajo zavajajoče ali preveč optimistične napovedi.² Najpogosteje se uporablja metoda najmanjših kvadratov (PLS).

Kljub temu, da je zajem spektrov hiter in enostaven, pa zahteva njihova interpretacija žal poglobljeno poznavanje naprednih statističnih metod, zaradi česar so pristopi omejeni na znanstvene članke in se razen ene izjeme ne uporablja v institucijah kulturne dediščine. Da bi premostili to oviro, je potrebno razviti programsko opremo, ki omogoča enostaven dostop do napovedi lastnosti ali identifikacije materialov.

Pristop je bil doslej uporabljen za izdelavo ene komercialne aplikacije za napovedi lastnosti za knjižni papir, ki bi omogočila enostaven in hiter pregled stanja v knjižnicah in arhivih.³ Slabosti instrumenta in programske opreme so zastarel instrument, omejitev na ozek izbor materialov ter na standardne metode karakterizacije, kot so mehanske lastnosti papirja.

Opis raziskovanja:

Izbrali in okarakterizirali smo več kot 2000 vzorcev papirja, pergamenta, lanu, svile, črnih in fotografskega gradiva.

Vzorcem smo izmerili spektre s pomočjo NIR spektrometra LabSpec 5000, ASD, opremljenim z optičnim kablom za zajem podatkov (ASD Chem Probe) in/ali novim spektrometrom Ocean Optics NIR2562.5. Za razširitev študije na slednjega smo se odločili, ker hiter razvoj spektrometrov omogoča visoko kvaliteto zajema podatkov ob bistveno nižji ceni spektrometra. V naslednjem poglavju zato podajamo rezultate za Ocean Optics spektrometer.

Za izdelavo modelov smo uporabili metodo delnih najmanjših kvadratov (PLS analiza) s pomočjo programskega orodja R. Uporabili smo različne metode predobdelave podatkov in izbora valovnih dolžin (Lasso in Genetski algoritm)

Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja in rezultati:

Identifikacija materialov:

Izbrane materiale smo identificirali s pomočjo FTIR (filmsko gradivo, svila, lan, bomobaž) ter razdelili papirje v skupine (ročni papir, sodobni kisli, alklni in časopisni papir). S pomočjo diskriminantne analize smo uspeli razviti model za identifikacijo teh materialov na podlagi NIR spektrov.

Karakterizacija črnih:

Železo-taninska črnila so najbolj pogosto uporabljene črnila od srednjega veka do 20. stoletja. Številne mojstrovine so ogrožene zaradi jedkih lastnosti črnila, zaradi česar so v preteklosti razvili konzervatorski postopek za njihovo stabilizacijo.⁴ Navkljub široki uporabi postopka pri ohranjanju dediščine, so bile doslej študije njegove učinkovitosti zaradi pomanjkanja ustreznih analitskih pristopov omejene na določanje mehanskih lastnosti papirja (cca. A4 list na meritev) in določanje stopnje polimerizacije (cca. 0.02 g na meritev) celuloze med pospešeno termično razgradnjo. Posledično je metoda preizkušena zgolj na nekaj modelnih vzorcih. V okviru pričujočega projekta smo študirali učinkovitost stabilizacijskih metod na izvornih historičnih dokumentih, ki smo jih okarakterizirali s pomočjo velikostne-izključitvene kromatografije karbanilirane celuloze, pri kateri za karakterizacijo zadošča nekaj vlaken celuloze. Te lahko iz izvornika pridobimo tudi brez vidnih poškodb na gradivu. Kljub precejšnji negotovosti, ki je pogojena predvsem s heterogenostjo historičnega materiala smo pokazali, da s stabilizacijsko metodo z uporabo kalcijevega fitata lahko podaljšamo življensko dobo tovrstne dediščine za 10-20-krat.⁵

Metodo smo uporabili tudi za razvoj modelov za napoved lastnosti papirja s črnili s pomočjo NIR spektrometrije. Historičnim vzorcem papirjev iz krp, smo določili pH in povprečno molsko maso ter razvili model za napoved vrednosti pH ($R = 0,965$) in povprečne molske mase ($R = 0,982$) neznanim vzorcem iz NIR spektrov.⁶

Karakterizacija pergamenta:

Zgodovinski pergament je zelo kompleksen material, ne samo zaradi različnih metod proizvodnje in različnih preteklih okoljskih zgodovinskih predmetov, ampak tudi zaradi svoje nehomogene strukture. Mnoge tradicionalne metode karakterizacije so empirične, vendar koristne, saj so pridobile zaupanje končnih uporabnikov. V prispevku smo raziskali temperaturo krčenja kolagena in vpliv lipidov iz pergamenta na meritve.

Medtem ko je vsebnost maščob ne vpliva znatno na meritve temperature krčenja, pa močno vpliva na zmanjšanje temperature krčenje kolagena med razgradnjo. To potrjuje velik pomen peroksidacije lipidov med razgradnjo pergamenta.

Medtem ko je določitev temperature krčenje mikrodestruktivna metoda, smo tudi dokazali, da je mogoče to lastnost določiti neporušno z bližnjo infrardečo spektroskopijo (NIR). Ugotoviti to nepremičnino na blizu infrardeče (NIR) spektroskopijo. RMSEV, ki smo ga dobili na podlagi analize pergamentov z različnimi vsebnostmi lipidov in različno razgrajenih je bila 7°C , tako da je metodo možno uporabiti za oceno stanja in razvrščanje zgodovinskih objektov. Z uporaba niza 185.

zgodovinskih pergamentov iz leta 1200-1800 smo razvili tudi metodo za neporušitveno datiranje pergamentov, ki temelji na NIR spektroskopiji (RMSEV = 72 let) in uspešno določiti pravilno starost zgodovinskega dokumenta iz zbirke Nationaal Archief na Nizozemskem.⁷

Karakterizacija papirja:

Največjo pozornost smo v projektu namenili karakterizaciji različnih vrst papirja. V bazi historičnih vzorcev smo zbrali in okarakterizirali 810 historičnih ročno izdelanih papirjev iz krp, klejenih z želatino (pred letom 1850), 447 sodobnih kislih papirjev (beljene celulozne vlaknine in/ali lesovina, klejeno s kolofonijo in galunom, izdelani med 1850 in 1990), 524 vzorcev časopisov (beljene celulozne vlaknine in/ali lesovina, klejene ali neklejene, izdelane med cca. 1900 in 2000) ter 123 alkalnih papirjev (beljene celulozne vlaknine in/ali lesovina, klejene z alkilketen dimeri ali alkil sukcinjskim anhidridom, izdelani po cca. 1990).

Izkaže se, da so napovedi mehanskih lastnosti papirja (Raztržna odpornost (Elmendorf) (ISO 1974:1990, vsi razen alkalnih papirjev), prepogibna odpornost (TAPPI T 511 om 06) in utržna jakost pri ničelnem razponu (T 231 cm-07)) zelo slabe in torej neprimerne za napovedi obsega razgradnje papirja ($R = 0.561$). V primeru papirjev, ki ne vsebujejo lesovino smo zato določili

stopnjo polimerizacije (ISO 5351/1:1981), kjer je bil R v primeru ročnih papirjev 0.896 in vseh nelesovinskih papirjev 0.782. Za karakterizacijo molske mase vseh papirjev pa smo uporabili velikostno izključitveno kromatografijo karbanilirane celuloze⁸, pri čemer je R = 0.803. S tem smo bistveno presegle kvaliteto napovedi konkurenčnega instrumenta, ki temelji na napovedi mehanskih lastnosti.

Poleg standardne metode za določitev pH (Tappi 529 om88, R = 0.826) smo za karakterizacijo uporabili tudi določitev molske mase stabilnega pH vseh vrst papirjev. Slednji se razlikuje od standardnega, ki se meri eno uro po dodatku vode k vzorcu. Zaradi počasnega raztapljanja in migracije kislin/baz ter vzpostavljanja ravnotežja z atmosferskim ogljikovim dioksidom se pH suspenzije vzorca v vodi s časom spreminja. Najbolj opazna je razlika pri historičnih ročnih papirjih iz krp, ki se jim pH povečini dvigne iz kislega v alkalno območje, kar je najverjetneje poglavitni razlog za dobro obstojnost teh papirjev. Ker je kislinska hidroliza najpomembnejši vzrok za hitro propadanje papirja smo se v projektu odločili, da izmerimo tudi "stabilni" pH.⁹ Izkaže se, da se pH alkalnih papirjev (po 1h pH med 8 in 10) stabilizira med 7,5 in 8,5 v 7 dneh. Ročni papirji (po 1h kisel pH med 3,5 in 7) se stabilizirajo po 12 dnevih prav tako pri vrednostih 7,5 in 8,5, medtem ko so trije vzorci ostali kisli. Napovedi stabilnega pH so slabše (vsi papirji razen ročnih, R = 0.606), medtem ko imajo vsi ročni papirji pH med 7,5 in 8,5.

Za razvoj modela napovedi letnice izdelave kisljih strojnih papirjev smo uporabili datum tiska knjige. Model za napoved leta izdelave smo razvili posebej za kisle strojne papirje (R = 0,894), ročne papirje (R = 0.707), časopisne papirje (R = 0.794) in alkalne papirje (R = 0.927).

Napovedi vlakninske sestave (SCANG3:90 in G4:90) smo določili kisljim strojnim papirjem in časopisom, ki lahko vsebujejo večje količine lesovine (R = 0.886).

Model smo uporabili tudi v partnerski instituciji Nizozemskem državnem arhivu za ovrednotenje dveh temeljnih dokumentov Nizozemske zgodovine, Mirovne pogodbe iz Muenstra in Razglasitev neodvisnosti od španske krone.

Razširjeni abstrakt bo objavljen v okviru konference ICOM-CC Graphic Document Working Group Interim Meeting - Paper Conservation: Decisions & Compromises, Dunaj, 17-19 Aprila 2013. Članek je v pripravi.

Fotografsko gradivo:

Zaenkrat smo pridobili 60 vzorcev historičnih filmov iz celuloznega acetata. Skladno z načrtom dela, smo naprej okarakterizirali vzorce s pomočjo AD trakov (Image Permanence Institute), ki jih najpogosteje uporabljajo v arhivih in knjižnicah za ovrednotenje stanja zbirke. Temeljijo na barvni spremembi traku, ki jo ovrednotimo med 03, ki je posledica kislin, ki se sproš čajo med razgradnjo filmov iz acetatne celuloze. Velikostne izključitvene kromatografije nismo mogli uporabiti za karakterizacijo CA, saj pride med razgradnjo do zamreženja in vzorci niso več topni v topilih.

Nadalje smo se v projektu osredotočili na analizo vzorcev z GCMS. V projektu smo primerjali rezultate, dobljene z AD trakovi z merjenjem emisij očetne kisline z Head space GCMS. Korelacija (R) med AD trakom in vsebnostjo očetne kisline, kot smo jo določili z GCMS je bila 0,755. Žal kvalitetnega modela za napoved lastnosti iz NIR spektra nismo uspeli razviti.

Razvoj uporabniškega vmesnika:

V projektu smo razvili demonstracijski vmesnik do stopnje, da smo delovanje aplikacije že lahko demonstrirali uporabnikom na delavnici v organizaciji Inštituta za kulturo dediščino v Madridu in v Nizozemskem državnem arhivu.

Učinki raziskovalnega projekta in njihova uporaba

V okviru projekta smo izdelali demonstracijsko aplikacijo, ki omogoča napoved ali identifikacijo vrste materialov kulturne dediščine, ter ga predstavili španski in nizozemski strokovni javnosti. Po zaključku projekta smo razvili komercialno aplikacijo, izdelali poslovni načrt in ga prijavili na tekmovanje Startup leta v okviru letnega dogodka Podim (poslovni načrt v fazi evalvacije)

Sodelovanje s tujimi partnerji

Med projektom smo sodelovali z University College London, Centre for Sustainable Heritage in Britanskim Muzejem iz Velike Britanije, z Nizozemskim državnim arhivom in Španskim inštitutom za kulturno dediščino.

Literatura (priloga 1)

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

V projektu smo uresničili zastavljene cilje:

- Zbrali smo bazo historičnih papirjev vseh vrst, papirja s črnili, pergamentov, fotografskega gradiva, svile in lanu in jih okarakterizirali z izbranimi metodami.
- Za izbrane lastnosti smo izdelali model za karakterizacijo/identifikacijo neznanih vzorcev za prenosni NIR spektrometer.
- Izdelali smo demonstracijski uporabniški vmesnik za enostavno in hitro

interpretacijo rezultatov.

- Program smo uspešno predstavili mednarodni znanstveni in strokovni javnosti.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

V 2011 se je spremenila sestava raziskovalne skupine, saj se je raziskovalec Martin Šala iz Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo zaposlil v drugi raziskovalni organizaciji. Ker Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo ni imela na razpolago ustreznih raziskovalcev s prostimi raziskovalnimi urami je delo v dogovoru s Fakulteto prevzela Morana RTD. Skladno s tem se je prilagodil tudi program dela, kjer se v dogovoru s sofinancerjem nismo osredotočili na optimizacijo modela za napoved lastnosti fotografskega gradiva ter analize svile, temveč predvsem na optimizacijo kvalitete napovedi lastnosti papirja, predvsem s povečanjem zanesljivosti analitskih podatkov (povečanjem števila ponovitev analiz) ter nadaljno kemometrijsko optimizacijo. Tej odločitvi je botrovala tudi objava o datiranju fotografskega gradiva s pomočjo NIR spektroskopije v 2012. (A. Martins, L.A. Daffner, A. Fenech, Ch. McGlinchey, M. Strlič: "Non Destructive Dating of Fiber Base Gelatin Silver Prints Using Near Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis", Anal. Bioanal. Chem., 402 (2012) 1459-1469).

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	33743365	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nedestruktivna karakterizacija železo-taninskih črnih
		ANG	Non-destructive characterisation of iron gall ink drawings
	Opis	SLO	Z uporabo NIR spektroskopije smo študirali risbe iz zbirke Britanskega muzeja. Na podlagi določenih povprečnih molskih mas, pH, ter povprečne nedoločene napovedane preostale dobe uporabnosti smo predlagali način klasifikacije, ki lahko pripomore k ohranjanju zbirk risb v zbirkah muzejev, knjižnic in arhivov. Pri raziskavi smo sodelovali z University College London, Centre for Sustainable Heritage in Britanskim Muzejem.
		ANG	Drawings from the British museum were studied using NIR spectroscopy. Based on the average uncertainty of the estimated remaining useful life, a classification was proposed, which may contribute to preservation of drawings in museums, libraries and archives. The study was done in cooperation with University College London, Centre for Sustainable Heritage.
	Objavljeno v	Pergamon Press; Talanta; 2010; Vol. 81, no. 1/2; str. 412-417; Impact Factor: 3.722; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.148; A': 1; WoS: EA; Avtorji / Authors: Strlič Matija, Csefalvayova Linda, Kolar Jana, Menart Eva, Kosek Joanna M., Barry Caroline, Higgitt Catherine, Cassar May	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	34838533	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Oksidativna razgradnja pergamenta in njegova neporušna karakterizacija in datiranje
		ANG	On oxidative degradation of parchment and its non-destructive characterisation and dating
	Opis	SLO	Predstavljeni so rezultati razvoja modelov za karakterizacijo pergamenta in za njegovo datiranje s pomočjo NIR spektroskopije. Temperatura krčenja kolagenskih vlaken je najpogostejša metoda za določanje stanja pergamentnega vzorca. Z uporabo PLS kalibracije in NIR spektroskopije smo pridobili neporušni model za napoved temperature krčenja vzorcev pergamenta, z negotovostjo napovedi do 7 °C (RMSEV). V primeru datiranja vzorcev z NIR spektroskopijo je bila povprečna napaka je 72 let (RMSEV). Metodo smo uporabili za ovrednotenje leta izdelave

		pergamentov v Nizozemskem nacionalnem arhivu.
	ANG	The development of prediction models for characterization and dating of parchment using NIR spectroscopy is presented. Shrinkage temperature of collagen fibers is the most common method for determining the condition of parchment. By using PLS calibration and NIR spectra a nondestructive model for predicting temperature shrinkage of samples of parchment was obtained, with the uncertainty of prediction up to 7 °C (RMSEV). In the case of dating of samples by NIR spectroscopy, the average error is 72 years (RMSEV).
Objavljeno v		Springer; Applied physics; 2011; Vol. 104, no. 1; str. 211-217; Impact Factor: 1.630; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.27; WoS: PM, UB; Avtorji / Authors: Možir Alenka, Strlič Matija, Trafela Tanja, Kralj Cigić Irena, Kolar Jana, Deselnicu Viorica, Bruin G. de
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	36309253 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Karakterizacija papirja ki vsebuje železo-taninska črnila z velikostno izključitveno kromatografijo
	ANG	Characterisation of paper containing iron gall ink using size exclusion chromatography
Opis	SLO	Predstavljena je uporaba velikostne izključitvene kromatografije za karakterizacijo papirja z železo-taninskim črnilom. Opazimo linearno korelacijo med utežnim povprečjem molskih mas in stopnjo polimerizacije. Metoda je uporabljena za evalvacijo uspešnosti obsega stabilizacije korozivnih črnin z kalcijem fitatom na izvirnih zgodovinskih artefaktih. Postopek podaljša obstojnost dokumentov za 10-20-krat.
	ANG	The use of size exclusion chromatography (SEC) of cellulose containing iron gall ink, derivatised using phenyl isocyanate is described. A linear correlation is observed between the weight-average degree of polymerisation obtained with SEC and the one obtained using viscometry, with the slope of 1.4. The methodology was used to evaluate the extent of stabilisation of historic documents containing iron gall inks during accelerated degradation. Despite a considerable uncertainty, also caused by the heterogeneity of historic materials, it is demonstrated that efficient stabilisation by factors of 10 and 20 times is achievable using a calcium phytate treatment.
Objavljeno v		Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2012; Vol. 97, no. 11; str. 2212-2216; Impact Factor: 2.769; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Kolar Jana, Malešič Jasna, Kočar Drago, Strlič Matija, Bruin G. de, Koleša Dušan
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine^z

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO
		Razvoj modelov za neporušno identifikacijo/karakterizacijo lastnosti materialov kulturne dedišine
		ANG
		Development of prediction models for non-destructive characterisation/identification of cultural heritage materials
		Razvoj vrste aplikacij za neporušno karakterizacijo materialov kulturne

Opis	SLO	dediščine, npr. za papir in črnila (COBISS ID 33743365). Na podlagi raziskovalnih rezultatov smo izdelali uporabniku prijazen vmesnik, ki ga bomo aprila 2013 pričeli tržiti.	
	ANG	Development of a range of applications for non-destructive characterisation/identification of cultural heritage materials (e.g. paper and inks, COBISS ID 33743365). Based on the project results, a user friendly interface was created which will be put on the market by a spin off on April 2013.	
Šifra	F.19 Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")		
Objavljeno v	Ajpes (Karkakta d.o.o., ustanovljena februarja 2013)		
Tipologija	2.21 Programska oprema		
2.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Dosežki v analizi in stabilizaciji zgodovinskih papirjev: Vodni in nevodni postopki stabilizacije železo-galnih črnin in analiza z NIR spektroskopijo, 3.-7. oktober 2011, Inštitut za kulturno dediščino Španije, Madrid	
	ANG	Advances in analysis and treatment of historical paper: Aqueous and nonaqueous treatment of ink corrosion and analysis using NIR spectroscopy 3-7th October 2011, Institute of Cultural Heritage of Spain, Madrid	
Opis	SLO	Večdnevno usabljanje španskih restavradorjev z novimi spoznanji na področju stabilizacije železo-taninskih črnin in karakterizacije z NIR spektroskopijo.	
	ANG	Training workshop of Spanish conservation community with the aim to disseminate the latest development in the field of the stabilisation of iron-gall inks and characterisation using NIR spectroscopy.	
Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)		
Objavljeno v	http://labrujulazul.wordpress.com/2011/09/18/nuevos-avances-para-la-estabilizacion-de-la-corrosion-de-tintas-metaloacidas/		
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela		

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

--

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskava je prispevala k razvoju novih in optimizaciji obstoječih metod za karakterizacijo kulturne dediščine, predvsem na podlagi mikro-vzorčenja (velikostna izključitvena kromatografija) in neporušnih napovedi NIR spektrometrijo. Nova znanja in tehnike bomo lahko naknadno uporabili za reševanje sorodnih problemov, ki niso povezani s kulturno dediščino, kot so npr. karakterizacija hrane. Za sodelujoči organizaciji iz Slovenije raziskava predstavlja pomemben korak pri utrjevanju položaja v vrhu raziskovalne odličnosti na področju konzervacijske znanosti.

ANG

The proposed research lead to the development or optimisation of analytical techniques for characterisation of cultural heritage materials, with a particular focus on micro-destructive techniques (size exclusion chromatography) and non-destructive prediction using NIR spectroscopy. These techniques can be useful for development of novel applications in other fields, such as characterisation of food.

For the two Slovenian organisations this research is an important step in securing their place among the research organisations in the field of conservation science.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

V projektu smo razvili novo znanje, ki smo ga v letošnjem letu nadgradili v tržni proizvod, ki bo omogočala neporušno, hitro in enostavno karakterizacijo različnih materialov kulturne dediščine. To je edinstven tovrsten proizvod na tržišču in bo prispeval h dvigu konkurenčnosti in ustvarjanju delovnih mest z visoko dodano vrednostjo v Sloveniji.

Delo na projektu bo nadalje prispevalo k mednarodni razpoznavnosti našega raziskovalnega dela, ki je bilo že doslej odmevno, saj so o naših dosežkih poročale priznane revije kot so Nature (6 september 2005) in Science (21 november 2008), prispevke o našem delu pa so objavili tudi v številnih drugih medijih, npr. v Analytical chemistry (1 september 2007), Royal society of chemistry (6 september 2005), in RaiUno v oddaji o znanosti SuperQuark.

V projektu je sodelovala tudi mlada raziskovalka Alenka Možir, s čimer projekt prispeva k vzgoji kadrov.

ANG

New knowledge, obtained within the project was already successfully developed into a marketable product, which enables on-destructive, facile and fast characterisation of cultural heritage materials. The novel product will contribute to the competitiveness of Slovenia and to the creation of high-added value jobs.

In addition, the work of Slovenian researchers in the field of research for preservation of cultural heritage will be internationally promoted. In the past, it was already reported on in the prestigious journals Nature (6 September 2005) and (21 November 2008), as well as several other media, such as Analytical chemistry (1 September 2007), Royal society of chemistry (6 September 2005), and RaiUno in SuperQuark, to name a few.

The work on the project is also complemented by a young researcher Alenka Možir and thus contributes to the education of new Ph.D.s.

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06 Razvoj novega izdelka		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08 Razvoj in izdelava prototipa		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11 Razvoj nove storitve		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12 Izboljšanje obstoječe storitve		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

Po zaključki projekta je bil že razvit tržni proizvod in februarja 2013 ustanovljeno novo podjetje za njegovo tržnje, Karata d.o.o.

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

Sofinancer			
1.	Naziv	Het Nationaal Archief	
	Naslov	Prins Willem Alexanderhof 20, 2595 BE Den Haag, The Netherlands	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	36.417	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	23	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Razvoj prototipa za karkterizacijo kulturne dediščine	F.08
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	
Komentar			
Ocena	I hereby confirm that the work on the project L1-2401 Use of NIR Spectroscopy for Identification and Characterisation of Cultural Heritage Materials proceeds according to the plan. Gerrit de Buin, Head of Consevation Het Nationaal Archief (4.3.2012)		
2.	Naziv	Morana RTD d.o.o.	
	Naslov	Oslica 1b, vančna Gorica	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	3.200	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	2	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Razvoj prototipa za karkterizacijo kulturne dediščine	F.08
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	
Komentar			
Ocena	Projekt je bil zaključen skladno z dogovorjenim načrtom. Dušan Koleša, Direktor (29.3.2013)		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Identifikacija in karakterizacija kulturne dediščine je ključnega pomena za njeno ohranjanje, a obenem predstavlja svojevrsten analitski izziv. Analiza je pogosto omejena na muzejske prostore, podatke pa moramo pridobiti na neporušni, v najslabšem primeru na mikro-porušni način.

Zaradi prenosljivosti spektrometrov v bližnjem infra-rdečem (NIR) področju, neporušnosti zajemanja podatkov in izjemne količine informacij, ki jih vsebujejo NIR spektri, je pristop še posebej primeren za področje materialov kulturne dediščine.

V okviru projekta smo razvili vrsto napovedi za papir, črnila in pergament ter dosežke objavili v priznanih revijah. Modele smo umestili v uporabniku prijazen demonstracijski vmesnik, ki omogoča enostavno, hitro in neporušno identifikacijo in karakterizacijo različnih materialov. Raziskovalni rezultati so spodbudili razvoj izdelka, ki ga bomo pričeli tržiti aprila 2013 in bo prispeval h kvalitetnejšem upravljanju in ohranjanju kulturne dediščine.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

MORANA RTD d.o.o., družba za
raziskovanje, proizvodnjo, trgovino in
storitve

Jana Kolar

ŽIG

Kraj in datum:

Ivančna gorica	29.3.2013
----------------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/294

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka

je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

BD-C5-6F-FC-F7-21-6E-94-4D-53-0C-D3-5A-29-E7-99-0B-E8-5F-70



National Archives
Ministry of Education, Culture and Science

> P.O. Box 90520 2509 LM Den Haag

Dr. Jana Kolar
Oslica 1b
1295 Ivančna Gorica
Slovenia

Date 14 March 2012
Re confirmation

Dear Dr. Kolar,

I hereby confirm that the work on the project L1-2401 Use of NIR Spectroscopy for Identification and Characterization of Cultural Heritage Materials proceeds according to the plan.

Sincerely,



(Gerrit de Bruin)

Address

Prins Willem-Alexanderhof 20
2595 BE Den Haag
P.O. Box 90520
2509 LM Den Haag
The Netherlands
T general +31 (0)70 3315400
T info +31 (0)70 3315554
F +31 (0)70 4048859

www.nationaalarchief.nl

Royal Bank of Scotland
56 99 99 901
Iban nr NL79RBOS569999901
Bic code RBOSNL2A

Contact

Gerrit de Bruin
Head of Conservation,

T +31 (0)31(0)70 3315416
M +31 (0)31(0) 6 52663235

gerrit.de.bruin@nationaalarchief.nl

Our ref.

9511

Reading Room

Monday closed
Tuesday 10 – 21 uur
Wednesday – Friday 10 – 17
hours

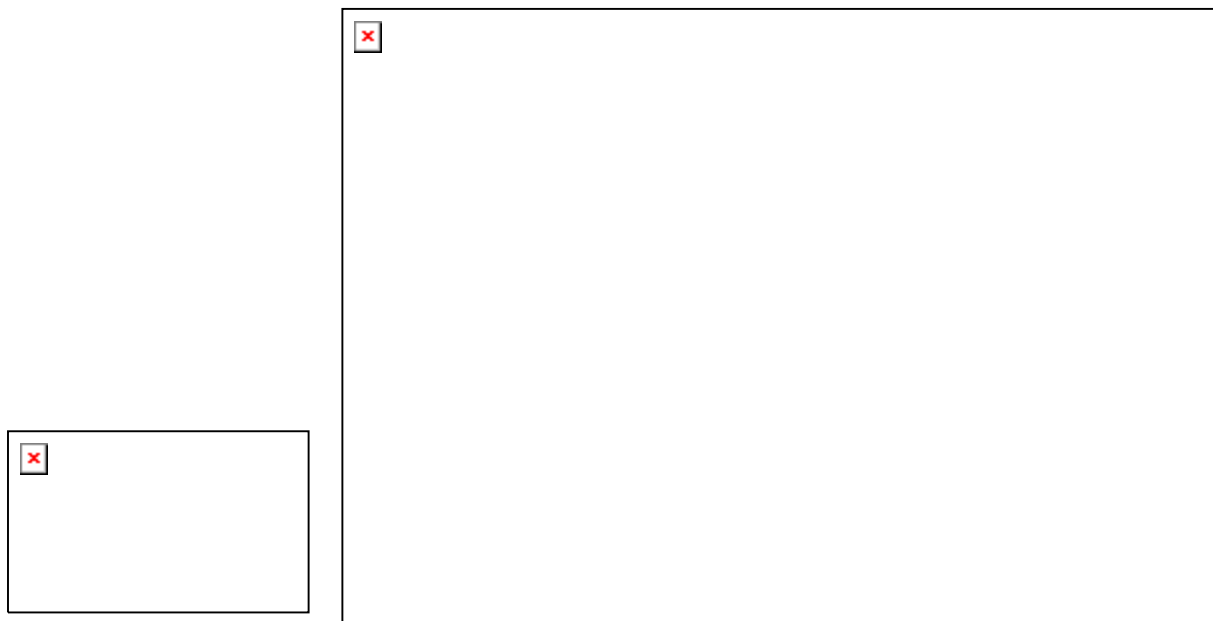
The reading room is opened
every other Saturday from 10 –
16 hours

Naravoslovne vede

Področje: 1.04.05 Analizna kemija

Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

L1-2401: Uporaba bližnje infrardeče spektroskopije za identifikacijo in karakterizacijo materialov kulturne dediščine



Identifikacija in karakterizacija kulturne dediščine je ključnega pomena za njeno ohranjanje, a obenem predstavlja svojevrsten analitski izziv. Analiza je pogosto omejena na muzejske prostore, saj jih dragoceni artefakti ne smejo zapustiti. Še posebej pa je pomembno, da lahko podatke pridobimo na neporušni, v najslabšem primeru na mikro-porušni način.

Zaradi prenosljivosti spektrometrov v bližnjem infra-rdečem (NIR) področju, neporušnosti zajemanja podatkov in izjemne količine informacij, ki jih vsebujejo NIR spektri, je pristop še posebej primeren za področje materialov kulturne dediščine. Zaradi kompleksnosti spektrov je material najprej potrebno analizirati s klasičnimi analitskimi metodami. Podatke nato koreliramo z NIR spektri s pomočjo vrste naprednih statističnih metod. Razviti model nam nato omogoča napovedi vrste lastnosti neznanih materialov.

V okviru projekta smo razvili vrsto napovedi za papir, črnila in pergament ter dosežke objavili v priznanih revijah. Modele smo umestili v uporabniku prijazen demonstracijski vmesnik, ki omogoča enostavno, hitro in neporušno identifikacijo in karakterizacijo različnih materialov.

Raziskovalni rezultati so spodbudili razvoj izdelka, ki ga bomo pričeli tržiti aprila 2013 in bo prispeval h kvalitetnejšem upravljanju in ohranjanju kulturne dediščine. Opis dosežka oziroma učinka



L1-2401: Uporaba bližnje-infrardeče spektroskopije za identifikacijo in karakterizacijo materialov kulturne dediščine

Družbeno-ekonomski dosežek 2012

Zaradi prenosljivosti spektrometrov v bližnjem infra-rdečem (NIR) področju, neporušnosti zajemanja podatkov in izjemne količine informacij, ki jih vsebujejo NIR spektri, je metodologija posebej primerna za področje materialov kulturne dediščine. Zaradi kompleksnosti spektrov je material najprej potrebno analizirati s klasičnimi analitskimi metodami. Podatke nato koreliramo z NIR spektri s pomočjo vrste naprednih statističnih metod. Razviti model nam omogoča napovedi vrste lastnosti neznanih materialov.

V okviru projekta smo razvili vrsto napovedi lastnosti za papir, črnila in pergament ter dosežke objavili v priznanih revijah. Modele smo umestili v uporabniku prijazen demonstracijski vmesnik, ki omogoča enostavno, hitro in neporušno identifikacijo in karakterizacijo različnih materialov.

Raziskovalni rezultati so spodbudili razvoj izdelka, ki ga bomo pričeli tržiti aprila 2013 in bo prispeval h kvalitetnejšem upravljanju in ohranjanju kulturne dediščine.

