

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/21

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L1-9710
<b>Naslov projekta</b>	PAPERVOC: Hlapne organske snovi v zbirkah kulturne dediščine na papirju - vir informacij ali zdravstveno tveganje?
<b>Vodja projekta</b>	15670 Matija Strlič
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3.150
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje projekta</b>	01.2007 - 12.2009
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	103 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	619 Narodna in univerzitetna knjižnica v Ljubljani
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

1.	Naziv	Nationaal Archief
	Naslov	Prins Willem Alexanderhof 20 NL 2509 LM The Hague The Netherlands
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

**Program raziskovalnega projekta smo v celoti in izjemno uspešno realizirali, s številnimi odmevnimi publikacijami in rezultati.** Projekt je bil razdeljen na pet delovnih sklopov.

**Delovni sklop 1 - Razvoj analiznih tehnik:**

Razvili in optimizirali smo analizne metode za različne tipe hlapnih organskih spojin (HOS) z

metodami aktivnega in pasivnega vzorčenja, za določanje emisij HOS iz materialov zgodovinskega pomena ter za določanje koncentracij v prostorih arhivov in knjižnic. Preverili smo različne adsorbente in njihove lastnosti ter optimizirali pasivno vzorčevanje. Prav tako smo uporabili hladno past, kjer smo HOS dodatno koncentrirali z uporabo SPME. SPME smo uporabili tudi pri neposrednem vzorčevanju, t.j. neposrednem stiku papirja in mikroekstrakcijske igle. **Ta tehnika je popolnoma neporušna, kar omogoča njeno uporabo pri analizi zgodovinskih objektov.** Za identifikacijo HOS in kvantitativno določevanje smo uporabljali plinski kromatograf z masnospektrometričnim detektorjem. Opisane analizne tehnike smo uporabili za delo v okviru delovnih sklopov 2-4.

### **Delovni sklop 2 - HOS v arhivskih skladiščih in ocena zdravstvenega tveganja:**

Opravili smo številne meritve HOS v različnih prostorih, kjer se hranijo zbirke papirnega gradiva in sicer v prostorih Narodne in univerzitetne knjižnice (NUK) v Ljubljani, v prostorih Nacionalnega arhiva (NA) v Hagu, v knjižnici Katedrale Svetega Pavla v Londonu (Wren) in v skladišču Nacionalnega arhiva (TNA) v Kewu. V prostorih NUKa smo vzorčili v štirih različnih skladiščih in sicer: časopisno skladišče, stari tiski, novejše knjige do leta 2000 in novejše knjige do leta 2008. V NA smo vzorčili v škatlah, kjer hranijo papirnato gradivo ter v skladiščih s filtriranim in nefiltriranim zrakom. Opravili smo tudi meritve izpostavljenosti delavcev HOS, ki delajo na petih različnih lokacijah v NA. V TNA smo vzorčili v prezračevanem skladišču in kartonskih škatlah različnih geometrij. Preučili smo tudi okolje izven skladišča. V katedrali smo vzorčevali na treh lokacijah brez prezračevanja in sicer: v glavni, v galeriji, ter v zgodovinski knjižnici.

Meritve smo opravili z več različnimi vzorčevalniki in sicer: SPME mikroekstrakcijsko iglo, SBSE mešalom s sorbentom, SKC pasivnimi vzorčevalniki za aldehide, cevkami za termično desorbcijo polnjenimi s Tenax-om, analizatorji za določanje dušikovih oksidov, ozona in žveplovega dioksida. Na ta način smo določali dušikove okside, ozon, žveplov dioksid, ocetno kislino, heksanal, furfural, formaldehid, acetaldehid, aceton in 2-pentil furan.

Ugotovili smo, da so koncentracije aldehydov v spodnjem ppb območju. Najvišje koncentracije smo določili v neprezračevanih skladiščih z novimi tiski. Ventilacija in filtracija zraka ni imela bistvenega vpliva na koncentracije hlapnih aldehydov, kar smo ugotavljali v NA in TNA.

Ugotovili smo, da je koncentracija aldehydov v škatlah primerljiva s koncentracijami v okolici škatel, opazili pa smo precejšnjo razliko v koncentracijah kislin, ki je bila v škatlah večja, medtem ko je bila koncentracija ostalih plinov z oksidacijskim učinkom nižja. **To odkritje je izjemnega pomena za razumevanje atmosferske kemije v zaprtih prostorih.** Skupna vsebnost vseh HOS in organskih kislin je v škatlah opazno večja kot izven škatel in lahko presega koncentracijo NO<sub>2</sub> tudi za desetkrat. **To je bistveno za razumevanje dolgotrajnega učinka skladiščenja objektov v omejenih prostorih.** Koncentracije, ki so jim izpostavljeni delavci v arhivih in knjižnicah, so nižje od najstrožje določenih mej različnih agencij za zdravje in varnost. Pripravili smo oceno tveganja glede na različne možne spojine in primerjali zakonodajo v Sloveniji, na Nizozemskem, ZDA in EU.

### **Delovni sklop 3 - HOS kot vir informacij:**

Raziskovali smo korelacije med emisijo HOS in kvaliteto papirnatega materiala. V ta namen smo spremljali emisije HOS med razpadom različnih tipov papirjev: filter papir neobdelan in obdelan s 0.01 M Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, ročni papir, lesovinski papir in celulozni papir. HOS smo vzorčili s SPME mikroekstrakcijsko iglo. Rezultati kažejo, da različni papirji emitirajo različne HOS v različnih koncentracijah. Po pričakovanjih lesovinski papir emitira več različnih HOS v večjih koncentracijah v primerjavi s papirji, ki ne vsebujejo lignina. Rezultate smo obdelali z uporabo multivariatne analize in uvedli nov strokovni termin. **Teorijo in aplikacijo degradomike materialov smo opisali v vodilni znanstveni reviji s področja analize kemije Analytical Chemistry.** Publikacija je miela izjemen odmev v znanstvenem tisku (povzetek objavljen v reviji Science) kot tudi v tiskanih medijih (BBC, Times, New York Times itd.). To odkritje omogoča izdelavo prenosnega instrumenta, s katerim bo kvaliteto papirja in objekta moč določiti na podlagi emisij HOS.

Preučevali smo tudi vpliv železozgane tinte na emisije iz papirnatega materiala. Ugotovili smo, da so emisije hlapnih organskih razgradnih produktov manj intenzivne kot v okoliškem papirju, kljub temu, da je tinta vzrok za razgradnjo celuloze v veliki oddaljenosti. Vzrok smo našli v **emisijah reaktivnih kisikovih spojin, najverjetneje vodikovega peroksida.** To odkritje je za končne

uporabnike izjemnega pomena, saj so s tem črnilom napisani najpomembnejši zgodovinski dokumenti, uporabljali pa so ga tudi Levstik, Prešeren, Vodnik, Plečnik in drugi.

#### **Delovni sklop 4 - HOS kot vir razgradnje:**

Ovrednotili smo vpliv HOS na papirni material. Eksperimente smo izvajali z različnimi papirji: papir iz celuloze neobdelan in obdelan s 0.01 M  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , lesovinski papir in celulozni papir

Izbrali smo HOS, ki smo jih identificirali v največjih koncentracijah (to so: očetna kislina, mravljična kislina, furfural, toluen, 1,4-dietilbenzen, izobutil benzol, 2-pentil furan, paraformaldehid, heksanal in vanilin), jih dodali k papirjem v reakcijskih posodah in izpostavili pospešeni razgradnji pri sobni in povišani temperaturi (standardni pogoji 80 °C). V nekatere reakcijske posode smo dodali tudi vodo z namenom opazovati vpliv HOS v prisotnosti visoke zračne vlage.

Rezultati kažejo, da imajo organske kisline velik negativen vpliv na razgradnjo razkisljenega celuloznega papirja, kar je bilo sicer že znano, hkrati pa smo pokazali, da imajo nekateri karbonili podoben negativen efekt. **To spoznanje je bistveno za razumevanje vpliva HOS na obstojnost zgodovinskih dokumentov, saj koncentracije HOS odločilno presegajo koncentracije drugih onesnaževal v skladiščih.**

Opravili smo tudi obsežno serijo eksperimentov, s katerimi smo preverili medsebojni vpliv emisij iz enega tipa papirja na drugega. Ugotovili smo, da lesovinski papir lahko podvoji hitrost razgradnje kvalitetnega celuloznega papirja, če sta v kontaktu. Ugotovili smo, da ima odstranitev kisika ali HOS iz neposredne okolice papirja lahko do 50% pozitiven učinek - te ugotovitve imajo velik vpliv na shranjevanje najbolj pomembnih dokumentov. Kot drugi najpomembnejši material v arhivskih in knjižničnih zbirkah smo preiskovali tudi emisije HOS iz pergamenta. Tudi tu smo našli nova odkritja, in sicer da emisije ustrezajo oksidaciji lipidnih preostankov v materialu, ki imajo lahko na sam material in na okolico negativen učinek.

#### **Delovni sklop 5: Diseminacija**

Rezultate raziskav smo predstavili v obliki 6 izjemno odmevnih znanstvenih člankov, znanstveno in strokovno javnost pa smo z rezultati seznanjali na 9 mednarodnih znanstvenih srečanjih, vključno s sodelovanjem v projektu COST D42 »Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment«, v katerem člani projekta koordinirajo delovno skupino in usklajujejo kratke znanstvene obiske. Za sofinancerja smo pripravili poročilo, ki bo osnova za izdelavo novih mednarodnih smernic in standardov pri skladiščenju materialov v arhivih in knjižnicah. Nadaljnje publikacije so v izdelavi.

## **4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>**

**Zastavljene naloge, ki smo si jih zadali v predlogu raziskovalnega projekta, smo uspešno in v celoti izvedli.** Ugotovili smo, da so **HOS med najpomembnejšimi dejavniki, ki vplivajo na razgradnjo papirja**, zlasti podrobno smo preučili vpliv furfurala, izo-butilbenzola, 1,4-deetilbenzena, očetne kisline, mravljične kisline, toluena, heksanala, 2- pentilfurana, formaldehida in vanilina. Pokazali smo, kako emisije HOS iz papirja vplivajo na njegovo obstojnost in na osnovi naših rezultatov se bodo lahko institucije, ki hranijo knjižnično gradivo lahko odločale za ustrezen način prezračevanja oziroma odstranjevanja HOS iz skladišč. Izmerili smo koncentracije HOS v NUK, NA, TNA in katerdrali Svetega Pavla. **Na podlagi rezultatov smo ocenili primernost prezračevanja, hrambe v kartonastih škatlah in stopnjo ogroženosti za osebe**, ki dela v knjižnicah in arhivih.

Na podlagi rezultatov merjenja HOS, ki zhajajo iz različnih modelnih papirjev, smo opravili eksperimente razgradnje teh papirjev v prisotnosti izbranih HOS, ki smo jih identificirali v največjih koncentracijah. Eksperimente smo izvajali pri različnih temperaturah. Eksperimente preučevanja vpliva HOS na razgradnjo papirja smo razširili tudi na študij poteka razgradnje v primeru, da HOS odstranimo z različnimi adsorbenti.

**Med najpomembnejšimi akademskimi rezultati** pa je uveljavitev nove metodologije raziskovanja razgradnje materialov, t.j. **degradomika**. Z uporabo multivariatnih metod analize in študijem razgradnih produktov imajo raziskovalci na razpolago novo orodje za razumevanje in študij razgradnje materialov, ne samo zgodovinskega pomena, temveč tudi sodobnih polimernih

ali farmacevtskih produktov.
------------------------------

## 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

Povsem v okviru raziskovalnega dela in finančnih zmožnosti smo program raziskovalnega programa razširili tudi na študij emisij HOS iz pergamenta, ki je prav tako pomemben nosilec pisnih informacij. Rezultati raziskave so bili povsem novi in predstavljeni v obliki znanstvenega članka (zaporedna številka 3 pod točko 6).
---

## 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Degradomika materialov: vonj starih knjig
		<i>ANG</i> Non-destructive evaluation of historical paper based on pH estimation from VOC emissions
	Opis	<i>SLO</i> V članku smo predstavili inovativen pristop za študij razgradnje materialov (degradomika), še posebej papirjev zgodovinskega pomena. Osnova študije so bile hlapne spojine, ki izhajajo iz papirja. Njihova prisotnost in vsebnost je bila s pomočjo multivariatne analize korelirana z vsebnostjo najpomembnejših komponent papirja (kot so smole, lignin, karbonilne skupine, stopnja polimerizacije celuloze, kislost papirja), ki so pomemben pokazatelj stanja papirjev.
		<i>ANG</i> We successfully transferred and applied -omics concepts to the study of material degradation, in particular historic paper. Using supervised and unsupervised methods of multivariate data analysis, we were able to quantitatively correlate volatile degradation products with properties important for the preservation of historic paper: rosin, lignin and carbonyl group content, degree of polymerization of cellulose, and paper acidity.
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija, THOMAS, Jacob, TRAFELA, Tanja, CSEFALVAYOVA, Linda, KRALJ CIGIČ, Irena, KOLAR, Jana, CASSAR, May. Material degradomics : on the smell of old books. Anal. chem. (Wash.). [Print ed.], 2009, vol. 81, no. 20, str. 8617-8622, doi: 10.1021/ac9016049.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	29134853
2.	Naslov	<i>SLO</i> Neporušna evaluacija historičnih papirjev na osnovi ocene pH iz emisij HOS
		<i>ANG</i> Material degradomics : on the smell of old books
	Opis	<i>SLO</i> Emisije furfurala in očetne kisline med razgradnjo celuloze smo določili s pomočjo uporabe mikroekstrakcije na trdni fazi in plinske kromatografije sklopljene z masno spektroskopijo. Razvili smo dve metodi vzorčenja: vzorčenje atmosfere nad vzorcem in kontaktno vzorčenje. Pokazali smo, da emisije furfurala korelirajo s pH papirja, kar pomeni, da lahko neporušne določitve furfurala uporabimo za določitev pH zgodovinskega papirja.
		<i>ANG</i> The emissions of furfural and acetic acid from cellulose were studied using solid-phase micro-extraction (SPME) in combination with gas chromatography-mass spectrometry. While a number of VOCs are emitted from paper under conditions of natural or accelerated degradation, two compounds were confirmed to be of particular diagnostic value: acetic acid and furfural. The emissions of furfural are shown to correlate with pH of the cellulosic environment.
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, KOLAR, Jana, BRUIN, G. de, PIHLAR, Boris. Non-destructive evaluation of historical paper based on pH estimation from VOC emissions. Sensors, 2007, vol. 7, str. 3136-3145.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	33296901
3.	Naslov	<i>SLO</i> Oksidacija lipidov v pergamentu
		<i>ANG</i> Autoxidation of lipids in parchment
		Z analizo atmosfere, ki obdaja pergament med oksidacijo, smo dokazali da se tvorijo hlapni aldehidi, ki so lahko produkti razgradnje maščob. Oksidirane

	Opis	SLO	pergamente smo dodatno preučevali s kemoluminiscenco in na ta način določili stopnjo oksidacije različno razmaščenih pergamentov. Dokazali smo, da sta nastanek peroksidov in količina emitiranih aldehydov povezana z vsebnostjo maščob v pergamentu.
		ANG	Using gas chromatographic analysis of the atmosphere surrounding parchment during oxidation, we provide the experimental evidence on the production of volatile aldehydes, which can be the products of lipid autoxidation. Oxidation of parchment with different aldehyde emissions was additionally followed in situ using chemiluminometry and the same techniques were used to evaluate the oxidation of differently delipidised parchment.
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, RABIN, Ira, KOLAR, Jana, PIHLAR, Boris, CASSAR, May. Autoxidation of lipids in parchment. Polym. degrad. stab.. [Print ed.], 2009, vol. 94, no. 6, str. 886-890, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2009.03.003.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	30426117	
4.	Naslov	SLO	Emisije reaktivnih kisikovih spojin med razgradnjo železozgalne tinte
		ANG	Emission of reactive oxygen species during degradation of iron gall ink.
	Opis	SLO	Železozgalna črnila vsebujejo visoke koncentracije kislin in prehodnih kovin, ki pospešujejo kislinsko katalizirano hidrolizo in oksidacijo. Pokazali smo, da so emisije hlapnih organskih razgradnih produktov manj intenzivne kot v okoliškem papirju, kljub temu, da je tinta vzrok za razgradnjo celuloze v veliki oddaljenosti. Vzrok smo našli v emisijah reaktivnih kisikovih spojin, najverjetneje vodikovega peroksida.
		ANG	Iron gall inks are characterised by high contents of acids and transition metals, promoting degradation of cellulose due to hydrolysis and oxidation, respectively. We showed that while the emissions of volatile degradation compounds from inks are less intense than those of surrounding paper, ink does promote the degradation of cellulose across big distances. We were able to link this to emission of reactive oxygen species, probably hydrogen peroxide.
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija, MENART, Eva, KRALJ CIGIČ, Irena, KOLAR, Jana, BRUIN, G. de, CASSAR, May. Emission of reactive oxygen species during degradation of iron gall ink. Polym. degrad. stab.. [Print ed.], 2010, vol. 95, no. 1, str. 66-71, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2009.10.011	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	33496837		
5.	Naslov	SLO	Hlapni aldehydi v knjižnicah in arhivih
		ANG	Volatile Aldehydes in Libraries and Archives.
	Opis	SLO	Hlapni aldehydi nastajajo med razgradnjo materialov iz papirja. Da bi preverili izpostavljenost zaposlenih hlapnim aldehydom, smo pet zaposlenih opremili s pasivnimi vzorčevalniki. V skladiščih smo opazili, da so koncentracije HOS in ocetne kisline neprimerno večje od koncentracij zunanjih onesnaževal, še posebno v notranjosti arhivskih škatel. Zunanji polutanti so večkrat predmet rutinskih študij v povezavi z kulturno pomembnimi materiali, kar pa ne velja za HOS.
		ANG	Volatile aldehydes are produced during degradation of paper-based materials. Five employees were also provided with personal passive samplers to investigate employees' exposure to volatile aldehydes. It was evident that in repositories and particularly in archival boxes, the concentration of VOCs and acetic acid was much higher than the concentration of outdoor-generated pollutants. This indicates that further work on the pro-degradative effect of VOCs on heritage materials is necessary.
	Objavljeno v	FENECH, Ann, STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, LEVART Alenka, GIBSON, Lorraine T., BRUIN, Gerrit de, NTANOS Konstantinos, KOLAR, Jana, , CASSAR, May. Volatile Aldehydes in Libraries and Archives. Atm. Environ., in press.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	11111111		

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Prenos znanja iz zornega kota uporabnika: raziskave na področju hlapnih organskih spojin v praksi
		ANG	Transfer of knowledge from a stakeholder's perspective: volatile organic compounds research in practice
	Opis	SLO	Predstavniki sofinancerja je v vabljenem predavanju predstavil najpomembnejše dosežke raziskovalnega projekta in izpostavil njihov pomen za varovanje kulturne dediščine. Pred številno publiko je izpostavil pomen mednarodnega sodelovanja in pomen raziskave za lastno institucijo ter za razvoj mednarodnih standardov in dobrih praks pri hranjenju arhivskih in knjižničnih zbirk.
		ANG	In an invited talk, the end-user representative introduced the most important achievements of the research project and stressed their importance in safeguarding cultural heritage. In front of a numerous audience, he stressed the value of international collaboration and of the research for his own institution and for development of international standards and good practices in conservation of archival and library collections.
	Šifra	F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Objavljeno v	BRUIN, G. de, STEEMERS, Ted, STRLIČ, Matija, KOLAR, Jana, KRALJ CIGIČ, Irena. Knowledge transfer from a stakeholder perspective : research on organic volatiles in archival collections meets practice. V: KOLAR, Jana (ur.), STRLIČ, Matija (ur.). Cultural heritage meet practice : book of abstracts : conference preprints. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica, 2008, str. 217-218. [COBISS.SI-ID 30114309]	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
COBISS.SI-ID	30114309		
2.	Naslov	SLO	Hlapni razgradni prstni odtis zgodovinskega papirja
		ANG	Volatile 'degradic' fingerprinting of historical paper
	Opis	SLO	Pred več kot 200 uporabniki smo v elitni ustanovi (Britanski Muzej) predstavili raziskavo, ki je kasneje vodila v objavo v reviji Analytical Chemistry. Serija kongresov "Mass spectroscopy and chromatography users group" združuje več sto uporabnikov tehnike pri študiju zgodovinskih materialov.
		ANG	In front of more than 200 end-user representatives in an elite institution (British Museum), the research was presented, which later led to the publication in Analytical Chemistry. The congress series "Mass spectroscopy and chromatography users group" represents an association of several hundred users of this technique in studies of historic materials.
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Objavljeno v	TRAFELA, Tanja, STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, KOLAR, Jana, PIHLAR, Boris. Volatile 'degradic' fingerprinting of historical paper : [lecture]. V: MaSC 2009 meeting, Clore Education Centre, British Museum, London, UK, 2-3 april 2009. Abstracts. [S. l.: s. n.], 2009, str. 25. [COBISS.SI-ID 30382853]	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
COBISS.SI-ID	30382853		
3.	Naslov	SLO	Vloga hlapnih organskih spojin pri razgradnji papirja
		ANG	The role of volatile organic compounds in paper degradation
	Opis	SLO	Pred številnimi končnimi uporabniki smo predstavili bistvene rezultate raziskave in poudarili pomen pri dolgotrajnem hranjenju zbirk kulturne dediščine, predvsem pri razvoju CEN standardov. Diskusije teh standardov so namreč trenutno v polnem razmahu in naše raziskave bodo pomembno prispevale k formulaciji tehničnih potreb po kvaliteti zraka v skladiščih.
		ANG	At a conference attended by many end-users, the most important results of the research project were presented, particularly in view of development of new environmental standards in the partner institutions itself, and in CEN

		bodies. The CEN discussions are namely fully developed and our research will contribute to forumation of technical issues in air quality in repositories.
Šifra		F.31 Razvoj standardov
Objavljeno v		STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, KOLAR, Jana, BRUIN, G. de, STEEMERS, Ted. The role of volatile organic compounds in paper degradation : [oral presentation]. V: STRLIČ, Matija (ur.), KOLAR, Jana (ur.). Durability of paper and writing 2 : book of abstracts : 2nd international symposium and workshops, Ljubljana, Slovenia, July 7-9, 2008. Ljubljana: Faculty of Chemistry and Chemical Technology, 2008, str. 28-29, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 29640965]
Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID		29640965
4.	Naslov	SLO Vonj razgradnje: degradomika materialov - nov koncept
		ANG The scent of degradation : material degradomics, a new concept
	Opis	SLO Predstavili smo princip degradomike materialov in koncept razvoja nove tehnologije za prepoznavanje in ugotavljanje kvalitete materialov med njihovo razgradnjo, na osnovi uporabe prenosne in neporušne instrumentacije in detekcije hlapnih spojin, ki iz materialov izhajajo med njihovo razgradnjo.
		ANG The basic principles of material degradomics were presented, leading to development of a new technique for identification and quality assessment of historic materials during degradation. On the basis of this development, new non-destructive and portable instrumentation can be developed for the purpose.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija, THOMAS, Jacob, TRAFELA, Tanja, CSEFALVAYOVA, Linda, KRALJ CIGIČ, Irena. The scent of degradation : material degradomics, a new concept : [lecture]. V: COST D42 ENVIART WG2 Meeting, 21-22.09.2009, Sibiu, Romania. Modeling of the historic environment and of materials. [S. l.: s. n.], 2009, f. 1. [COBISS.SI-ID 33268997]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	33268997
5.	Naslov	SLO Papirna dediščina: pregled Evropskih projektov
		ANG Paper heritage: overview of recent European research projects
	Opis	SLO V vabljenem predavanju smo opravili pregled pridobljenega znanja in znanstvenih spoznanj na področju znanosti za dediščino, ki predstavlja področje znanosti v hitrem razvoju. V okviru tega pregleda smo predstavili tudi rezultate projekta PaperVOC in jih umestili v raziskovalne napore v okviru projektov Okvirnega programa in drugih mednarodnih projektov. S stališča pomembnosti rezultatov, projekt paperVOC gotovo pomembno izstopa.
		ANG In the invited presentation, we presented an overview of knowledge and scientific findings in the rapidly developing heritage science domain. In the frame of this overview, we presented the PaperVOC project and benchmarked it against Framework Projects and other international initiatives. From the viewpoint of significance, the PaperVOC project is among the most influential ones.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	STRLIČ, Matija. Paper heritage: overview of recent European research projects : [lecture]. V: COST D42 WG2 Meeting, National Library of Spain, Madrid, Spain, 11-12 March, 2010. "Preservation and challenges in libraries, museums and archives: environmental controls and analytical diagnostics". [S. l.: s. n.], 2010, str. [1-3]. [COBISS.SI-ID 33865989]
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID	33865989

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Projekt PaperVOC je bil izjemno pomemben tudi s stališča komunikacije znanosti. Med zlasti pomembnimi dosežki je potrebno omeniti, da je bila publikacija "STRLIČ, Matija, THOMAS, Jacob, TRAFELA, Tanja, CSEFALVAYOVA, Linda, KRALJ CIGIĆ, Irena, KOLAR, Jana, CASSAR, May. Material degradation : on the smell of old books. Anal. chem. (Wash.). [Print ed.], 2009, vol. 81, no. 20, str. 8617-8622, doi: 10.1021/ac9016049." še isti teden izpostavljena na strani Ameriškega kemijskega društva kot ena izmed petih najbolj zanimivih publikacij tedna (izbrana med več 10000), v isti številki pa je izšel tudi kratek "raziskovalni profil" skupine. To je izjemna čast, ki pa je bila tudi zelo odmevna.

Še isti dan je novico povzel BBC, nato so sledile objave v časnikih The Times, Guardian, New York Times, in več deset tiskanih medijih, koordinator pa je imel številne intervjuje in predstavitve na popularnih sejmih znanosti.

Raziskava je bila povzeta tudi v revijah Nature in Science.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Hlapne organske spojine (HOS) v večjih količinah nastajajo med razgradnjo papirja tudi pri sobni temperaturi. Raziskave v okviru projekta so pokazale, da izhajajo predvsem aldehidi in različne organske kisline. Zato je določanje HOS v zbirkah kulturne dediščine na papirju pomembno iz več vidikov:

-HOS lahko kvarno vplivajo na kvaliteto delovnega okolja, saj je za furfural, ki je pomemben produkt razgradnje, znano, da pri kronični izpostavljenosti povzroča glavobol, vrtoglavico in otekanje respiratornih poti. V ta namen smo na osnovi rezultatov projekta ocenili zdravstveno tveganje za ljudi, ki se zadržujejo v prostorih, kjer se hranijo zbirke kulturne dediščine na papirju in ugotovili, da so koncentracije HOS pod najstrožje določenimi mejami.

-HOS pospešujejo razgradnjo materialov, zato so v okviru projekta potekale študije vpliva HOS na razgradnjo različnih vrst papirja. Pri tem nismo zanemarili tudi učinka navzkrižne kontaminacije, kjer imajo emisije HOS iz enega objekta kvarne učinke na trajnost bližnjega predmeta.

-HOS so nosilci informacij o kvaliteti materiala. Rezultati namreč kažejo, da obstaja povezava med emisijo furfurala in kislostjo papirja, ki je najpomembnejši pokazatelj trajnosti papirja.

ANG

It is well known that volatile organic compounds (VOCs) are formed during paper degradation, in appreciable amounts also at room temperature. In research studies the presence of aldehydes (formaldehyde and acetaldehyde), and a number of volatile organic acids was indicated. Therefore determination of VOCs in the cultural heritage collections is important at several aspects:

-VOCs can have negative effect upon the quality of working environment, as for furfural, which is important degradation product, is known that chronic exposure can lead to headache, nausea and swelling of respiratory tract. Therefore on the basis of project results health risk for persons, who work in collection rooms, was evaluated and was found out that VOCs concentrations are below even the most stringent limits.

-VOCs can cause a faster decay of paper material, thus in the frame of project studies of VOCs influence on paper durability was performed. At the same time, negative cross contamination effect on nearby items was considered.

-VOCs can carry information about the quality of the material. Results show that there is a link between furfural emission and paper acidity. This is important, as acidity is probably the most important parameter in paper durability.

### 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Med najbolj pomembnimi rezultati je uveljavitev slovenskih raziskovalcev na področju raziskav obstojnosti materialov in analzne kemije in karakterizacije materialov in okolja. S projektom PaperVOC smo pokazali, da lahko tudi s projektom sorazmerno majhnega obsega dosežemo veliko prepoznavnost.

Papir je eden najpomembnejših nosilcev kulturne dediščine in njegovo ohranjanje je bistveno za ohranitev zgodovinskih informacij. Raziskave v okviru projekta so na inovativen način omogočile informacije o materialni kvaliteti birk kulturne dediščine. Hlapne organske spojine, ki izhajajo iz papirja so namreč nosilec pomembnih informacij o kvaliteti papirja. Ker merjenje hlapnih organskih spojin lahko poteka na popolnoma neporušen način, so idealne za študij materialov kulturne dediščine. Hkrati smo pridobili tudi informacije o kvaliteti delovnega okolja



v prostorih, ker so shranjene zbirke kulturne dediščine na papirju. Raziskava organskih hlapnih spojin v knjižnicah in arhivih so dale potrebne podatke upravljalcem teh zbirk, osebju, ki z zbirkami dnevno rokuje, ter konzervatorjem, ki skrbijo za ohranjanje zbirk. Podatki so bili uporabljeni tudi za oceno zdravstvenega tveganja zaposlenih in obiskovalcev prostorov, v katerih so zbirke.

ANG

Paper is one of the most important carriers of the cultural heritage, and its preservation is of vital importance to preserve the historical information. Research in the frame of the project is innovative way to get data about material quality of the cultural heritage collections. Volatile organic compounds emitted from the paper are owner of important information about paper quality. As measurements of volatile organic compounds can be performed on a completely non-destructive manner, they are ideal for studies of cultural heritage materials. At the same time also data about working environment were collected in the rooms, where cultural heritage collections are stored. The research on volatile organic compounds in libraries and archives provides important data to collection managers, staff handling the collection on the daily basis, and conservators, who care for collection preservation of the collections. The data were used for evaluation of health risks of employed and visiting persons in the rooms with collections.

### 10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	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"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	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"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	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"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	

Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
Rezultat	<input type="text"/>
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

Poudariti želimo, da je projekt PaperVOC izjemen primer uspešnega prenosa v prakso, saj je bilo sodelovanje s sofinancerjem ves čas projekta zelo uspešno, pridobljeno znanje pa je neposredno pripomoglo k izboljššanju pogojev hranjenja in razumevanju procesov na zelo praktičnem nivoju.

**11. Samo za aplikativne projekte!**

**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Izboljšanje delovanja administracije					

G.04.03.	in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
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"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

### Komentar

Raziskava vodi k izboljšanju javne uprave in administracije in zmanjšanju porabe energije pri optimizaciji pogojev hranjenja zbirk dediščine. Zaradi izboljšane obstojnosti se bo dvignila možnost dostopa ki informacijam, kar vpliva na kvaliteto življenja in bistveno vpliva na ohranjanje nacionalne kulturne dediščine. Z uvajanjem novih tehnologij smo odprli vrata novim izdelkom, zlasti na področju instrumentacije za določanje kvalitete zraka in neporušne instrumentacije za soločanje kvalitete gradiva. Raziskava je dala številna gradiva, ki bodo izboljšala pedagoški proces, predvsem v visokošolskem izobraževanju.

## 12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>11</sup>

1.	<b>Sofinancer</b>	Nationaal Archief		
		<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>	26.680,00	<b>EUR</b>
		<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>	25,00	<b>%</b>
		<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>
	1.	STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIĆ, Irena, KOLAR, Jana, BRUIN, G. de, PIHLAR, Boris. Non-destructive evaluation of historical paper based on pH estimation from VOC emissions. Sensors, 2007, vol. 7, str. 3136.		A.01
	2.	STRLIČ, Matija, THOMAS, Jacob, TRAFELA, Tanja, CSEFALVAYOVA, Linda, KRALJ CIGIĆ, Irena, KOLAR, Jana, CASSAR, May. Material degradomics : on the smell of old books. Anal. chem., 2009, str. 8617.		A.01
	3.	STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIĆ, Irena, RABIN, Ira, KOLAR, Jana, PIHLAR, Boris, CASSAR, May. Autoxidation of lipids in parchment. Polym. degrad. stab., 2009, vol. 94, no. 6, str. 886..		A.01
	4.	STRLIČ, Matija, MENART, Eva, KRALJ CIGIĆ, Irena, KOLAR, Jana, BRUIN, G. de, CASSAR, May. Emission of reactive oxygen species during degradation of iron gall ink. Polym. degrad. stab., 2010, str. 66.		A.01

	5.	FENECH, Ann, STRLIČ, Matija, KRALJ CIGIČ, Irena, LEVART Alenka, GIBSON, Lorraine T., BRUIN, Gerrit de, et.al. Volatile Aldehydes in Libraries and Archives. <i>Atm. Environ.</i> , in press.	A.01
<b>Komentar</b>	All project aims were achieved. The results are significant both from the scientific and academic point of view, and also from the end-user point of view. New analytical methods and techniques were invented and the obtained data represent a significant step forward in our understanding of indoor-generated pollution in archives and libraries. Along with scientific papers in the most prestigious peer reviewed journals, a number of conference presentations at scientific and expert conferences were held demonstrating the globally leading role of the research team. The results had a significant public appeal and the research was featured in more than 50 newspapers, journals, and broadcast media, and at science fairs. For end-user institutions, the results represent a step-change in how indoor pollution is mitigated, and perceived by employees, as it was shown that the concentrations should have no adverse effect on health.		
<b>Ocena</b>	We hereby confirm that the activities in the frame of the research project L1-9710 have completed and are in accordance with the extent, dynamics and quality as agreed in the contract between Nationaal Archief (Co-financing party), Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo (Principal research institution) and Narodna in univerzitetna knjižnica (Partner research institution). The results obtained during the research in this project are of high significance and will have an important impact on collection care at our institution, but also on environmental guidelines and standards currently in development.		
2.	<b>Sofinancer</b>		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	<b>Komentar</b>		
	<b>Ocena</b>		
3.	<b>Sofinancer</b>		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		

	4.		
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>			

### 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, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> 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:

Matija Strlič	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

6.4.2010

#### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/21

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

**Naslov:** Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

**Opis:** Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

**Objavljeno v:** OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

**COBISS.SI-ID:** 1920113 [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen



rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> 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](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Rubrike izpolnite/prepišite 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00

9F-55-CE-6F-72-89-DE-72-C7-E5-15-5B-4B-ED-1E-84-68-26-07-7E