

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/68



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	Z2-4151
<b>Naslov projekta</b>	Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja
<b>Vodja projekta</b>	27558 Silvo Hribernik
<b>Tip projekta</b>	Z Podoktorski projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3400
<b>Cenovni razred</b>	A
<b>Trajanje projekta</b>	07.2011 - 06.2013
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 2. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

V okviru podoktorskega projekta smo razvili kompozitne celulozne substrate z magnetnimi nano delci (magnetit, kobaltov ferit). Metoda oplaščenja vlaken je temeljila na predhodni aktivaciji osnovnega materiala, tj. regeneriranih celuloznih vlaken in celulozne pulpe z namenom izboljšanja interakcije med celuloznim substratom ter in situ sintetiziranim ali adsorbiranim anorganskim delcem. V okviru raziskave smo proučili postopke predobdelave vlaken z namenom doseganja učinkovitih in trajnih nanoprevlek

ter določili vpliv predobdelave na strukturne spremembe in lastnosti vlaken. S študijem postopkov in pogojev aktivacije vlaken smo opredelili optimalne pogoje postopka predobdelave, kar je omogočilo oblikovanje nanodelcev ne le na površini vlakna, ampak tudi v njegovi notranjosti. Proučili smo še vplive pogojev oblikovanja nanodelcev oziroma nanoprevlek različne funkcionalnosti na učinkovitost, homogenost in trajnost prevlek. Raziskava v okviru podoktorskega projekta *Razvoj magnetnih in prevodnih celulozних materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja* predstavlja teoretični in praktični prispevek na področju razvoja nano-modificiranih celulozних substratov s pomočjo in situ precipitacije in adsorpcije delcev za doseganje novih funkcionalnosti nosilnega materiala. Cilj projekta je bil razvoj in študij postopkov aktivacije celulozних substratov ter razvoj sinteznih postopkov za oblikovanje magnetnih delcev, prirejenih celulozним vlaknom; dosežena boljša dostopnost in reaktivnost vlaken in s tem spremenjena površinska morfologija in spremembe v nadmolekulski strukturi ter mikrostrukturi vlaken omogočajo kontrolirano sintezo delcev na površini in v notranjosti polimera. Na takšen način smo zagotovili optimalno funkcionalnost, ki jo izkazujejo nano-modificirana celulozna vlakna; magnetne lastnosti in magnetni odziv celulozних vlaken kot posledica prisotnosti magnetnih delcev (magnetit, kobaltov ferit).

ANG

Composite cellulosic fibrous material with inorganic nano particles were developed in the scope of the postdoctoral project. Cellulose fibres are combined with custom-synthesized nano particles of magnetite and cobalt ferrite. Coatings procedures with nano particles were based on the previous activation of the cellulose fibres, with an aim to improve the interaction between the cellulose substrate and the in situ synthesized or pre-formed adsorbed particles. We studied the pre-treatment/activation procedures of cellulose fibres and determined the optimal process conditions for activation of their structure and chemical reactivity, in order to ensure the subsequent formation of nano particle not only on the surface of fibres, but in their interior as well. In accordance with this, we simultaneously studied the conditions of nano particle nucleation and growth from the point of view of the carrier substrate (cellulose fibres) and how that affects the structural features of particles, their functional properties and durability of the formed nano coatings. Research, conducted within the frame of the post-doctoral project *Development of magnetic and conductive cellulosic materials for absorption of electromagnetic waves*, presents a theoretical as well as a practical contribution to the field of development of new, nano-modified cellulose materials via coatings with nano particles, implementing in situ synthesis and adsorption of pre-formed particles. Objective of the project was a development and study of pre-treatment processes for cellulose substrates' activation and development of synthesis procedures for magnetic particle formation, which were adapted to the cellulose fibres; increased accessibility and reactivity of fibres with an accompanying changes in surface morphology and supramolecular structure enabled controlled synthesis of particles on the exterior and interior of cellulose polymeric substrates. In such a way, we were able to achieve optimal functionality of the nano-modified cellulose fibres; magnetic properties and magnetic response due to the presence of magnetic particles (magnetite, cobalt ferrite).

### 3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>

Cilj projekta je razvoj in študij postopkov aktivacije celulozних substratov ter razvoj sinteznih postopkov za oblikovanje magnetnih delcev, prirejenih celulozним vlaknom. Dosežena boljša dostopnost in reaktivnost vlaken in s tem spremenjena površinska morfologija in spremembe v nadmolekulski strukturi ter mikrostrukturi vlaken omogočajo kontrolirano sintezo delcev na površini in v notranjosti polimera. Poudarek

raziskave je bil predvsem na študiju oblikovanja delcev s stališča aktivirane nadmolekulske strukture vlaken in njihove površinske morfologije, ki narekuje formacijo delcev in služi kot nukleacijsko mesto; končni cilj je bil razvoj magnetnih vlaknatih celuloznih materialov. Za doseganje magnetnih lastnosti celuloznih vlaken smo uporabili mehke magnetne delce (magnetit) ter trdne magnetne delce (kobaltov ferit). Sistem s celuloznimi vlakni, zaradi njihovih lastnosti (termična občutljivost, neobstojnost v kislih medijih, itd.) predstavlja določene omejitve pri sintezi delcev, kar pomeni, da je bilo v prvi vrsti potrebno modificirati obstoječe postopke so-obarjanja delcev; prvi del raziskave je tako predstavljal podroben študij sinteze delcev magnetita (eden od najpomembnejših predstavnikov magnetnih železovih oksidov). V sinteznih postopkih smo spreminjali molarno razmerja železovih soli, ki služijo kot prekursor in zaporedja ter način dodajanja reagentov v reakcijski sistem. Na podlagi določanja velikosti kristalitov magnetita, elektroforetične mobilnosti in velikosti aglomeratov v vodnih disperzijah ter njihovih magnetnih lastnosti, lahko zaključimo: (i) s postopkom nadzorovanega dodajanja katalizatorja v raztopino železovih soli smo sintetizirali delce z večjimi kristaliti, v primerjavi z ostalima dvema postopkoma. Večji delci dajejo višje vrednosti nasičene magnetizacije, prav tako pa se ponašajo z višjo stabilnostjo v vodnih disperzijah; (ii) molarno razmerje med dvovalentnimi in trivalentnimi železovimi ioni vpliva na velikosti kristalitov nastalih delcev. V primeru nestehiometričnih razmerij, kjer v reakcijskem sistemu obstaja presežek dvovalentnih železovih ionov, nastajajo večji delci. Ta dejavnik zahteva pozornost še posebej v primeru izvedb sintez v prisotnosti kisika, zaradi česar lahko pride do prezgodnje oksidacije raztopin dvovalentnih železovih soli; (iii) postopek so-obarjanja z dodajanjem raztopine prekursorja v raztopino katalizatorja ter postopek takojšnjega mešanja prekursorja in katalizatorja se zdita manj primerna za aplikacijo na vlakna iz vidika nezadostnega nadzora nad nastankom delcev, medtem ko je slabost postopka z nadzorovanim dodajanjem katalizatorja v raztopino železovih soli nizki pH v začetni fazi reakcije. Drugi del raziskave bo predstavljal študij nadmolekulske strukture in površinskih lastnosti vlaknatih materialov, predvsem s stališča njihovih absorpcijskih/adsorpcijskih lastnosti. Vlaknate celulozne substrate - regenerirana celulozna vlakna in lesna pulpa - smo aktivirali s postopki nabrekanja ter zasledovali izboljšanje njihovih absorpcijskih zmogljivosti, z namenom zagotavljanja čim večjega navzemanja raztopin prekursorjev za nano delce, ki posledično zagotavlja visoko vsebnost delcev na površini in v notranjosti vlaken. Vlakna smo predobdelali z dvema različnima koncentracijama vodne raztopine natrijevega hidroksida ( $w_{\text{NaOH}} = 5\%$  in  $w_{\text{NaOH}} = 18\%$ ) ter jih posušili na različne načine (sušenje na zraku in liofilizacija z dvema načinoma zamrzovanja). Na podlagi analize strukture vlaken po predobdelavah lahko zaključimo: (i) nabrekanje vlaken v vodni raztopini natrijevega hidroksida nižje koncentracije ( $w_{\text{NaOH}} = 5\%$ ), ne glede na postopke sušenja, ne vpliva na njihovo kristalino strukturo, kar kažejo rezultati širokokotna rentgenske analize, medtem ko nabrekanje v raztopini natrijevega hidroksida višje koncentracije ( $w_{\text{NaOH}} = 18\%$ ) povzroči spremembe v kristalnosti predobdelanih vlaken. V primeru raztopine natrijevega hidroksida ( $w_{\text{NaOH}} = 18\%$ ) so se zmanjšale intenzitete maksimumov kristalografskih ravnin v sipalnih krivuljah, iz česar sklepamo na zmanjšanje stopnje kristalnosti; (ii) vpliv predobdelav na delež por, njihovo velikost in površino je odvisen od koncentracije uporabljene raztopine natrijevega hidroksida in postopka sušenja ter zamrzovanja v primeru liofilizacije. Vlakna, ki smo jih predobdelali z raztopino NaOH ( $w_{\text{NaOH}} = 5\%$ ) in posušili na zraku, izkazujejo nižji delež por in površino por, medtem ko se velikost por poveča. Obdelava z raztopino natrijevega hidroksida ( $w_{\text{NaOH}} = 5\%$ ) v kombinaciji z liofilizacijo pa pri obeh načini

zamrzovanja poviša delež por, prav tako pa tudi njihovo velikost in površino. Nabrekanje v raztopini natrijevega hidroksida ( $w_{\text{NaOH}} = 18\%$ ) ne glede na postopke sušenja poveča delež por v vlaknih, prav tako njihovo površino, medtem ko se velikost por zniža v primerjavi z neobdelanimi vlakni pri sušenju na zraku in liofilizaciji s hitrim zamrzovanjem; (iii) med neobdelanimi in predobdelanimi vzorci se kažejo velike razlike v morfoloških površinskih lastnostih. Sušenje na zraku vlaken, obdelanih v raztopini NaOH ( $w_{\text{NaOH}} = 5\%$ ), ne vpliva na spremembo videza površine, medtem ko postane z liofilizacijo površina vlaken hrapava in najedkana. Ta učinek je v primeru obdelave z raztopino natrijevega hidroksida ( $w_{\text{NaOH}} = 18\%$ ) še izrazitejši. Z zamrzovanjem in liofilizacijo najedkamo gladko površino neobdelanih viskoznih vlaken. Oplaščanje aktiviranih vlaknatih materialov z nano delci je potekalo na dva načina; in situ sinteza različnih delcev v prisotnosti vlaken ter adsorpcija predhodno sintetiziranih delcev iz stabilnih disperzij, kjer smo z manjšanjem van der Waalsovih in večanjem odbojnih Coulombovih interakcij zagotovili visoko površino delcev. Predobdelava vlaken in sintezni pogoji so vplivali na morfologijo plasti delcev (pokritost vlaken) ter na njihove lastnosti: (i) postopki oblikovanja slojev delcev magnetita na vlaknih z dodajanjem mešanice železovih soli v reakcijski sistem daje v primeru neobdelanih vlaken in vlaken sušenih na zraku neenakomerne plasti delcev s prisotnimi večjimi aglomerati, medtem ko je površina liofiliziranih vlaken bolj enakomerno pokrita. pH vrednost takšnega reakcijskega sistema je višja od 10. Vlakna kot tudi nastali delci so negativno nabiti. Nižja elektronegativnost liofiliziranih vlaken (tj. nižja vrednost zeta potenciala) omogoča lažje približevanje delcev z negativnim nabojem in posledično bolj enakomerne plasti delcev; (ii) impregnacija vlaken z raztopino železovih soli in kasnejšim dodatkom amonijevega hidroksida daje zelo enakomerne plasti delcev v primeru liofiliziranih vlaken s celotno pokritostjo površine, medtem ko so neobdelana in na zraku sušena vlakna le deloma pokrita z manjšimi aglomerati; (iii) postopek, pri katerem impregniramo vlakna z mešanico železovih soli, ki smo ji zvišali pH vrednost na 4,5, daje vlakna z najbolj enakomerno pokritimi površinami. Pri tem postopku je pH vrednost raztopine prekursorja dovolj visoka, da dovoljuje impregnacijo in kasnejšo rast delcev, pri čemer ne pride do nezaželenega poslabšanja mehanskih lastnosti kot posledice kisle obdelave. Realni sistemi celuloznih vlaken predstavljajo zelo kompleksno okolje, kar je posledica nehomogenosti samega celuloznega substrata ter sestave reakcijskih sistemov oz. obdelovalnih kopeli; v ta namen smo študirali tudi izdelavo modelnih celuloznih filmov ter in situ spremljali adsorpcijo modelnih delcev na njih. V podoktorskem projektu smo prvič prikazali nadzorovano in situ oplaščanje regeneriranih celuloznih vlaken, kjer aktivirana nadmolekulska struktura in morfologija vlaken diktirata rast delcev strukturo tvorjenih plasti. Dokazali smo, da aktivirana vlakna z odprtim pornim sistemom služijo kot učinkovita funkcionalizacijska platforma za izdelavo magnetnih celuloznih nanokompozitov z odličnimi magnetnimi lastnostmi. Razviti procesi aktivacije in oplaščanja vlaken imajo visok potencial za prenos v industrijsko okolje, saj jih lahko integriramo v obstoječe predelovalne procese za celulozna vlakna ter jih naknadno predelamo v različne forme (preje, koprene,...). Poleg izvirnih znanstvenih dosežkov se izvedena podoktorska raziskava ponaša z izrazito tehnološko aplikativnostjo. Del raziskav smo izvedli v sodelovanju z Univerzo Karl-Franzens v Gradcu (Avstrija) ter Inštitutom Fraunhofer v Potsdamu (Nemčija); s Karl-Franzens univerzo smo sodelovali pri detajlni karakterizaciji koloidnih magnetnih delcev, na Fraunhofer inštitutu pa smo raziskovali nadmolekulsko strukturo (porne sistem) različno aktiviranih vlaken.

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih

**raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>**

Delo v sklopu projekta "Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja" je potekalo v skladu z zastavljenim terminskim planom in raziskovalnimi mejniki. Opravljeno delo in doseženi rezultati sledijo in v celoti potrjujejo zastavljene hipoteze (vpliv nadmolekulske strukture celuloznih regeneriranih vlaken na nukleacijo in rast delcev ter posledično na njihovo funkcionalnost, tj. magnetne lastnosti). Raziskava je bila razdeljena v tri dele; predobdelava viskoznih vlaken z namenom aktivacije njihove površine ter povečanja pornega sistema s čimer izboljšamo adhezijo delcev in omogočimo njihovo rast v notranjosti vlaken. V drugem delu smo raziskali sintezo delcev magnetita ter lastnosti nastalih delcev; sintezne postopke smo primerjali z vidika njihove primernosti v kombinaciji s celuloznimi substrati. Tretji del je zajemal oplašanje vlaken z delci magnetita po različnih postopkih. Z nabrekanjem v vodnih raztopinah natrijevega hidroksida različnih koncentracij smo odprli strukturo vlaken, s postopki sušenja z zamrzovanjem (liofilizacija) pa smo to povečanje pornega sistema ohranili, v primerjavi s sušenjem na zraku ali pri povišanih temperaturah. Raziskali smo vpliv postopkov predobdelav na nadmolekulske strukture vlaken, povečanje njihovega pornega sistema, na elektrokinetične lastnosti (površinski potencial) ter mehanske lastnosti. Povečanje deleža por je odvisno od uporabljenih koncentracij natrijevega hidroksida in postopka zamrzovanja; višje koncentracije so v tem pogledu bolj učinkovite, vendar povzročajo znatnejše poslabšanje mehanskih lastnosti vlaken. Za nadaljnje postopke oplašanja smo uporabili vlakna, nabrekana v 5 ut.% NaOH, ki smo jih počasi zamrzovali in liofilizirali. Podrobna raziskava sinteze delcev magnetita je zajemala variiranje molarnih koncentracij raztopin prekurzorjev ter njihovih razmerij, ter načina dodajanja komponent v reakcijski sistem. Spremljanje poteka reakcij in nastanka magnetita v posameznih fazah dodajanja reagentov oz. v določenih pH področjih ter analiza magnetnih lastnosti nastalih delcev je bila osnova za izbiro postopkov za kasnejše oplašanje celuloznih vlaken. Koloidne lastnosti pripravljenih disperzij magnetita so bile raziskane s stališča njihove elektroforetične mobilnosti in velikosti delcev. Aktivirana površina liofiliziranih vlaken diktira nastanek homogenih in gostejših plasti nano delcev v primerjavi z neenakomerno pokritimi površinami in aglomerati na zraku sušenih vlaken oz. vlaken brez predhodnega nabrekanja. Lastnosti pripravljenih kompozitnih vlaken (viskozna vlakna z nano delci), ki so posledica anorganske faze, so v veliki meri izrazitejšje v primeru liofiliziranih vlaken; stopnja zaščite proti vnetju vlaken in posledičnem temperaturnem razpadu, ki jo dajejo delci silicijevega dioksida ter vrednosti nasičene magnetizacije, ki jo prispevajo delci magnetita so višje pri vlaknih, ki smo jih pred nanosom delcev liofilizirali.

**5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>**

V sklopu izvajanja podoktorskega raziskovalnega projekta "Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja" ni prišlo do sprememb programa raziskovalnega projekta.

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

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17607958	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Priprava ultratankih PDMS filmov ter njihova površinska funkcionalizacija s celulozo
		<i>ANG</i>	Preparation of PDMS Ultrathin Films and Patterned Surface Modification with Cellulose
	Opis	<i>SLO</i>	V predstavljeni raziskavi smo pripravili ultratanke filme polidimetilsiloksana (PDMS) na različnih površinah z uporabo preproste in hitre metode "spin coating", ki smo jih nadalje funkcionalizirali z naravnim biopolimerom celuloze z litografskimi tehnikami. Hidrofilne plasti celuloze (preko regeneracije TMSC) smo pripravili na dva načina. S prvo metodo smo plast TMSC prekrili z litografsko masko in jo izpostavili kislinskim hlapom, s čimer so nastala prostorsko definirana področja celuloze, obdana s TMSC. Sledilo je selektivno raztapljanje TMSC področij v organskem topilu. Pri drugi metodi smo TMSC plast prekrili z litografsko masko ter celoten sistem izpostavili UV/ozonski obdelavi, naprašili s TMSC, ter regenerirali v

		<p>celulozo. Pretvorba hidrofobnih TMSC plasti v hidrofilna celulozna področja smo potrdili z določanjem omakanja in fluorescenčno mikroskopijo. Razvite celulozne strukture so transparentne in stabilne v širokem pH območju ter organskih topilih. Površinske lastnosti polimernih filmov smo okarakterizirali s kvarčno mikrotehniko, elipsometrijo, rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo, mikroskopom na atomsko silo, določanjem stičnega kota ter potenciala zaradi pretoka.</p>
	ANG	<p>In this investigation, polydimethylsiloxane (PDMS) ultrathin films are prepared on a variety of solid surfaces by a simple and fast spin coating method, and patterned with the natural biopolymer cellulose via lithographic methods. Two surface patterning methods are developed to create coatings of hydrophilic cellulose, regenerated from trimethylsilyl cellulose (TMSC) on the PDMS thin films. In method 1, spin coated TMSC films on PDMS are covered with a lithographic mask and exposed to vapors of hydrochloric acid, which results in spatially separated cellulose pads surrounded by TMSC. Subsequent selective dissolution of TMSC with organic solvents results in a direct anchoring of cellulose pads on the PDMS. In method 2, PDMS thin films covered with a lithographic mask are exposed to UV/ozone, spray coated with TMSC and regenerated to cellulose. The conversion of hydrophobic TMSC into hydrophilic cellulose coatings is confirmed by wettability and fluorescence measurements. The developed structures are highly transparent and stable in aqueous solutions (pH 3-9) and organic solvents. The surface properties of the polymer films are characterized using a quartz crystal microbalance with dissipation (QCM-D), ellipsometry, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), atomic force microscope (AFM), contact angle and streaming potential measurements.</p>
	Objavljeno v	<p>RSC Publishing; RSC advances; 2014; Impact Factor: 2.562; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.175; WoS: DY; Avtorji / Authors: Bračič Matej, Mohan Tamilselvan, Kargl Rupert, Griesser Thomas, Hribernik Silvo, Köstler Stefan, Stana-Kleinschek Karin, Fras Zemljič Lidija</p>
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16941846 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Razvoj kompozitnih celuloznih vlaken z magnetnimi lastnostmi</p> <p>ANG Development of composite cellulose fibres with magnetic properties</p>
	Opis	<p>SLO V prispevku predstavljamo pripravo organsko/anorganskih hibridnih materialov, tj. celuloznih vlaknovin s pritrjenimi magnetnimi delci železovega oksida. Raziskava je bila razdeljena v tri dele; predobdelava viskoznih vlaken z namenom aktivacije njihove površine ter povečanja pornega sistema s čimer izboljšamo adhezijo delcev in omogočimo njihovo rast v notranjosti vlaken. V drugem delu smo raziskali sintezo delcev magnetita ter lastnosti nastalih delcev; sintezne postopke smo primerjali z vidika njihove primernosti v kombinaciji s celuloznimi substrati. Tretji del je zajemal oplašanje vlaken z delci magnetita po različnih postopkih. Raziskali smo vpliv postopkov predobdelav na nadmolekulska strukturo vlaken, povečanje njihovega pornega sistema, na elektrokinetične lastnosti (površinski potencial) ter mehanske lastnosti. Oplaščanje vlaken z magnetnimi delci smo izvedli z in situ sintezo delcev na vlaknih ter z adsorpcijo že formiranih delcev iz stabilne magnetne tekočine. Kompozitna vlakna z delci magnetita izkazujejo magnetni odziv, stopnja katerega je odvisna od predhodne aktivacije vlaken v kombinaciji s primernim postopkom sinteze delcev.</p> <p>We are reporting on the preparation of organic/inorganic hybrid materials, namely cellulose fibrous networks with attached magnetic iron oxide particles. Research work was divided into three parts; pretreatment of</p>

	ANG	regenerated cellulose fibres with an aim to activate their surface and enlarge the pore system, in order to enhance the adhesion of particles and allow their growth inside of fibres. Second part is concerned with the magnetite particles' synthesis and their properties; synthesis procedures were compared from the viewpoint of their suitability to be combined with cellulose fibres. Third part deals with the coating of fibres with magnetic iron oxide particles with different procedures. Effect of different pre-treatment procedures on fibres' supramolecular structure, enlargement of their pore system, surface potential and mechanical properties was investigated. Coating of fibres was carried out with an in situ formation of particles in presence of fibres, as well as with adsorption of particles from a pre-prepared dispersion. Composite magnetite-decorated cellulose fibres exhibit magnetic behaviour, degree of which is dependent on employed fibres' pre-treatment in combination with specific synthesis protocol for magnetite formation. Developed magnetic fibres are being considered as a shielding material for electromagnetic radiation.
Objavljeno v		Istanbul Technical University, Faculty of Textile Technologies and Design; Innovative and functional textiles; 2013; 2 str.; Avtorji / Authors: Hribernik Silvo, Sfiligoj-Smole Majda, Stana-Kleinschek Karin
Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

### 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17076758 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Rastlinska vlakna za tekstilne in tehnične aplikacije ANG Plant fibres for textile and technical applications
	Opis	SLO Overview of research in the field of natural plant fibres (e.g. grass species) with an emphasis on cellulose substrates and their implementation in the production of nano-composites. ANG Pregled raziskav na področju naravnih rastlinskih vlaken (npr. trave) s poudarkom na celuloznih substratih in njihovi uporabi v pripravi nano-kompozitov.
	Šifra	B.06 Drugo
	Objavljeno v	InTech; Advances in agrophysical research; 2013; Str. 369-397; Avtorji / Authors: Sfiligoj-Smole Majda, Hribernik Silvo, Stana-Kleinschek Karin, Kreže Tatjana
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
2.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO Strokovnjak v Evropski tekstilni tehnološki platformi ANG European Textile Technology Platform expert
	Opis	SLO Različne ekspertne skupine v Evropski tekstilni tehnološki platformi temeljijo na aktivni participaciji strokovnjakov iz sorodnih industrijskih sektorjev ter znanstvenih disciplin z namenom prenašanja znanstveno-tehnoloških dognanj ter diagnosticiranjem industrijskih in inovacijskih potreb. ANG The various working groups of the platform seek active involvement of experts from related industrial sectors and scientific disciplines who will contribute with knowledge about scientific-technological advances that can be transferred to textiles (innovation enablers) or with knowledge about industrial requirements and innovation needs that can be met through

		transfer from the textile domain (innovation customers).
Šifra	D.03	Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
Objavljeno v	http://www.textile-platform.eu/	
Tipologija	1.25	Drugi sestavni deli

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

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

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

SLO

Podoktorski projekt Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja in rezultati, ki izhajajo iz raziskave predstavljajo nov prispevek na področju razvoja tehničnih polimernih materialov. Kombinacija celuloznega substrata s funkcionalnimi magnetnimi nano delci predstavlja nov pristop k funkcionalizaciji biorazgradljivih in biokompatibilnih materialov z namenom izdelave inteligentnih tehničnih tekstilij. Rezultati študija aktivacije celuloznih vlaken za optimalno oplaščenje njihovih površin z nano delci in tvorbo le-teh tudi v notranjosti vlaken predstavljajo nova spoznanja glede nukleacije delcev na trdni površini, še posebej s stališča vpliva modificirane nadmolekulske strukture in površinske morfologije vlaken.

ANG

Post-doctoral project Development of magnetic and conductive cellulosic materials for absorption of electromagnetic waves and the results obtained present a new contribution to the field of technical polymeric materials. Combination of the cellulose substrate with magnetic nano particles presents a new approach to functionalization of biodegradable and biocompatible materials with an aim to create intelligent technical textiles. Results of the study of the fibres' activation, in order to obtain optimal coatings of their surface and formation of particles inside their inner structure, supply new insight on the nucleation of particles on the solid surfaces, especially from the point of view of altered supramolecular structure and surface morphology of fibres.

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

SLO

Novi kompozitni produkti, še posebej takšni, za katere kot nosilni substrat uporabljamo biorazgradljive in obnovljive materiale, npr. celuloza, predstavljajo zelo pomembno skupino inteligentnih tehničnih materialov, z velikim komercialnim potencialom na trgu. Končni produkt podoktorskega projekta izkazuje visoko aplikativno uporabnost, saj združuje cenovno ugoden obnovljiv material z visoko funkcionalno anorgansko komponento in je kot tak uporaben za nadaljnji razvoj visoko tehnoloških izdelkov z dodano vrednostjo. Razvoj in proizvodnja takšnih produktov bo zagotavljala odpiranja novih delovnih mest in pozicioniranje Slovenije in njenega gospodarstva kot konkurenčnega in tehnološko naprednega.

ANG

New composite products, especially the ones which use biodegradable and sustainable materials as a base carrier, such as cellulose, present a very important group of intelligent technical materials with a high commercial potential. Final product of the post-doctoral project exhibits high applicability, since it combines inexpensive renewable material with a functional inorganic component, making it an efficient platform for the development of products with a high added value. It is this type of products which will ensure opening of new job positions and establish Slovenia and its economy as competitive and technologically advance.

## 10. 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		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


**11. 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	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input 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 type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input 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 type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input 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 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 type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

	in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input 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"/>	
<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 type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input 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 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**

--

**12.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>11</sup>**

	Sofinancer	
1.	Naziv	
	Naslov	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
Komentar		
Ocena		

**13.Izjemni dosežek v letu 2013<sup>12</sup>****13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

**13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek**

PIVEC, Tanja, HRIBERNIK, Silvo, RIBITSCH, Volker, STANA-KLEINSCHKEK, Karin. Antimicrobial cellulose material and process of its production : European patent application no. EP13151727.8, 17. January 2013 (reference P003373EP), submission number 1966536. [S. l.]: Europäisches Patentamt: = European Patent Office: = Office européen des brevets, 2013. [23] str. [COBISS.SI-ID 16655382]

Evropska patentna prijava z naslovom »Antimicrobial cellulose material and process of its production« (Antimikrobni celulozni materiali in postopek njihove izdelave) se nanaša na postopek za izdelavo protimikrobnih materialov iz naravnih in sintetičnih celuloznih materialov preko in-situ sinteze srebrovih nanodelcev na površini in v notranjosti vlaknatih substratov.

## 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:*

Univerza v Mariboru, Fakulteta za  
strojništvo

Silvo Hribernik

### ŽIG

Kraj in datum:

### Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/68

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>2</sup> 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](#)

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

<sup>4</sup> 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](#)

<sup>5</sup> 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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). 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 / 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](#)

<sup>12</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (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/2014 v1.03

9B-2A-C3-44-E1-8E-5E-57-8D-06-74-51-95-46-17-7C-AC-E9-20-75



## **Priloga 1**

## 10.2 Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Evropska patentna prijava z naslovom »Antimicrobial cellulose material and process of its production« (Antimikrobni celulozni materiali in postopek njihove izdelave) se nanaša na postopek za izdelavo protimikrobnih materialov iz naravnih in sintetičnih celulozних materialov preko *in-situ* sinteze srebrovih nanodelcev na površini in v notranjosti vlaknatih substratov. Postopek zajema tri faze in sicer:

1. Faza - alkalna obdelava s 5% NaOH
2. Faza - impregnacija z 0,4 mM AgNO<sub>3</sub>
3. Faza - nevtralizacija z očetno kislino, spiranje in sušenje.

Ag-oplašeni celulozni materiali, ki smo jih pripravili po opisanem postopku, imajo odlične antimikrobne lastnosti tudi po več ciklih pranja. Obdelava vpliva tudi na večjo sposobnosti omakanja celulozних substratov oplaščenih z Ag. Sintetizirani delci so enakomerno nanešeni na površino vlaken.

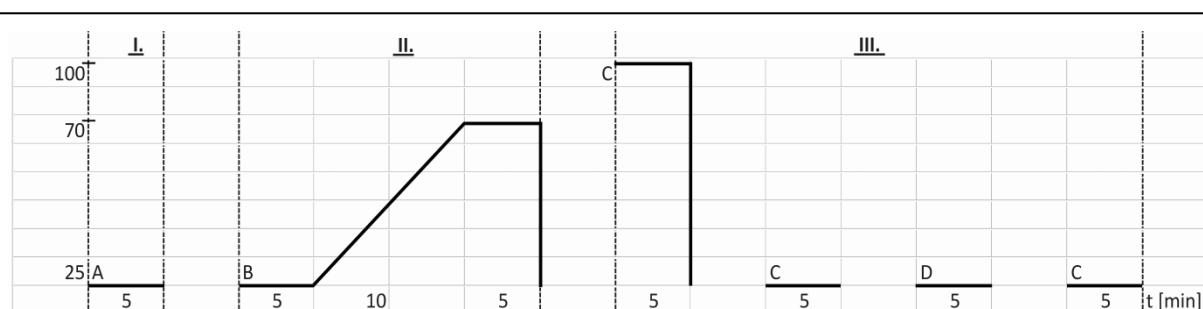
## **Priloga 2**

## TEHNIKA

Področje: 2.14 – Tekstilstvo in usnjarstvo

Dosežek: *Antimicrobial cellulose material and process of its production* : European patent application no. EP13151727.8, 17. January 2013 (reference P003373EP), submission number 1966536. [S. I.]: Europäisches Patentamt: = European Patent Office: = Office européen des brevets, 2013.

Vir (COBISS.SI-ID): 16655382



### Shematski prikaz postopka oplaščanja:

A – 5% NaOH

B – 0,4 mM AgNO<sub>3</sub>

C – destilirana voda

D – 1 mL/L očetna kislina

Predmet izuma je postopek za izdelavo protimikrobnih materialov iz naravnih in sintetičnih celuloznih materialov preko *in-situ* sinteze srebrnih nanodelcev na površini in v notranjosti vlaknatih substratov. Prvo fazo postopka predstavlja obdelava vlaken z alkalno raztopino, ki ima več učinkov v postopku. Alkalna obdelava povzroča nabrekanje celuloznega substrata, zaradi česar pride do formacije delcev na površini, kakor tudi v notranjosti materiala. Raztopina alkalije deluje tudi kot vir dodatnega zmanjšanja hidroksilnih skupin v notranjosti vlaken, kar je pogoj za sintezo srebrnih nanodelcev. Druga faza postopka je impregnacija nabreklih substrata celuloze v raztopini srebrovega prekursorja. V zadnji, tretji fazi proizvodnega postopka, sledi nevtralizacija, spiranje in sušenje obdelanega materiala. Ag-oplaščeni celulozni materiali, ki smo jih pripravili po opisanem postopku, imajo odlične protimikrobne lastnosti tudi po več ciklih pranja. Obdelava vpliva tudi na večjo sposobnosti omakanja celuloznih substratov oplaščenih z Ag. Sintetizirani delci so enakomerno naneseni na površino vlaken.