

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/111



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-2223
Naslov projekta	Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo sol-gel tehnologije
Vodja projekta	8393 Barbara Simončič
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4173
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	104 Kemijski inštitut
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.05
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Raziskavo v okviru programa temeljnega projekta je bila opravljena na Oddelku za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Laboratoriju za spektroskopijo materialov Kemijskega inštituta v Ljubljani. Cilj raziskave je bil pripraviti nove večkomponentne vodo- in oljeodbojne ter

protimikrobne apreture na celuloznih vlaknih z uporabo mešanice kemijsko in fizikalno modificiranih prekursorjev. V ta namen so bili na Kemijskem inštitutu sintetizirani trije funkcionalni poliedrični oligomerni silseskvioksani (POSS), in sicer di-aminopropil perfluoroheksiletil tetra-izooktil POSS ($AP_2PF_2IO_4$ POSS), di-aminopropil heksa-izooktil POSS (AP_2IO_6 POSS) in (3-(3-(3-trietoksisililpropil)ureido)propil) heksa-izooktil-oktasil POSS (U_2IO_6 POSS). Prvi ima oleofobne in hidrofobne lastnosti, ostala dva le hidrofobne. Med protimikrobnimi sredstvi sta bila izbrana nanosrebro in anorganski-organski hibridni prekursor 3-(metoksisilil) propildimetiloktadecil amonijev klorid (Si-QAC). Za pripravo nanosrebra je bil razvit nov postopek "in situ" sinteze AgCl na vlaknih, predhodno oplaščenih s funkcionalno silicijevo oksidno matrico.

Iz rezultatov je bilo razvidno, da so uporabljeni prekursorji POSS na površini celuloznih vlaken tvorili tridimenzionalno nanostrukturirano anorgansko-organsko hibridno silicijevo matrico z "lotosovim efektom" s stičnim kotom vode 152° in kotom zdrsa vode 7° . Takšne superhidrofobne in samočistilne lastnosti s prekursorji POSS, ki v strukturi vključujejo le alkilne skupine, do sedaj v literaturi še niso bile predstavljene. V primeru "in situ" sinteze AgCl v predhodno oblikovano silicijevo matrico, je prisotnost slednje močno povečala koncentracijo adsorbiranih delcev srebra na vlaknih, zmanjšala njihovo povprečno velikost ter povečala pralno obstojnost apreture. Srebro se je v matrico vezalo s fizikalnimi silami, kar ni zmanjšalo hitrosti njegovega sproščanja z vlaken ter aktivnosti protimikrobne apreture. Kemijsko vezanje srebra na tiolne reaktivne skupine silicijeve matrice, pripravljene z uporabo merkapto funkcionaliziranega prekursorja POSS, je bistveno zmanjšalo njegovo protimikrobno učinkovitost, ki je bila tudi pri najvišjih koncentracijah srebra le biostatična. Nanos mešanice prekursorjev U_2IO_6 POSS in Si-QAC je na površini vlaken povzročil tvorbo zveznega polimernega filma, v katerem sta oba prekursorja delovala vzajemno in zagotovila pralno obstojno supehidrofobno ter hkratno aktivno in pasivno protimikrobno apreturo z "lotosovim efektom".

Projekt predstavlja pomembno nadgradnjo raziskav na področju vpeljave nanotehnoloških postopkov plemenitenja tekstilij. Pridobljena znanja predstavljajo izvirni znanstveno-raziskovalni prispevek k znanosti in tehnologiji na področju tekstilne kemije. Novo razviti postopki apretiranja sol-gel podajajo velike možnosti preboja pri kemijski modifikaciji vlaken in izdelavi visokokakovostnih tekstilnih materialov z dodano vrednostjo.

ANG

The research was carried out at the Department of Textiles of the Faculty of Natural Sciences and Engineering of the University of Ljubljana and in the Laboratory of the Material Spectroscopy of the National Institute of Chemistry (KI) in Ljubljana.

The main goal of the research was to prepare new multifunctional water and oil repellent and antimicrobial coatings on the cellulose fibres with the use of mixtures of the chemically and physically modified precursors. For this purpose, functional polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) were synthesized at KI, i.e. di-aminopropyl perfluorohexylethyl tetra-isooctyl POSS ($AP_2PF_2IO_4$ POSS), di-aminopropyl hexa-isooctyl POSS (AP_2IO_6 POSS) and di-(3-(3-(3-triethoxysilylpropyl)ureido)propyl) hexa-isooctyl-octasil POSS (U_2IO_6 POSS). The first one was hydrophobic and oleophobic, and the others were hydrophobic. Nanosilver and the inorganic-organic hybrid 3-(trimethoxysilyl)-propyldimethyloctadecyl ammonium chloride (SiQAC) were chosen as the antimicrobial agents. For the preparation of nanosilver, a novel

procedure of the "in situ" synthesis of AgCl on the fibres, previously coated with the functional silica matrix, was developed.

The results showed that the POSS precursors created the three dimensional nanostructured inorganic-organic hybrid silica matrix on the cotton fabric with the "lotus effect" characterised by the water contact angle of 152° and the water sliding angle of 7° . Such superhydrophobic and self-cleaning properties that were obtained with the use of the POSS precursors containing only alkyl groups have not been evidenced in the literature yet. In the case of the "in situ" synthesis of AgCl into the silica matrix, the silica matrix significantly increased the concentration of the silver particles absorbed on the fibres, decreased their average size as well as increased the washing fastness of the coating. The physically binding of silver particles into the silica matrix did not hinder the controlled release of the silver from the fibres and consequently the antimicrobial activity of the coating. In contrast to this, chemically binding of the silver particles to the thiol reactive groups of the silica matrix, created by the mercapto functionalised POSS precursor, decreased their antimicrobial activity that was biostatic even at the highest silver concentrations. The presence of the sol mixture of U_2IO_6 POSS and Si-QAC precursors on the cellulose fibres resulted in the formation of the contentious polymer film, in which both precursors acted synergistically resulting in the simultaneously permanent superhydrophobic and active as well as passive antimicrobial coating with the "lotus effect".

The project represents an original contribution to science and technology in the field of textiles. The results could provide the progressive development of the fibre modification and importantly contribute to the breakthrough in the production of high-tech textile materials with added values.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Raziskavo v okviru programa temeljnega projekta smo opravili na Oddelku za tekstilstvo (OT) Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani v sodelovanju z Laboratorijem za spektroskopijo materialov Kemijskega inštituta (KI) v Ljubljani.

Rezultate raziskave lahko vsebinsko razdelimo na naslednje delovne sklope (DS):

- sinteza vodo- in oljeodbojnih poliedričnih oligomernih silseskvioksanov (DS1),
- izbor protimikrobnih sredstev (DS2),
- razvoj novih postopkov protimikrobne apreture, vezane v funkcionalno silicijevo osnovno matrico (DS3),
- priprava pralno obstojne večkomponentne vodo- in oljeodbojne ter protimikrobne apreture (DS4).

DS1. Sinteza vodo- in oljeodbojnih poliedričnih oligomernih silseskvioksanov

Za pripravo vodo- in oljeodbojne apreture po sol-gel postopku smo uporabili štiri funkcionalne poliedrične oligomerne silseskvioksane (POSS), in sicer di-aminopropil perfluoroheksiletil tetra-izooktil POSS ($AP_2PF_2IO_4$ POSS), di-aminopropil heksa-izooktil POSS (AP_2IO_6 POSS), trisilanol izobutil POSS ($IB_7T_7(OH)_3$ POSS) in (3-(3-(3-trietoksisililpropil)ureido)propil) heksa-izooktil-oktasil POSS (U_2IO_6 POSS). POSS prekurzorje smo sintetizirali v Laboratoriju za spektroskopijo materialov na KI. Prvi ima oleofobne in hidrofobne lastnosti, ostali trije so le hidrofobni. Poliedrično strukturo prekurzorjev smo dokazali s FT-IR, ^{29}Si in 1H NMR in masno spektroskopijo (JERMAN, I. et al. *Langmuir*, 24, 9 (2008) 5029-5037 [COBISS.SI-ID 3889178]; JERMAN, I. et al. *Thin solid films*, 518 (2010) 2710-2721 [COBISS.SI-ID 4304410]). POSS prekurzorje različnih koncentracij smo raztopili v etanolu ali heksanu ter nanесли na Al/Cu (AA2024) ploščice po "deep-coating" postopku, posušili in zapekli pri $150^\circ C$ 5 minut. Na podlagi rezultatov

meritev statičnih stičnih kotov vode, formamida in diiodometana smo določili površinsko prosto energijo (PPE) prevlek z uporabo Van Ossovega modela. Iz rezultatov smo ugotovili, da vsi štirje POSS prekursorji oblikujejo nepolaren nanokompozitni polimerni film z nizkimi PPE, ki se nahajajo v območju od 33 mJ/m^2 do 25 mJ/m^2 . Iz tega smo zaključili, da so primerni za aplikacijo na celulozna vlakna za doseg vodo- in oljeodbojnih lastnosti (JERMAN I. et al. V: 41st International Symposium on Novelty in Textiles, Ljubljana, Slovenia, 27-29 May 2010. *Symposium proceedings*. Ljubljana: Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, 2010, str. 96-103 [COBISS.SI-ID 4431898]). Kot modelni prekursor smo uporabili tudi fluoroalkilfunkcionalni siloksan (FAS).

DS2. Izbor protimikrobnih sredstev

Med protimikrobnimi sredstvi smo izbrali srebro v treh različnih oblikah, in sicer AgCl, elementarno srebro nanodelcev dimenzije 30 nm in koloidno srebro. Sredstva smo v različnih koncentracijah nanесли na bombažno tkanino po izčrpalnem postopku pri ustreznih pogojih. Morfološke lastnosti apretur filmov smo določili s SEM, koncentracijo srebra na apretiranih vzorcih z ICP-MS, protimikrobno aktivnost sredstev pa po AATCC standardni metodi 100-1999 za bakterijo *Escherichia coli*. Iz rezultatov protimikrobnih testov je bilo razvidno, da oblika srebra močno vpliva na njegovo baktericidno aktivnost (TOMŠIČ, B. *Tekstilec*, 52, 7/9 (2009) 181-194 [COBISS.SI-ID 2293616]). Medtem ko je bila dosežena 100 % bakterijska redukcija v primeru AgCl in koloidnega srebra, je prisotnost elementarnega srebra, ki je na bombažni tkanini močno aglomeriralo, povzročila le 36 % redukcijo rasti bakterije *Escherichia coli*. Slednja se tudi po trikratnem povešanju koncentracije ni bistveno spremenila. Na podlagi teh rezultatov smo v nadaljnji raziskavi elementarno nanosrebro opustili. Kot alternativno protimikrobno sredstvo smo uporabili anorganski-organski hibridni prekursor 3-(metoskisilil) propildimetiloktadecil amonijev klorid (Si-QAC), za katerega smo predpostavili, da lahko oblikuje silicijevo osnovno matrico.

DS3. Razvoj novih postopkov protimikrobne apreture, vezane v funkcionalno silicijevo osnovno matrico

V naslednji stopnji raziskave smo AgCl in koloidno srebro nanесли na celulozna vlakna v kombinaciji z modelnim reaktivnim organskim-anorganskim zamreževalom in ju na tak način fizikalno vezali v silicijevo oksidno matrico. Prisotnost silicijeve oksidne matrice na vlaknih smo dokazali s FT-IR spektroskopijo, koncentracijo srebra pa določili z ICP-MS. Iz rezultatov protimikrobnih testov je bilo razvidno, da vezanje AgCl v silicijevo oksidno matrico ni poslabšalo njegovega protimikrobnega delovanja (TOMŠIČ, B. et al. *Carbohydr. polym.*, 75, 4 (2009) 618-626 [COBISS.SI-ID 2820968]). Za razliko od teh rezultatov je bilo protimikrobno delovanje koloidnega srebra vezanega na oksidno matrico nezadostno. Rezultati so tudi pokazali, da fizikalno vezanje AgCl v silicijevo oksidno matrico bistveno ne poveča njegove pralne obstojnosti in da se zaradi sproščanja srebrovih ionov z vlaken njegova protimikrobna aktivnosti po večkratnem pranju močno zmanjša.

Ker se na silicijeve oksidne matrice, pripravljene z uporabo prekursorjev $\text{IB}_7\text{T}_7(\text{OH})_3$ POSS, AP_2IO_6 POSS in $\text{AP}_2\text{PF}_2\text{IO}_4$ POSS, srebro veže le s fizikalnimi silami, smo za doseg povečane pralne obstojnosti protimikrobne apreture izbrali merkaptot funkcionaliziran POSS, ki v svoji strukturi vključuje tiolne reaktivne skupine (merkaptot POSS), na katere se lahko srebro veže s kemijskimi vezmi. Sol z 2 % MPTMS smo nanесли na bombažno tkanino po ustreznem impregnirnem postopku, nato pa modificirano tkanino potopili v raztopino AgNO_3 naraščajočih koncentracij od 0,1 do 5,0 mM. Znižanje pH raztopine od 5,4 na 3,2 je potrdilo kemijsko vezanje srebrovih kationov na tiolne skupine, pri čemer se je tvorila srebrova sol MPTMS in sprostila dušikova kislina. Kemijske in morfološke lastnosti apreturnega filma smo preučili z FT-IR spektroskopijo, ICP-MS, SEM in EDXS. Protimikrobno aktivnost srebrovih kationov vezanih v sol-gel matrico smo določili na podlagi zmanjšanja rasti bakterije *Escherichia*

coli v stiku z modificiranimi celuloznimi vlakni po standardu AATCC 100-1999. Rezultati so pokazali, da je v primeru najnižje koncentracije srebra dosežena 66 % bakterijska redukcija, ki se z naraščajočo koncentracijo srebra celo zmanjšuje. Takšno nezadovoljivo protimikrobno delovanje je bilo v nasprotju z rezultati dobljenimi pri sol-gel apreturi s fizikalno vezanim srebrom, kjer smo v širokem koncentracijskem območju srebra dosegli 100 % bakterijsko redukcijo. Iz tega smo lahko zaključili, da se s povečanjem jakosti vezanja srebra v sol-gel matrico močno zmanjša njegova protimikrobna učinkovitost, ki je tudi pri najvišjih koncentracijah srebra lahko le biostatična, nikakor pa ne more doseči biocidne aktivnosti (TOMŠIČ, B. et al. V: ADOLPHE, D.C. (ur.). 11th World Textile Conference AUTEX 2011, 8-10 June 2011, Mulhouse, France. *Book of proceedings*, Mulhouse: Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace, 2011, str. 1062-1068 [COBISS.SI-ID 2577264]).

V raziskavi smo razvili nov postopek izdelave protimikrobne sol-gel apreture na celuloznih vlaknih, kjer smo "in situ" sintetizirali srebrov klorid in ga vezali v funkcionalno silicijevo oksidno matrico, ki smo jo na vlakna predhodno nanесли po impregnirnem postopku. Prisotnost srebrovega klorida na vlaknih, velikost delcev in njihovo koncentracijo smo določili s SEM, EDXS in ICP-MS analizami. Iz rezultatov je bilo razvidno, da je prisotnost sol-gel matrice močno povečala koncentracijo adsorbiranih delcev srebra, zmanjšala njihovo povprečno velikost ter povečala pralno obstojnost apreture. Srebro se je v sol-gel matrico vezalo s fizikalnimi silami, kar ni zmanjšalo hitrosti njegovega sproščanja z vlaken ter aktivnosti protimikrobne apreture (KLEMENČIČ, D. et al. *Cellulose*, 19, 5 (2012) 1715-1729 [COBISS.SI-ID 36032773]).

DS4. Priprava pralno obstojne večkomponentne vodo- in oljeodbojne ter protimikrobne apreture

Z namenom pripraviti učinkovito pralno obstojno večfunkcionalno apreturo z vodo- in oljeodbojnimi lastnostmi ter hkratno aktivno in pasivno protimikrobno učinkovitostjo, smo uporabili kombinacije dveh anorganskih-organskih hibridnih sol-gel prekursorjev, in sicer fluoroalkilfunkcionalnega siloksana (FAS) z vodo- in oljeodbojnimi lastnostmi ter 3-(metoskisilil) propildimetiloktadecil amonijevega klorida (Si-QAC) s protimikrobnimi lastnostmi. Pri tem smo podrobno preučili, kako prisotnost enega prekursorja v mešanici vpliva na funkcionalne lastnosti drugega prekursorja in kako način nanosa apreture vpliva na njeno pralno obstojnost. Pri nanosu apreture smo uporabili enostopenjski (S1) in dvostopenjski (S2) postopek. Pri postopku S1 smo pripravili sol, ki je vključeval oba prekursorja v 7,5 % koncentraciji ter ga na bombažno tkanino nanесли po ustreznem impregnirnem postopku. Pri postopku S2 smo prekursorja na vlakna nanесли ločeno, in sicer v prvi stopnji Si-QAC, v drugi stopnji pa FAS. Pri tem smo uporabili enake pogoje kot pri postopku S1. Primerjalno smo pripravili tudi enokomponentne apreture FAS in Si-QAC. Kemijske in morfološke lastnosti apreturnega filma smo določili z FT-IR spektroskopijo in SEM, funkcionalne lastnosti pa z meritvami statičnih stičnih kotov vode in n-heksadekana ter določitvijo bakterijske redukcije za bakterijo *Escherichia coli* v skladu s standardom EN ISO 20743:2007. Pralno obstojnost apreture smo preučili po večkratnem pranju po standardni metodi AATCC 118-1978. Določili smo tudi vpliv apreture na fizikalne lastnosti tkanine, in sicer togost, pretržno trdnost in zračno prepustnost. Iz rezultatov je bilo razvidno, da je ne glede na postopek nanosa apreture prisotnost FAS v mešanici močno povečala protimikrobno učinkovitost apreturnega filma v primerjavi z enokomponentno apreturo Si-QAC, saj se je bakterijska redukcija povečala s 60 na 100 %. Ker tudi prisotnost Si-QAC ni poslabšala vodo- in oljeodbojnosti apreture, ki je ostala superhidrofobna s stičnim kotom vode enakim 152° , smo lahko zaključili, da prekursorja v mešanici delujeta vzajemno. Postopek S2 je zagotovil večjo pralno obstojnost apreture kot postopek S1. Nanos apreture ni bistveno spremenil fizikalnih lastnosti apretiranih vlaken (CORN, K. et al. V: SIMONČIČ, B. (ur.), HLADNIK, A. (ur.), PAVKO-ČUDEN, A. (ur.), AHTIK, J. (ur.), LUŠTEK PRESKAR, B. (ur.), DEMŠAR, A. (ur.), URBAS, R. (ur.). 41st International Symposium on Novelties in Textiles and 5th International Symposium on Novelties in Graphics and 45th International Congress IFKT, Ljubljana, Slovenia, 27-29 May 2010. *Symposium proceedings*. Ljubljana: Faculty of

Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles, 2010, str. 406-412 [COBISS.SI-ID 2378352]; SIMONČIČ, B. et al. *J. sol-gel sci. technol.*, 61, 2 (2012) 340-354 [COBISS.SI-ID 2664560]).

V naslednji fazi raziskave smo prekursor FAS zamenjali z U_2IO_6 POSS. Sol, ki smo ga pripravili v etanolu, je vključeval 4-odstotno mešanico prekursorjev U_2IO_6 POSS in Si-QAC v molarnem razmerju 1:1. Sol smo na bombažno tkanino nanesli po enostopenjskem impregnirnem postopku. Morfološke in funkcionalne lastnosti apretiranih vlaken smo določili s SEM in FT-IR analizama ter meritvami stičnih kotov vode, protimikrobne aktivnosti, togosti, pretržne trdnosti, zračne prepustnosti in odpornosti tkanine proti drgnjenju. Iz rezultatov meritev je bilo razvidno, da sta prekursorja v mešanici delovala sinergistično in na površini celuloznih vlaken oblikovala supehidrofobno in protimikrobno apreturo z "lotosovim efektom". Nanos apreture je povečal togost, pretržno silo in pretržni raztezek ter zmanjšal zračno prepustnost tkanine. Apretura je poslabšala odpornost tkanine proti drgnjenju. Iz tega smo sklepali, da je apretirana tkanina primerna predvsem za tehnične tekstilije (MALOPRAV, A. *Sodobna vodoodbojna apretura na podlagi poliedričnih ologomernih silseskvioksanov : diplomsko delo* 2011 [COBISS.SI-ID 2625904]).

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

V sklopu programa raziskovalnega projekta smo predpostavko, da lahko z uporabo tehnologije sol-gel razvijemo nove postopke kemijske modifikacije celuloznih vlaken za doseg večfunkcionalnih vodo- in oljeodbojnih ter protimikrobnih lastnosti, potrdili in v celoti realizirali raziskovalne cilje raziskave.

Za doseg vodo- in oljeodbojne apreture smo sintetizirali tri funkcionalne poliedrične oligomerne silseskvioksane (POSS), in sicer di-aminopropil perfluoroheksiletil tetra-izooktil POSS ($AP_2PF_2IO_4$ POSS), di-aminopropil heksaizooktil POSS (AP_2IO_6 POSS), in (3-(3-(3-trietoksisilil)propil)ureido)propil) heksaizooktil-oktasil POSS (U_2IO_6 POSS). Za nanos prvih dveh prekursorjev POSS smo uporabili diizocianatno reaktivno zamreževalo. Primerjalno smo uporabili fluoroalkilfunkcionalni siloksan (FAS). Med protimikrobnimi sredstvi smo izbrali AgCl in koloidno srebro. Razvili smo nov postopek priprave protimikrobne apreture, kjer smo "in situ" pripravili AgCl in ga vezali v funkcionalno silicijevo oksidno matrico. Kot alternativno protimikrobno sredstvo smo uporabili tudi anorganski-organski hibridni prekursor 3-(metoksisilil) propildimetiloktadecil amonijev klorid (Si-QAC).

Pri pripravi vseh novih večkomponentnih apretur sol-gel smo sledili ciljem raziskave. Tako smo določili ustrezno razmerje med koncentracijami prekursorjev v mešanici ter s tem zagotovili stabilnost solov (cilj 1). Določili smo ustrezne pogoje nanosa sola, ki so zagotovili zamreženje nanokompozitnega apreturnega filma (cilj 2) kot tudi njihovo kemijsko povezavo s hidroksilnimi skupinami celuloznih vlaken (cilj 3). Za določitev najučinkovitejšega načina aplikacije prekursorjev (cilj 2) smo pri nanosu dvokomponentnih apretur uporabili enostopenjski in dvostopenjski postopek, primerjalno pa apreture pripravili tudi z enokomponentnimi soli, ki so vključevali prekursorje enakih koncentracij. Določili smo funkcionalne lastnosti apreturnih filmov. S primerjavo lastnosti večkomponentnega apreturnega filma z lastnostmi enokomponentnih apretur smo preučili stopnjo vzajemnega delovanja prekursorjev v dvokomponentnem nanokompozitnem filmu (cilj 4), njegovo adhezijsko sposobnost in posledično pralno obstojnost (cilj 5). Določili smo vpliv apreture na kemijske in morfološke lastnosti nanokompozitnega filma ter lastnosti modificiranih vlaken (cilj 6), kjer smo uporabili najsodobnejše analitske metode, kot so FT-IR spektroskopija, XPS, SEM, EDXS in ICP-

MS. Odbojne lastnosti smo določili iz rezultatov meritev statičnih stičnih kotov vode, formamida, diiodometana in n-heksadekana ter kotov zdrsa vode. Med mikrobiološkimi testi smo izbrali najustrežnejšega, ki omogoča določitev tako aktivne kot pasivne protimikrobne aktivnosti apreture. Pri tem smo določili protokol in potrebnost posamezne analitske metode za oceno funkcionalnih lastnosti tekstilije (cilj 7). Postopke nanosa večkomponentne apreture smo prilagodili za prenos laboratorijskih rezultatov v nove industrijske postopke (cilj 8).

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

V okviru programa raziskovalnega projekta ni bilo nobenih sprememb.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	2820968	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Protimikrobna aktivnost AgCl vezanega na silicijevo oksidno matrico na bombažni tkanini
		ANG	Antimicrobial activity of AgCl embedded in a silica matrix on cotton fabric
	Opis	SLO	Silicijeve oksidna matrica je primerna podlaga za fizikalno in kemijsko vezanje različnih učinkovin, med njimi tudi protimikrobnih sredstev. Na bombažno tkanino je bila nanesena nanokompozitna apretura s srebrovim kloridom (AgCl) dispergiranim v reaktivnem organskem-anorganskem zamreževalu po impregnirnem in izčrpalnem postopku. Iz rezultatov protimikrobnih testov je razvidno, da vezanje AgCl v silicijevo oksidno matrico ne prepreči njegovega protimikrobnega delovanja, prav tako pa tudi bistveno ne poveča njegove pralne obstojnosti. Zato se aktivnost AgCl po večkratnem pranju zmanjša.
		ANG	Silica matrix is an appropriate medium for physical and chemical binding of different compounds, among them antimicrobial agents. A nanocomposite coating with AgCl dispersed in a reactive organic-inorganic binder was applied on the cotton fabric by pad-dry-cure and exhaustion methods. The results of the antimicrobial tests showed that the embedment of AgCl in the silica matrix does not inhibit its antimicrobial activity, as well as does not significantly improve its washing resistance. Therefore the activity of AgCl decreases after repetitive washing.
	Objavljeno v	Applied Science Publishers; Carbohydrate polymers; 2009; Vol. 75, Iss. 4; str. 618-626; Impact Factor: 3.167; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.873; A': 1; WoS: DW, EE, UY; Avtorji / Authors: Tomšič Brigita, Simončič Barbara, Orel Boris, Žerjav Metka, Schroers Hans-Josef, Simončič Andrej, Samardžija Zoran	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	2401392	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Biorazgradnja celuloznih vlaken in njeno zaviranje s kemijsko modifikacijo
		ANG	Biodegradation of cellulose fibers and its inhibition by chemical modification
Opis	SLO	Biorazgradnjo celuloznih vlaken lahko v veliki meri zmanjšamo s kemijsko apreturo, pri čemer ima sol-gel tehnologija velik pomen. V delu smo na različnih primerih prikazali razliko med aktivno in pasivno protimikrobno zaščito, doseženo s sredstvi različnih struktur. Medtem ko aktivno zaščito celuloznih vlaken zagotovijo protimikrobna sredstva, pa je pasivna zaščita posledica prisotnosti odbojne ter vrhunske apreture, ki povzročita znižanje površinske proste energije vlaken ter zamreženje amorfnih področij. To zmanjša adhezijo mikroorganizmov na vlakna ter oteži njihov prodor v	

		vlakna.
	ANG	Biodegradation of cellulose fibres could be successfully decreased with the chemical finishing, where the sol-gel technology is of great importance. In this study, the differences between the active and passive antimicrobial protection are discussed. While the active antimicrobial activity is assured with the application of antimicrobial agents, the passive one is caused by the presence of repellent and easy-care agents which decrease the surface free energy of fibres and crosslink the fibres amorphous regions. This minimizes adhesion of microbes and hinders their penetration into the fibres.
Objavljeno v		Nova Science Publishers; Handbook of carbohydrate polymers; 2010; ch. 7; Str. [237]-277; Avtorji / Authors: Simončič Barbara, Tomšič Brigita, Orel Boris, Jerman Ivan
Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
3.	COBISS ID	2556272 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vpliv protimikrobnih sredstev na biorazgradnjo bombažne tkanine in tkanine iz mešanice bombaža in poliestra: Sproščanje sredstva proti tvorbi biološke ovire
	ANG	Influence of antimicrobial finishes on the biodeterioration of cotton and cotton/polyester fabrics: Leaching versus bio-barrier formation
	Opis	SLO Preučevan je bil vpliv protimikrobne aktivnosti dveh sodobnih sredstev, in sicer disperzije koloidnega srebra (Ag) in 3-(trimetoksisilil)-propildimetiloktadecil amonijevega klorida (Si-QAC) na stopnjo biorazgradnje 100% bombažne (CO) tkanine in tkanine iz mešanice bombaža in poliestra (CO/PES) v razmerju 50:50. Sredstvo Ag deluje po principu sproščanja iz vlaken, sredstvo Si-QAC pa na vlaknih tvori biološko oviro. Biorazgradnja vzorcev, apretiranih z različnimi koncentracijami Ag in Si-QAC, je bila določena na podlagi rezultatov standardnega testa z zakopom po treh, šestih in dvanajstih dneh izpostavitve mikroflori v zemlji. SEM posnetki so razkrili intenzivno biorazgradnjo neapretiranih celuloznih vlaken, visoko biološko odporna poliestrska vlakna pa so ostala nepoškodovana. Postopno sproščanje Ag je učinkovito zavrlo biorazgradnjo celuloznih vlaken v CO in CO/PES tkaninah v primeru, če je bila dosežena letalna, biocidna koncentracija. Za razliko od Ag pa v primeru Si-QAC tvorba biološke ovire na CO in CO/PES tkaninah ni nudila zadostne protimikrobne zaščite celuloznih vlaken, ne glede na koncentracijo sredstva. Na vseh vzorcih so nastale izrazite kemijske spremembe, ki so bile lepo razvidne iz FT-IR spektrov. Prisotnost biološko odporne poliestrske komponente v CO/PES tkanini ni pomembno zaščitila celulozne komponente pred biorazgradnjo.
	ANG	The influence of antimicrobial activity of two contemporary finishes, specifically a dispersion of colloidal silver (Ag) and 3-(trimethoxysilyl)-propyldimethyloctadecyl ammonium chloride (Si-QAC), on the degree of biodeterioration of 100% cotton (CO) fabric and fabric composed of a mixture of cotton and polyester (CO/PES) with the ratio 50:50 was studied. Ag was chosen for the leaching agent, while Si-QAC was used as the biobarrier-forming agent. The biodeterioration of samples finished with different concentrations of Ag and Si-QAC was analysed from a standard soil burial test after 3, 6 and 12 days of exposure to soil microflora. SEM micrographs revealed intensive biodeterioration of the unfinished cellulose fibres, while the highly biologically resistant polyester fibres remained undamaged. A controlled release of Ag successfully inhibited biodeterioration of the cellulose fibres in the CO and CO/PES fabrics when its concentration reached a lethal, biocidal concentration. Contrary to the effects of Ag, the biobarrier formation of Si-QAC on CO and CO/PES fabrics

		was insufficient to protect the cellulose fibres during longer periods of soil burial, irrespective of its concentration. Intensive chemical changes to the cellulose were clearly seen from the FT-IR spectra of all of the samples. The resistance of the polyester component to biodeterioration did not provide any significant protection for the cotton component in CO/PES fabric.
	Objavljeno v	Applied Science Publishers Ltd; Polymer degradation and stability; 2011; Vol. 96, no. 7; Str. 1286-1296; Impact Factor: 2.769; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; A': 1; WoS: UY; Avtorji / Authors: Tomšič Brigita, Klemenčič Danijela, Simončič Barbara, Orel Boris
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	4783642 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Simetrično oktamerno tiolno funkcionalizirane molekule oligomernih silseskvioksanov kot graditelji LB filmov
		<i>ANG</i> Symmetrical thiol functionalized polyhedral oligomeric silsesquioxanes as building blocks for LB films
	Opis	<i>SLO</i> V članku so opisani rezultati priprave oktamernih tiolno funkcionaliziranih molekul POSS ter njihove površinske lastnosti v obliki samosestavljenih monoplasti. Rezultati potrjujejo, da tiolno funkcionalizirane molekule POSS omogočajo tvorbo Langmuir Blodgett-ovih monoplasti s posebnimi električnimi in površinskimi lastnostmi. Te prevleke so pomembne tudi za uporabo POSS molekul, kot aperture, za različne tekstilije. Za pripravo tankih prevlek na zlatu, prevodnem steklu (ITO) ter sljudi smo uporabili Langmuir Blodgett-ovo tehniko. Preiskovali smo tri različne T8 POSS spojine izmed katerih sta dve bili amfifilne, ki sta se združevale v agregate med prenosom na trdno podlago, medtem ko so simetrične molekule POSS (imenovana MP8) dajale stabilne in ponovljive Langmuirjeve tanke prevleke, kar lahko potrdimo na podlagi študij vpliva pritiska in razmerja prenosa plast. Ponovljivost smo pripisali osmim enakim alkantiolnim skupinam nameščenih na ogliščih, navideznega kubičnega skeleta. LB tanke prevleke so bile študirane z RA-FTIR, XPS spektroskopijo, meritvami stičnih kotov in ciklično voltometrijo. Te tehnike potrjujejo nastanek prepustnih a še vedno stabilnih tankih plasti. Simetrične MP8 molekule so bile uporabljene tudi kot povezovalni element med podlago in Au nanodelci (AuNPs). Tudi ta ureditev je bila preučevana z AFM, SEM tehniko in tudi anodno oksidacijo nanodelcev. Ocenjena je bila povprečna gostota 1.45-109 cm ⁻² nanodelcev po depoziciji Au-NPs na monoplasti MP8. V nadaljevanju je bila raziskana tudi ekstrakcija Hg ²⁺ z MP8 LB tankimi prevlekami z metodo anodne striping voltetrije. To delo je pomembno tudi za razumevanje nastajanja monoplasti tankih prevlek molekul POSS na drugih upogljivih in mehkih materialih, kot so na primer tekstilije.
		<i>ANG</i> The Langmuir-Blodgett (LB) method was used for depositing cubic polyhedral oligomeric silsesquioxanes (T8POSS) onto Au, indium tin oxide (ITO) and mica supports. Three different T8POSS were examined; two were amphiphilic and aggregated upon transfer to a solid support, while the highly symmetric POSS (termed MP8) gave stable and reproducible Langmuir films as studied by surface pressure and transfer ratio measurements. This was attributed to the eight identical alkanethiol groups located on each of the eight corners of the cubic like skeleton. The LB films were studied by RA-FTIR, XPS, contact angle and cyclic voltammetry. These techniques revealed the formation of a permeable, yet, stable layer. The symmetric MP8 was utilized as a bridging building block between the support and Au nanoparticles (Au-NPs). This assembly was examined by means of AFM, SEM and anodic oxidation of the nanoparticles. An average density of 1.45-109 nanoparticles cm ⁻² was obtained for the deposited Au-NPs on the MP8 layer. Furthermore, anodic stripping voltammetry was used for studying the extraction of Hg ²⁺ by the MP8 LB film. This work is important for understanding the formation of thin coatings of the POSS

		molecules on other flexible and soft materials, such as textiles.
	Objavljeno v	Royal Society of Chemistry; Soft matter; 2011; Vol. 7, iss. 19; str. 8862-8869; Impact Factor: 4.390; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.404; A': 1; WoS: EI, PM, UI, UY; Avtorji / Authors: Kraus-Ophir Shlomit, Jerman Ivan, Orel Boris, Mandler Daniel
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	36032773 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Protimikrobna bombažna vlakna pripravljena z in situ sintezo AgCl v silicijevi matrici
		<i>ANG</i> Antimicrobial cotton fibres prepared by in situ synthesis of AgCl into a silica matrix
	Opis	<i>SLO</i> V raziskavi je bil razvit nov dvostopenjski postopek kemijske modifikacije celuloznih vlaken za doseg protimikrobne aktivnosti, ki je vključeval impregnirni postopek za nanos reaktivnega anorganskega-organskega hibridnega sol-gel prekursorja (RB), ki mu je sledila in situ sinteza delcev AgCl v vlaknih obdelanih z RB. Postopek omogoča oblikovanje vlaken z odličnimi in trajnimi protimikrobnimi lastnostmi pri dovolj visoki koncentraciji AgNO ₃ v raztopini. Rezultati raziskave so pokazali, da proces aplikacije nudi naslednje pomembne prednosti: (i) in situ sinteza je omogočila preprosto in okolju prijazno pripravo delcev AgCl iz AgNO ₃ in njihovo vgraditev v vlakna; (ii) prisotnost silicijeve matrice RB je povečala adsorpcijsko sposobnost vlaken za delce AgCl v primerjavi z vlakni brez RB; (iii) delci AgCl so se vezali v silicijevo matrico RB s fizikalnimi silami, kar jim je omogočilo postopno sproščanje iz vlaken; (iv) modificirana celulozna vlakna so zagotovila 100 % bakterijsko redukcijo celo po desetkratnem pranju; (v) kemijska modifikacija ni bistveno spremenila beline, omočljivosti in gibkosti vlaken.
		<i>ANG</i> In this research, we succeeded to introduce a novel two-step procedure for chemical modification of cellulose fibres with antimicrobial activity, which included the pad-dry-cure method to apply a reactive inorganic-organic hybrid sol-gel precursor (RB) followed by the in situ synthesis of AgCl particles on the RB-treated fibres. This process enabled the preparation of fibres with highly effective and durable antimicrobial properties at a sufficient concentration of AgNO ₃ in the solution. The results showed that this application process yields the following important benefits: (i) the in situ synthesis enabled a simple and environmentally friendly preparation of AgCl particles from AgNO ₃ and their embedment into the fibres; (ii) the presence of the RB silica matrix increased the fibres' capacity for adsorbing AgCl particles compared with the same fibres without RB; (iii) the AgCl particles were bound to the RB silica matrix by physical forces, which allowed for their controlled release from the fibres; (iv) the modified cellulose fibres provide a 100% bacterial reduction even after 10 repeated washing cycles; and (v) chemical modification did not significantly change the fibres whiteness, wettability or softness.
	Objavljeno v	Chapman & Hall; Kluwer Academic Publishers; Cellulose; 2012; Vol. 19, no. 5; str. 1715-1729; Impact Factor: 3.600; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.821; A'': 1; A': 1; WoS: PJ, QJ, UY; Avtorji / Authors: Klemenčič Danijela, Tomšič Brigita, Kovač Franci, Simončič Barbara
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek

1.	COBISS ID	4431898	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Oblikovanje lastnosti površine bombažnih tkanin s silseskvioksani	
		<i>ANG</i> Tailoring of cotton fabrics surface properties by silsesquioxane molecules	
	Opis	<i>SLO</i> Predstavljena je sinteza treh poliedričnih oligomernih silseskvioksanov (POSS) z različnimi funkcionalnimi skupinami (izobutilno, aminopropilno, perfluoroalkilno) in njihov nanos na bombažno tkanino. Kemična struktura POSS je bila dokazana z IR, 29Si NMR in MS analizami, površinska prosta energija bombaža pa z meritvami stičnih kotov tekočin. Medtem, ko je nanos perfluoriranega POSS podelil tkanini odlično oljeodbojnost, je bila superhidrofobnost s stičnimi koti vode višjimi od 150° dosežena že z nanosom amino-funkcionalnega POSS, kar je pri uporabi nefluoriranih spojin izredno težko doseči.	
		<i>ANG</i> Synthesis of three polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) with different functional groups (isobutyl, aminopropyl, perfluoroalkil) and their application to cotton fabric were presented. Chemical structure of POSS was determined by the IR, 29Si NMR and MS analyses and cotton's surface free energy by the liquid contact angle measurements. While excellent oleophobicity was obtained by application of perfluorinated POSS, superhydrophobicity with the contact angles of water higher than 150°, was achieved by using only amino-POSS, which is very hard to attain for non-fluorinated compounds.	
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles; Symposium proceedings; 2010; Str. 96-103; Avtorji / Authors: Jerman Ivan, Tomšič Brigita, Simončič Barbara, Orel Boris	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	2479216	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Sol-gel tehnologija za kemijsko modifikacijo tekstilij	
		<i>ANG</i> Sol-gel technology for chemical modification textiles	
	Opis	<i>SLO</i> V delu je predstavljena pomembnost sol-gel tehnologije pri plemenitenju tekstilij ter njene prednosti pred konvencionalno apreturo. Opisan je mehanizem nastanka in vezanja sol-gel polimernega filma z vlakni. Izpostavljeni so prekursorji različnih kemijskih struktur, ki z znižanjem površinske proste energije vlaken in povečanjem mikro- ter nanohrapavosti podelijo tekstilijam odbojne lastnosti. Predstavljena je pomembnost pravilne izbire prekursorjev v mešanici, ki s sinergističnim delovanjem oblikujejo superhidrofoben in oleofoben sol-gel film ob hkratnem aktivnem protimikrobnem delovanju.	
		<i>ANG</i> The importance of sol-gel technology for textile functionalization, its advantages over conventional finishing and mechanism of sol-gel polymer film formation on fibres is presented. Attention is given to precursors with different chemical structures, which by decreasing fibres' surface free energy and forming micro- to nanoroughness impart the repellent properties of textiles. Importance of proper selection of precursors in the mixture, which can form sol-gel film with simultaneous superhydrophobic, oleophobic and antimicrobial properties by synergistic action, is discussed.	
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	University of Twente; Surface modification systems for creating stimuli-responsiveness of textiles; 2010; Str. [17]-34; Avtorji / Authors: Simončič Barbara, Tomšič Brigita, Orel Boris, Jerman Ivan	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	
3.	COBISS ID	2478960	Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Modifikacija PES tkanine z odzivnim mikrogelom z uporabo tehnologije sol-gel
		ANG	Modification of PES fabric by stimuli responsive microgel using sol-gel technology
	Opis	SLO	Brigita Tomšič je v obdobju 1.8.–1.12.2010 delovala na Univerzi Twente (Faculty of Engineering and Technology, Engineering of Fibrous Smart Materials group), Nizozemska, kjer je kot podoktorski raziskovalec aktivno sodelovala pri projektu Advanbiotex (vodja: prof. dr. Dragan Jocić), ki ga financira sklad Marie Curie (MEXT-CT-2006-042641) v sklopu 6. Okvirnega programa. Njene naloge so bile: vpeljava nove metode za trajen nanos mikrogela na sintetična vlakna, karakterizacija odzivnosti novo-funkcionaliziranega materiala na zunanje pogoje ter vpeljava novih testnih metod. Rezultate raziskave je predstavila na konferenci ob zaključku projekta.
		ANG	Brigita Tomšič worked at the University of Twente (Faculty of Engineering and Technology, Engineering of Fibrous Smart Materials group) during the period 1.8.–1.12.2010, where she participated as a postdoctoral researcher at the Advanbiotex project (leader: prof. Dr. Dragan Jocić) founded by the Marie Curie Excellence Grant (MEXT-CT-2006-042641) under the 6th Framework Program. Her tasks were: introduction of new method for durable application of microgel to synthetic fibres, characterisation of responsiveness of newly obtained material to the ambient conditions, development of new test methods. The results of the research were presented at the project workshop.
	Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	University of Twente; Surface modification systems for creating stimuli-responsiveness of textiles; 2010; Str. [107]-122; Avtorji / Authors: Tomšič Brigita	
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	2557552	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Aplikacija sol-gel pri plemenitenju tekstilij
		ANG	Sol-gel application in the textile finishing
	Opis	SLO	Barbara Simončič je delovala kot gostujoča profesorica na Univerzi v Borasu, The Swedish School of Textiles, Švedska, kjer je v času od 21. do 25. 2. 2011 imela dvajset urni sklop predavanj na temo sol-gel tehnologije pri postopkih kemijske modifikacije tekstilnih vlaken za študente magistrskega študija tekstilne tehnologije. Predavanja so obsegala predstavitev teoretične osnove sol-gel tehnologije, strukture sodobnih prekursorjev, njihovo aplikacijo na tekstilna vlakna za doseg različnih funkcionalnih lastnosti in analitske metode za določitev kakovostnih parametrov apreture.
		ANG	Barbara Simončič was a Guest Professor at The Swedish School of Textiles, University of Boras, Sweden, giving 20 hours of lecture on the topic of the sol-gel technology for chemical modification of textile fibres for students on Master degree in Textile technology from 21th to 25th February 2011. The lecture included the introduction of the theoretical approach of sol-gel process, chemical structures of novel precursors and their application to textile fibres to obtain different functional properties as well as analytical methods for determination of quality parameters of the coating.
	Šifra	B.05	Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Simončič Barbara	
	Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi
5.	COBISS ID	2769776	Vir: COBISS.SI

Naslov	SLO	Vpogled v tehnologijo sol-gel
	ANG	An insight into sol-gel technology
Opis	SLO	Barbara Simončič je v mednarodni reviji International Innovation s področja znanosti, raziskav in tehnologije predstavila rezultate temeljnega projekta J2-2223 "Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo tehnologije sol-gel". V intervjuju je predstavila namen raziskave, prednosti kemijske modifikacije tekstilij s tehnologijo sol-gel, strukture novih sintetiziranih prekursorjev sol-gel za oblikovanje "lotosovega efekta" na celuloznih vlaknih ter aplikacijo rezultatov raziskave.
	ANG	Barbara Simončič announced the results of the basic project J2-2223 "Chemical modification of textiles by using sol-gel technology" in the international journal in the field of science, research and technology entitled International Innovation. In an interview, the main aim of the research, the advantages of chemical modification of textiles by sol-gel technology, the structure of new synthesized sol-gel precursors for the creation of lotus effect on cellulose fibers and application of the research results were presented.
Šifra	D.01	Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v	Research Media; International innovation; 2012; št. Aug.; str. 106-108; Avtorji / Authors: Simončič Barbara	
Tipologija	1.22	Intervju

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi

Barbara Simončič je v obdobju od 1.1.2009 do 11.2.2009 delovala kot gostujoči raziskovalec/profesor na University of Leeds, School of Design, Anglija. V letu 2010 (od 15.2.2010 do 19.2.2010) in 2011 (20. do 25. 2. 2011) je delovala kot gostujoča profesorica na Univerzi v Borasu, The Swedish School of Textiles, Švedska, kjer je imela dvajset urni sklop predavanj na temo uporabe sol-gel tehnologije za kemijsko apreturo tekstilij za študente magistrskega študija.

F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj

Ivan Jerman je od 10. 5 do 31. 5 2009 kot raziskovalec deloval na The Hebrew University of Jerusalem, Izrael, kjer je pripravljal in karakteriziral Langmuir-Blodgettove in samosestavljive plasti merkaptio funkcionaliziranih molekul POSS na zlatih površinah (mentor prof. Dani Mandler).

Brigita Tomšič je v obdobju 1.8.–1.12.2010 delovala na Univerzi Twente, Nizozemska, kjer je kot podoktorski raziskovalec aktivno sodelovala pri projektu Advanbiotex (vodja: prof. dr. Dragan Jocić), ki ga financira sklad Marie Curie (MEXT-CT-2006-042641) v sklopu 6. Okvirnega programa. Vpeljala je novo metodo vezanja mikrogela v sol-gel matrico na sintetičnih vlaknih.

E.01 Domače nagrade

Prof. dr. Boris Orel in njegova skupina je bila v maju 2010 nagrajena z dvema zlatima priznanjima Gospodarske zbornice Slovenije. Priznanji sta delno plod raziskav opravljenih na projektu priprave protimikrobnih prevlek z uporabo merkaptio funkcionaliziranih sol-gel prekursorjev.

3.11 Intervju

SIMONČIČ, Barbara, TENZE, Goran (ur.). Tkanine kot navdih iz narave : Radio Slovenija, 3. program Ars, ponedeljek, 17. januar 2011 ob 13.05h. Ljubljana: 3. program Ars Radio Slovenija, 2011. [COBISS.SI-ID 2506352]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa
SIMONČIČ, Barbara. Biomimetične tekstilije : [predavanje] : 7. nanotehnološki dan, Ptuj, Primus, 18. marec 2011. Ptuj, 2011. [COBISS.SI-ID 2536304]

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskave v okviru projekta bodo pomembno prispevale k vpeljavi nanotehnoloških postopkov pri kemijskem apretiranju tekstilij. Uporaba sol-gel tehnologije, ki omogoča oblikovanje nanokompozitnega organskega-anorganskega apreturnega polimernega filma na površini vlaken, predstavlja pomemben napredek pri posodobitvi tekstilnih postopkov. Za sol-gel postopek na splošno velja, da je enostaven, relativno poceni in daje možnost priprave zanimivih, večfunkcionalnih izdelkov z novimi ali izboljšanimi funkcionalnimi lastnostmi in visoko dodano vrednostjo.

Oblikovanje funkcionalne vodo- in oljeodbojne ter protimikrobne zaščitne apreture po sol-gel postopku pomeni razširitev raziskav na področju plemenitenja tekstilij. Pri tem predstavlja poseben izziv sinteza novih funkcionalnih poliedričnih oligomernih silseskvioksanov (POSS), ki predstavljajo korak naprej v razvoju hibridnih sol-gel nanokompozitov. Usmeritev v sintezo POSS materialov je smotrna in znanstveno zanimiva, saj je do sedaj le relativno malo znanih različnih, predvsem bi- in tri-funkcionaliziranih POSS materialov. Zaradi svoje visoke cene so POSS še komercialno težko dosegljivi. Odlikuje jih značilna poliedrska oblika $(R-SiO_3/2)_n$, $n = 6, 8, 10, 12...$ z notranjo trdno anorgansko sredico $(-SiO_3/2)$ in z organsko (R) lupino. POSS prav zato predstavljajo idealen organsko-anorganski hibrid z nanokompozitno strukturo (velikost slika kock je od 0.8 do 1.8 nm), katerega fizikalne in kemijske lastnosti lahko dokaj enostavno spreminjamo s pomočjo različnih substituentov, ki omogočajo tudi doseganje več lastnosti hkrati. Za aplikacijo na tekstilna vlakna smo izbrali POSS prekursorje, ki vsebujejo izobutilne in izooktilne skupine, za katere predpostavljamo, da lahko tekstilu podelijo tudi superhidrofobne lastnosti (stični koti za vodo nad 150°). Slednje lahko dosežemo le v primeru alkiltrialkoksilsilanov z izredno dolgimi ogljikovodikovimi verigami, ki pa so ekološko manj sprejemljivi. V primeru uporabe POSS prekursorjev s perfluoriranimi alkilnimi skupinami, pa lahko dosežemo tudi oleofobnost apreture.

Pomembno novost raziskave predstavlja oblikovanje večfunkcionalne vodo- in oljeodbojne POSS matrice s fizikalno ali kemijsko vezanim protimikrobnim sredstvom. POSS prekursorji predstavljajo namreč primerno nanokompozitno matrico za vezanje različnih učinkovin, med njimi tudi protimikrobnih sredstev. Med slednjimi smo v raziskavo vključili nanosrebro ter titanov dioksid, kateri poleg protimikrobne aktivnosti zagotavlja tudi samočistilne lastnosti.

Pri preučitvi lastnosti sol-gel apreture bomo uporabili najsodobnejše nove analize pristope. Z njimi bomo pridobili podatke o lastnostih nanokompozitnega filma na površini vlaken ter o tem, kateri del POSS se pri pranju razgradi. S tem so podane možnosti strukturnih študij pralne obstojnosti POSS apretur, kar je ključno za doseg permanentne kemijske modifikacije vlaken. Raziskave interakcij med kovinskimi nanodelci in POSS matrico bodo pomembno prispevale k razumevanju mehanizma protimikrobnega delovanja srebra in titanovega dioksida, ki še do danes ni docela jasen in razložen.

Raziskovalni dosežki bodo prispevali k nadaljnemu razvoju kemijske modifikacije vlaken, oblikovanju visoko kakovostnih večnamenskih tekstilij ter uspešnemu reševanju tehnoloških problemov pri plemenitenju tekstilij s protimikrobnimi apreturami. Omogočili bodo možnost prenosa sol-gel tehnologije apretiranja tekstilij v tekstilno industrijo, kar bo predstavljalo doprinos znanosti k večjemu gospodarskemu razvoju.

ANG

The studies performed in the framework of the project will make a significant contribution to the introduction of nanotechnological processes in chemical finishing of textiles. The use of sol-gel technology enabling a preparation of the nanocomposite organic-inorganic polymer coating on

the fibre surface which provides an important progress in modernization of the textile processes. Namely, in general a sol-gel process is quite simple, relatively inexpensive, and gives opportunity to produce multifunctional products with new and improved functional properties with high added value.

Preparation of the functional water and oil repellent and antimicrobial protective coating with the use of sol-gel process represents an upgrade of the research work in the field of textile finishing. Regarding to this, a synthesis of novel functional polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) could be a special challenge which ensures an additional step in the development of hybrid sol-gel nanocomposites. Guidance to the synthesis of POSS materials is reasonable and scientifically interesting, since relatively few POSS materials have been known, especially bi- and tri-functionalized POSS. Furthermore, because of their high prices, they are rarely commercially available. POSS materials consist of cluster-like oligomers of the type $(R-SiO_3/2)_n$ ($n = 6, 8, 10, 12, \dots$). They have a well defined cage-like structure with a stable inorganic Si-O core of dimensions from 0.8 to 1.8 nm surrounded by organic (R) substituents, resembling in this respect organically functionalized nanosized particles of SiO₂. Physical and chemical properties of POSS could be easily changed with the incorporation of different substituents which provide more functional properties simultaneously. For application on textile fibres, the POSS precursors with isobutyl and isooctyl groups are used in this research. It is assumed that these POSS precursors could impart superhydrophobic properties on textile surface (contact angles for water higher than 150°). The latter could only be obtained with the use of alkyl trialkoxysilanes with a very long carbohydrate chains which are ecologically less acceptable. In the case of the use of POSS precursors with perfluoroalkyl groups, the oleophobicity of the coating could also be achieved.

A novel research topic of this project includes the formation of multifunctional water and oil repellent POSS matrix with physically or chemically bounded antimicrobial agent. Namely, POSS precursors can form an appropriate matrix for embedment of different agents, among them also antimicrobials. As antimicrobial agents, the nanosilver and titanium dioxide are used. The latter possesses not only antimicrobial properties but also self-cleaning properties.

A structure of the sol-gel coating will be studied with the use of novel analytical approaches. An important goal of the project is to get information about the composition of the nanocomposite film on the fibre surface as well as the washing resistance of the POSS coating which is urgent for achieving a permanent chemical modification of fibres. Investigations into the interactions between metal nanoparticles and the POSS matrix will contribute to the understanding of the mechanism of silver and titanium dioxide antimicrobial activities which has not yet been clearly explained.

The results of this research will provide directions for the additional developments of the fibre chemical modification for production of high-tech multifunctional textiles as well as for solving the technological problems relating to the introduction of the nanoparticles as antimicrobial agents. They will give an opportunity for transfer of the sol-gel technology to the textile industry which represents an important contribution of the science to the increase of the economical development.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Raziskave v okviru projekta so pomembne za tehnološki napredek slovenske tekstilne industrije ter dvig njene konkurenčnosti, kot tudi za nastanek novih srednjih in malih tekstilnih podjetij. Vpeljava sol-gel tehnologije kot sodobnega nanotehnološkega postopka kemijske apreture za funkcionalizacijo tekstilij bo omogočila uspešen razvoj tehnološko visoko razvitih proizvodov z novimi ali izboljšanimi funkcionalnimi lastnostmi z visoko dodano vrednostjo in vključenim večjim znanjem. Bistveno bo prispevala k razširitvi uporabe tekstilnih materialov tudi na drugih gospodarskih področjih, kot so farmacija, medicina, gradbeništvo, kmetijstvo, avtomobilska in prehrabena industrija. Vplivala bo na dvig kakovosti tekstilne proizvodnje ter s tem omogočila ohranitev delovnih mest ter povečanje zaposlovanja visokoizobraženih in vrhunskih strokovnjakov v industriji.

Neposredni vpliv naših raziskav za slovensko tekstilno industrijo vidimo v:

- uvajanju novih postopkov kemijske apreture s sodobno sol-gel tehnologijo za doseg protimikrobnosti, samočistilnosti, superhidrofobnosti in oleofobnosti,
- sintezi prekursorjev za sol-gel postopke in obvladovanju osnovnih znaj o njih,
- zmanjšanju stroškov, ki so povezani z vpeljavo novih apreturnih postopkov,
- optimiziranju tehnoloških postopkov glede na ceno in porabo energije,
- razširitvi ponudbe novih izdelkov, širitvi trga, znižanju stroškov proizvodnje, zmanjšanju porabe materiala in povečanju konkurenčne sposobnosti podjetij,
- celoviti in učinkoviti rabi razpoložljive raziskovalne opreme za pridobitev novih spoznanj.

Zato je pomemben cilj raziskovalnega projekta izvesti prenos laboratorijskih rezultatov v nove industrijske postopke. Pri tem bo ključna povezava s strokovnjaki v tekstilni industriji, s katerimi že sedaj uspešno sodelujemo v okviru Slovenske tekstilne tehnološke platforme. S pripravo Strateške raziskovalne agende 2007 - 2013 smo postavili raziskovalne prioritete slovenske tekstilne industrije za njen tehnološki razvoj.

Zavedamo se, da je za uspešen prenos novih tehnologij v industrijsko rabo nujno potrebno širjenje znanja tako v akademskem kot industrijskem okolju. Zato vsako leto aktivno sodelujemo pri organizaciji in programu simpozijev o novostih v tekstilstvu, ki jih organizira Oddelek za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, na katerih svoje raziskovalne dosežke predstavljamo strokovnjakom iz slovenske tekstilne industrije. Za dvig izobrazbene strukture zaposlenih v gospodarstvu skrbimo preko znanstvenih in strokovnih člankov v reviji *Tekstilec*, s tem pa tudi ohranjamo slovensko strokovno tekstilno terminologijo.

Rezultati raziskovalnega dela v okviru projekta imajo velik vpliv na razvoj dodiplomskega in podiplomskega izobraževanja na področju tekstilstva na Univerzi v Ljubljani. Člani projektne skupine smo nosilci teoretičnih in tehnoloških predmetov s področja kemijske tekstilne tehnologije in tekstilnih preiskav.

Uporaba funkcionalnih tekstilij s protimikrobnimi učinki in visokim ultravijoličnim zaščitnim faktorjem pomeni tudi skrb za varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva, predvsem v preventivi.

ANG

The studies performed within the framework of the project will make a significant contribution to the technological development of the Slovenian textile industry as well as to the promotion of new small and medium business enterprises. The introduction of sol-gel technology, which represents a novel nanotechnological process, enables the manufacture of textile fibres with new and improved functional properties with high added value for high-quality products. This will offer the opportunity to expand the use of functional textiles into other economic fields, e.g. pharmaceutical, medical, engineering, agricultural and food industries. The results of these studies should significantly improve the competitive position of the Slovenian textile industry. The improvements in the quality of textile production will directly contribute to the preservation of existing jobs as well as to an increase in the employment possibilities for highly educated experts within the industry.

The influence of our research on the Slovenian textile industry derived from:

- introduction of novel processes of chemical modification of fibres with the sol-gel technology to achieve antimicrobial properties, self-cleaning, superhydrophobicity and oleophobicity,
- synthesis of the sol-gel precursors and knowledge about them,
- decreasing costs for the introduction of the novel finishing processes,
- optimization of the technological processes regarding the costs and energy consumption,
- expansion of the new product supply, market expansion, decrease in the production costs and material consumption as well as greater competitiveness of the companies,
- entire and whole use of the available research equipment to gain new knowledge.

In consequence, the important goal of this project is to transfer the laboratory results into new industrial processes. Our existing collaboration with the textile industry experts within the framework of the Slovenian textile technological platform will be of great importance. By preparing strategic research agenda 2007-2013, the research priorities for the technological development of the Slovenian textile industry were set.

We are aware that the transfer of our knowledge into the academic as well as into the economic sphere is urgent for the successful introduction of novel technologies into the industrial use. Therefore, we actively participate in the organising and programme committees of symposiums on the novelties in textiles organised by the Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana, where our research results are presented to the technologists from the Slovenian textile industry. Furthermore, through the publication of scientific and professional papers in the journal *Tekstilec*, we take care of the rise of the education structure of the employees in the economy as well as of the Slovenian textile professional terminology.

The results of our research work have an important influence on the teaching skills at the undergraduate and postgraduate programmes of the textile technology at the Department of Textiles, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana. We give lectures from the fields of theory and technology of chemical textile processes and textile testing.

The use of functional antimicrobial textiles with a high UV-protective factor presents health protection, especially as a precaution.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

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

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input 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"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
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"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input 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"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	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		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo tehnologije sol-gel

Raziskovalci projektne skupine J2-2223 (UL, NTF in KI) smo vpeljali nove postopke kemijske apreture sol-gel za oblikovanje tekstilij z "lotosovim efektom" s superhidrofobnimi, oleofobnimi, aktivnimi in pasivnimi protimikrobnimi in samočistilnimi lastnostmi.

- Sintetizirali smo nove vodo- in oljeodbojne funkcionalne poliedrične oligomerne silseskvioksane in jih uporabili za kemijsko modifikacijo celuloznih vlaken.
- Razvili smo nov dvostopenjski postopek protimikrobne apreture, ki je vključeval "in situ" sintezo nanodelcev srebra v predhodno oblikovano funkcionalno silicijevo matrico na celuloznih vlaknih.
- Uspeli smo pripraviti večfunkcionalno pralno obstojno vodo- in oljeodbojno apreturo s protimikrobnimi lastnostmi.

Novo razviti postopki kemijske apreture podajajo velike možnosti preboja pri izdelavi biomimetičnih tekstilnih materialov z visoko dodano vrednostjo.

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Predstavitev rezultatov temeljnega projekta J2-2223 v mednarodni reviji International Innovation

Barbara Simončič, vodja temeljnega projekta J2-2223 "Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo tehnologije sol-gel" (1.5.2009-30.4.2012) je v mednarodni reviji International Innovation (www.researchmedia.eu) predstavila rezultate raziskave, v kateri so sodelovali raziskovalci Oddelka za tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Laboratorija za spektroskopijo materialov Kemijskega inštituta v Ljubljani. V intervjuju je izpostavila prednosti tehnologije sol-gel pri kemijski modifikaciji ploskovnih tekstilij ter edinstvene lastnosti novih sintetiziranih poliedričnih oligomernih silseskvioksnih prekurzorjev. Opisala je inovativne pristope pri oblikovanju večfunkcionalne vodo- ion oljeodbojne apreture s protimikrobnimi in samočistilnimi lastnostmi na bombažni tkanini ter aplikativni pomen raziskovalnih in razvojnih dosežkov.

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:

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	18.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/111

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

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

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

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

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

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

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

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

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

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

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

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

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

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

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priložko/-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/analyze/dosez/>. [Nazaj](#)

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

64-E5-06-53-2C-85-69-7F-C7-6A-14-56-12-CE-6A-E3-54-52-6B-44

TEHNIKA

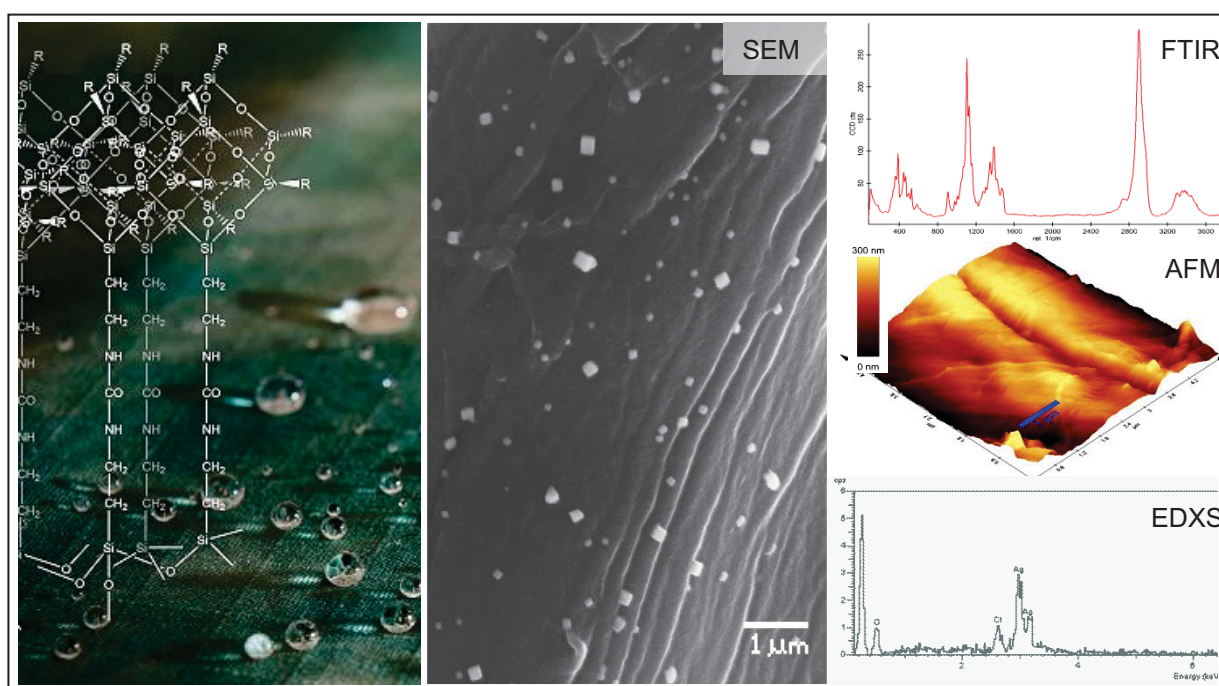
Področje: 2.14 – Tekstilstvo in usnjarstvo

Dosežek 1: Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo tehnologije sol-gel

Vir: JERMAN, I., ŠURCA VUK, A., KOŽELJ, M., OREL, B., KOVAČ, J. *Langmuir*, 2008, vol. 24, no. 9, str. 5029-5037 [COBISS.SI-ID 3889178], 1A1 (Z1, A')

KLEMENČIČ, D., TOMŠIČ, B., KOVAČ, F., SIMONČIČ, B. *Cellulose*, 2012, vol. 19, no. 5, str. 1715-1729, [COBISS.SI-ID 36032773], 1A1 (Z1, A", A')

SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B., ČERNE, L., OREL, B., JERMAN, I., KOVAČ, J., ŽERJAV, M., SIMONČIČ, A. *J. sol-gel sci. technol.*, 2012, vol. 61, no. 2, str. 340-354 [COBISS.SI-ID 2664560] 1A1 (Z1, A')



Raziskovalci projektne skupine J2-2223 (UL, NTF in KI) smo vpeljali nove postopke kemijske apreture sol-gel za oblikovanje tekstilij z "lotosovim efektom" s superhidrofobnimi, oleofobnimi, aktivnimi in pasivnimi protimikrobnimi in samočistilnimi lastnostmi.

- Sintetizirali smo nove vodo- in oljeodbojne funkcionalne poliedrične oligomerne silseskvioksane in jih uporabili za kemijsko modifikacijo celuloznih vlaken.
- Razvili smo nov dvostopenjski postopek protimikrobne apreture, ki je vključeval "in situ" sintezo nanodelcev srebra v predhodno oblikovano funkcionalno silicijevo matrico na celuloznih vlaknih.
- Uspeli smo pripraviti večfunkcionalno pralno obstojno vodo- in oljeodbojno apreturo s protimikrobnimi lastnostmi.

Novo razviti postopki kemijske apreture podajajo velike možnosti preboja pri izdelavi biomimetičnih tekstilnih materialov z visoko dodano vrednostjo.

TEHNIKA

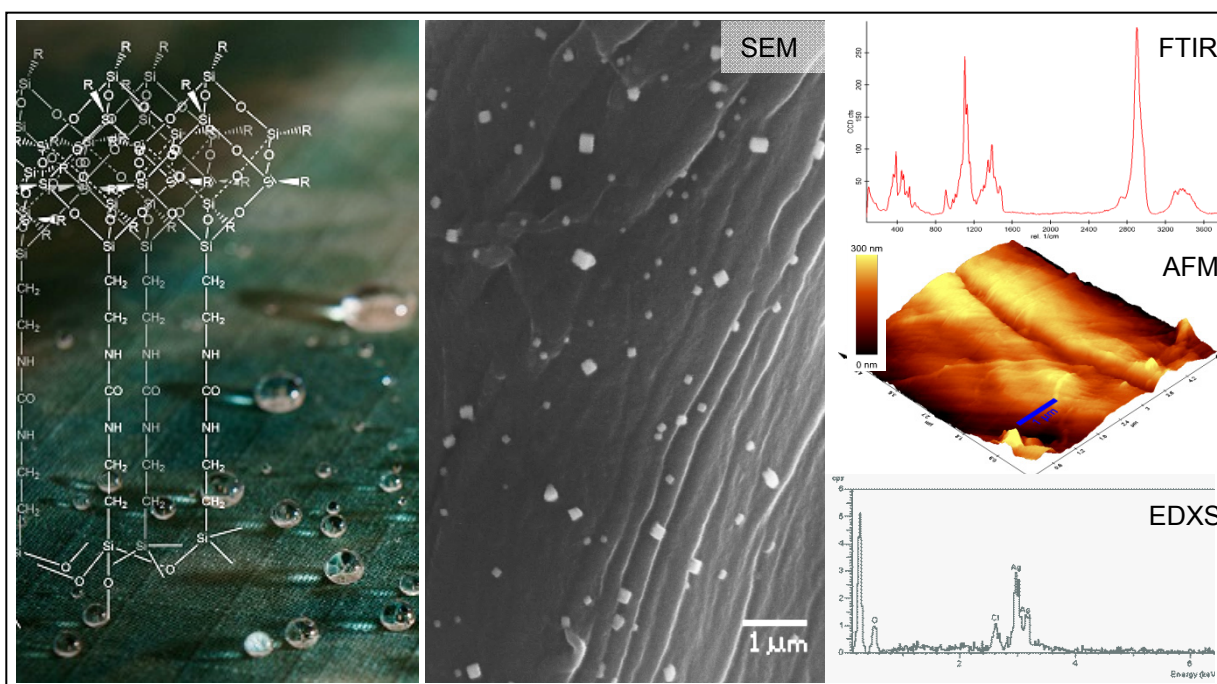
Področje: 2.14 – Tekstilstvo in usnjarstvo

Dosežek 1: Kemijska modifikacija tekstilij z uporabo tehnologije sol-gel

Vir: JERMAN, I., ŠURCA VUK, A., KOŽELJ, M., OREL, B., KOVAČ, J. *Langmuir*, 2008, vol. 24, no. 9, str. 5029-5037 [COBISS.SI-ID 3889178], 1A1 (Z1, A')

KLEMENČIČ, D., TOMŠIČ, B., KOVAČ, F., SIMONČIČ, B. *Cellulose*, 2012, vol. 19, no. 5, str. 1715-1729, [COBISS.SI-ID 36032773], 1A1 (Z1, A", A')

SIMONČIČ, B., TOMŠIČ, B., ČERNE, L., OREL, B., JERMAN, I., KOVAČ, J., ŽERJAV, M., SIMONČIČ, A. *J. sol-gel sci. technol.*, 2012, vol. 61, no. 2, str. 340-354 [COBISS.SI-ID 2664560] 1A1 (Z1, A')



Raziskovalci projektne skupine J2-2223 (UL, NTF in KI) smo vpeljali nove postopke kemijske apreture sol-gel za oblikovanje tekstilij z "lotosovim efektom" s superhidrofobnimi, oleofobnimi, aktivnimi in pasivnimi protimikrobnimi in samočistilnimi lastnostmi.

- Sintetizirali smo nove vodo- in oljeodbojne funkcionalne poliedrične oligomerne silseskvioksane in jih uporabili za kemijsko modifikacijo celuloznih vlaken.
- Razvili smo nov dvostopenjski postopek protimikrobne apreture, ki je vključeval "in situ" sintezo nanodelcev srebra v predhodno oblikovano funkcionalno silicijevo matrico na celuloznih vlaknih.
- Uspeli smo pripraviti večfunkcionalno pralno obstojno vodo- in oljeodbojno apreturo s protimikrobnimi lastnostmi.

Novo razviti postopki kemijske apreture podajajo velike možnosti preboja pri izdelavi biomimetičnih tekstilnih materialov z visoko dodano vrednostjo.

