

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/50



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-2067
Naslov projekta	Razvoj novih UV zaščitnih materialov
Vodja projekta	7004 Darinka Fakin
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
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

Pametne tekstilije so posledica človekovega zavedanja o škodljivih učinkih okolja na zdravje ljudi. Med negativne učinke okolja spadajo tudi ultravijolični (UV) žarki, ki so posledica tanjšanja ozona. Zato smo z raziskavo pod naslovom »Izdelava novih UV zaščitnih materialov« preučevali različne UV absorberje in možnosti njihove aplikacije. Čeprav je intenzivnost UV sevanja manjša od intenzivnosti sevanja vidne ali IR svetlobe,

je energija na foton v primeru UV sevanja veliko večja. UV sevanje, kot posledica sončne svetlobe, zajema področje med 280 in 400 nanometri. Vrednotenje fotozaščite tekstilij pred sončno svetlobo temelji na določanju ultravijoličnega zaščitnega faktorja (UZF)/Ultraviolet Protection factor (UPF). Definiran je kot razmerje med potencialnim eritemskim učinkom (bolezensko rdečino kože) in dejanskim eritemskim učinkom, ki ga povzroča transmisija svetlobe skozi tkanino. UPF določamo s pomočjo UV/VIS spektrofotometra, kjer merimo prepustnost standardnega vzorca za UV sevanje in primerne programske opreme. Za primerno zaščito pred UV sevanjem naj bi imela oblačila UPF vsaj 30 (zaščitna obleka zniža UV sevanje za 95%), izvrstna zaščita, kjer je UPF 40, 45 ali 50 (celo 50+), pa pomeni, da nas pred UV žarki zaščiti v najmanj 97,5 odstotkih.

V raziskavi smo preučevali vpliv različnih UV absorberjev, med katerimi smo še posebej raziskali lignin in posamezne derivate ekstrahirane iz lesa rdečega bora, kot sta pinosylvlin in pinosylvlin monometyl eter, ki imata visoke vrednosti absorpcije v UVB področju ter oksidirane hydroxymatairesinole, kot je oxo-matairesinol in ArMe.X-lignin ter njihove derivate z visoko absorpcijo pri valovnih dolžinah med 200 in 340 nm. Primerjalno smo izvedli še raziskave z že poznanimi vendar na teh materialih neraziskanih UV absorberji kot sta titanov dioksid in cinkov oksid. Posameznim komponentam surovega ekstrakta smo s pomočjo zeta potenciala določili njihov kemijski naboj, s pomočjo FTIR analizatorja in ostalih metod določili strukturo in na podlagi teh analiz določili možnosti aplikacij na vlaknotvorne materiale.

Raziskava je potekala na različnih celuloznih, poliamidnih (PA) in poliesternih (PES) vlaknotvornih polimerih različnih struktur in gostot. Poseben del raziskave je bil namenjen proučitvi različnim aplikacijam UV absorberjev na izbrane materiale z določitvijo sorpcijskih lastnosti pri čemer smo vključili pri postopku izčrpavanja tudi energijo ultrazvoka, ter proučili možnost aplikacije v izpredilni polimerni masi. Pri preučevanju kompatibilnost nanosa s postopkom barvanja smo proučili vpliv globine barve (K/S) in s tem kemijske konstitucije barvil in ugotovili, da pomembno vpliva na UV propustnost, ki jo v vseh primerih znižuje.

Novo pridobljena znanja na področju razvoja in uporabe UV absorberjev, ki izhajajo iz naravnih materialov, kot je les in standardnih UV absorberjev na bazi TiO_2 predstavljajo pomemben potencial za razvoj industrijskih UV zaščitnih materialov.

ANG

Smart textiles are a result of people awareness about harmful environmental effects on their health. Among the negative environmental effects could be rank the ultraviolet (UV) radiation as a consequence of ozone layer thinning. Therefore, in the study entitled "Creating new UV protective material" we were examined various UV absorbers and their possible applications.

Although, the intensity of UV radiation is a minor in comparison to the intensity of visible or infrared light, the energy of photon is much larger in the case of UV radiation. Sunlight, which reaches the Earth's surface emits UV radiation of wavelengths between 280 and 400 nm, and is classified into three regions. The ultraviolet protection factor (UPF) of a fabric is a quantitative measurement of the fabric's effectiveness when protecting human skin against ultraviolet radiation. Ultraviolet protection factor (UPF) designates the amount of protection provided by personal clothing, and also classify garment into protective categories. UPF could be determined by means of UV/VIS spectrophotometer, combining with appropriate software. Garment with suitable protection against UV radiation must have UPF at least 30 (reduces UV radiation for 95%); excellent protection with UPF 40, 45 or 50 (even 50+), indicating that the garments prevent us from the Sun's radiation by more than 97.5

In this research we were investigated the influence of various UV absorbers, with emphasis on lignin and some derivate extracted from pine wood (*Pinus Sylvestris*). The major compounds in this extract are pinosylvine and pinosylvine monomethyl ether, which absorb the damaging UV radiation in the UVB spectral range, and others compounds such as oxo-matairesinol and ArMe.X-lignin and their derivate with high absorption maximum between wavelength of 200 and 340 nm, and are important also for UVA region. Experiments with well-known UV absorbers such as titanium dioxide and zinc oxide were performed for the comparison. Chemical charge of the individual

extracted compound and UV absorber were determined by means of zeta potential and the structure of selected textiles by FTIR analyser and others methods. On the basis of the obtained results, appropriate method for application of UV absorbers on different fibre-forming polymer materials was developed.

Research was carried-out using different cellulose, polyamide and polyester fibre-forming polymers of different structure and density. In one part of the research different application of UV absorbers were studied by determining sorption properties, on different exhaustion processes, with and without ultrasound employment. The impact of colour strength (K/S values) and dyes' chemical constitution on UV transmission were also evaluated.

The obtained knowledge in the field of this research, and progress of new UV absorbers from natural wood, and standard UV absorbers TiO_2 based represent a significant potential for the development of industrial UV protective materials.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

V projektu z naslovom »Izdelava novih UV zaščitnih materialov« smo se za doseganje funkcionalnih lastnosti ukvarjali z izborom in selekcijo primernih UV absorberjev, z možnostjo njihove aplikacije na primerne vlaknotvorne polimere. Večfunkcionalne oz. pametne tekstilije so posledica človekovega zavedanja o škodljivih učinkih okolja na zdravje ljudi. Med negativne učinke okolja spadajo tudi ultravijolični (UV) žarki, ki so posledica tanjšanja ozona. Čeprav je intenzivnost UV sevanja manjša od intenzivnosti sevanja vidne ali IR svetlobe, je energija na foton v primeru UV sevanja veliko večja.

V eksperimentalnem delu smo tako uporabili v prvi vrsti bombaž, za določene primerjave pa še bombaž/PES, PES, in PA ter različne mešanice tudi z Lycro v obliki pletenin, primerne za poletna oblačila. Uporabljenim materialom smo določili parametre, ki imajo vpliv na propustnost materialov in ugotavljali sorpcijske lastnosti, ki so zlasti pomembne pri nanosu različnih UV absorberjev. Sorpcijske lastnosti vlaken so širok pojem, ki opisuje pojav adsorpcije, ko se atomi, molekule ali ioni vežejo na površino vlaken in tvorijo tanek sloj in pojav absorpcije, to je prehoda in vezanja atomov, molekul ali ionov na aktivna mesta v notranjosti vlakna kot tudi reverzibilni pojav desorpcije. Tako smo posameznim vlaknom določili sorpcijske lastnosti na podlagi sposobnosti zadrževanja vode v vlaknih, ki se izvaja po metodi, ki temelji na določanju količine vode, ki jo vlakna lahko navzamejo in zadržijo pod strogo določenimi pogoji. Poseben pomen v strukturi vlaken pa imajo prav tako sistemi, oblika in orientacija praznin, kamor lahko prodira voda, raztopine barvil in kemikalij. Volumen in notranja površina praznin prav tako pogojujeta sorpcijske lastnosti. Pri selekciji primernih UV absorberjev smo se na podlagi meritev absorbance v UV področju odločili za uporabo in raziskave na naslednjih materialih, kot so TiO_2 , ZnO , lignin in derivati ekstrahirani iz lesa rdečega bora, ki smo ga dobili na podlagi sodelovanja z Laboratory of Wood and Paper (sestavljeno je iz več komponent med katerimi prevladuje monometil pinosylvin in pinosylvin, hydroxymatairesinoli kot so oxomatairesinol in ArMe.X-lignin ter njegovi derivati) in sredi raziskave temu dodali še TiO_2 v obliki paste, ki je proizvod podjetja Cinkarna Celje in vsebuje 25% Na_2SiO_3 in 30% delež suhega TiO_2 . Za primerjavo nanosa posameznih izbranih UV absorberjev smo izbrali še industrijsko pripravljen produkt podjetja Bezema pod trgovsko oznako Isys Sun, ki je zlasti primeren za impregnacijski postopek nanosa. Za vse izbrane UV absorberje smo uporabili različne postopke aplikacije, torej impregnacijske in izčrpalne ter izbrali najustreznejši postopek aplikacije in ustrezna pomožna sredstva ter kemikalije za posamezen UV absorber in vlakno. Tako predlagamo za bombažne materiale pri nanosu UV absorberjev impregnacijski postopek, kadar kombiniramo postopek barvanja in nanosa UV absorberja pa je bolj učinkovit izčrpalni postopek. Pri PES je učinkovit tudi postopek impregnacije, medtem ko opazimo pri tkanini iz PA boljše rezultate, če uporabimo izčrpalni postopek.

Meritve absorbance v UV področju so za ekstrakta rdečega bora pokazale, da je le ta najvišja v UVB področju in je tako uporaben kot UV absorber. Glede na njegovo netopnost v vodi smo z raziskavo ugotovili, da ga lahko uporabimo v alkalnem vodnem mediju, še učinkovitejši postopek pa predstavlja postopek priprave matične raztopine v

etanolu. Za lignin, ki je stabilen visoko zamrežen aromatski polimer, ki nastane s polimerizacijo aromatskih alkoholov nismo uspeli najti primerne aplikacije in smo ga zato iz nadaljnjih raziskav izključili. Titanov dioksid (TiO_2) je bel pigment, ki ima visoko moč pokrivanja in se nahaja v dveh tržno in raziskovalno zanimivih kristalnih oblikah – antrasi in rutilni. Antrasi pigment je zelo občutljiv na svetlobo in hitro spremeni barvo, zato je pomembnejši rutilni, ki ima boljšo pokrivnost ter boljše svetlobne in vremenske obstojnosti, kar je posledica širše optične vrzeli v frekvenčnem pasu. TiO_2 ima visoko oksidacijsko sposobnost, če ga izpostavimo svetlobi, visoko hidrofilitno ter kemično obstojnost. Je anorganski polprevodnik z vrzeljo 3,2 eV in ga lahko aktivira svetlobna energija pri 388 nm. Cinkov oksid (ZnO) ima sicer ožje področje uporabe, kot TiO_2 ima pa enako vrzel v frekvenčnem pasu (3,2 eV). Uporabljen TiO_2 v obliki paste je prav tako po strukturi rutilni TiO_2 in daje boljše rezultate pri obdelavi, kot titanov dioksid v prahu, kar pomeni, da predstavlja izboljšano obliko in omogoča primeren in obstojen nanos tako po izčrpalnem, kot po impregnacijskem postopku. Prav tako ima zadovoljive obstojnosti pri vzdrževanju, saj se učinek po pet-kratnem pranju na bombažu ne zniža, nekoliko nižje vrednosti dosežemo pri PES materialih.

Izbranim UV absorberjem med katerimi smo se na podlagi analiz največ posvetili ekstraktu rdečega bora in TiO_2 smo določili njihove UV absorpcije v raztoipinah s pomočjo merjenja absorbance v področju med 200 in 400 nm na spektrofotometru *Varian Cary 50*, ter po nanosu na materialih z merjenjem UPF faktorjev (Ultraviolet Protective Factor), ki jih lahko določimo s pomočjo ustreznega računalniškega programa. UPF lahko določamo po različnih standardih: Australian/New Zealand Standard (AS/NZS 4399:1996), British Standard (BS 7914:1998) oz. evropski SIST EN 13758-1 in American Standard (AATCC). V okviru našega dela smo v začetni fazi izvedli vrednotenje po vseh treh standardih zaradi primerjav in v nadaljevanju uporabljali Australian/New Zealand standard, na katerega se nanašajo tudi vsi v poročilu navedeni rezultati.

Najširšo raziskavo smo opravili na bombažni tkanini, ki v surovem stanju ni izpolnjevala pogojev za varno uporabo, kar pomeni, da je imela izmerjeno UPF vrednost 10. Z raziskavo ugotavljamo, da lahko s pomočjo impregnacijskega postopka dosežemo zadostno in industrijsko pripravljenemu produktu primerljivo zaščito z ekstraktom rdečega bora, kjer dosežemo UPF vrednost 35, kar pomeni zelo dobro zaščito, še boljše rezultate pa dosegamo na posameznih tkaninah in pleteninah v mešanicah s sintetičnimi materiali in elastani, ki zaradi strukture pletenja v kombinaciji z obdelavo omogočajo kljub višjim zračnim propustnostim materiala doseganje odličnih UPF vrednosti (50^+). Da bi lahko izvedli realno primerjavo, smo v analizo vključili zraven UV propustnosti še vpliv teže, gostote tkanja ali pletenja in debeline tudi meritve zračne propustnosti materialov, ki je pomemben parameter in nam omogoča določitev primerljivih ploskih tekstilij, kar je za realne učinke posameznih nanosov UV absorberjev pogoj. Ugotavljamo, da večja propustnost sicer pomeni nižje zaščitne vrednosti, vendar jih ne moremo direktno primerjati, saj na zaščito v večji meri vpliva material, barva materiala in nanos posameznega UV absorberja. Istočasno smo za določitev kompatibilnosti UV absorberjev s posameznimi materiali določili kemijski naboj (zeta potencial) in s Fourier transform infrardečo FT-IR spektroskopijo, ki ima veliko prednosti v primerjavi s tradicionalnimi IR spektrofotometri, določili možnost aplikacije na posamezne materiale. S pomočjo FT-IR spektrov dobimo boljše spektreki nam omogočajo kvalitativno kot tudi semi- kvantitativno analizo posameznih nanosov.

Pri preučevanju vpliva kemijsko različnih barvil na UV absorpcijo smo ugotovili, da predstavlja globina barve pomemben dejavnik pri doseganju optimalne zaščite in da le ta z povečano globino zelo narašča. Čeprav za barvanje vlaken v barvalnih kopelih uporabimo enako količino barvila, je globina obarvanja posameznih vlaken z različnimi barvili različna. Do vizualnih razlik, ki jih numerično določimo na podlagi Kubelka – Munk (K/S) teorije prihaja zaradi različnih jakosti barvil, ki jo pogojuje različna kemijska struktura, različnih hitrosti barvanja, ki jo pogojujejo razlike v gostoti vlaken, orientaciji vlaken, stopnji kristaliničnosti in načina predobdelave, ki vodijo do različne absorpcije barvila. Vendar za doseganje popolne zaščite pri tkaninah in pleteninah z visoko zračno

propustnostjo ne zadošča samo barvanje v primerni globini, potreben je tudi ustrezen dodatek UV absorberja. V tem sklopu smo tudi z rezultati dela dokazali, da je realno mogoče združiti postopek barvanja s postopkom nanosa UV absorberja, kar se je zlasti pokazalo kot uspešno pri uporabi TiO_2 v obliki paste in pri uporabi ekstrakta rdečega bora, kjer se pri višjih koncentracijah bora nekoliko zviša globina barve.

Pri določanju vpliva ultrazvoka v procesih aplikacije smo uporabili ultrazvočno sodno in on-line spremljali dogajanja v procesu aplikacije tako barvil, kot UV absorberjev. Pri tem smo uporabili različno akustično intenziteto sonde in sicer od 50 W/cm^2 do 500 W/cm^2 .

Pri tem smo ugotovili, da ultrazvok omogoča dodatno homogeniziranje kopeli, pri tem ne moti procesa, nekoliko pospešuje proces barvanja oz. hitrost difuzije barvila, na uspešnost vezave različnih UV absorberjev pa nima pomembnega vpliva oz. se stopnja zaščite ne poveča. Na podlagi teh ugotovitev, te vrste aplikacije ne uvrščamo med dejavnike, ki omogočajo višjo stopnjo UV zaščite.

Na podlagi obsežnega raziskovalnega dela, ki je potekalo s pomočjo za določena področja usposobljenih raziskovalcev, lahko zaključimo, da nam je uspelo doseči zastavljene cilje in dokazati možnost znižanja UV propustnosti na številnih in po surovinski sestavi različnih materialih s pomočjo ekstrakta rdečega bora, ki predstavlja novost. Za postopek uporabe in aplikacije smo prijaviili patent, saj nam daje odlične zaščitne lastnosti (UPF 50⁺). Enako dobre ali celo boljše lastnosti dosežemo tudi pri uporabi TiO_2 v obliki disperzije z Na_2SiO_3 , kjer smo dodatno na podlagi SEM posnetkov ugotovili, da dosegamo enakomeren nanos, material pa ima tudi dobre antioksidacijske lastnosti, ki so pomembne pri večji samočistilni sposobnosti. Končen cilj raziskave, to je izdelava belih in obarvanih UV zaščitnih materialov s pomočjo različnih UV absorberjev in razvoj postopka za uporabo novih derivatov ekstrahiranih iz lesa rdečega bora ja tako dosežen. Poseben pomen pripisujemo dejstvu, da uporabljeni ekstrakt rdečega bora izhaja iz naravnega materiala (lesa), ki je dostopen in tako predstavlja tudi veliko možnost in potencial za dejansko uporabo v proizvodnji. S tovrstnimi materiali lahko v prihodnosti v veliki meri prispevamo k znižanju UV propustnosti oblačil kar predstavlja večjo varnost pred izpostavljenostjo UV sevanju, ki iz dneva v dan bolj ogroža zdravo življenje na našem planetu in povzroča občasna ali bolj nevarna dolgotrajnejša bolezenska stanja.

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

V raziskavi smo zasledovali temeljni cilj »Razvoj novih UV zaščitnih materialov«. Opravili smo raziskavo in selekcijo primernih UV absorberjev in izdelali postopke za njihove aplikacije na izbrane ploske tekstilije. Pri raziskavi smo uporabili TiO_2 in ZnO , lignin in derivate ekstrahirane iz lesa rdečega bora in TiO_2 v obliki disperzije z dodanim Na_2SiO_3 .

Selekcijo izbranih UV absorberjev smo opravili na podlagi meritev UV absorpcije v raztopinah v področju med 200 in 400 nm na spekrofotometru *Varian Cary 50*. Izbranim UV absorberjem smo izvedli analizo določitve kemijskega naboja (zeta potencial), s SEM posnetki pa ugotavljali uspešnost nanosa glede na koncentracijo in pogoje nanosa. Nanos izbranih UV absorberjev je potekal po impregnacijskem in izčrpalnem postopku, ki je primeren tudi pri analizah učinkovitosti istočasne obdelave z UV absorberjem pri barvanju. Količino in obliko nanosa posameznih UV absorberjev smo spremljali z opazovanjem vlaken z vrstičnim elektronskim mikroskopom SEM Zeiss Gemini supra 35 VP. Pri izboru materialov smo kot kriterij uporabili njihovo uporabnost za izdelavo poletnih oblačil in sicer tkanine in pletenine iz bombaža, bombaž/PES, PES, in PA in različne mešanice pletenin z Lycro. Na materialih smo izvedli analize strukturnih lastnosti in zračne propustnosti, ki so se gibale med 20 in $3147 \text{ L/m}^2\text{s}$ in imajo vpliv na propustnost sončne svetlobe, ter sorpcijskih lastnosti, ki imajo vpliv na sposobnost navzemanja UV absorberjev. Za ugotavljanje učinkov UV absorberjev različnih koncentracij na različnih ploskih tekstilijah smo uporabili standardne metode po mednarodno usklajenih standardih za določanje fotozaščite tekstilij pred sončno svetlobo, ki temelji na določanju UPF faktorja. Pri raziskavi smo želeli na različnih

materialih doseči primerno zaščito pred UV sevanjem, kar pomeni, da smo upoštevali kot uspešen postopek tistega pri katerem smo na materialih dosegli vrednost UPF 30 in več. Za merjenje UVA in UVB zaščite in izračun UPF smo uporabili spektrofotometer *Varian Cary 50*, ki ga nadgradimo z enoto za merjenje UV prepustnosti ploskovnih materialov in programsko opremo. Dobljene vrednosti UPF so predstavljale osnovno vrednost pri selekciji materialov in nadaljnjem načrtovanju raziskave. Naslednji cilj, ki smo mu sledili je bila raziskava kompatibilnosti postopka barvanja in nanosa UV absorberja, pri čemer smo te postopke uspešno združili tako pri nanosu TiO_2 , kot pri ekstraktu rdečega bora. S posameznimi postopki barvanja pa smo na podlagi meritev globina barve kemijsko različnih barvil, ki smo jo izrazili s K/S (Kubelka Munk funkcija) ugotovili, da tudi ta pomembno vpliva na UV zaščito. V zadnjem delu smo se ukvarjali z možnostjo uporabe ultrazvoka in njegovega vpliva pri procesih aplikacije UV absorberjev. Tukaj smo prišli do zaključka, da ultrazvok ne vpliva na boljši in bolj trajen nanos UV absorberjev in pri aplikaciji nima večjega pomena. S tem smo realizirali raziskovalno hipotezo.

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

Do pomembnih vsebinskih sprememb v okviru poteka raziskave ni prišlo, smo pa v zadnjem letu obvestili agencijo, da zaradi porodniškega dopusta raziskovalke Mojce Božič le ta nima raziskovalnih ur na tem projektu.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	15768854	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Sinteza $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ koloidne disperzije in njeno obnašanje pri reaktivnem barvanju bombažne tkanine
		<i>ANG</i>	Synthesis of $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ colloid and its performance in reactive dyeing of cotton fabrics
	Opis	<i>SLO</i>	Novo sintetizirani in s SiO_2 oplaščeni TiO_2 nano delci ($\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$) so bili uporabljeni pri postopkih obdelave s katerimi smo želeli doseči nove funkcionalnih lastnosti bombažne tkanine ob istočasno izvedenem postopku barvanja. Pri tem smo zasledovali vpliv koncentracije $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ in barvil ter postopek aplikacije. Tako obdelanim materialom smo določili kemijsko in morfološka struktura s pomočjo ATR-FTIR spektroskopije in vrstično elektronsko mikroskopijo. Obarvanost in uporabne lastnosti smo določili na bombažni tkanini s pomočjo UV zaščitnega faktorja, $\text{CIE L}^*\text{a}^*\text{b}^*$ barvnih vrednosti in zračne propustnosti. Vključitev $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ v proces barvanja z reaktivnimi barvili nam omogoča doseganje odličnih funkcionalnih lastnosti, ki skupaj z UV propustnostjo in barvno obstojnostjo ostanejo visoke tudi po 15-kratnem pranju. Njihove vrednosti oziroma njihove spremembe pa so odvisne zlasti od koncentracije reaktantov in temperature barvanja.
		<i>ANG</i>	Newly synthesized by SiO_2 surface treated TiO_2 nanoparticles ($\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$) were prepared, characterized and utilized in functional dyeing as combined reactive dyeing of cotton fabrics. Factors affecting the dyeing and functional properties of the treated fabric, concentration of $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ and of reactive dye as well as dyeing regime were studied. The chemical and morphological structures of nano-upgraded cotton fabrics were characterized by ATR-FTIR spectroscopy and scanning electron microscopy. UV-blocking ability, coloration and comfortable behaviour of cotton have been evaluated through ultraviolet protection factor, $\text{CIE L}^*\text{a}^*\text{b}^*$ color values and air permeability determinations, respectively. Incorporation of $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ into the dyeing with reactive dyes brought about an outstanding UV protection functionality of the dyed fabrics even after 15 laundering cycles with a negligible negative impact on color and comfortable properties. Improvement or decrement in the UV protection, comfort, and dyeing

		properties is governed by the reactants concentrations and the dyeing temperature.
	Objavljeno v	Applied Science Publishers; Carbohydrate polymers; 2012; Vol. 88, iss. 3; str. 992-1001; Impact Factor: 3.628; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.543; A': 1; WoS: DW, EE, UY; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Veronovski Nika, Ojstršek Alenka, Božič Mojca
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16030486 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Optimiranje odstranitve barvil in organskih onesnaževalcev iz odpadnih vod s pomočjo UV/H ₂ O ₂ obdelave in Plackett-Burman faktorjske analize
		ANG Optimization of removal of colour and organic pollutants from textile wastewater treated with UV/H ₂ O ₂ adopting the Plackett-Burman factorial design
	Opis	SLO V raziskovalnem delu je predstavljena Plackett-Burman dvostopenjska faktorjska analiza za določitev variantne strategije za določitev optimalnih UV/H ₂ O ₂ procesnih pogojev s katerimi lahko dosežemo učinkovito čiščenje z barvili močno onesnaženih tekstilnih odpadnih vod. Raziskan je bil vpliv parametrov odpadnih voda, kot je vrsta in koncentracij barvila (C Dye), 100-300 mg / L, koncentracija NaCl (C NaCl), 2,5-3,5 mg / L in koncentracija sečnine (urea C), 5 - 15 mg / l in vrednost NaOH (C NaOH), 1-2,4 mL / L, kot tudi operativnih parametrov, tj. intenzivnosti UV sevanja (I UV), 1,2-1,4 kW, koncentracija H ₂ O ₂ , 0,7 -8,3 mg / L, čas obdelave (t), 6-30 min, na barvo in odstranitev organskih onesnaževal. Po določitvi 7 spremenljivk, so se laboratorijski poskusi izvajali z dvema sintetično pripravljenima odpadnima vodama, ki so bile onesnažene z dvema strukturno različnima reaktivnima barviloma in izbranimi kemikalijami. Ocena uspešnosti čiščenja na pilotni UV/H ₂ O ₂ napravi je bila določena s spremljanjem absorpcije in skupnega organskega ogljika v obdelanih vzorcih. Dobljeni rezultati so pokazali, da ima na znižanje onesnaženja največji vpliv čas obdelave in koncentracija. Hkrati je imela znaten vpliv na zmanjšanje okolju škodljivih parametrov količina sečnine in intenzivnosti UV sevanja.
		ANG In the research work presented here, a Plackett-Burman two-level partial factorial design was adopted as a multivariate strategy to determine the optimum UV/H ₂ O ₂ process conditions for maximizing the treatment efficiency of dye-rich textile effluents. The influence of wastewater parameters, i.e. type and concentration of dye (C Dye), 100-300 mg/L; concentration of NaCl (C NaCl), 2.5-3.5 mg/L; and concentration of urea (C Urea), 5-15 mg/L; and the amount of NaOH (C NaOH), 1-2.4 mL/L; as well as the operational parameters, i.e. intensity of UV irradiation (I UV), 1.2-1.4 kW; the amount of H ₂ O ₂ , 0.7-8.3 mL/L; and treatment time (t), 6-30 min; on the colour and the removal of organic pollutants was investigated. After determining seven variables, laboratory-scale experiments were conducted using two synthetically-prepared wastewaters solutions that were polluted with two structurally different reactive dyes and selected chemicals. The assessment of the UV/H ₂ O ₂ pilot plant's performance was by monitoring the absorbance and total organic carbon in the treated samples. The obtained results showed that the treatment time and dye concentration had a major impact on the reduction of both reactive dyes. At the same time, the amount of urea and the intensity of UV radiation had a notable influence on the organic pollutant reduction.
	Objavljeno v	Balaban Publishers; Desalination and water treatment; 2012; Impact Factor: 0.614; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.785; WoS: II, ZR; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	15913238 Vir: COBISS.SI

Naslov	SLO	Sprememba površinskih lastnostipletenin pri obdelavi z encimi
	ANG	Changes in a knitted fabric's surface properties due to enzyme treatments
Opis	SLO	Tehnologija encimske obdelave tkanin spada v skupino obdelav, ki omogočajo modifikacijo otipa tkanine, spremembo površine in ostalih površinskih in mehanskih lastnosti. Večina raziskav se osredotoča na razumevanje vpliva encimske obdelave na lastnosti, ki vplivajo na proces predobdelave, barvanja in končnega plemenitenja in s tem na končen otip in tudi izgled tkanin in pletenin. Namen raziskave je bil analizirati učinke dveh različnih encimov Trichoderma reesei spada k celulazam, in obogatene (EGIII) endoglucanase celulaze, pri treh različnih koncentracijah encimov na 100% bombažni interlock pletenini. Pri tem so se s pomočjo primerne laboratorijske opreme ocenjevale površinske lastnosti, kot so piling, trenje in geometrijska hrapavost. Rezultati kažejo, da imajo pogoji, ki jih dosežemo pri encimu Trichoderma reesei bolj izrazit vpliv na površinske lastnosti v primerjavi z obogatenimi encimi EGIII.
	ANG	Enzyme treatment technologies in textile processing have become commonly-applied techniques for the modification of fabric-handle appearance, and other surface and mechanical characteristics of fabrics. Most studies have focused on understanding the impact of enzyme treatments on the fabric preparation, dyeing, and finishing processes of woven fabrics, whilst only limited research has been reported regarding any enzymatic effects on the surface and handproperties of knitted fabrics. The aim of this study was to analyze the effects of two different enzymes Trichoderma reesei whole cellulase, and enriched (EGIII) endoglucanase cellulase, at three different enzyme dosages on 100 % cotton interlock knitted fabric. This was in order to evaluate certain surface properties such as pilling, friction. and geometrical roughness. Furthermore, the compression and tactile properties of knitted fabric were also analyzed. The results show that treatment conditions with enzyme Trichoderma reesei whole cellulase had the more pronounced effect on the surface properties compared to the enriched EGIII enzymes.
Objavljeno v	Korean Fiber Society; Fibers and polymers; 2012; Vol. 13, no. 3; str. 371-379; Impact Factor: 0.836;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.821; WoS: QJ, UY; Avtorji / Authors: Jevšnik Simona, Fakin Darinka, Heikinheimo Lea, Stjepanović Zoran	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8.Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine²

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	16098326	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Nanofunkcionalizacija bombaža s TiO ₂ -SiO ₂ in postopkom barvanja z reaktivnimi barvili	
	ANG	Nanofunctionalization with TiO ₂ -SiO ₂ and reactive dyeing of cotton	
Opis	SLO	Cilj te raziskave je bila preučitev možnost, da se pri postopku barvanja po izčrpalnem postopku istočasno uporabi dodatek paste nanodelcev - TiO ₂ -SiO ₂ in se na tako pripravljenih materialih izmeri sposobnost blokiranja tkanine pred škodljivimi UV-žarki. Bombažna tkanina je bila obarvana z reaktivnim barvilom Bezaktiv Red S-3B 150% pri koncentraciji barvila 0.1,0.2 ali 0,3% in koncentraciji 0,5% in 3, 6 ali 9% TiO ₂ -SiO ₂ paste pri treh različnih uporabljenih temperaturah (60, 80 ali 98 ° C), v času 70 min. Morfološke strukturne lastnosti koloidnih disperzij in z nano delci obdelane tkanine so bile posnete z vrstičnim elektronskim mikroskopom, UV zaščitne	

		<p>sposobnosti pa smo merili s pomočjo spektrofotometra. Obdelani vzorci so bili tudi barvometrično ovrednoteni z uporabo CIELAB barvnega sistema. Dobljeni rezultati kažejo, da z vključitvijo TiO₂-SiO₂ nano delcev v barvalni proces barvanja z reaktivnimi barvili poveča funkcionalnost in UV zaščito tako obarvanih tkanin z zanemarljivim negativnega vplivom na barvo (koncentracija in temperatura), kar pomeni, da sta postoka tudi kompatibilna.</p>
	ANG	<p>The goal of this research was to investigate the possibility of combining the application of TiO₂- SiO₂ nanoparticles and reactive dyeing in one-bath exhaustion procedure in order to enhance fabrics' blocking ability against harmful UV-rays. Cotton fabric was dyed using reactive dye Bezaktiv Red S-3B 150% in concentration of 0.5% owf and 3, 6 or 9% owf TiO₂-SiO₂ paste (0.1,0.2 or 0.3% pure TiO₂) under three different operational temperatures (60, 80 or 98°C), 70 min. The morphological structures of colloidal dispersion as well as nano-upgraded cotton fabrics were characterized by scanning electron microscopy, and the UV protection ability by spectrophotometry. Treated samples were also colorimetrically evaluated by means of CIE colour system. The obtained results indicate that the incorporation of TiO₂-SiO₂ into the dye bath reactive dyes included brought about an outstanding UV protection functionality of the dyed fabrics with a negligible negative impact on colour depending on nanoparticles concentration and treatment temperature.</p>
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Faculty of Textile Technology, University of Zagreb; Book of proceedings; 2012; Vol. 1; str. 755-760; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka, Božič Mojca
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	16339222 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO UV zaščitne lastnosti bombaža, modificiranega s TiO₂-SiO₂ oplaščenimi nanodelci</p> <p>ANG UV protective properties of cotton modified with TiO₂-SiO₂ core-shell nanoparticles</p>
	Opis	<p>SLO Namen predstavljene raziskave je bila preučitev UV zaščitnih lastnosti bombažne tkanine, obdelane z različnimi koncentracijami TiO₂-SiO₂ oplaščenimi nanodelci. Nanos koloidnih delcev je bil izveden po postopku izčrpavanja pri različnih pogojih obdelave, pri čemer se je spreminjal čas obdelave, pomožna sredstva, kemikalije, pH in temperatura. Vrednotenje nano modificiranih bombažnih tkanin je potekalo s pomočjo ATR-FTIR spektroskopije in vrstične elektronske mikroskopije. UV-zaščitne lastnosti TiO₂-SiO₂ prevlek in obstojnost le teh na pranje pa smo ocenili z merjenjem UV-A in UV-B transmisije in jih ocenili na podlagi izračuna UV zaščitnega faktorja. Dobljeni rezultati kažejo, da se sintetizirani TiO₂-SiO₂ oplaščeni nanodelci vežejo z vodikovo vezjo na bombažne tkanine, kjer ustvarijo enakomerno prevleko. Zraven tega prinaša površinska modifikacija z nanodelci izjemne funkcionalne lastnosti, pri tem pa je UV zaščita na bombažni tkanini odvisna predvsem od koncentracije TiO₂-SiO₂ nanodelcev, nanjo pa vpliva tudi sestava kopeli in temperatura obdelave.</p> <p>ANG The purpose of the presented research was to determine UV protective properties of cotton fabric treated with several concentrations of TiO₂-SiO₂ core-shell nanoparticles. Application of nanoparticles' colloidal dispersion was carried-out according to exhaustion procedure with varied operational parameters, i.e. treatment time, auxiliaries, chemicals, pH and temperature. Nano-modified cotton fabrics were characterized by ATR-FTIR spectroscopy and scanning electron microscopy. The UV-blocking ability of TiO₂-SiO₂ coated and washed samples was evaluated by measuring UV-A and UV-B transmittance, and by calculating an ultraviolet protection factor.</p>

		The obtained results indicated hydrogen bonding of the synthesized TiO ₂ -SiO ₂ core-shell nanoparticles onto the cotton fabrics and equal distribution of nanoparticles through surface. Furthermore, surface modification by nanoparticles brings about an outstanding UV protection functionality of the cotton fabric depending on the concentration of TiO ₂ -SiO ₂ nanoparticles as well as on the bath composition and treatment temperature.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	University of Zagreb, Faculty of Textile Technology; Magic world of textiles; 2012; Str. 244-249; Avtorji / Authors: Ojstršek Alenka, Božič Mojca, Fakin Darinka	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	14553878 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Namen predstavljenega dela je bila raziskava dveh kemisko različnih barvil v dveh barvnih tonih, v dveh koncentracijah, ki smo jih uporabili pri procesu barvanja skupaj z različnimi UV absorberji (TiO ₂ , lignin, ekstrakt rdečega bora) in ugotavljali njihov vpliv in zaščitno delovanje v področju UV sevanja na dveh strukturno različnih tkanin izdelanih iz PA in PES vlaken. Iz rezultatov raziskave izhaja, da ima uporaba barvil pomemben vpliv na zaščitne lastnosti materialov, ki se ob sočasni uporabi UV absorberjev in barvil še povečajo in dajejo odlično UV zaščito.
	ANG	The impact of UV absorbers and dyestuffs on protection against UV radiation
Opis	SLO	Vpliv UV absorberjev in barvil na zaščito pred UV sevanjem
	ANG	The purpose of the presented research was to investigate the impact of two chemically different dyestuffs (acid and disperse) in two colours (red and blue) and two concentrations (1 and 4%), together with application of various UV absorbers (TiO ₂ , lignin and extract from pine wood) on blocking properties against UV radiation of two structurally different fabrics made from PA and PES fibres for summer cloths. Study was focused also on colour changes of dyed fabrics after application of different UV absorbers. The obtained results indicated important impact of dyestuffs in concentration of 1% on materials' protective properties. Selected absorbers have also great influence on UPF values and, therefore, the combination of both, absorbers and dyestuffs offer maximum protection to solar UV radiation of studied fabrics.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology, Department of Fibres and Textile Chemistry; Fibre-grade polymers, chemical fibres and special textiles; 2010; [6] str.; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
4.	COBISS ID	14467350 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vpliv globine barve in UV absorberjev na UV zaščitne lastnosti tekstilnih materialov
	ANG	The effect of colour strength and UV absorbers on UV protection properties of textile materials
Opis	SLO	Cilj te študije je raziskava vpliva barvil in naravnih UV absorberjev še posebej lignina in posameznih derivatov ekstrahiranih iz lesa rdečega bora na UV zaščito posameznih poletnih oblačil. Med temi smo proučili pinosylvlin in pinosylvlin monometyl eter, ki imata visoke vrednosti absorpcije v UVB področju ter oksidirane hydroxymatairesinole kot je oxo-matairesinol in ArMe.X-lignin ter njihove derivate z visoko absorpcijo pri valovnih dolžinah med 200 in 340 nm, in so pomembni tudi za UVA področje.

		ANG	The aim of the presented paper was to assess the effect of dyes and natural (bio) UV absorbers, particularly lignin and other derivatives extracted from pine wood on UV protection properties of various fabrics for summer cloths. Also, the oxidized hydroxymatairesinols such as oxo-matairesinol, ArMe.X-lignin and their derivatives, which have high absorption capacity in the UVB region, as well as pynosylvinines with conjugated double bonds that are important for the UVA region, were examined closely.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Faculty of Textile Technology, University of Zagreb; Magic world of textiles; 2010; Str. 312-317; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka	
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	15704854	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Doseganje UPF lastnosti materialov z ekstraktom rdečega bora
		ANG	Achieve UPF properties of materials with an extract of red pine
	Opis	SLO	Izum se nanaša na postopek obdelave različnih tekstilij z raztopino ekstrakta rdečega bora za doseganje odličnih zaščitnih lastnosti pred UV sevanjem. Predlagani postopek temelji na impregnacijskem postopku v etanolu topnega ekstrakta, ki ga za uporabo redčimo z vodo. Pri impregnaciji tkanin na foulardu s koncentracijo 6g/L, pri ožemalnem učinku 70-80%, sušenju 1 min pri 100°C in fiksiranju v času 50 sekund pri 160°C dosežemo na vseh uporabljenih materialih zelo dobro oz. odlično UV zaščito. Prednost obdelave z ekstraktom rdečega bora je v porabi stranskega produkta pri proizvodnji celuloze in v enostavnosti postopka, saj ga je mogoče izvesti na konvencionalni strojni opremi. Tkanine pri tovrstni obdelavi dosežejo razen pri bombažu (zelo dobro) odlično zaščito, oziroma UPF vrednost 50+.
		ANG	Invention is related to treatment of various textiles by solution of red pine extract with the intention to attain excellent UV protective properties. It is impregnation procedure in ethanol dissolved extract. During the impregnation using 6 g/l, at 70-80% squeezing, 1 min drying at 100°C, and 50 s fixation at 160°C, superior UV protection was obtained on diverse materials. Advantage of this procedure in comparison to others is in the fact that the red pine extract is a secondary product during cellulose manufacturing. Also, the procedure is easy to accomplished on conventional machinery. Fabrics, with the exception of cotton, attain an excellent protection with UPF 50+.
	Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2011; [6] str.; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka, Božič Mojca	
	Tipologija	2.23	Patentna prijava

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Sodelovali smo tudi pri mednarodnem projektu: Lifelong Learning program - Leonardo da Vinci -Innovation Transfer in Textiles, kjer smo soustvarjali izobraževalen program za e-učenje na področju tekstila.

Veliko smo se ukvarjali tudi s čiščenjem odpadnih vod barvarn, kjer ugotavljamo, da lahko kot nosilce biomase uporabimo različne naravne materiale, ki v nasprotju z umetnimi, aktivno sodelujejo pri čiščenju odpadnih vod. V sistemih s pritrjeno biomaso lahko potekajo procesi kot so: filtracija, adsorpcija, ionska izmenjava, tvorba kompleksov, biološka aerobna in anaerobna razgradnja.

V okviru projekta so bile izdelane tri diplome in sicer:

Patricija Murko je izdelala diploma z naslovom "Postopki plemenitenja za zmanjšanje UV

prepustnosti materialov".

Jana Šerod je izdelala diploma z naslovom "Ekstrakt rdečega bora in UV propustnost materialov".

Liljana Luketič je izdelala diploma z naslovom "Obdelave za zmanjšanje UV propustnosti materialov".

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskava novih UV absorberjev je pomemben prispevek k temeljnemu znanju o sposobnosti UV absorpcije posameznih snovi, kot so ekstrakti lignina, ki so pokazali visoke vrednosti absorpcije v področju med 200 in 400 nm. Raziskava zajema analizo UV absorpcije lignina in njegovih derivatov ekstrahiranih iz lesa rdečega bora ter razvoj metode aplikacije na vlaknotvorne polimere, kar predstavlja pomemben prispevek na področju raziskav UV zaščitnih materialov. Ekstrakt je sestavljen iz več komponent med katerimi prevladuje monometil pinosylvin in pinosylvin, hydroxymatairesinoli kot so oxo-matairesinol in ArMe.X-lignin ter njihovi derivati z visoko absorpcijo pri valovnih dolžinah med 200 in 350 nm, Posebej pa so za UVA področje pomembni pinosylvini z konjugiranimi dvojnimi vezmi. Dodatno smo preučili UV absorberje, kot so TiO₂, 25% Na₂SiO₃ - 30% TiO₂ in cinkov oksid ter barvila, ki prav tako vplivajo na stopnjo UV zaščite. S projektom smo razvili različne možnosti in metode aplikacije, kot je nanos s pomočjo različnih pomožnih sredstev in aditivov po izčrpalnem in impregnacijskem postopku, raziskali smo njihovo reaktivnost in topnost v različnih medijih in proučili sposobnost sorpcije s pomočjo energije ultrazvoka.

ANG

Development of new UV absorbers are an important contribution to the fundamental knowledge about UV absorption of individual substance such as extract of lignin that was shown high absorbance values in the UV region of 200-400 nm. The research include analysis of UV absorption of lignin and its derivatives extracted from pine wood, and development of application method for fibre-forming polymer materials, which will represent an authentic scientific contribution on the field of textile materials with UV protective properties.

This extract is composed from different components, i.e. mainly from pinosylvine and pinosylvine monomethyl ether, followed by oxo-matairesinol and ArMe.X-lignin and their derivatives with high absorption maximum between wavelength of 200 and 350 nm, and are important also for UVA region. Additionally, TiO₂, 25% Na₂SiO₃ - 30% TiO₂ and zinc oxide as the most common UV absorbers were examined as well as dyestuffs that also impact on UV protective properties. With proposed project we wanted study different application possibilities, according to various exhaustion or impregnation processes using different auxiliaries and additives and ultrasound. Hence, UV absorbers reactivity, solubility and sorption ability we investigated.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Novo pridobljena znanja na področju razvoja in temeljnih raziskav UV absorberjev, ki izhajajo iz naravnih materialov, kot je les, ki se nahaja v naravi, ekstrakti lignina pa predstavljajo stranski produkt predelave, predstavljajo pomemben potencial za razvoj realnih materialov, ki bodo omogočali zaščito tekstilnim materialom v UV področju. Sposobnost izdelave takšnih materialov pomeni za gospodarstvo proizvodnjo specialnih produktov z višjo dodano vrednostjo, ki imajo glede na škodljive posledice UV žarkov na zdravje ljudi, tudi visok tržni potencial. Pomemben del projekta predstavlja tudi razvoj aplikacije UV absorberjev in s tem razvoj tehnologije obdelave različnih, v poletju najpogosteje uporabljenih, materialov.

Iz navedenega izhaja, da ima raziskava velik vpliv tudi na razvoj novih, UV zaščitnih proizvodov v gospodarskih družbah, ki se danes ukvarjajo s proizvodnjo tekstilnih materialov in izdelkov, istočasno pa omogoča tudi proizvodnjo UV absorberjev, katerih osnova je ekstrakt rdečega bora, ostali derivati na osnovi TiO₂. Na podlagi tega lahko zaključim, da ima izvedba tega projekta vpliv na razvoj več panog, posamezne proizvode bo mogoče izdelovati v okviru

obstojećih proizvodenj, kakor tudi z ustanovitvijo posebnih obratov.

ANG

The obtained knowledge on the field of development and fundamental research of UV absorbers extracted from wood and lignin absorbers will represent the important potential for development of real textile materials with UV protective properties. Processing of such materials means the production of special products with high added value and with high market potential, because of the harmful UV radiation for people health. The important part of the project will be development of UV absorbers application and consequently development of technology for different textile materials for summer cloths. From the statements above, it could be concluded that the presented project will have significant impact on development of new products in business companies, and thus on progress and successfulness of the society.

As mentioned above, the presented research has also an important influence on the development of new UV protective products in the companies, which deal with textile materials and products. At the same time, the production of UV absorbers on the basis on pine wood extract and others derivatives on TiO₂ basis will be feasible. We could conclude that the realization of this project will have an impact on the development of different branches; it will be possible to make individual product in the existential productions as well as in new-established factories.

**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/varovanju 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

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Kot izjemen družbeno-ekonomski dosežek predstavljam prijavo patenta pod naslovom: "DOSEGANJE UPF LASTNOSTI MATERIALOV Z EKSTRAKTOM RDEČEGA BORA". V predloženem izumu smo izdelali impregnacijski postopek obdelave materialov. Tkanine in pletenine morajo imeti hidrofilnost, ki omogoča enakomerno navzemanje kopeli pri impregnaciji. Postopek poteka na foularju pri sobni temperaturi in z 75-80% ožemalnim učinkom. Za impregnacijsko kopel uporabimo matično kopel rdečega bora, ki jo pripravimo tako, da 2 g ekstrakta rdečega bora raztopimo v 40 mL etanola. Po impregnaciji sledi sušenje in fiksiranje. Za impregnacijo smo uporabili ekstrakt rdečega bora in posamezne derivate, ki nastanejo kot stranski produkt pri ekstrakciji tega lesa. To sta pinosylvin in pinosylvin monometyl eter z visokimi vrednostmi absorpcije v UVB področju ter oksidirane hydroxymatairesinole kot je oxo-matairesinol in ArMe.X-lignin ter njihove derivate z visoko absorpcijo pri valovnih dolžinah med 200 in 340 nm.

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

Darinka Fakin

ŽIG

Kraj in datum: Maribor 8.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/50

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11-CC-AA-B3-D4-87-CD-E7-24-23-78-AD-FF-87-AF-24-EF-34-6C-75

TEHNIKA

Področje: 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo

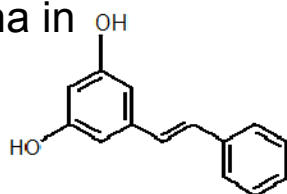
Dosežek: Doseganje UPF lastnosti materialov z ekstraktom rdečega bora

Vir: Patentna prijava št. P-201100411 z dne 25. 10. 2011. Ljubljana Urad za intelektualno lastnino COBISS.SI-ID 15730198

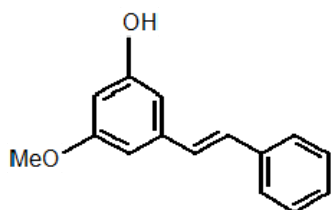
Uporabljeni UPF absorber

Rdeči bor je sestavljen iz :

Pinosylvina in



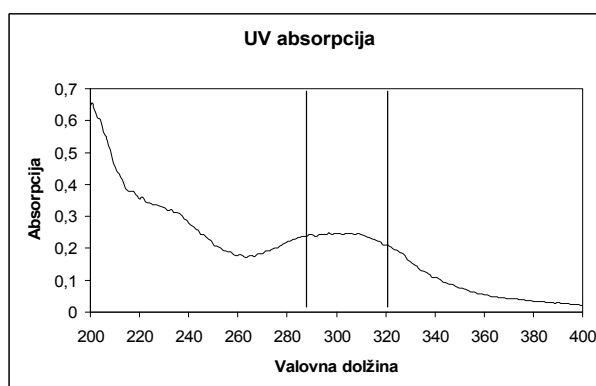
Pinosylvina monomethyletra



Najvišja absorpcija

rdečega bora je v

UVB področju



Predstavljena patentna prijava se nanaša na postopek obdelave različnih tekstilij z **raztopino ekstrakta rdečega bora** za doseganje odličnih zaščitnih lastnosti pred UV sevanjem. UV zaščito tekstilij smo določali na podlagi avstralsko-novozelandskega standarda AS/NZS 4399:1996 »Zaščitna oblačila pred soncem-vrednotenje in klasifikacija«, ki je bil prvič objavljen leta 1996 in opisuje standardizirane laboratorijske postopke za merjenje UPF (Ultraviolet protection factor) vrednosti materialov ter za označevanje UPF ocenjenih oblačil. Avstralsko-novozelandski standard določa, da je najvišja številčna UPF ocena 50⁺.

Predlagani postopek izdelave UV zaščitnih materialov temelji na impregnacijskem postopku v etanolu topnega ekstrakta rdečega bora, ki ga za uporabo redčimo z vodo. Pri impregnaciji tkanin na foulardu s koncentracijo 6g/L, pri ožemalnem učinku 70-80%, sušenju 1 min pri 100°C in fiksiranju v času 50 sekund pri 160°C dosežemo na vseh uporabljenih materialih zelo dobro oz. odlično UV zaščito, ki preprečuje negativen vpliv sončnih žarkov na človeško kožo. Pri tem smo uporabili tako bombažne kot PES in PA tkanine in pletenine ter njihove mešanice. Prednost obdelave z ekstraktom rdečega bora je v porabi stranskega produkta pri proizvodnji celuloze in v enostavnosti postopka, saj ga je mogoče izvesti na konvencionalni strojni opremi. Tkanine pri tovrstni obdelavi dosežejo ob primerni strukturi tkanin **odlično zaščito, oziroma UPF vrednost 50⁺**.