



ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA TEKSTIL
TEXTILE SCIENCE RESEARCH CENTRE (TSRC)



ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA TEKSTIL – 10 GODINA
TEXTILE SCIENCE RESEARCH CENTRE (TSRC) – 10 YEARS



Nakladnik/Publisher:

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
University of Zagreb Faculty of Textile Technology

Za izdavača/For publisher:

Sandra Bischof

Urednici/Editors:

Tanja Pušić
Sandra Bischof

Prijevod /Translation

Ivana Lukica

Korektura/Proofing

Nikola Vuljanić

Tehnički urednik/Technical editor:

Sunčica Bjedov

Dizajn/Graphic design:

Sunčica Bjedov

Tiskara/Print**Naklada/Circuation**

200 primjeraka/200 copies

ZAGREB, 2018.

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001006624.

CIP is available in digital catalogue at National and university library in Zagreb under the No. 001006624.

ISBN 978-953-7105-72-3

Sadržaj

UVOD	5
ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA TEKSTIL (TSRC)	9
VIZIJA TSRC-a	17
ISTRAŽIVAČKI FOKUS	23
PODRUČJA ISTRAŽIVANJA	97
INOVACIJE	107
POPULARIZACIJA ZNANOSTI	119
Prilozi	133

TSRC – od znanosti i struke do inovacija

Znanstveno-istraživački centar za tekstil (TSRC), osnovan 2008. godine, kontinuirano potiče inovativan znanstveno-istraživački i kreativan umjetnički rad, prvenstveno u području tekstilne tehnologije, strateški usmjerava istraživačke potencijale za unapređenje i razvoj procesa ili proizvoda za potrebe gospodarstva te društva u cjelini.

Tekstilno-tehnološki fakultet aktivnostima Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil, jača suradnju s gospodarskim subjektima, javnim institucijama i europskim tvrtkama, ostvarujući na taj način ne samo kvalitetnu znanstveno-istraživačku suradnju već i prepoznatljivost na međunarodnom tržištu.

TSRC se od samog početka pozicionirao kao značajan čimbenik u europskom istraživačkom prostoru gdje je prepoznat kao regionalni centar izvrsnosti čime je ostvario inicijalna ulaganja u prostor, opremu i ljude putem projekta Sedmog okvirnog programa.

Dokaz uspješnosti i prepoznatljivosti TSRC-a potvrđen je i tijekom 2018. godine kada je projektom Modernizacija infrastrukture Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (MI-TSRC) KK.01.1.1.02.0024, koji je financiran iz Europskog socijalnog fonda (ESF) osigurao novi priljev sredstava za uspostavu Laboratorija za napredne materijale i napredne tehnologije, koji je ključan za daljnji razvoj materijala i tehnologija, povećanje broja inovacija i transfer znanja u akademski i gospodarski sektor - što će u konačnici rezultirati i povećanom konkurentnošću tvrtki s kojima surađujemo ili ćemo surađivati u narednom razdoblju.

Ova Monografija sažeto prikazuje aktivnosti TSRC-a u prvih deset godina, te njegov razvoj u okviru Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta.

Prof.dr.sc. Tanja Pušić
Voditeljica TSRC-a

Prof.dr.sc. Sandra Bischof
Dekanica i zamjenica
voditeljice TSRC-a

UVOD

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Sveučilište u Zagrebu je najstarije i najveće sveučilište u jugoistočnoj Europi. Sve od utemeljenja 1669. godine, Sveučilište je kontinuirano raslo i razvijalo se te se trenutno sastoji od trideset fakulteta i tri umjetničke akademije. Njegovi sveobuhvatni programi i preko pedeset tisuća redovnih studenata preddiplomskih i diplomskih studija čine ga najsnažnijom obrazovnom institucijom u Hrvatskoj. Sveučilište nudi širok izbor kolegija na preddiplomskoj, diplomskoj i postdiplomskoj razini, u umjetničkom području, području biomedicine i zdravstva te tehničkim, biotehničkim, humanističkim, prirodnim i društvenim znanostima. Također je i institucija snažno usmjerena na istraživački rad koji čini više od pedeset posto u ukupnom broju istraživačkih radova u državi.

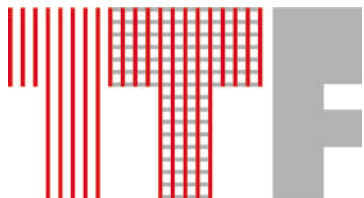
Sveučilište u Zagrebu ima za cilj razvijati se kao sveučilište jasnog istraživačkog profila čija je izvrsnost u istraživačkom radu međunarodno priznata. Poučavanje temeljeno na istraživačkom radu služit će za obrazovanje budućih nositelja napretka u znanosti i umjetnosti kao i cjelovitog društvenog razvoja. Sveučilište predstavlja jednog od pokretača ekonomije i održivog razvoja kroz stvaranje novih ideja i tehnoloških rješenja, kritičko razmišljanje i kreativnost. Sveučilište će nastaviti s poticanjem kreativnosti, inovativnosti i kritičkog razmišljanja kako bi se stvorilo novo znanje kao glavno uporište društvenog rasta i razvoja. Podizanje svijesti o vrijednosti i potrebi zaštite intelektualnog vlasništva te mehanizama njegovog upravljanja i prijenosa omogućit će uspješniju suradnju između Sveučilišta i poslovnog sektora. Danas, istraživački rad stvara izravne i trenutačne koristi za društvo. Postaje jasno da će jedino ekonomije temeljene na istraživačkom radu, inovacijama i novim znanjima ostvariti napredak u budućnosti.



Sveučilište u Zagrebu: logo i zgrada Rektorata



TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET



Tekstilno-tehnološki fakultet: logo i sjedište na lokaciji Prilaz baruna Filipovića 28a

Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet (Fakultet) je jedina znanstveno istraživačka institucija u Republici Hrvatskoj u polju tekstilne tehnologije s tradicijom dužom od 55 godina tijekom koje su realizirani brojni istraživački i tehnološki projekti čiji je rezultat bio velik broj inovacija. Istraživači su uključeni u europski istraživački prostor (*European Research Area - ERA*) i slijede aktivnosti Europske tehnološke platforme za budućnost tekstila i odjeće (*European Technology Platform (ETP) For the Future of Textiles and Clothing (FTC)*), kao i inicijativu vodećih tržišta *Lead Market Initiative (LMI)*. TTF je aktivno uključen u Europsku tehnološku platformu za budućnost tekstila i odjeće (ETP) od 2007. godine i prati aktivnosti i inicijative u europskom prostoru unutar sektora tekstil/odjeća/koža/obuća. ETP objedinjuje 150 000 tvrtki (članice EURATEX-a) i nekoliko tisuća istraživača iz EU (AUTEX – Udruženje Sveučilišta i TEXTRANET – Udruženje tekstilnih istraživačkih institucija) sa zajedničkim ciljem istraživanja i inovacija te njihove primjene u gospodarski sektor. Samo u posljednjih 5 godina Fakultet bio je nositelj 13 nacionalnih znanstvenih projekata financiranih od strane MZOŠ-a, 3 FP7 projekta, 6 bilateralnih projekata i 1 trilateralnog projekta, 1 projekta Fonda za razvoj Sveučilišta, 1 IPA projekta, 3 EUREKA projekta, 3 COST Action projekta, 4 LLP projekta, 7 HRZZ projekata, 2 projekta u području razvoja inovacija i novih tehnologija – TEST program, 1 PoC projekta, te 5 projekta sufinanciranih sredstvima Europskog socijalnog fonda.

Fakultet posluje na tri lokacije: glavna zgrada Prilaz baruna Filipovića 28a, Znanstveno-istraživački centar za tekstil (Textile Science Research Centre – TSRC) na lokaciji Savska 16/9 te dislocirana Studijska jedinica Varaždin. Na Fakultetu je trenutno 140 zaposlenih djelatnika, od čega je 55 djelatnika u znanstveno-nastavnom zvanju i 11 djelatnika u nastavnom zvanju.

TSRC



ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA TEKSTIL (TSRC)

TSRC je osnovan 2008. godine u okviru projekta FP7-REGPOT-2008-1: Unlocking the Croatian Textile Research Potentials (T-Pot), financiranog od Europske komisije, čiji je osnovni cilj bio podizanje znanstveno-istraživačkih kapaciteta u području tekstilne tehnologije. Uspostava TSRC-a je samo jedna od aktivnosti ovog projekta.

Za prvog voditelja TSRC-a, u razdoblju 2008-2012 (2 mandata), bio je izabran prof. Drago Katović, a za njegovu zamjenicu prof. Tanja Pušić. U slijedećem razdoblju od 2012-2018 (dva mandata) funkciju voditeljice je obnašala prof. Tanja Pušić, a funkciju zamjenice voditeljice je obnašala prof. Sandra Bischof.

Osnovna svrha TSRC-a je poticanje, koordinacija i kontinuirani razvoj znanstveno-istraživačkog ili umjetničko-istraživačkog rada Fakulteta i njegovo povezivanje s drugim međunarodnim i domaćim istraživačkim institucijama i gospodarstvom.

Djelatnost TSRC-a usmjerena je na:

- Promociju izvrsnosti znanstveno-istraživačkog ili umjetničko-istraživačkog rada, te poticanje istraživanja usklađenih sa strateškim temama Fakulteta;
- Unapređenje postojeće suradnje i povezivanje s drugim srodnim institucijama u zemlji i inozemstvu;
- Izradu znanstveno-istraživačkih ekspertiza, studija, elaborata;
- Pružanje konzultantskih usluga;
- Promociju inovacija;
- Provođenje aktivnosti popularizacije znanosti;
- Razvoj istraživačke infrastrukture prema međunarodnim standardima;
- Poticanje mladih istraživača u aktivnosti TSRC-a;

- Obavljanje i drugih poslova u skladu sa Zakonom, Statutom Sveučilišta u Zagrebu i Statutom Fakulteta.

Poslove iz djelokruga rada TSRC-a koordinira voditelj TSRC-a kojemu u radu pomaže zamjenik voditelja i Vijeće TSRC-a. U radu TSRC-a sudjeluju istraživači, suradnici i studenti koji svoj znanstveno-istraživački ili umjetničko-istraživački rad obavljaju u području djelatnosti TSRC-a.

Osim gore navedenih zadataka i ciljeva, TSRC potiče uključivanje studenata i mladih istraživača u znanstveni odnosno umjetnički rad. Ova je želja također potpuno u skladu s Bolonjskim procesom, Istraživačkom strategijom Sveučilišta u Zagrebu, Istraživačkom strategijom Fakulteta 2014.-2020., te s ostalim dokumentima Europe, Hrvatske i Sveučilišta.

U svrhu poticaja istraživačkog rada na TTF-u i to prvenstveno mladih istraživača, od 2011. se raspisuje Natječaj za najbolji znanstveni rad mladih istraživača u dvije kategorije, jedna za studente TTF-a, i druga za istraživače (znanstvenike i umjetnike) mlađe od 35 godina. Tema prvog Natječaja bila je područje zaštitnih materijala, uključujući dizajn, proizvodnju, obrade, do održavanja zaštitnih tekstila. Predviđene su dvije kategorije nagrada. U predviđenom roku prijavilo se četrnaest mladih istraživača sa svojim mentorima na radu. Iz tog razloga donesena je odluka o pripremi knjige Mladi znanstvenici u istraživanju zaštitnih tekstila u kojoj su prezentirani svi radovi prijavljeni na natječaj.

Proslava dodjele nagrada najboljim znanstvenicima je održana 18.07.2011. u Auli Sveučilišta u Zagrebu.



Jedna od urednika knjige Sandra Bischof i prorektorica Melita Kovačević – autorica Poglavlja 1: Istraživanja kao sadašnjost i budućnost Sveučilišta u Zagrebu.



Sandra Bischof i Jelena Hačko, predstavnica nagrađenih studentica

Nagrada za najbolji istraživački rad u kategoriji mladi istraživač je dodijeljena Sandri Flinčec Grgac, a u kategoriji student Nagrada je dodijeljena studenticama Jeleni Hačko i Slavici Andrić.

Dosadašnji dobitnici TSRC nagrade su predstavljeni u tabličnom prikazu.

Ime i prezime	Naslov rada	Kategorija	Mentor	Godina
Sandra Flinčec Grgac	Primjena zeolita FAU u svrhu obrade protiv gorenja celuloze	Mladi istraživač	Katović D., Katović A.	2011.
Jelena Hačko, Slavica Andrić	Funkcionalizacija tekstilnih površina plazmom	Student	Ercegović S.	2011.
Jacqueline Domjanić	Referentni pokazatelji karakteristika otiska ženskog stopala usklađeni s glavnim komponentama	Mladi istraživač	Bookstein F.L.	2014.
Zorana Kovačević	Nanobiokompoziti ojačani tekstilnim materijalima obrađenim s usporivačima gorenja	Mladi istraživač	Bischof S., Vujasinović E.	2016.
Dora Štefanec, Ivana Iličić, Valerija Ljubić	Dekorativne tkanine -sinergija kreativnosti, prirode i tehnologije	Student	Sutlović A., Kovač Dugandžić K.	2016.
Rajna Malinar	Tekstilna prašina – metoda ispitivanja netkanih struktura modificiranih za primjenu u tkanim materijalima	Mladi istraživač	Flinčec Grgac S.	2018.
Damir Begović	Tradicionalne slavonske tehnike zlatoveza i stakalaca u suvremenom modnom dizajnu	Student	Končić J.	2018.

Jedna od aktivnosti TSRC-a je nabava opreme iz sredstava vlastitih prihoda ostvarenih izradom znanstvenih studija, elaborata i ispitivanja. Inicijalna oprema TSRC-a nabavljena je putem FP7 projekta T-Pot i obuhvaća 2 seta instrumenata:

- Skenirajući elektronski mikroskop (SEM) i EDS detektor
- Oprema za ispitivanje termičkih svojstava: termogravimetrijski analizator (TGA) i Fourier infracrveni spektrometar (FTIR) spojen sučeljem za analizu plinova sagorjevanja i diferencijalni skenirajući kalorimetar (DSC).



Skenirajući elektronski mikroskop, Tescan MIRA FE-SEM s EDS (Energy Dispersive X-Ray) detektorom



TGA, Pyris 1, Perkin Elmer



DSC 8000, Perkin Elmer



FT-IR Spectrum 100, Perkin Elmer

Uređaji nabavljeni iz vlastitih sredstava TSRC-a su:



Mikrokalorimetar za sagorjevanje, Govmark



Elektrokinetički analizator, SurPASS, Anton Paar

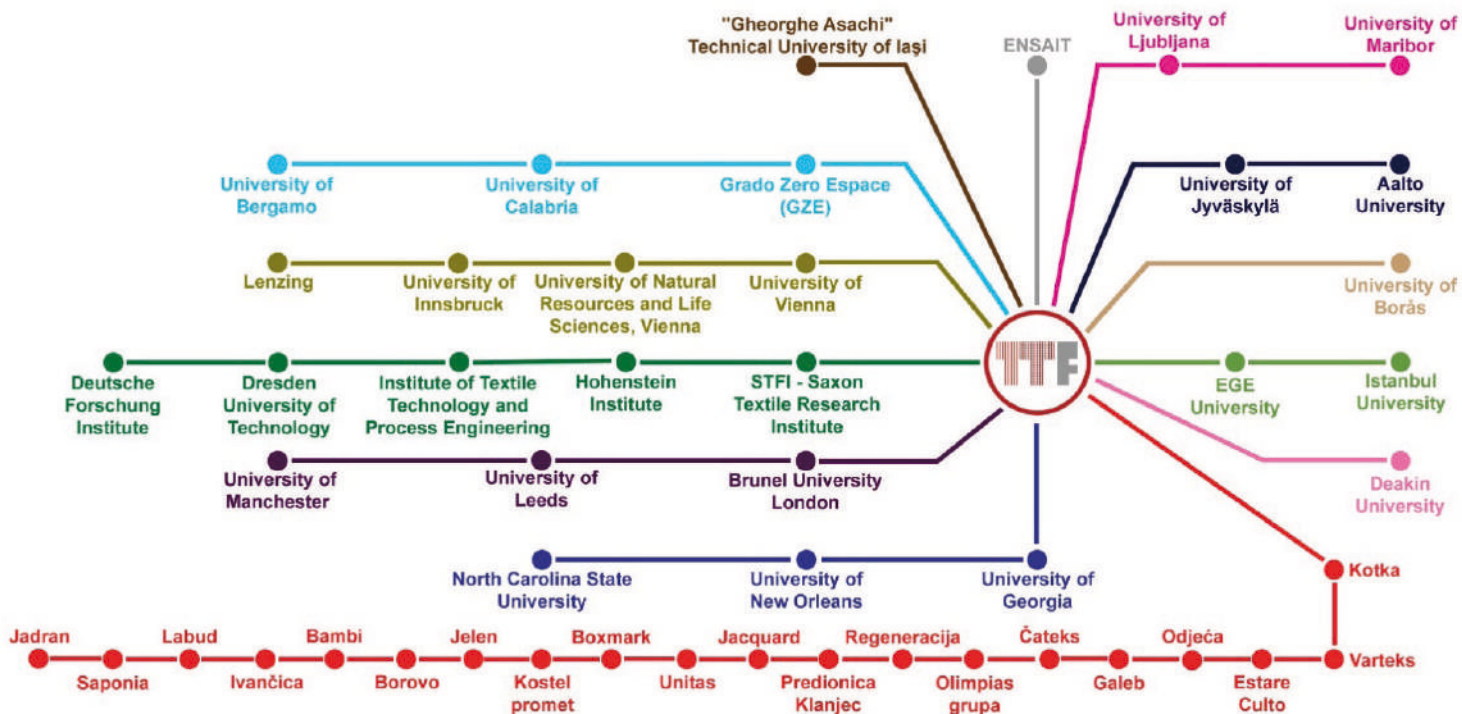
Suradnja znanstvene zajednice i gospodarstva vodi novim rješenjima i proizvodima, koji potiču ekonomski rast, otvaranje novih kreativnih i visoko kvalitetnih radnih mjesta, a u konačnici utječe na povećanje konkurentnosti nacionalne ekonomije i kvalitete života.

TSRC promiče suradnju s nacionalnim klasterima, u koje je uključen veliki broj hrvatskih tvrtki čime direktno poboljšava međusektorsku suradnju. Broj sektora koji u svojoj djelatnosti koriste sirovine ili proizvode na bazi tekstila ili kože je izuzetno velik. Za sada Fakultet

putem TSRC -a surađuje s klasterom automobilske, obrambene, drvno-prerađivačke i kreativne industrije. TSRC je kroz 10 godina ostvario brojne vidove suradnje s akademskim sektorom, institutima, gospodarstvom, čime su ostvareni ciljevi unapređenja postojeće suradnje, povezivanje s drugim srodnim institucijama u zemlji i inozemstvu, izradu znanstveno-istraživačkih ekspertiza, studija, elaborata i pružanje konzultantskih usluga. Lista svih partnera s kojima je TSRC ostvario neki od vidova suradnje je prikazana u Prilogu 4.



Prikaz suradnje s Hrvatskim klasterima konkurentnosti (Agencija za investicije i konkurentnost – AIK)



- | | | | | |
|--------------------------|------------|-------------|-----------|--------------|
| ● Industrija | ● Njemačka | ● Rumunjska | ● Finska | ● Australija |
| ● SAD | ● Austrija | ● Francuska | ● Švedska | |
| ● Ujedinjeno Kraljevstvo | ● Italija | ● Slovenija | ● Turska | |

TSRC stranica se nalazi na adresi:

<http://www.ts-rc.eu/>

VIZIJA TSRC-A

VIZIJA TSRC-a

Inovativni tekstilni materijali, kreativnost i napredne tehnologije za održivi razvoj i konkurentnost



Modernizacija infrastrukture Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil – MI-TSRC

Daljnji razvoj TSRC-a obuhvaćen je projektom Modernizacija infrastrukture Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil (MI-TSRC) KK.01.1.1.02.0024, koji je financiran iz Europskog socijalnog fonda (ESF). U okviru projekta uspostaviti će se jedan laboratorij koji će se opremiti će suvremenom istraživačkom opremom u svrhu stvaranja kapaciteta za istraživanje naprednih materijala i naprednih tehnologija sukladno prioritetu S3 Strategije pametne specijalizacije, te stvaranja inovacija s primjenom u gospodarstvu naročito u sektoru tekstila i kože (T/K), ali i automobilske, obrambene, drveno prerađivačke, te kreativne i kulturne industrije. Zgrada u kojoj je smještena postojeća oprema ne udovoljava uvjetima koje zahtijeva sofisticirana oprema. Organizacijska struktura prilagođena je postojećoj opremi i uvjetima zgrade, a njena reforma ne može se provesti bez značajnih ulaganja.

T/K sektor se prema Industrijskoj strategiji 2014-2020 ne nalazi među 5 brzorastućih sektora, no on je ipak kao primjer tradicionalnog sektora identificiran kao jedan od značajnih za razvoj hrvatskog gospodarstva čemu u prilog idu i rezultati završene analize potencijala sektora provedenih u okviru Strategije pametne specijalizacije koji su pokazali da je T/K jaki horizontalni sektor sa značajnom mogućnošću pridonosa razvoju gotovo svih sektora.

S obzirom da je Fakultet jedina visokoobrazovna ustanova u RH u području tekstilne tehnologije, a njen razvoj je preduvjet razvoja T/K sektora, glavni čimbenik razvoja je stvaranje preduvjeta za vrhunska istraživanja što će se unaprijediti projektom MI-TSRC. Rezultat provedenih aktivnosti biti će međunarodna prepoznat-

ljivost istraživačkog rada, transfer znanja i inovacija u T/K ali i ostale sektore što će doprinijeti međusektorskoj suradnji, interdisciplinarnosti inovacija i u konačnici rastu gospodarstva.

Prva grupa aktivnosti obuhvaća obnovu objekta i prilagodbu prostora dok druga grupa aktivnosti obuhvaća opremanje adaptiranih prostora i treninge za korištenje 14 novih uređaja u skladu čime će i 14 istraživača steći certifikat o osposobljenosti. Neovisno o provedbi navedenih grupa aktivnosti započet će se s organizacijskom reformom u čijoj će se prvoj fazi osnovati *Laboratorij za istraživanje naprednih materijala i naprednih tehnologija* te izraditi Plan osposobljavanja istraživača za provedbu istraživanja. U drugoj fazi, a nakon opremanja prostora provest će se osposobljavanje istraživača koji će početi s provođenjem vrhunskih istraživanja. Razvit će se nove metode koje će se validirati, izradit će se Priručnik kvalitete novoosnovanog laboratorija, a već za vrijeme provedbe projekta napraviti će se 10% više istraživanja za potrebe gospodarskog sektora u odnosu na dan prijave projekta.

Provedbom projekta istraživači će dobiti istraživačku opremu, edukaciju za korištenje opreme za razvoj novih metoda kojima će moći odgovoriti na izazove tržišta, a mala i srednja poduzeća moći će s Fakultetom potpisati sporazum o suradnji jer će Fakultet imati potrebne stručne i infrastrukturne kapacitete za odgovor na zahtjeve tržišta. Krajnji korisnici projekta bit će akademski sektor i gospodarstvenici. Znanstveno-istraživačka oprema koja se nabavlja putem MI-TSRC projekta prikazana je tablično.

Naziv opreme	Opis opreme
Uređaj za mokro čišćenje	Radne postavke ovog uređaja odgovaraju značajkama KET (<i>engl. Key Enabling Technologie</i>) tehnologija (niski omjeri kupelji i niska temperatura obrade materijala). Uređaj je neophodan za ispitivanje postojanosti svojstava naprednih materijala u suvremenim uvjetima održavanja i procjenu izdržljivosti, kao jedan od elemenata analize cijeloživotnog ciklusa proizvoda (LCA studija).
Energijsko disperzivni detektor EDS-SDD – dodatni detektor za nadogradnju postojeće kapitalne opreme - FE SEM	AZtecEnergy je napredni paket za automatsku energijsko disperzivnu spektrometriju (EDS) s veličinom senzora minimalno 50 mm ² , rezolucije 127 eV koji pokriva sve elemente od Be do Pu. Namijenjen je ugradnji u skenirajuće elektronske mikroskope uz softversku platformu za automatsku akviziciju mikroskopske slike i spektrometrijskih podataka. Omogućuje brže i preciznije prikupljanje rezultata uz višu rezoluciju jer omogućuje EDS analizu na nano-razini.
STEM detektor – nadogradnja postojećeg FE SEM-a	STEM detektor omogućuje akviziciju TEM slike pomoću SEM mikroskopa. Ovim detektorom se funkcionalnost SEM mikroskopa znatno proširuje zbog dodatne mogućnosti istraživanja materijala za koje je nedostatna skenirajuća elektronska mikroskopija. Postojeći SEM mikroskop ima već tvornički ugrađen generator, akvizicijski modul i software za prihvat novog STEM detektora koji će omogućiti dodatnu specijalizaciju u području transmisijske spektroskopije.
UV-VIS spektrofotometar	UV/VIS spektrofotometar je instrument čije su performanse prilagođene mjerenju apsorpcije i transmisije u otopini i plošnim tvorevinama zahvaljujući modulu dvije mjerne glave. Omogućuje karakterizaciju UV zaštitnih svojstava materijala u područjima UV-A, UV-B i UV-C.
Remisijski spektrofotometar	Uređaj ima mogućnost mjerenja emisije, apsorpcije i transmisije plošnih površina. Opremljen je s dva softvera, pri čemu jedan omogućava vrednovanje bjeline i tona boje na temelju izmjerenih spektralnih karakteristika, a drugi omogućava receptiranje. Područje mjerenja je u rasponu valnih duljina od 360 do 700 nm.
Uređaj za mjerenje granične vrijednosti indeksa kisika – LOI	Uređaj je neizostavan za kvantitativno određivanje otpornosti materijala na gorenje metodom LOI (<i>engl. Limiting Oxygen Indeks-LOI</i>). Ovaj parametar je ključan za razvoj naprednih negorivih zaštitnih materijala s primjenom u sektoru tekstila/kože, namještaja te izolacijskih tehničkih materijala namijenjenih automobilske i građevinske industriji.
Horizontalna komora za ispitivanje gorivosti	Horizontalna komora za ispitivanje gorivosti predstavlja standardnu opremu za ispitivanje gorivosti interijernih materijala te je kao takva neophodna za razvoj proizvoda dodanih vrijednosti.

Viskotermostat	Uređaj je namijenjen za osiguranje optimalnih uvjeta prilikom mjerenja viskoziteta otopine polimera. Temeljem izmjerenog viskoziteta izračunava se prosječni stupanj polimerizacije (DP), pri čemu se aplikacija prvenstveno odnosi na određivanje DP celuloze. Ova ispitivanja su neophodna za karakterizaciju celuloznih materijala prije i nakon njihove modifikacije.
Uređaj za generiranje X-zraka GemX-160 GTC	Navedeni uređaj dio je prijenosnog RTG uređaja a predstavlja prijenosni generator X-zraka za digitalnu NDT (<i>engl. Non-destructive Testing</i>) aplikaciju.
Uređaj za detekciju pomoću X-zraka De-ReO	Navedeni uređaj (detektor X-zraka) namijenjen je RTG analizi (identifikaciji, kvantifikaciji i morfometrijskoj karakterizaciji) različitih materijala, te detekciji eventualnih oštećenja/proizvodnih nepravilnosti kompozitnih materijala (vlaknima ojačanih kompozita).
Uređaj za umjetno starenje materijala	Ovaj uređaj omogućava praćenje utjecaja vanjskih atmosferilija na svojstva materijala, simulirajući umjetno starenje. Ovaj segment ispitivanja je neophodan za praćenje uporabnih svojstava, s ciljem karakterizacije cijeloživotnog ciklusa novo razvijenih materijala.
Uređaj za ispitivanje električne otpornosti obuće	Uređaj je namijenjen za ispitivanje električne otpornosti kod zaštitne i druge obuće u cilju utvrđivanja električnih svojstava, odnosno određivanja da li se radi o vodljivoj ili antistatičkoj obući. Uređaj se sastoji od ispitnog instrumenta za mjerenje električnog otpora (i naprave za mjerenje otpora vodljivog laka.
Uređaj za ispitivanje otpornosti na abraziju potplata	Uređaj je neophodan za ispitivanje otpornosti naprednih materijala za izradu potplata na abraziju, koja predstavlja jedno od najvažnijih svojstava za predviđanje njihova ponašanja u stvarnim uvjetima korištenja.
Uređaj za ispitivanje udobnosti/opipa tekstila	Uređaj je namijenjen objektivnoj (kvalitativnoj i kvantitativnoj) karakterizaciji opipa različitih tekstilija kroz simultano mjerenje svih relevantnih i utjecajnih mehaničkih i površinskih svojstava plošnih tekstilija/kože (debljine, kompresije, savijanja/krutosti, hrapavosti/glatkoće, trenja i topline). Ova objektivna mjerenja vrijedni su alati za istraživanje i dizajn novih i/ili modificiranih plošnih proizvoda.

ISTRAŽIVAČKI FOKUS

Sukladno istraživačkoj izvrsnosti i dugogodišnjem iskustvu u području tekstila, eksperti s Fakulteta uključeni su u rad ETP-a i izradu Istraživačke strategije do 2020. u okviru koje su identificirane teme budućih istraživanja usmjerenih na podizanje izvrsnosti preko „trokuta znanja“ (znanost - inovacije - obrazovanje) i konkurentnosti hrvatskog gospodarstva. Fakultet je u Strategiji istraživačkog rada od 2014-2020 identificirao teme od strateškog značaja:

Tema 1: Održive tekstilne sirovine

Tema 2: Napredne, održive i energetski učinkovite tehnologije

Tema 3: Napredni tekstilni materijali

Tema 4: Inovativna tekstilna rješenja

Tema 5: Razvoj mjernih sustava i primjenjivih metoda

Tema 6: Kreativnost u tehnologiji

Tema 7: Izvrsna znanost

Tema 8: Industrijsko vodstvo

Tema 9: Društveni izazovi



TEMA 1:
ODRŽIVE TEKSTILNE
SIROVINE

Bionanokompoziti ojačani lignoceluloznim vlaknima iz domaćih izvora

Kontakt osoba: prof. dr. sc. Sandra Bischof
sandra.bischof@ttf.hr

Suradnici: Zorana Kovačević, dipl. inž.
Prof. dr. sc. Edita Vujasinović
Prof. dr. sc. Mizi Fan

Posljednjih godina dolazi do sve veće upotrebe održivih i biorazgradivih materijala kao odgovor na svjetsku ekspanziju u proizvodnji plastičnih masa koja je u 2016. dosegla brojku od 335 milijuna tona, te se na TTF-u se započelo s istraživanjem u smjeru razvoja biorazgradivih biokompozitnih materijala. Ovi materijali su izrađeni od biološki razgradive polimerne matrice polimljične kiseline, a kao ojačalo korištena su prirodna vlakna stabličinih vlakana – prvenstveno brnistre. Brnistra je autohtona biljka mediteranskog dijela Europe, a u Hrvatskoj se samoniklo

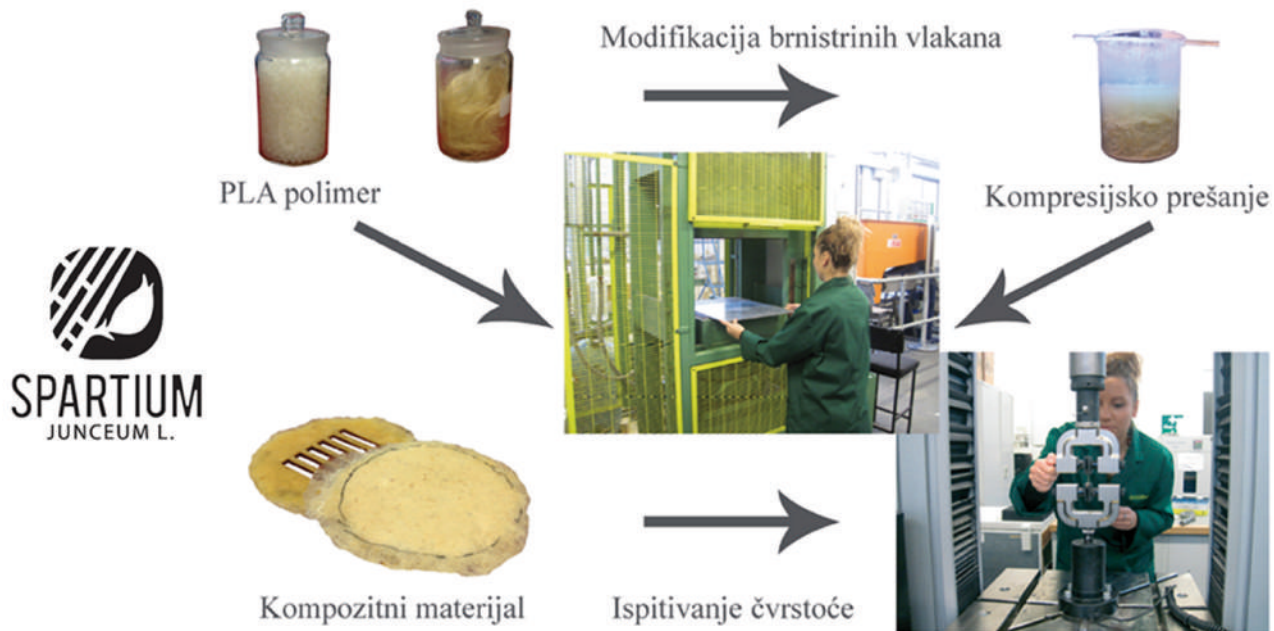
rasprostranila u južnim područjima Hrvatske, ali i u Istri i Lici.

Izdvajanje vlakana iz stabljike tzv. maceracija zahtijeva veliku potrošnju vode i/ili energije i smatra se jednim, za okoliš, najnepovoljnijim postupkom u proizvodnji tekstila. Biološka maceracija stabljike koja se do sada najčešće primjenjivala uključivala je močenje izbojaka biljke u vodenom mediju što je trajalo do 60 dana, a uspostavom metode maceracije primjenom mikrovalova vrijeme se znatno smanjilo, na svega desetak minuta. Mikrovalna obrada se u industriji pokazala kao brza i djelotvorna tehnika koja se zbog istovremenog prodora mikrovalne energije na čitav volumen materijala, jednoličnog zagrijavanja i smanjenja problema vezanih za prijenos topline počela primjenjivati za postupke oplemenjivanja i termičkih obrada tekstilnih materijala.

Naša prethodna istraživanja su pokazala da je upravo brnistra, po svojim svojstvima i mogućnosti iskorištenja čitave biljke, izuzetno vrijedna sirovina. Do sada se primjenjivala za izradu tekstilnih proizvoda, dok nas najnoviji zahtjevi tržišta usmjeravaju na kompozitne materijale.

Biokompoziti pripadaju interdisciplinarnom području, a najveći interes za njihovu primjenu dolazi iz autoindustrije i građevinarstva, s obzirom na trend primjene biorazgradivih materijala. S obzirom da je Europa jedna od vodećih regija u proizvodnji automobila, EU je 2000. godine objavila Direktivu 2000/53/EZ koja uspostavlja mjere za sprječavanje i ograničavanje otpada od otpadnih vozila i njihovih komponenti te osigurava da se minimalno 95% težine vozila ponovno upotrebljuje i/ili reciklira.

Kako bi biokompozitni materijal postao atraktivniji automobilskim proizvođačima potrebno je ne samo zadovoljiti postojeće zahtjeve kvalitete, nego mu dati i dodatnu multifunkcionalnost, npr. povećanjem otpornosti na gorenje. Upravo s ciljem usporavanja sagorjevanja finalnog proizvoda, prethodnom obradom se vlakna modificiraju ekološki i ekonomski povoljnim nanočesticama. Odabrane su nanočestice gline (montmorilonita - MMT) koje karakterizira velika specifična površina, odnosno mogućnost snažnog vezanja tvari, a samim time i poboljšanje adhezije između vlakna i polimera što će rezultirati učinkovitijim proizvodom u konačnici. Ispitivanja na TGA-FTIR uređaju dokazala su da primjenom ove funkcionalizacije ne dolazi do stvaranja štetnih i toksičnih nusprodukata tijekom sagorijevanja inovativnog bionanokompozita.



Proces proizvodnje nanobiokompozitnog materijala

Prirodna bojila - bogatstvo baštine za održivu budućnost

Kontakt osoba:
izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović
ana.sutlovic@ttf.hr

Prirodna bojila su bojila i pigmenti dobiveni iz životinjskog, biljnog ili mineralnog izvora uz minimalno tretiranje kemikalijama. Ova definicija potvrđuje vrijednost primjene prirodnih bojila u području očuvanja baštine, humano-ekološkog i turističko-ekonomskog značaja, pozitivnog učinka na zdravlje i dr. Primjena prirodnih bojila za bojadisanje tekstila bila je temelj do 1856. godine kada engleski kemičar W. H. Perkin, tragajući za lijekom

protiv malarije, slučajno otkriva te patentira prvo sintetsko bojilo - muvein. Na području Hrvatske su do početka 20. stoljeća anilinska bojila u potpunosti zamijenila prirodna bojila što je značilo i promjenu kolorita nošnji, etnolozi i drugi autoriteti su često dizali glas protiv kvarenja tradicionalnog obrasca odijevanja, okomljujući se na „šareni neukus drečavih industrijskih boja“.

Znanstveno istraživački rad u području analize i optimiranja primjene prirodnih bojila na Tekstilno-tehnološkom fakultetu u skladu je sa smjernicama znanstveno istraživačkog rada iz područja primjene prirodnih bojila na svjetskoj razini. Optimirani su procesi bojadisanja tekstilnih materijala različitog sirovinskog sastava s naglaskom na analizu reaktivnosti prirodnih pigmenata prema moćilima u ovisnosti o pH. Istraživanja su rezultirala izradom disertacija, brojnih diplomskih radova, radovima nagrađenih Rektorovom nagradom, razvojem novih kolegija iz ovog područja i dr. Razvijena je HPLC metoda za dokazivanje flavonoida u vodenim ekstraktima.

Najnoviji znanstveni izazovi u ovom području odnose se na područje tekstilnog tiska te primjene suvremenih metoda iz područja predobrade tekstila. Provodi se optimiranje procesa fiksiranja, a predobradom tekstilnog materijala plazmom, kationiziranjem pamuka, alkalnom hidrolizom PES vlakana nastoji se povećati iscrpljenje bojila i dobiti materijali visoke kvalitete, dobrih postojanosti obojenja, koji pružaj povećanu zaštitu od UV zračenja. Primjenom prirodnih bojila biljnog porijekla dobivena je paleta harmoničnih tonova od žutih preko narančasto-smeđih do zeleno-smeđih. Međutim, i s povijesnog aspekta gledano, s ciljem proširenja palete tonova provodi se istraživanje primjene prirodnih bojila životinjskog podrijetla. Rezultati tehnoloških istraživanja preduvjet su povezivanja ovog zanimljivog područja s dizajnerskim projektima i uspješne realizacije cjelovitog proizvoda željenih funkcionalnih, estetskih i ekoloških svojstava.

Navedena istraživanja rezultiraju suradnjom na području arheologije, etnologije, restauracije tekstila, primijenjene umjetnosti i dr. što svakako ukazuje na interdisciplinarnost ovog područja. Ljepota rada sa prirodnim bojilima i kvaliteta tekstilnih materijala obojanih na ovaj način nastoji se široj javnosti približiti i kroz znanstveno-popularna predavanja i održavanje radionica u suradnji sa muzejima.



Područja istraživanja primjene prirodnih bojila

Domaća vuna - strateška tekstilna sirovina Republike Hrvatske

Kontakt osoba: prof. dr. sc. Edita Vujasinović,
edita.vujasinovic@ttf.hr

Suradnici:

Marijana Pavunc Samaržija mag.ing.techn.text.

Tanja Vukelić, mag.ing.techn.text.

Agata Vinčić, dipl. inž.

Prof. emeritus Zvonko Dragčević

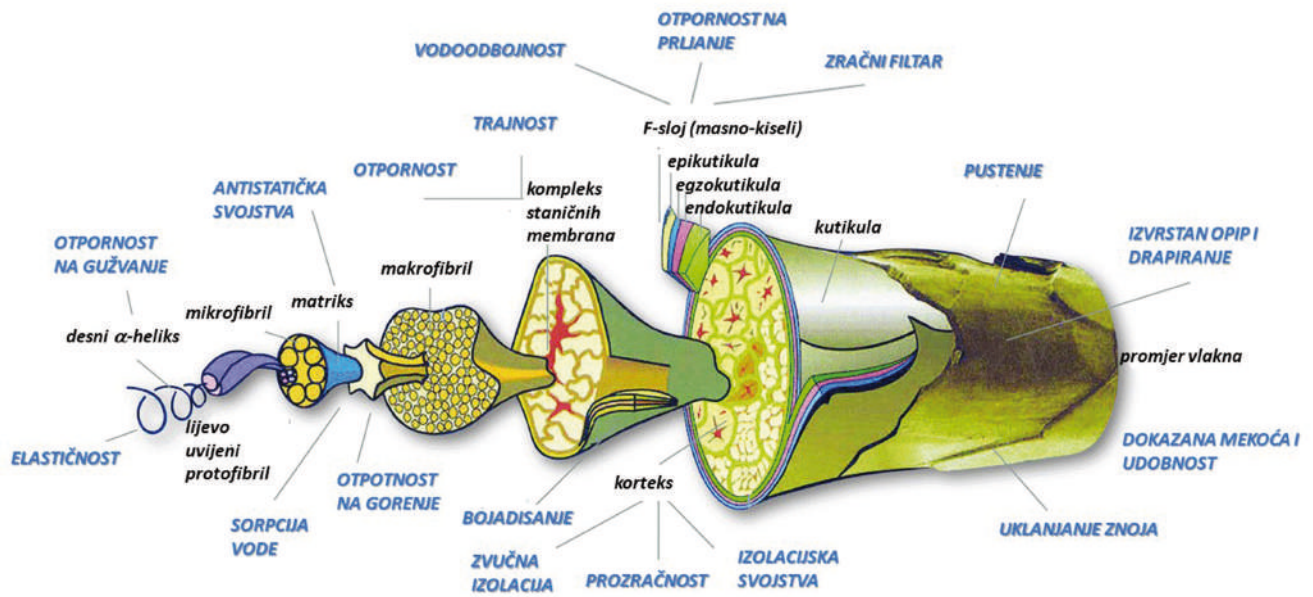
Vuna je jedno od najstarijih poznatih vlakana i vlakno koje je preživjelo test vremena zbog svojih jedinstvenih, prirodnih svojstava. Osnovna obilježja koja je vuna imala u kamenom dobu čine vunu jedinstvenim tekstilnim vlaknom i u XXI st. jer: vunena odjeća je zdrava, udobna za nošenje ljeti i zimi, vuna je vodoodbojna, otporna na plamen, elastična, antistatična, otporna na prljanje, odličan zvučni i toplinski izolator i dr. S pravom se stoga postavlja pitanje zašto je domaća vuna, iako jedina raspoloživa, a time i strateška tekstilna sirovina u Republici Hrvatskoj otpad i neželjeni nusproizvod ovčarstva.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u Hrvatskoj je 2016. god. registrirano ukupno 619 tis. ovaca čijim striženjem je dobiveno 1070 t sirove (masne) vune. Zbog nejednoličnosti ostrižene vune, uslijed velikog broja različitih pasmina ovaca i nepravilne pripreme striga te neorganiziranog sakupljanja, otkupa i pranja, vuna domaćih ovaca ne koristi se kao ulazna sirovina u industriji Republike Hrvatske, već se najčešće, ne vodeći računa o ograničenom prihvatnom kapacitetu okoline, neodgovorno odlaže na divljim odlagalištima. Višegodišnjim generiranjem znatnih količina domaće vuna prestaje biti korisna sirovina i postaje narastajući ekološki problem, prvenstveno zbog moguće negativnog utjecaja na okoliš (vodu, more, zrak i tlo), ljudsko zdravlje i drugi živi svijet.

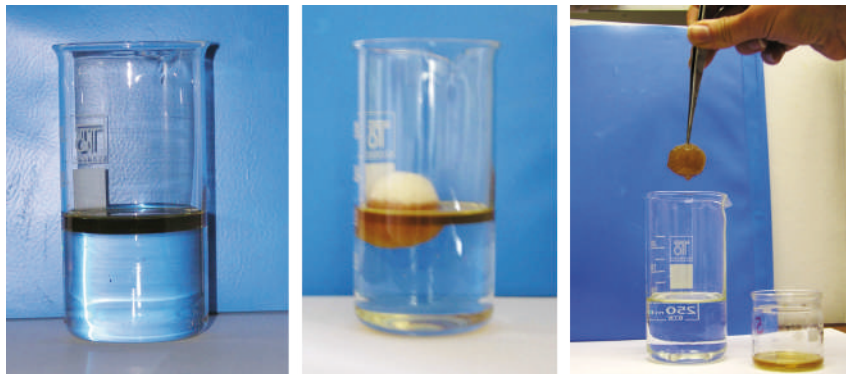
Budući da je koncepcija održivog razvoja danas temeljna odrednica najrazvijenijih društava, čije su postavke ugrađene u najvažnije pravne akte pojedinih država kao što je to slučaj i s Ustavom RH: cit. "očuvanje prirode i čovjekova okoliša... najviše vrednote ustavnog poretka Republike Hrvatske" (čl.3), nužno se nameće potreba uvođenja koncepta održivog razvoja i smišljenog gospodarenja raspoloživim resursima domaće vune u Hrvatskoj.

S tim ciljem ali i imajući na umu da je vuna trenutačno jedina, a time i strateški važna tekstilna sirovina u RH, skupina znanstvenika s Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu već dulje vrijeme radi na ostvarenju ideje "domaća vuna – korisna sirovina a ne otpad".

Dosadašnja terenska i laboratorijska istraživanja kvalitete i fizikalno-kemijskih svojstava domaće vune s različitih lokaliteta pokazala su da je domaća vuna unutar specificiranih vrijednosti za novozelandske vune, pa ih stoga uspješno može zamijeniti u nekoj od naših industrija (za izradu tepiha, prostirača i grubljih tkanina tipa tvid), te za izradu tekstilija više razine vrijednosti tj. tehničkih tekstilija širokog spektra upotrebe (madraci, filtri, pusteви, izolatori, uljni apsorberi i dr.). Osim toga, dio domaće vune mogao bi se uspješno uporabiti u kućnoj radinosti za izradu izvornih hrvatskih suvenira što bi bilo značajno za oživljavanje pojedinih, posebno ruralnih dijelova Hrvatske.



Jedinstveni atributi vunenog vlakna



Domaća vuna – učinkoviti apsorbens ulja i/ili nafte s površine vodenih eko-sustava



TEMA 2:
NAPREDNE, ODRŽIVE
I ENERGETSKI
UČINKOVITE
TEHNOLOGIJE

Fascinantna funkcionalizacija

Kontakt osoba: prof. dr. sc. Sandra Bischof,
sbischof@ttf.hr

Suradnici:

prof. dr. sc. Tanja Pušić

Zorana Kovačević, dipl. inž.

Iva Matijević, mag.ing.techn.text.

Eva Magovac, dipl. inž.

Funkcionalno oplemenjivanje ili funkcionalizacija tekstilnih materijala provodi se ciljano kako bi se materijalu poboljšala njegova postojeća svojstva ili mu se pak dala potpuno nova svojstva koja su ponekad naprosto fascinantna. Najčešći cilj funkcionalizacije je davanje zaštitnih svojstava materijalu kao što su to: antimikrobna, vodonepropusna, uljenepropusna, zaštita od gorenja, zaštita od UV zračenja, a u novije vrijeme su popularne i tzv. wellness obrade koje doprinose očuvanju zdravlja i unutarnjeg mira te održavanje psihofizičke ravnoteže.

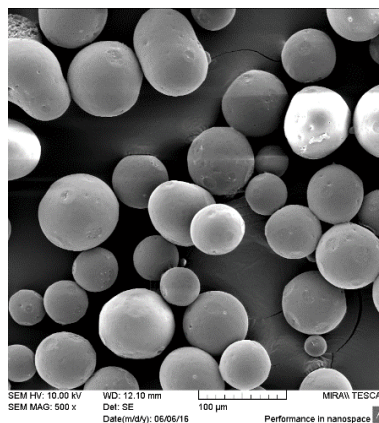
Antimikrobna obrada provodi se s ciljem poboljšanja higijenskih svojstava materijala ili zaštite od negativnih utjecaja okoline, što uključuje i zaštitu od štetnog djelovanja mikroorganizama (bakterija, gljivica ili algi). U provedenim istraživanjima se nastoje razviti nove ekološki povoljne obrade te se u tu svrhu primjenjuje limunska kiselina, a dodatno se učinkovitost ove obrade nastojala povećati primjenom energetski povoljne mikrovalne obrade pri čemu je moguće ostvariti uštedu energije do 60%. Dio dosadašnjih istraživanja ove problematike provodio se u suradnji sa švicarskim institutom EMPA. U njihovim laboratorijima su antimikrobne nano-čestice srebra nanosene na površinu PLA membrane primjenom plazme – jedne od visoko učinkovitih ekoloških metoda. Za ispitivanja antimikrobne učinkovitosti, koja uključuje rad s patogenim bakterijama, uspostavljena je suradnja sa istraživačima Medicinskog fakulteta, ali osim mikrobiološkog laboratorija neophodna su i dermatološka ispitivanja da bi se ispitao potencijalno negativan utjecaj novorazvijene obrade nanosene na tekstiliju koja je u direktnom doticaju s kožom. Do sada su ispitivanja provedena na tekstilijama obrađenim različitim antimikrobnim sredstvima, ali i multifunkcionalnim sredstvima koja istovremeno kombiniraju nekoliko svojstava, npr. osiguravaju i dodatnu zaštitu od gorenja. Slijedeća u nizu fascinantnih obrada je mikrokapsulacija koja pruža način „pohrane“ aktivnog sredstva (u slučaju kozmetotekstilija to su kozmetički pripravci ili eterična ulja), a u naknadnoj fazi omogućuje njegovo kontrolirano otpuštanje uzrokovano mehaničkim djelovanjem, prvenstveno trenjem. Posljedica



Obrada plazmom za dobivanje hidrofobnih i antimikrobnih svojstava

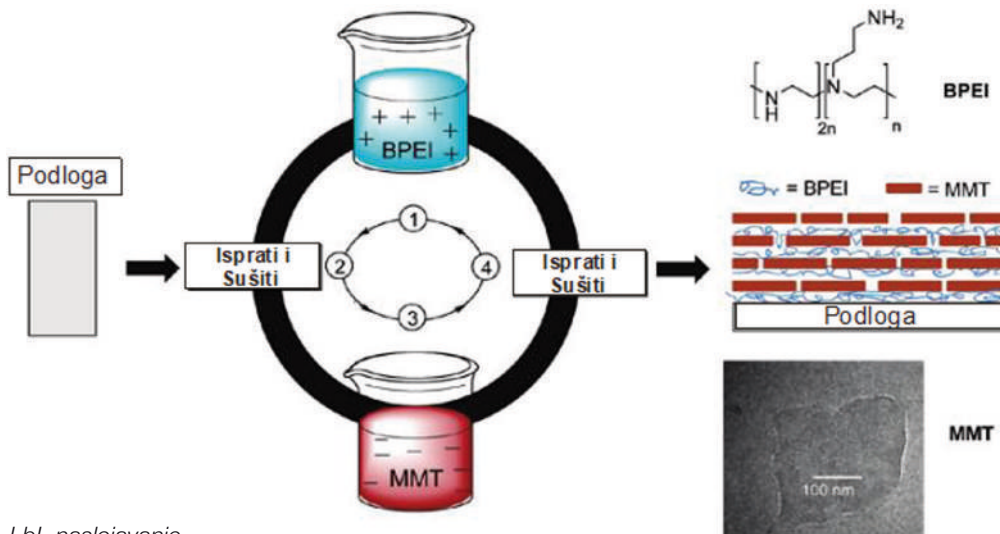
navedenog mehaničkog, ali i toplinskog djelovanja je kontinuirano otpuštanje aktivne tvari (mirisa ili ljekovitog pripravka), a jedan od glavnih izazova koji se istražuje je kako kontrolirati način i količinu otpuštenih sredstava s materijala tijekom nošenja i pranja. Jednako fascinanta je učinkovitost metode funkcionalizacije sloj-po-sloj (LbL). Naslojavanje LbL metodom je inovativan postupak obrade tekstilnog materijala namijenjenog izradi proizvoda visoko-zaštitnih svojstava, npr. dekorativnih tekstilnih materijala ili tekstilnih tapeta, koje moraju zadovoljiti stroge standarde zaštite od gorenja, a neće se podvrgavati intenzivnom pranju. Tijekom istraživanja je pamučni materijal naslojen ekološki povoljnim sredstvima iz obnovljivih biljnih i mineralnih izvora. Ova sredstva su lako dostupna i jeftina za primjenu u industriji. Značaj ovog istraživanja je optimiranje uvjeta LbL naslojavanja s ciljem zaštite tekstilija od gorenja i razrada mehanizma gorenja tekstilija nakon LbL naslojavanja. Istraživanje se provodi u suradnji s američkim Laboratorijem za polimerne nanokompozite, Sveučilišta Texas A&M (TAMU).

Prikazane konvencionalne ili visokoučinkovite metode nanašanja ekološki povoljnih aktivnih sredstava dopri-



Sintetizirane mikrokapsule s e-vitaminom za postizanje wellness efekta kozmetotekstilija

jele su značaju funkcionalizacije koja, iako se ubraja u godinama nepopularne kemijske metode obrade tekstila, pokazuje da se kontroliranim nanašanjem minimalne količine sredstava ili primjenom ekološki i ekonomski povoljnih metoda nanašanja može zadovoljiti izuzetno zahtjevne zakonske regulative (npr. REACH) uz istovremeno postizanje izvrsne, a slobodno možemo reći i fascinante učinkovitosti.



Hladna plazma - napredna tehnologija za modifikaciju svojstava tekstilnih materijala

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić, sanja.ercegovic@ttf.hr

Suradnici:

Jelena Peran, mag.ing.techn.text.

Tea Kaurin, mag.ing.techn.text.

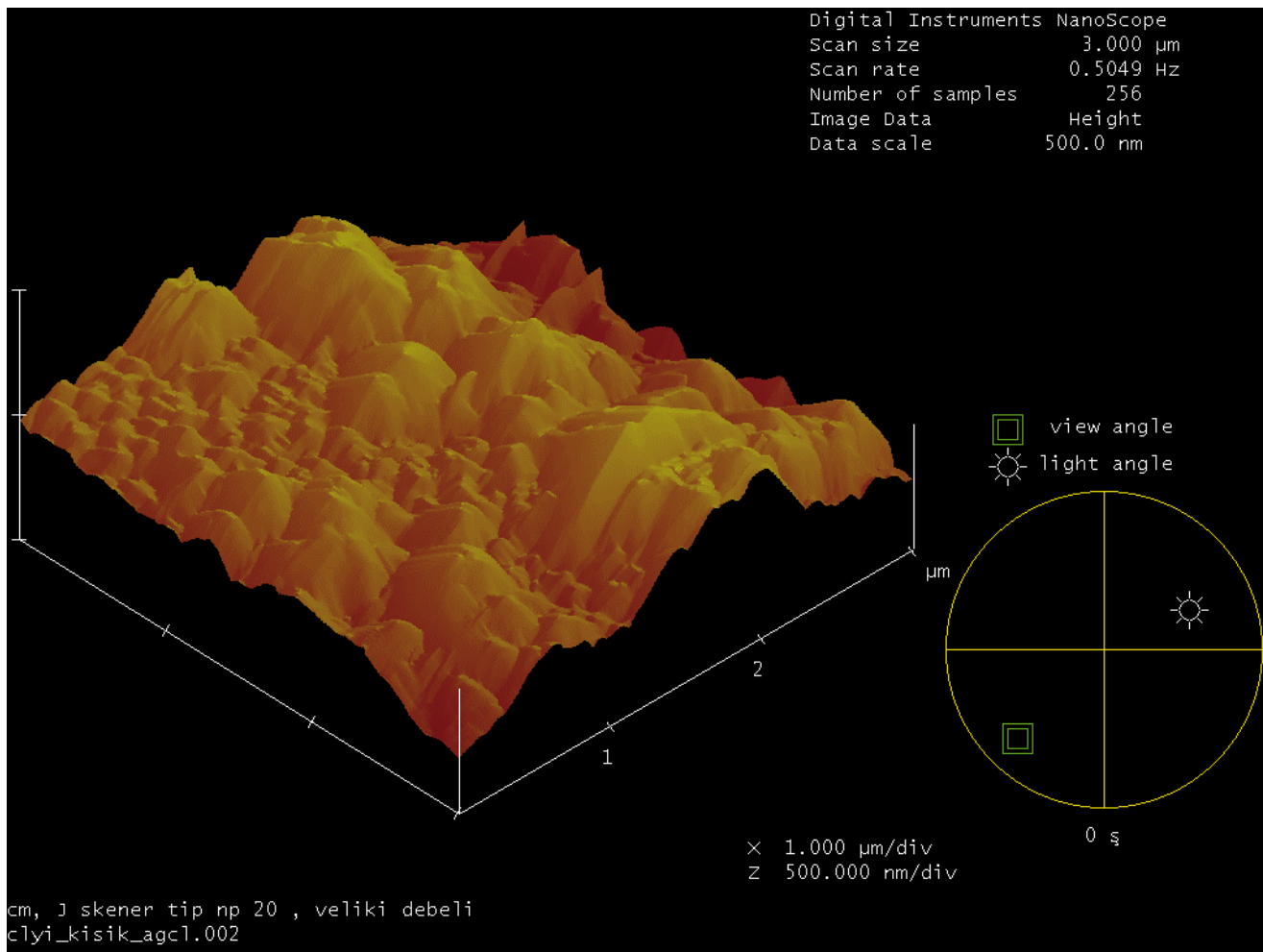
Posljednjih 20-ak godina zanimanja za primjenu niskotemperaturne (hladne) plazme vrlo su aktualna u području istraživanja razvoja procesa obrade i svojstava tekstilnih materijala, pri čemu su istraživanja uglavnom usmjerena u smjeru razvoja ekoloških postupaka predobrade površine u vidu čišćenja i aktivacije površine, te obrada tekstilnih materijala sa svrhom dobivanja proizvoda potrebnih funkcionalnih svojstava. Istraživanja se usmjeravaju i na razvoj postupaka za primjenu plazme kao medija za izravno nanošenje raznih kemijskih agenasa (u tekućem ili plinovitom stanju) ali i čestica za modifikaciju svojstava tekstilnih materijala, provođenjem reakcija polimerizacije u komori plazmi, te stvaranjem jezgara za naciepljivanje različitih modifikatora na tekstilnu površinu. Takvim postupcima djelovanjem plazme utječe se na ciljane promjene svojstava (hidrofilna/hidrofobna svojstva, antimikrobna svojstva) tekstilnih materijala, zahvaljujući različitim fizikalno-kemijskim procesima koji se zbivaju u interakciji plazme i tekstilne površine.

Na Fakultetu osnovan je i uspostavljen Laboratorij za obradu plazmom, opremljen niskotlačnim plazma sustavom tip NANO LF-40 kHz (Diener). Po prvi puta u RH započeta su istraživanja primjenom hladne plazme u području tekstilne tehnologije, a uređaj je primijenjen za obrade površina tkanina od celuloznih vlakana, te su razvijeni postupci depozicije čestica metalnih spojeva (srebra i bakra) za postizanje antibakterijskih učinaka.

U okviru znanstvenih istraživanja posljednjih 10 godina realizirana su 4 znanstvena projekta i 5 potpora istraživanja, uspostavljena je vrijedna znanstvena i stručna suradnja s institucijama u Zemlji i inozemstvu od kojih je važno istaknuti Institut za fiziku Zagreb, Institut Ruđer Bošković, Sveučilište u Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Farmaceutsko-biokemijski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Technological center Leitat, Terrassa (Španjolska) i Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar Zagreb.

Rezultati zajedničke suradnje prikazani su objavljivanjem sa oko 30 znanstvenih i stručnih radova u inozemnim i domaćim časopisima, i predstavljeni na međunarodnim i domaćim konferencijama (<http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=275033>).

Novija istraživanja proširena su na primjenu plazme kod različitih tekstilnih materijala i kože, s ciljem poboljšanja bojadisanja prirodnim bojilima, postojanosti tiska, adhezije, poboljšanih antimikrobnih svojstava, sa svrhom moguće implementacije tehnologije hladne plazme u tekstilnu industriju.



3D prikaz topografije površine liocelnog vlakna nakon obrade kisikovom plazmom i AgCl-a, primjenom AFM mikroskopije (Institut Ruđer Bošković)

Tekstilom u prometnoj industriji - napredni kompoziti

Kontakt osoba: Prof. emerita Ana Marija Grancarić, amgranca@ttf.hr

Suradnici:

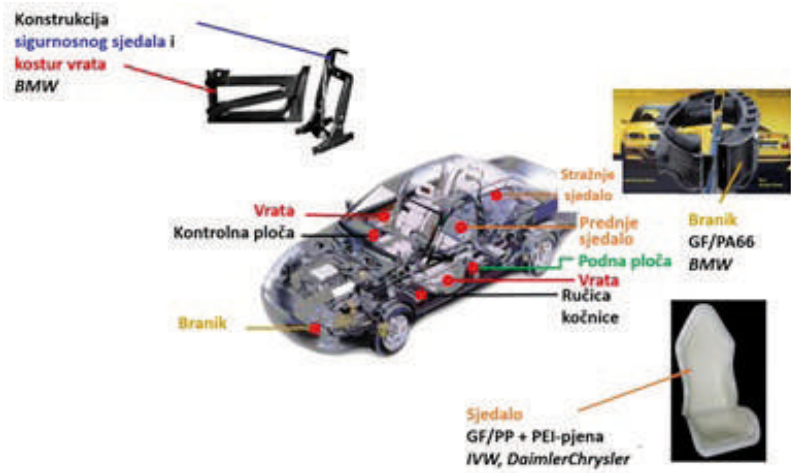
Prof. dr. sc. Vladan Končar
Ivona Jerković, dipl. inž.

Ova tema je potaknuta sve većom potražnjom u svijetu, za energetski učinkovitim ekološkim vozilima, obzirom da su ona lagana, rade smanjenom potrošnjom energije, proizvode minimalnu emisiju CO₂, pouzdana su i ekonomična s mogućnosti recikliranja na kraju životnog ciklusa. Pored ovog, tekstil je ovdje našao pravo mjesto primjene u kriznom vremenu tekstilne industrije.

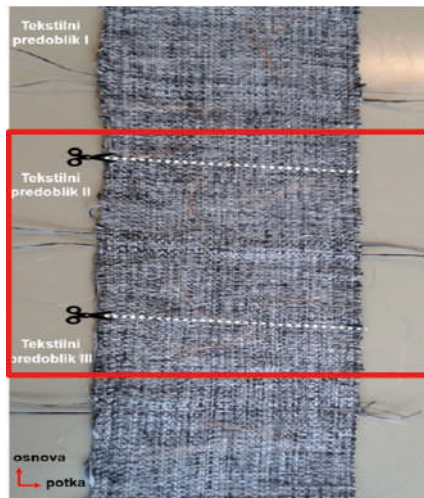
U ovu svrhu, primjena tekstilom ojačanih plastičnih kompozita, može ispuniti mnoge zahtjeve koje postavlja industrija prometa. Naime, lakši i jeftiniji dijelovi vozila, te redizajn postojećih (s anorganskim punilima), omogućuju u potpunosti korištenje prednosti kompozitnih materijala s ugrađenim tekstilom, smanjujući troškove njihovog postavljanja u vozila, te konačno i težinu vozila. Pored ovih prednosti, imaju visoku fleksibilnost a proizvode se minimalnim brojem ručnih operacija, mogu koristiti i reciklirani tekstil što dodatno doprinosi održivim tehnologijama. Tekstilni materijali u ovom atraktivnom i novom valu istraživanja zauzimaju važno mjesto koje će im omogućiti zamjetnu primjenu u dolazećim desetljećima.

Istraživački rad na ovu temu u okviru je projekta FP7 programa, pod originalnim nazivom "One-shot Manufacturing on large scale of 3D up graded panels and stiffeners for lightweight thermoplastic textile composite structure" (MAPICC 3D). Cilj ovih istraživanja su novi procesi, industrijski automatizirani i troškovno učinkoviti za proizvodnju laganih termoplastičnih kompozita. Realizacija ovih istraživanja je izravna proizvodnja tekstilnih predoblika (tkanina ili pletiva) te njihova konsolidacija (toplinska obrada u kojoj se polimerna komponeneta rastali dajuću novu strukturu s ugrađenim tekstilom-kompozit) u 2D ili 3D oblicima. Tekstilni materijal za ovumogućuje ugradnju elektrovodljive pređe, presvučene vodljivim polimernim kompleksom, 3,4-etilendioksitiofen)-poli(stiren-sulfonata) (PEDOT: PSS). Tekstilni materijali za ovu svrhu izgrađeni iz hibridnih pređa u kojima doprinose većoj čvrstoći materijala, manjoj gustoći, neograničenim skladištenjem, termoformabilnosti, bržim ciklusom prerade, bez emisije otapala tijekom faze obrade i drugo, 50 puta su jači i 20-150 puta tvrdi od plastike. Zbog ovog razloga opravdano nose naziv „napredni kompoziti“. Tekstilni materijali za ovu svrhu izgrađeni su iz hibridnih pređa visoke čvrstoće, doprinoseći većoj čvrstoći kompozita, ali i manjoj gustoći, neograničenim skladištenjem, termoformabilnosti, bržim ciklusom prerade, bez emisije otapala, 50 puta su jači i 20-150 puta tvrdi od plastike.

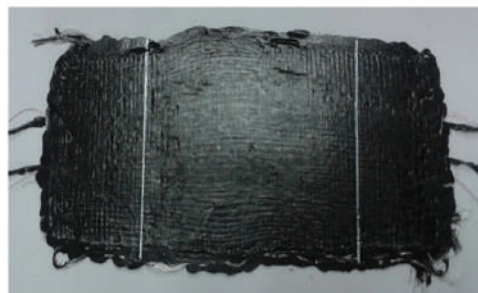
U ovu svrhu, za dobivanje vodljive pređe, postavljena je nova metoda prevlačenja vodljivom polimernom emulzijom, pomoću valjaka. Ovako priređena pređa utkana je u četverostruku saten tkaninu. Tri sloja ove tkanine su konsolidirana te uspješno izmjerena elektromehanička svojstva, što znači promjena električnog otpora tkanine ili kompozita uslijed mehaničkog naprezanja, do čega dolazi u svakom sudaru vozila.



Tekstilom ojačani termoplastični kompoziti u dijelovima vozila



Kompozit s troslojnom GF/PP tkaninom i dva ugrađena GF/PP tekstilna senzora (u središnjem sloju)



GF/PP senzor pređa integrirana GF/PP tekstilni predoblik (lijevo) i GF/PP kompozit (desno)

3D tisak – ispitivanje mehaničkih svojstava i mogućnosti bojanja akrilonitril/butadien/stirena

Kontakt osoba: Suzana Kutnjak Mravlinčić, dipl. inž., skutnik@ttf.hr

Suradnici:

Izv. prof. dr. sc. Damir Godec

Izv. prof. dr. sc. Ana Sutlović

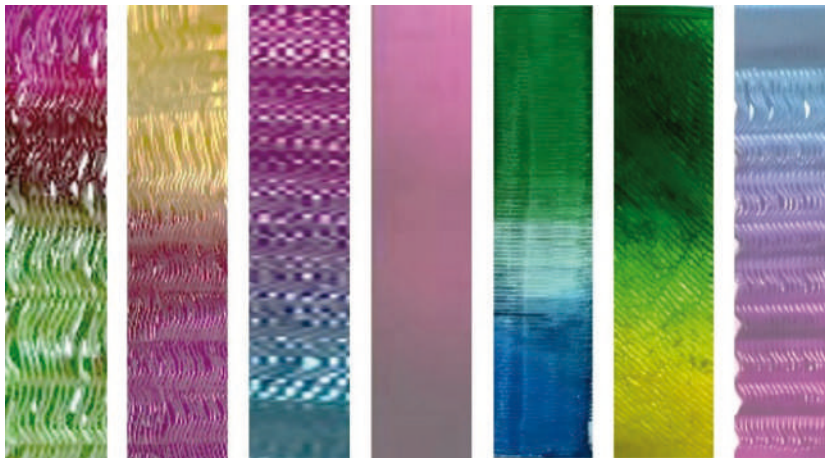
Doc. dr. sc. Ana Pilipović

Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar

Dizajn proizvoda je značajni segment u okviru kojeg napredne znanosti i tehnologije omogućuju povećanje broja inovacija koje pridonose većoj složenosti koncepta proizvodnje odjeće i obuće. Jedna od takvih tehnologija koja omogućava brzu izradu malih serija je postupak taložnog očvršćivanja (FDM) koji najčešće koristi akrilonitril/butadien/stiren (ABS) za izradu raznovrsnih 3D objekata različitih primjena. Svojstva ovakvih proizvoda su nedovoljno istražena te se upravo iz tog razloga ukazuje potreba istraživanja utjecaja pojedinih parametara prerade na uporabna svojstva materijala, u svrhu

unaprjeđenja procesa i u svrhu poboljšavanja kvalitete finalnog proizvoda. Tijekom posljednjih tridesetak godina učinjen je značajan napredak u razvoju postupaka, opreme, materijala te primjena tehnologija 3D ispisa. Jedno od ograničenja 3D tiska na stolnim pisačima je mali raspon raspoloživih boja ABS materijala te prisutnost jednobojnih ili dvobojnih 3D objekata što otežava ispunjavanje zahtjeva visoke kvalitete reprodukcije.

U okviru suradnje Fakulteta i Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Centra za aditivne tehnologije, provode se istraživanja utjecaja parametara 3D ispisa i geometrije šupljikavih struktura na mehanička svojstva i mogućnosti

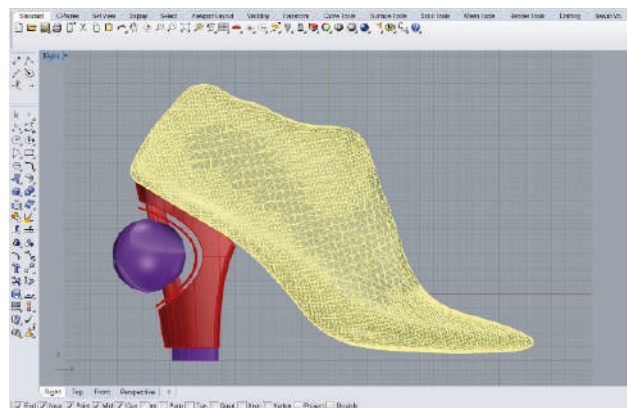


Ombre efekti 3D tiskanih uzoraka iz ABS-a obojani disperznim bojilima postupkom iscrpljenja

bojanja 3D tiskanih ABS tvorevina. Provode se i spektrofotometrijska mjerenja s ciljem utvrđivanja utjecaja pojedinih parametra ispisa na spektralne vrijednosti 3D objekata. Ispitivanja se provode sa ciljem oblikovanja 3D prototipova funkcionalnih dijelova obuće, gdje je primjena aditivnih postupaka tek u začetku.

Provedena su istraživanja utjecaja parametra 3D ispisa gustoće i vrste ispune te debljine vanjskog sloja na savojna svojstva. Ispitna tijela modelirana su u računalnom programu Rhinoceros i tiskana iz ABS filameta na uređaju MakerBot Replicator 2X. Analizom rezultata može se zaključiti da najbolja savojna svojstva imaju ispitni uzorci pune ispune. Ukoliko željeni model mora trpjeti savojnu silu tijekom primjene preporučuje se izrada modela pune ispune iako i uzorci linearne i sačaste ispune mogu zadovoljiti dosta visoke kriterije. Za ispitivanje mogućnosti bojanja 3D tiskanih ABS tvorevina postupkom iscrpljenja s ciljem ispitivanja mogućnosti postizanja šarenih, ombre efekata korištena su disperzna bojila. Rezultati bojanja dokazuju mogućnost postizanja zanimljivih i kreativnih koloristički rješenja što je značajna prednost za izradu višebojnih 3D tvorevina tiskanih na stolnim pisačima iz ABS-a. Objektivna karakterizacija boja provedena je spektrofotometrijskim mjerenjem varijabli površinskih boja i izračunavanjem razlika u boji unutar zadane skupine ispitnih tijela. Dobiveni rezultati potvrđuju značajan učinak debljine sloja ispisa na izgled razlika u boji.

Istraživanje se provodi u okviru HRZZ projekta 9967, Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine, ADVANCETEX.



Modeliranje CAD modela prototipa pete u računalnom programu Rhinoceros



Prirodni zeoliti iz Hrvatske u zaštiti okoliša

Kontakt osoba: prof. dr. sc. Branka Vojnović,
branka.vojnovic@ttf.hr

Suradnici:

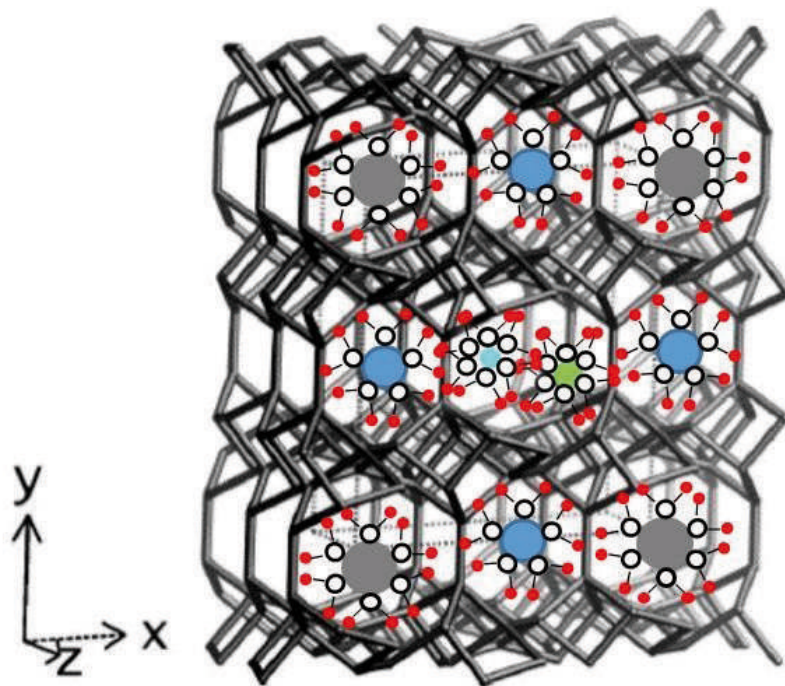
dr. sc. Mario Šiljeg

Usjeverozapadnoj Hrvatskoj, na širem području Maceljske gore, pronađene su naslage zeolita među kojima je najzastupljeniji mineral klinoptilolit, čiji je prosječni sadržaj oko 60 %. Zeoliti su hidratizirani alumosilikati, jedinstvene trodimenzionalne strukture, sastavljeni od primarnih i sekundarnih jedinica SiO_4 i AlO_4 tetraedara međusobno spojenih kisikovim atomima. Za strukturu zeolita karakteristična je specifična umrežena

struktura sa šupljinama koje su međusobno povezane kanalima određenog oblika i veličine. Šupljine i kanali u prirodnom zeolitu sadrže vodu (do 25 % njihove mase). Površinski negativni naboj alumosilikatne strukture uzorkovan je izomorfnom zamjenom Si^{4+} sa Al^{3+} a kompenziran je hidratiziranim alkalijskim i zemnoalkalijskim kationima, koji se mogu izmijeniti s ionima (kationima) iz otopine u kontaktu sa zeolitom. Priroda ionske veze ovih kationa i kristalne rešetke zeolita omogućava njihovu pokretljivost, zamjenu drugim ionima ili dehidraciju bez razgradnje silikatnog kostura. Kao specifičnost strukture zeolita ističe se tzv. „zeolitna voda“.

Uz ekonomsku isplativost, zeoliti se mogu uvrstiti u najvažnije prirodne materijale s primjenom u zaštiti okoliša. Već se danas koriste kao supstrat u tretiranju tala, šuma, za uklanjanje štetnih plinova i neugodnih mirisa, kao dodatak stočnoj hrani a možda najveću primjenu prirodni zeoliti imaju u pročišćavanju otpadnih, pitkih, površinskih i podzemnih voda a u tom području proveden je znatan broj istraživanja. Proces pročišćavanja voda temelje se na procesima ionske izmjene ili adsorpcije na površinu modificiranih zeolita stvaranjem više ili manje stabilnih kompleksa.

U ovom prikazu sažeta su istraživanja i vlastita iskustva o mogućnostima iskorištavanja svojstava prirodnog zeolita i modificiranog zeolita s dominantnim udjelom klinoptilolita kod završnog stupanja obrade vode za uklanjanje tragova metalnih iona kroma, srebra i arsena. Ispitivanja su provedena na uzorcima iz nalazišta Donje Jesenje. Iz dosadašnjih saznanja i bogatih vlastitih iskustva skupine znanstvenika i stručnjaka iz Hrvatske i okruženja temeljenih na rezultatima dobivenim istraživanjima može se zaključiti da prirodni zeolit iz Donjeg Jesenja sa povećanim udjelom klinoptilolita kao aktivnom komponentom i njegovom kemijskom modifikacijom ima velike mogućnosti primjene kod završnog stupanja obrade vode i uklanjanja metalnih iona te mogu poslužiti kao vrlo učinkovita sredstva za uklanjanje iona metala iz pitkih i otpadnih voda. To je uspješno dokazano istraživanjima na pilot uređaju za pročišćavanje voda za piće u Kneževim vinogradima, Baranja. Temeljem znanstveno istraživačkog iskustva i značajnih rezultata dobivenih na projektu Eureka E!4208 PUREWATER dobiven je novi, prirodni materijal za uklanjanje toksičnih iona metala, materijal koji ima prihvatljiva svojstva za samostalnu primjenu i a prije svega i financijsku opravdanost u primjeni ovih ekološko prihvatljivih materijala.



Trodimenzionalna struktura zeolita – klinoptilolita s hidratiziranim (•• - molekula vode) izmjenjivim kationima: natrij (zeleni), magnezij (tirkizni), kalcij (plavi) i kalij (sivi)



TEMA 3:
NAPREDNI TEKSTILNI
MATERIJALI

Ekološki prihvatljivi višefunkcionalni celulozni materijali

Kontakt osoba: izv. prof. dr. sc. Sandra Flinčec
Grgac, sflincec@tff.hr

Suradnici:

Rajna Malinar, mag. ing. techn. text.

Prof. emeritus Drago Katović

Postizanje ciljanih, postojećih višefunkcionalnih svojstava na celuloznim materijalima i njihovim mješavinama zahtjevan je zadatak koji godinama predstavlja izazov, a koji uključuje poznavanje i proučavanje kemizma reakcije, te fizikalno-kemijskih, strukturalnih i mehaničkih karakteristika materijala. U istraživanjima i razvoju takvih materijala korištena su ekološki povoljna i ekonomski prihvatljiva sredstva uz upotrebu konvencionalnih i naprednih tehnologija koje uključuju primjenu mikrovalne energije i ultrazvučnih valova. Za karakterizaciju

i ocjenu ciljanih svojstava te postojanosti na procese održavanja prema ISO 6330: 2012 koriste se standardizirane metoda za određivanje graničnog indeksa kisika, LOI (ASTM D 2863-97), mjerenje brzine zapaljenja (ISO 6940:1984) i svojstva širenja plamena vertikalno orijentiranih uzoraka (ISO 6941:1984), određivanje prekidnih čvrstoća i istezanja (EN ISO 13934-1: 1999) i dr. Za razvoj i istraživanje višefunkcionalnih materijala korištene su analize toplinskih svojstava primjenom termogravimetrijskog uređaja (TGA), mikrokolorimetra za sagorjevanje (MCC) i diferencijalnog skenirajućeg kalorimetra (DSC). Fizikalno-kemijska svojstva u procesu identifikacije i/ili razvoja novih materijala istraživana su spektrometrom s Fourierovom transformacijom u infracrvenom području. Bitan čimbenik pri razvoju višefunkcionalnih materijala je njihov utjecaj na čovjeka i okoliš tijekom korištenja i naposljetku zbrinjavanja. U tu svrhu, prilikom karakterizacije koristi se TG-IR sučelje koje omogućuje kontinuirano praćenje i analizu plinovitih produkata nastalih prilikom termalne razgradnje uzorka. Osim navedenih postupaka analize i vrednovanja višefunkcionalnih svojstava tekstilija, istraživanja su usmjerena na problematiku pojave tekstilne prašine prilikom razvoja i višekratne primjene koja uključuje procese održavanja. Istraživanja su započela zbog spoznaje da problemi uzrokovani pojavom tekstilne prašine osim u pogonima tekstilne proizvodnje kod ekstremnih uvjeta rada, pojavljuju se i kod upotrebe novo razvijenih tekstilija u različitim okruženjima gdje mogu izazvati alergijske reakcije, prenositi i poticati razvoj mikroorganizama te na taj način širiti različita oboljenja. Tekstilna prašina također može biti jedan je od uzročnika kvara sofisticiranih uređaja koji se koriste u bolničkim okruženjima. Za analizu količine i veličine čestica tekstilne prašine generiranih od tekstilija tijekom gibanja konstruiran je uređaj u skladu s smjernicama danim u EN ISO 9073-10. Većina istraživanja vezanih uz generiranje tekstilne prašine vezana su uz projekt HRZZ UIP-2017-05-8780.



*Konstruirani generator tekstilne prašine (1):
Kondicionirani uzorak se, uz minimalno rukovanje,
stavlja u zatvorenu čistu komoru bez prašine i izlaže
kontroliranom gibanju. Pri tome se oslobađaju
čestice tekstilnog materijala koje se mjere po količini
i veličini na uređaju za mjerenje čestica (2). Proces
se provodi u kabinetu s laminarnim strujanjem zraka
(3) što osigurava ispitivanje bez utjecaja vanjskih
čestica.*

Multifunkcionalne provezujuće tkanine

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Stana Kovačević
stana.kovacevic@ttf.hr

Suradnici:

Doc. dr. sc. Ivana Schwarz

dr. sc. Snježana Brnada

Zaštitni tekstil je samo jedan segment velikog polja nekonvencionalnog tekstila, nazvanog tehnički tekstil, koji je razvijen i proizveden prvenstveno zbog funkcionalnosti, u svrhu zadovoljavanja zahtjeva visokih performansi krajnjeg korištenja. U širokom području zaštitnog tekstila danas se posvećuje velika pažnja proizvodnji tkanina korištenjem novih sirovina, ali i površinskim obradama. Tkanine koje služe za zaštitu ljudskog tijela od raznih opasnosti i nepogoda predstavljaju širok pojam i njihova svojstva moraju zadovoljiti postavljene zahtjeve odgovarajuće za određenu namjenu takovih tkanina.

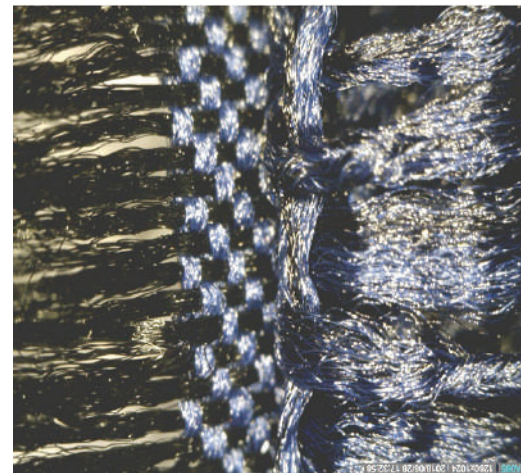
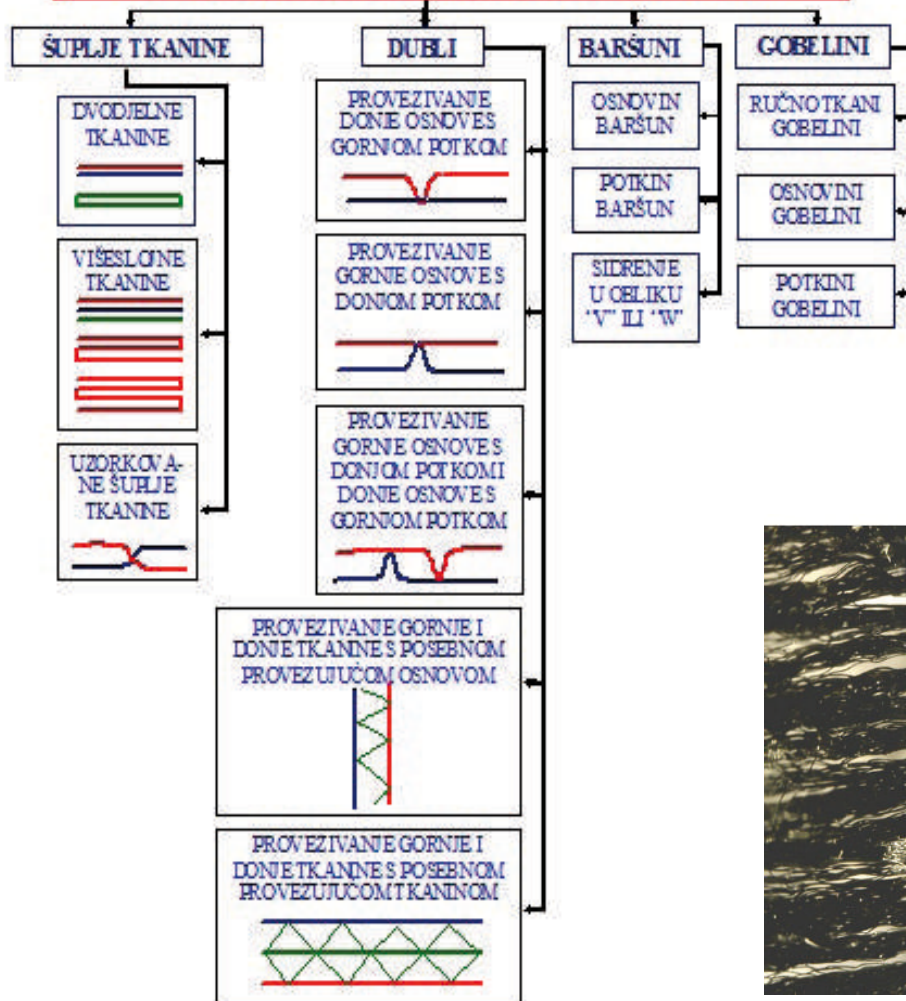
Zastupljenost tkanina u širokom području zaštitnog tekstila je iznimno velika, stoga postoje valjani i opravdani razlozi da se projektiranjem i novim konstrukcijskim rješenjima može utjecati na postizanje širokog spektra zahtjeva u svrhu postizanja multifunkcionalnih višeslojnih tkanina.

Predmet ove strateške istraživačke teme baziran je na procesu projektiranja tkanina, kojim se želi dati naglasak na razvoj višeslojnih i provezujućih tkanina, koristeći odgovarajuća visokoučinkovita vlakna te složene tkane strukture, čime se pruža mogućnost postizanja iznimnih svojstava uvjetovanih parametrima na makro, mezo i mikro razini. Ovakve tkanine svojom strukturom, odnosno konstrukcijskim parametrima nadmašuju svojstva konvencionalnih jednoslojnih tkanina, s posebnim naglaskom na fizikalno-mehanička, termofiziološka i zaštitna svojstva. Neograničenim mogućnostima projektiranja novih struktura provezujućih tkanina u samom postupku tkanja, dobivaju se multifunkcionalni tkani kompoziti kompleksnih struktura, koji mogu zadovoljiti brojne i visoko postavljene zahtjeve u primjeni ovakvih materijala.

Danas se posvećuje velika pažnja proizvodnji tkanina za takove zaštite i to korištenjem novih sirovina i površinskim obradama. Jednoslojne tkanine s površinskom obradom koje se danas u najvećoj mjeri koriste za zaštitu tijela od različitih vanjskih utjecaja imaju nedostatak u svojstvu udobnosti, jer pružaju osjećaj zatvorenosti tijela u „kalup“. Ovim istraživanjima dat će se naglasak na proces projektiranja tkanina, što će rezultirati izradom inovativnih višeslojnih, provezujućih, dišljivih i laganih tkanina, koje će svojom strukturom nadmašiti svojstva dosadašnjih tkanina u primjeni za toplinsku zaštitnu odjeću.

Kompaktnost takovih materijala u fizikalno-mehaničkim svojstvima, daje im prednost u odnosu na jednoslojne tkanine i poznate kompozite, gdje je opravdano očekivanje postizanja svojstava iznimno dobre čvrstoće, trajnosti, otpornosti na habanje i relevantne vanjske uvjete, dišljivosti te udobnosti pri nošenju. Kompleksnost izrade višeslojnih provezujućih tkanina (dubli, šuplje tkanine, 3D tkanine), omogućuje neograničenost u projektiranju struktura tkanina, ali istovremeno predstavlja i veliki izazov u njihovom razvoju, izradi, znanstvenim istraživanjima te primjeni.

VIŠESLOJNE PROVEZUJUĆE TKANINE



Presjek višeslojne provezujuće tkanine

Napredne tehnike ispitivanja mehaničkih i električnih svojstava tekstilnih materijala

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Željko Penava
zeljko.penava@ttf.hr

Suradnici:

Doc. dr. sc. Željko Knezić

Dosadašnja istraživanja i postignuća ove skupine u području mehanike tekstila temeljila su se laboratorijskim ispitivanjima koja su dala spoznaje o ponašanju tkanina.

Istraživanja mehaničkih i prekidnih svojstava tkanina (modul elastičnosti, modul posmika, Poissonov koeficijent, prekidna sila, istezanje i rad pri prekidu) temeljila su se eksperimentalnom ispitivanju uzoraka, te usporedbi dobivenih rezultata u

laboratoriju s računskim rezultatima. Ispitivanja su potvrdila da se zbog anizotropije tkanina, mogu koristiti računski izrazi za proračun njezinih mehaničkih i prekidnih svojstava. U svrhu poboljšanja prekidnih i mehaničkih karakteristika tkanina ide se na naslojene tkanine (tj. slikarska platna) koji se ponašaju kao kompozitni materijali. Zaključilo se je da se naslojenom materijalu koji ima više nanesenih slojeva smanjuju anizotropna svojstva. Rezultati dobiveni ovim ispitivanjima samo su početna istraživanja prekidnih svojstava naslojenih tkanina i primjenjivosti teorijskih jednadžbi za računanje inicijalnih modula elastičnosti, koja mogu pomoći u predviđanju ponašanja takvih tkanina kod rastezanja.

Kod laboratorijskih ispitivanja ponašanja tkanine pri djelovanju vlačnih opterećenja, uočeno je da osim što dolazi do kidanja tkanine može ranije nastupiti pojava nepoželjnih viskoelastičnih ili plastičnih deformacija. Takve deformacije su nepoželjne jer uzrokuju lošu kvalitetu gotovog proizvoda, tkanine, a mogu se uočiti tek u završnim fazama prerade. Da bi se izbjegla pojava plastičnih deformacija u tkanini, treba unaprijed znati pri kojem vlačnom opterećenju će doći do takvih deformacija. Na temelju eksperimentalnih rezultata dobivenih za istezanje uzoraka tkanina postavljeni su odgovarajući reološki modeli koji dobro opisuju ponašanje tkanine. Mehanička svojstva tkanina mogu se predvidjeti primjenom reoloških modela.

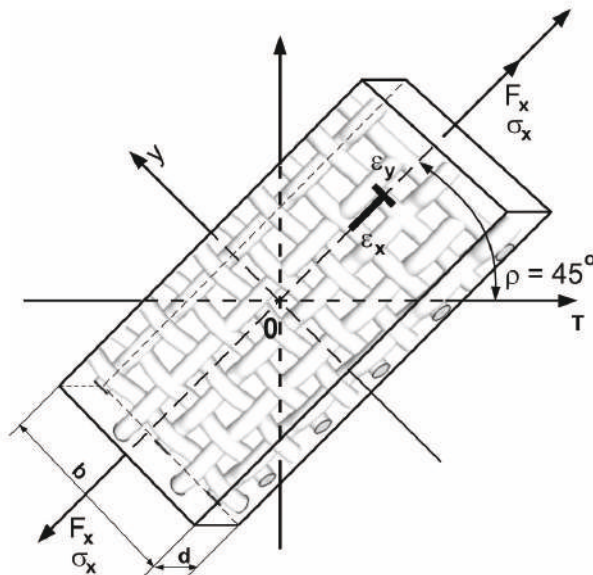
Do sada su razvijeni uređaji za mjerenje statičke debljine tkanina i korištene su metode koje nisu bile pogodne za mjerenje dinamičke promjene debljine tkanine, što predstavlja zapreku za proučavanje debljine tkanine u različitim mehaničkim uvjetima. U nastojanju da se što preciznije izmjeri dinamička promjena debljine tkanine, a istovremeno prikupe sve potrebne vrijednosti o promjeni vlačne sile, istezanja i površine na koju djeluje vlačna sila, projektirana je i konstruirana mjerna aparatura koja omogućava istovremeno mjerenje promjene debljine tkanine, bočnog suženja tkanine i pripadnih vlačnih aksijalnih sila.

Jedan od smjerova istraživanja je područje pametnog tekstila u kojemu se provodi opsežno istraživanje o dielektričnim svojstvima tekstila i istraživanja vodljivog tekstila (e-textiles) koji se koriste za izradu vodljivih dijelova antene.

U svrhu određivanja mehaničkih svojstava i stanja naprezanja kompresijskog tekstila konstruirat će se novi uređaj koji omogućava cilindrično ispitivanje tekstila koji je podvrgnut djelovanju složenog opterećenja. Uređaj će predstavljati novinu u području istraživanja kompresijskog tekstila



Mjerni sustav za mjerenje debljine tkanine



Uzorak tkanine za ispitivanje, sila pod kutom: F_x je djelovanje vlačne sile pod kutom 45° prema smjeru potke, σ_x – normalno naprezanje, dužinska deformacija u smjeru osi x , dužinska deformacija u smjeru osi y .

Vlaknima ojačani kompoziti za moderna jedra

Kontakt: prof. dr. sc. Edita Vujasinović
edita.vujasinovic@ttf.hr

Suradnici:

Prof. emeritus Zvonko Dragčević

Prof. dr. sc. Dubravko Rogale

Jedra, ali kako dobro će se taj oblik održati pri različitim vjetrovima i u različitim vremenskim uvjetima ovisi o uporabljenom materijalu. Da bi zadovoljili takve zahtjeve proizvođači jedara trebaju oblikovati jedro balansirajući sile vjetra s naprezanjima u jedru, pa izrada jedara predstavlja proces konstantne optimizacije, koja se ne odnosi samo na projektiranje i oblikovanje jedra, već i na dizajn i osmišljavanje odgovarajućeg materijala za njegovu izradu.

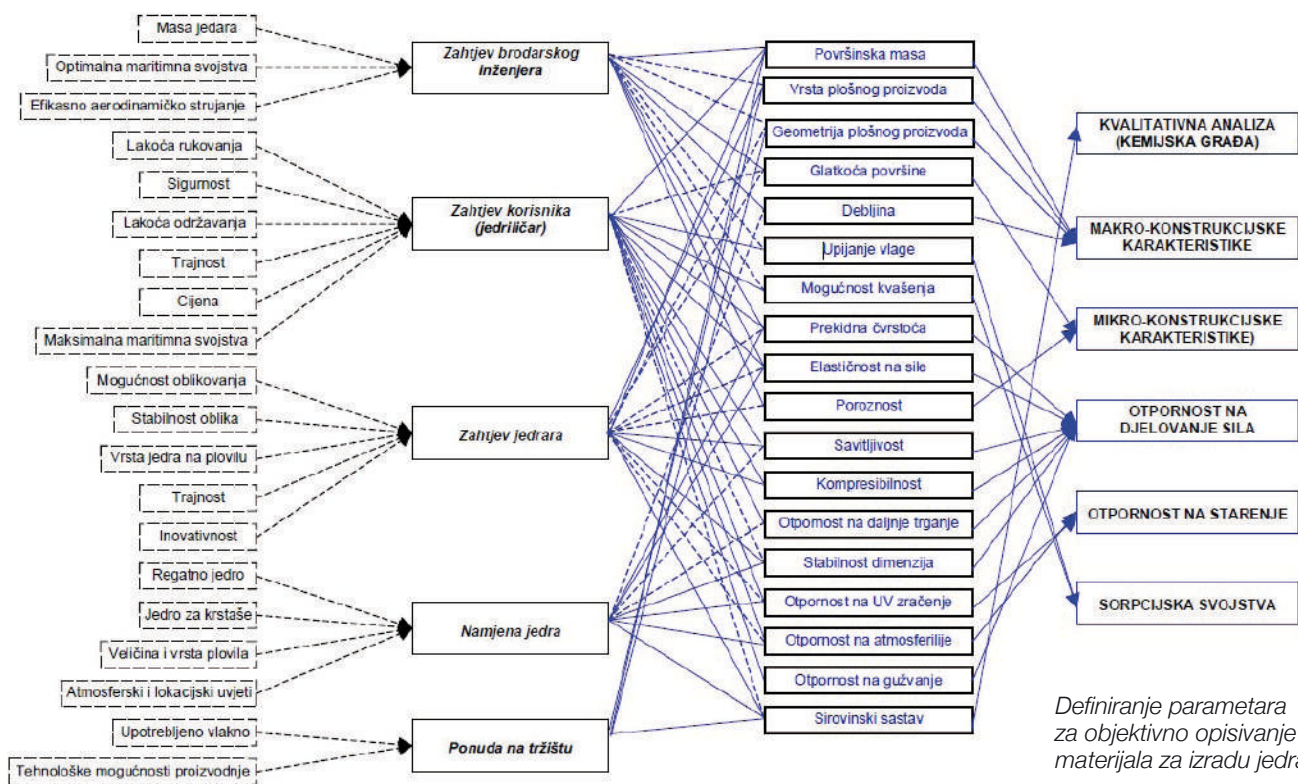
Iako moderna jedra pripadaju skupini HP vlaknima ojačanih kompozita, ponekad ni to nije dovoljno za pobjedu u jednoj utrci. Naime, materijal za izradu jedara trebao bi zadovoljiti niz zahtjeva. Ti zahtjevi mogu biti različiti, mogu se nadopunjavati i/ili biti isti. Sa stajališta broskog inženjera, materijal za izradu jedra trebao bi pored glatke površine imati nultu poroznost, osiguravajući na taj način učinkovito strujanje zraka. Jedriličar, kao krajnji korisnik, priželjkuje jedra manje mase, kako bi si olakšao jedrenje. Međutim, za udobno i sigurno jedrenje, nautičar također želi čvrsta jedra, stabilnog oblika i lagana za održavanje. Čvrstoća jedra bi trebala biti takva da jedra mogu podnijeti jak vjetar ili iznenadne promjene vjetra, a da se pri tome ne strgaju ili promijene oblik. Osim toga, jedra trebaju biti otporna na vodu, sunčevu svjetlost i mikroorganizme te imati dobar omjer cijene i trajnosti. Ipak, konačna odluka o odabiru materijala za izradu jedara je na jedraru. Njegov je zadatak dizajnirati jedro, uravnotežujući

Još od doba primjene životinjskih koža i papirusa te lanenih i pamučnih jedara pa sve do danas, kad se za izradu jedara upotrebljavaju najsuvremeniji materijali, jedrari nastoje izraditi najbolje jedro – podrazumijevajući pri tome jedro koje je elastično kada nema vjetra ali i dovoljno čvrsto da ne popusti kada je vjetar jak. Proizvođači jedara mogu, na temelju iskustva i znanja, projektirati optimalni aerodinamički oblik željenog



Moderna jedra

jačinu vjetra i napreznja u materijalu. Budući da je svako pojedino jedro namijenjeno za određen raspon jačine vjetra, rezultirajuća potisna snaga vjetra na jedro odredit će granice potrebne čvrstoće materijala. Kako je potisak najveći kod plovidbe niz vjetar, prekidna sila će biti odlučujući čimbenik pri proizvodnji npr. spinakera, dok će pri odabiru materijala za glavo i/ili letno jedro (gdje je stabilnost oblika najvažnija) odlučujući faktor biti točka popuštanja. Brojnost, kao i raznolikost materijala za izradu jedara koji se danas mogu naći na tržištu potaknula nas je da u suradnji s poznatim proizvođačem jedara pokušaju implementirati sustav objektivnog mjerenja i vrednovanja materijala za izradu jedara u proces dizajna i izrade samog jedra.





TEMA 4:
INOVATIVNA
TEKSTILNA RJEŠENJA

Hvatanje tekstilnih materijala u automatiziranim i robotiziranim procesima proizvodnje

Kontakt osoba: Doc. dr. sc. Goran Čubrić
goran.cubric@ttf.hr

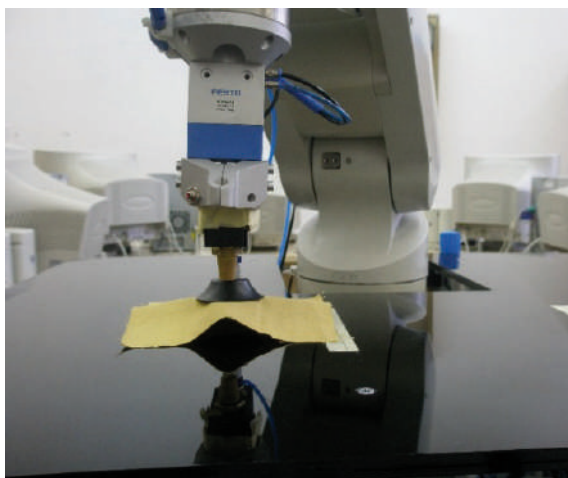
U procesima proizvodnje odjeće je još uvijek prisutan veliki udio ručnog rada (60-75%). Tehnološke operacije šivanja su vrlo kratke, pa se tijekom radnog vremena izvodi veliki broj jednakih pokreta što dovodi do monotonije i pojačanog zamora radnika. Posljedice toga su i razna profesionalna oboljenja kao što su glavobolje, bolovi u vratu, ramenima,

leđima itd. Zbog zamora i bolova smanjuje se kvaliteta izrade. U posljednjih 30 godina sve se više ulaže u smanjivanje ljudskog rada uvođenjem automatiziranih naprava koje povećavaju tehničku opremljenost strojeva u procesu proizvodnje odjeće. Zbog karakterističnih svojstava tekstilnih materijala (tkani i netkani materijali, pletiva, koža, plastični materijali i dr.) i raznovrsnosti specijaliziranih radnih operacija, razvoj automatiziranih strojeva i robota namijenjenih odjevnoj industriji znatno je otežan i traži potpuno nova tehnička rješenja robotiziranih sustava. Najveći problemi kod rukovanja su u hvatanju, transportu materijala i/ili izradaka, njihovom pozicioniranju, presavijanju i slaganju jedan na drugi. Tekstilni materijal nije kruta tvorevina već se savija kod bilo kojeg djelovanja na njega (mijenja svoj oblik). Za izradu hvataljki s kojim se rukuje tekstilni materijal potrebno je imati znanje o samom procesu rukovanja, svojstvima tekstilnog materijala i mogućnostima hvataljki. Tekstilni materijal je vrlo porozan te ne postoji adekvatna hvataljka za hvatanje tekstilnog materijala. Zbog poroznosti tekstilnih materijala nisu prikladne vakuumske hvataljke, a zbog savitljivosti i deformacije nisu svugdje prikladne ni mehaničke hvataljke različitih načina hvatanja, kao ni hvataljke koje koriste ljepljivu traku zbog različitih vrsta površina materijala. Kod toga probleme rukovanja, osim različitih vrsta tekstilnih materijala, izazivaju nepravilni i različiti oblici izradaka, točnost pozicioniranja zbog mekih rubova i sl.

Cilj istraživanja ove teme je izrada novih hvataljki za prihvat tekstilnog izratka i njena montaža na robotsku ruku. Time bi se postiglo korištenje samo jedne prihvatnice pomoću koje bi se mogao hvatati tekstilni materijal različitih karakteristika. Također je predviđena izrada i popratnih naprava i uređaja koja će omogućiti istraživanja različitih karakteristika tekstilnih materijala.



*Robotsko hvatanje odjeće
mehaničkom hvataljkom*



*Robotsko hvatanje tekstilnog materijala
vakuumskom hvataljkom*

UV zaštita celuloznih tekstilija

Kontakt osoba: Doc. dr. sc. Tihana Dekanić,
tihana.dekanic@ttf.hr

Suradnici:

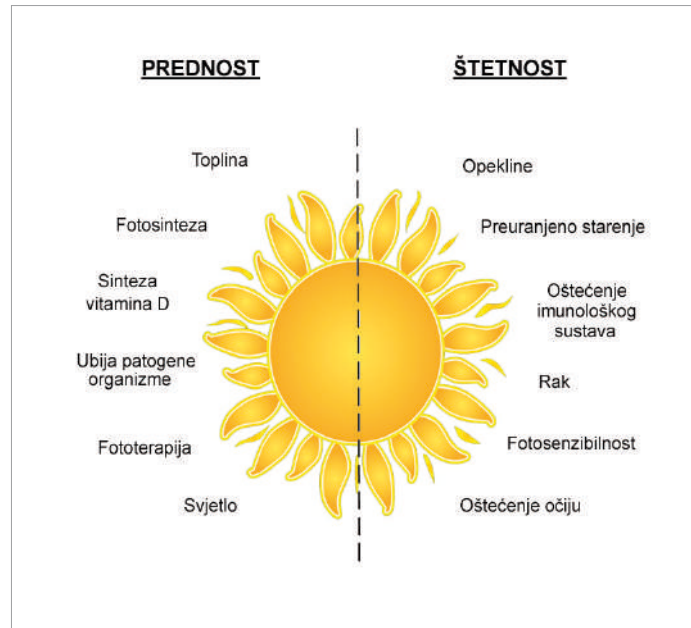
Prof. dr. sc. Tanja Pušić

Prof. emeritus Ivo Soljačić

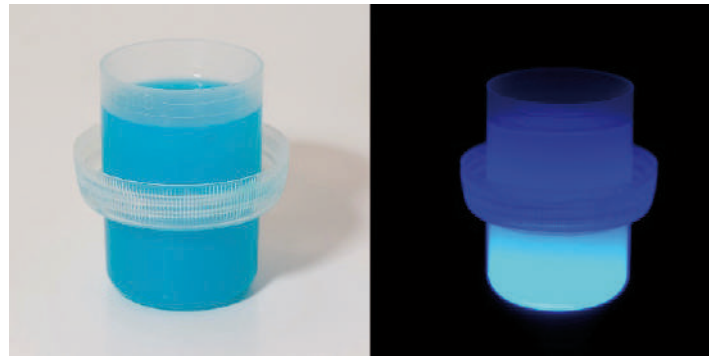
Posljedice povećanog UV zračenja koje dolazi do zemljine površine uslijed postupnog smanjenja ozonskog omotača mogu biti širokog spektra i opasne po čovjeka. Mogu uzrokovati određene zdravstvene probleme: eritem, starenje kože, pad imunološkog sustava, katarakt, i razne vrste raka kože od kojih je najsmrtonosniji melanom. Prema hrvatskom Državnom registru za rak primijećeno je da se po učestalosti pojavljivanja malignih tumora, konkretno melanoma, bilježi trend porasta. Pretpostavlja se da će incidencija melanoma

rasti još najmanje 10 godina. Zabrinjavajuća je činjenica da se melanom sve češće dijagnosticira kod mlađe populacije. Spoznaje govore da su djetinjstvo i adolescencija najkritičnija razdoblja za kasniji razvoj zloćudnih tumora. Znanstveno je dokazano da se u tom razdoblju apsorbira do 80 % štetnih UV zraka. Posljedice štetnog djelovanja UV zračenja mogu se dijelom ublažiti nanošenjem krema s visokim zaštitnim faktorom, zaštitnim naočalama, kao i nošenjem prikladne odjeće. Poznato je da i funkcionalna odjeća može osigurati učinkovitu UV zaštitu.

Sve respektabilniji humano-ekološki pristup u tekstilnoj tehnologiji usmjerio je istraživanja na UV funkcionalne spojeve u procesima oplemenjivanja i njege. Zbog prirode fluorescentnih spojeva, koja se očituje u sposobnosti apsorpcije UV zračenja, moguće je dati dodatnu vrijednost obrađenom tekstilnom materijalu. Optička bjelila povećavaju bjelinu bijelih tekstilija, a istovremeno blokiraju UV zrake, čime povećavaju UV zaštitni faktor (UPF) UV funkcionalne odjeće. UV apsorberi kao funkcionalni spojevi imaju apsorpciju i u UV-B području, što omogućava brže postizanje UV zaštitnih svojstava. Većina UV apsorbera ima sposobnost fluorescencije, a njihova optička svojstva ovise o tipu UV apsorbera, čime je djelovanje slično optičkim bjelilima. Ova istraživanja obuhvaćaju UV apsorbere, organske i anorganske, zasebno i u kombinaciji. Kroz istraživanja potencijala zaštite u procesima pranja deterdžentima koji sadrže UV apsorber ili kombinaciju optičkog bjelila i UV apsorbera, dokazano je da se stupanj zaštite osigurava kroz znatno kraće vrijeme. Učinak je kumulativan i sa svakim pranjem se povećava uz istovremeno povećanje bjeline. Karakterizacija UV funkcionaliziranih materijala i primijenjenih spojeva provodi se remisijskom i UV-Vis spektrofotometrijom, fluorometrijom i skenirajućom elektronskom mikroskopijom.



*Sunčevo zračenje
– PRO/CONTRA*



*Djelovanje optičkih bjelila
u deterdžentu za UV
funkcionalizaciju*

Inovativne površinske modifikacije tekstila u sustavu digitalnog InkJet tekstilnog tiska

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar,
martinia.glogar@ttf.hr

Suradnici:

Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić

Marijana Tkalec, dipl. inž.

Područje primjene InkJet tehnologije u tekstilnom tisku razvija se intenzivno posljednjih 40-ak godina, te se značajan znanstveno – istraživački rad ulaže u pronalaženje optimalnih rješenja za ograničenja koja još uvijek priječe punu primjenu InkJet tehnologije u komercijalnom tekstilnom tisku. Dosadašnja istraživanja potvrđuju neriješenu problematiku u svim aspektima primjene InkJet tehnologije u tekstilnom tisku te se, između ostaloga, na Fakultetu provode intenzivna istraživanja parametara međudjelovanja pojedinačne kapljice tiskarske

boje s tekstilom kao tiskovnom podlogom, kao i uloge tog međudjelovanja u formiranju cjelovitog višebojnog otiska. Upravo fundamentalni mehanizmi koji definiraju kvalitetu otiska nisu do kraja razjašnjeni te je uloga površinske strukture tekstilnog materijala tek nedavno prepoznata kao jedan od temeljnih čimbenika kvalitete otiska i postizanja optimalnog gamuta boja. Stoga istraživanja utjecaja površinsko strukturnih karakteristika tekstilnog materijala na formiranje, razlijevanje i penetraciju kapljice tiskarske boje, doprinose razumijevanju navedenih fundamentalnih mehanizama. Jedna od inovativnih metoda površinske modifikacije tekstila koja se provodi u okviru spomenutih istraživanja je predobrada materijala niskotlačnom plazmom s primjenom kisika i argona kao radnih plinova. Takvom predobradom dolazi do kemijskih i fizikalnih transformacija vezanih uz kemijske promjene u površinskom sloju, promjene strukture površinskog sloja i promjene fizikalnih svojstava površinskog sloja. Djelovanjem plazme modificiraju samo površinska svojstva materijala čime se postiže selektivna modifikacija svojstava kao što su sposobnost bojanja i kvašenja, adhezijske karakteristike i sl., što je od iznimne važnosti za mehanizam vezanja pigmenta i formiranja sloja polimernog filma u procesima digitalnog InkJet tekstilnog tiska pigmentnim tiskarskim bojama. Trenutno se provode istraživanja na prirodnim (pamuk) i umjetnim celuloznim materijalima (liocel i viskoza) te su dobiveni rezultati pozitivnog utjecaja obrade s aspekta bolje pokirvenosti površine bojom, što se povezuje s fizikalnim promjenama na morfološkoj razini te porastom sposobnosti kvašenja i hidrofilitnosti.

Ostala područja istraživačkog rada i kompetencija su spektrofotometrijske analize boje, komparativna analiza različitih matematičkih jednadžbi za objektivno vrednovanje razlika u boji, analiza spektralnih i kolorističkih parametara boje, istraživanje na području maskirnosti boje i analize boje u bliskom IR području. Također, područje istraživanja je i teorija boje te znanost o boji – harmonijski i kontrastni aspekti boje, boja kao dominantni element dizajna, istraživanje različitih povijesnih pravaca u teoriji boje.



Originalni dizajn maskirnog „šuma“ uzorka i interpolacija u prirodni šumski okoliš

Zaštitni materijali, odjeća i obuća

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa
Šajatović, anica.hursa@ttf.hr

Suradnici:

Prof. emeritus Zvonko Dragčević

Sukladno EU smjernicama o istraživačkim pravcima i nastojanjima EC za podizanje kvalitete života i rada u EU u okviru teme istražuju se odjevni sustavi i obuća izrađeni iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala s ciljem zaštite ljudi u akcidentnim situacijama. Temeljni zadatak zaštitnih odjevnih sustava (svi slojevi odjeće od donjeg rublja, preko međusloja, do vanjskog sloja - jakne, kombinezona) i zaštitne obuće je zaštita čovjeka od djelovanja ekstremnih vanjskih utjecaja i

štetnih utjecaja u radnoj okolini, očuvanje njegovog zdravlja i života općenito. Danas smo svjedoci pojave sve većeg broja akcidentnih situacija kao što su teroristički napadi, požari, eksplozije zapaljivih kemikalija, poplave, potresi, prometne nesreće i sl., te u takvim situacijama spasioци, specijalna policija, vojska i vatrogasci trebaju biti opremljeni zaštitnim odjevnim sustavima i obućom, koja će im omogućiti siguran i udoban rad više desetaka sati do čak nekoliko dana. Pri radu i doticaju s vanjskim ugrozama (vatra, RKB agensi, balistička sredstva, ekstremni uvjeti radnog okoliša) potrebno je koristiti zaštitne odjevne sustave izrađene od suvremenih tekstilnih materijala koji trebaju zadovoljiti visoka svojstva upotrebe (sigurnu ciljanu zaštitu), a ujedno trebaju biti ugodni za nošenje, te funkcionalno dizajnirani i oblikovani u skladu sa statičkom i dinamičkom antropometrijom.

U okviru istraživanja razvijaju se nove metode ispitivanja u području tekstila, odjeće i obuće koje su povezane s ergonomijom (statička i dinamička antropometrija), funkcionalnim dizajnom i fiziologijom (proučavanje utjecaja okoline na čovjeka, udobnost), što je od bitnog značaja za razvoj novih zaštitnih proizvoda. Interdisciplinarnim pristupom, koristeći postavke funkcionalnog i eko dizajna, primjenom novih visokoučinkovitih materijala, specifičnih tehnika spajanja materijala i prerade u gotovi proizvod, te protokolima održavanja proizvoda tijekom upotrebe i zbrinjavanjem nakon upotrebe zatvara se cjeloviti životni ciklus zaštitnog odjevnog sustava.

Poznato je da se različite vrste tekstilnog materijala različito ponašaju unutar cjelokupnog odjevnog sustava, pa se jedan dio istraživačke skupine bavi istraživanjem svojstava pojedinačnih HP materijala, te mogućnostima njihovog kombiniranja u složene (kompozitne) odjevne sustave ili obuću, te mogućnošću njihova recikliranja i zbrinjavanja nakon upotrebe. Kako bi se zaštitni odjevni sustavi što bolje prilagodili korisniku, drugi dio istraživačke skupine bavi se funkcionalnim dizajnom odjeće s naglaskom na statičku i dinamičku antropometriju ljudskog tijela i udobnost nošenja, kako bi se čovjek koji radi u takvoj odjeći osjećao ugodno i sigurno, a da pri tome može izvesti i ekstremne pokrete ruku, nogu i trupa. Stoga se u okviru istraživanja provode ispitivanja i testiranje zaštitnih odjevnih sustava (na požarnoj i toplinskoj lutki), kao i ispitivanje udobnosti odjeće/obuće u realnim radnim uvjetima.



Kombinezon za vatrogasce nakon ispitivanja na požarnoj lutki



Multifunkcionalne čizme boje pustinje za vruće i suhe radne uvjete

Udobnost inovativnih tekstilnih materijala i primjena termografije

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Ivana Salopek
Čubrić, ivana.salopek@ttf.hr

Suradnici:

Izv. prof. dr. sc. Vesna Marija Potočić Matković

Doc. dr. sc. Goran Čubrić

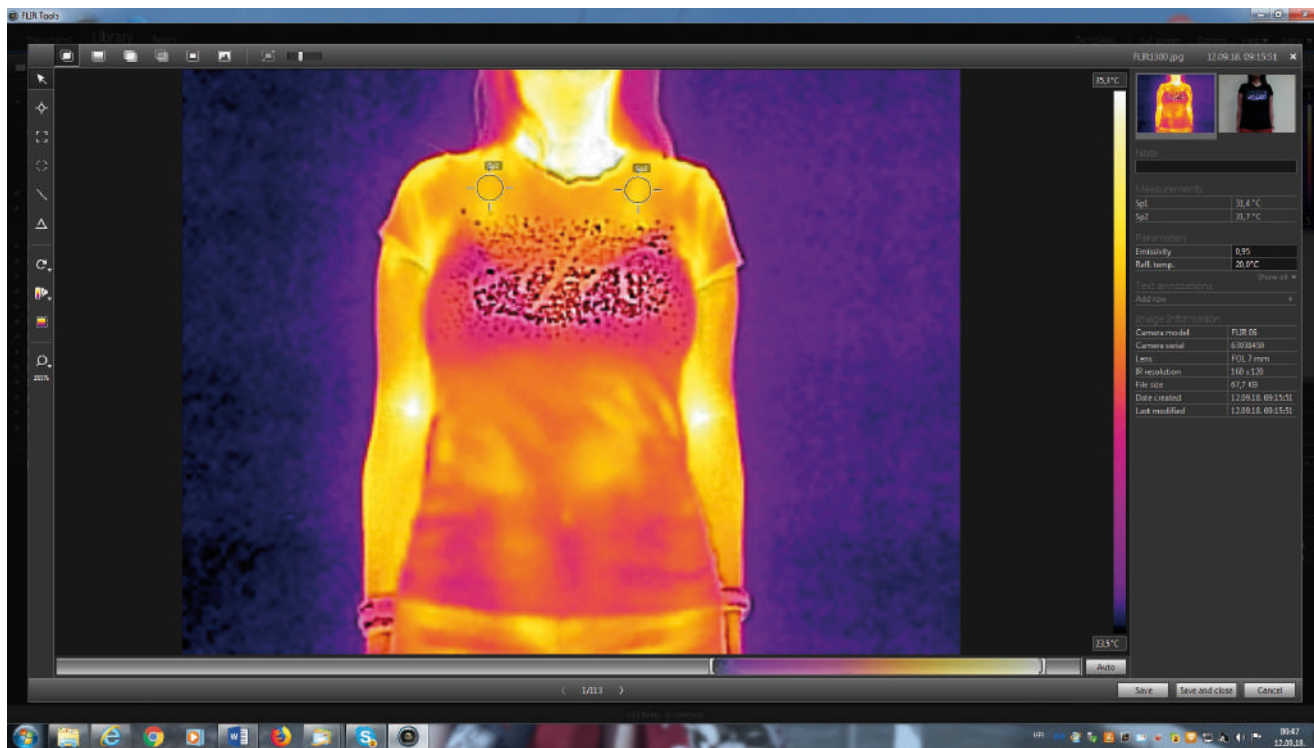
Razvoj znanosti i tehnologije te poboljšanje socijalnog standarda promijenilo je temeljne zahtjeve kupaca tekstilnih proizvoda koji danas preferiraju odjeću koja ima zadovoljavajuću udobnost nošenja. Osim toga, mnogi su ljudi, zbog prirode posla koji obavljaju, izloženi različitim atmosferskim utjecajima – od vrućine do hladnoće i učestalih atmosferilija, te je za njih nošenje odjeće odgovarajućih zaštitnih karakteristika uz zadovoljavajući stupanj udobnosti od iznimne važnosti. Proces

projektiranja inovativnih materijala povezuje znanost i umjetnost, na način da se inženjerske metode i procesi povezuju s kreativnošću, a sve aktivnosti trebale bi biti usmjerene ka ostvarivanju dobrobiti za čovjeka i očuvanju optimalne razine udobnosti. Ovaj istraživački rad usmjeren je na dizajniranje funkcionalnih materijala, točnije:

- generiranje ideja i interdisciplinarni pristup u sagledavanju problematike dizajna inovativnih i funkcionalnih materijala,
- dizajniranje i razvoj funkcionalnim materijala koji će imati optimalna svojstva s obzirom na namjenu,
- ispitivanje svojstava materijala korištenjem niza laboratorijskih metoda i njihova optimizacija, te
- definiranje smjernica za proizvodnju inovativnih materijala.

U pogledu ispitivanja svojstava, interes je primarno usmjeren na parametre udobnosti i rastezna svojstva, kao i promjenu navedenih svojstava uslijed djelovanja različitih vanjskih čimbenika, s naglaskom na materijale koji imaju optimalnu toplinsku udobnost, te takvu zadržavaju i tijekom izlaganja različitim vanjskim čimbenicima. Posebna pažnja je usmjerena na projektiranje svojstava i ispitivanje materijala koji se koriste za odjeću za sport i slobodno vrijeme, primjerice vjetrovke, pletene odjevne predmete, odjeću za sportove na vodi, ronilačka odijela. S obzirom da je očuvanje toplinske udobnosti osoba tijekom boravka u vodi od iznimnog značaja, primjena termografije za vrednovanje svojstava je ključna.

Glavni doprinos prethodno opisanih istraživanja očituje se u definiranju smjernica za projektiranje inovativnih funkcionalnih materijala koje su od koristi gospodarstvenicima, te primjenjive u društvu u cjelini.



Mjerenje temperature tijela

Međupovršinske pojave modificiranih tekstilnih materijala u oplemenjivanju

Kontakt osoba: Doc. dr. sc. Anita Tarbuk

anita.tarbuk@ttf.hr

Suradnici:


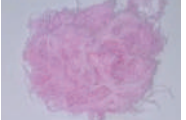



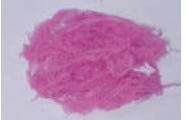



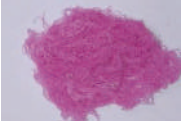

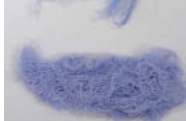




Katia Grgić, dipl. inž.

Područje istraživanja su međupovršinske pojave: (elektrokinetički zeta potencijal, specifična količina površinskog naboja, slobodna površinska energija, adsorpcija, hidrofilnost i hidrofobnost tekstila, kontaktni kut, rad razlijevanja, kapilarnost, kvašenje, adsorptivnost vode, ionskih tenzida i bojila, sposobnost zadržavanja vode i drugo) modificiranih tekstilnih materijala u oplemenjivanju (mercerizacija i kationiziranje celuloze, inovativne i bio-inovirane predobradbe i dorade).

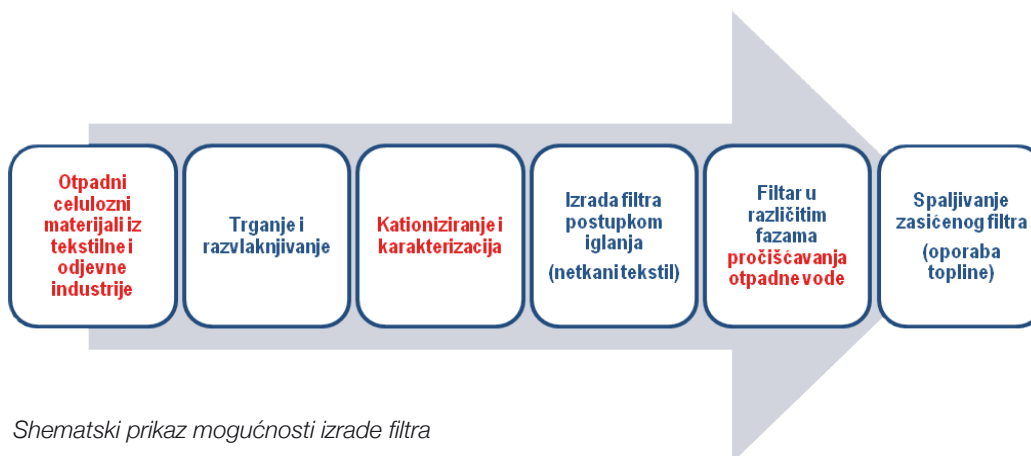
U mokrim procesima oplemenjivanja značajnu ulogu imaju međupovršinske pojave koje se javljaju na granici faza između kupelji i tekstila. Premda su ovi sustavi izuzetno složeni, pokazalo se da se njihovim istraživanjem mogu spoznati mehanizmi u kvašenju, oplemenjivanju i bojadisanju. Sustavnim istraživanjem ovih pojava modificiranih tekstilnih materijala dobijaju se su osnove kojima se može predvidjeti ponašanje u procesima mokrog oplemenjivanja, te u određenoj mjeri procijeniti vrijednost i uporabna svojstva, te ekološku prihvatljivost proizvoda za određenu namjenu.

Primjerice, usporedbom rezultata za mercerizirani i kationizirani pamuk, zaključeno je da kationiziranjem pamuka u mercerizaciji epihalohidrinima nastaje celulozni materijal unaprijeđenih svojstava koji zadržava sva povoljna svojstva merceriziranog pamuka uz promjenu naboja. Značajno bolja adsorpcija anionskih sredstava ukazuje na potencijalnu mogućnost ekološkog zbrinjavanja anionskih tenzida i bojila u otpadnim vodama tekstilne industrije. Istražuje se mogućnost modificiranja/kationiziranja otpadnog celuloznog materijala te potom njegova mogućnost primjene kao „inovativnog filtra“ u sustavima z pročišćavanje otpadne vode tekstilne industrije, primjerice kao filter u wetland sustave, prije/poslije flokulatana i koagulanata ili prije membrana. Primjena ovakvog filtra bila bi od višestruke koristi za tekstilnu industriju – zbrinjavanje otpadnog tekstila i pročišćavanje otpadnih voda, čime bi se direktno pozitivno utjecalo i na zaštitu okoliša.

Drugi primjer istraživanja ovih pojava je nakon bio-inovativne predobrade/modifikacije površine tekstilija iz pamuka (amilaze/pektinaze/celulaze), poliestera i poliamida (lipaze/kutinaze/esteraze) s ciljem veće dostupnosti aktivnih skupina za učinkovitije vezivanje sredstava za ciljanu funkcionalizaciju, a u slučaju poliestera i biorazgradnje. Učinci ove ekološki povoljne modifikacije se istraživanjem međupovršinskih pojava mogu kvantificirati i usporediti s klasičnom alkalnom obradom koja ima nepovoljan ekološki utjecaj. Po definiranju procesnih parametara uslijedilo bi poboljšanje postojećih i razvijanje novih tehnoloških postupaka u funkcionalizaciji tekstilnih materijala, koji bi bili industrijski primjenjivi; uz smanjenje emisije otrovnih kemikalija, potrošnje vode i energije.

PAMUČNI REGENERAT	MODELNE VODE			OTPADNA VODA IZ BAZENA
	CIBACRON BRILLIANT RED 2GP	CIBACRON RED P-B	CIBACRON YELLOW FN-2R	
OPTIČKI BJELJEN				
KATIONIZIRAN				
				
				

Adsorpcija bojila na različito obrađenim pamučnim regeneratima za "inovativni filter" u sustavima za pročišćavanje otpadnih voda tekstilne industrije



Shematski prikaz mogućnosti izrade filtra

Kompresivnost čarapa

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Zlatko Vrljićak

zlatko.vrljicak@ttf.hr

Suradnici:

Željka Pavlović, mag. ing. techn. text.

Miloš Lozo, dipl. inž.

U posljednja dva desetljeća sve su veći zahtjevi za korištenje kompresijske odjeće i čarapa. Od davnih vremena zahtjevi su estetski, psihološki, medicinski, tehnološki, ekonomski i dr. Elastično rublje, kompresijske čarape ili nogavice te orukvice veoma često koriste za oblikovanje željene linije i funkcije tijela. Kompresijske čarape, orukvice ili steznici, sportašima služe za komprimiranje mišićnog tkiva i izvana učvršćuju položaj zgloba. Osobe koje imaju proširene vene ili kroničnu vensku insuficijenciju, kompresijske čarape koriste kao terapeutske.

One komprimiraju tkivo i krvne žile te na taj način utječu na regulaciju protoka krvi u krvožilnom sustavu. Pretili osobe ili osobe koje su nekada bile teže i izgubile su znatno na tjelesnoj masi također koriste elastičnu odjeću, čarape, nogavice ili orukvice kako bi imali određenu tjelesnu liniju i oblik te obavljali određene radnje. Svi elastični proizvodi koji se oblače ili navlače na tijelo djeluju kompresijski. Stupanj kompresije ovisi o mnogim parametrima, u prvom redu o strukturi i istezljivosti materijala.

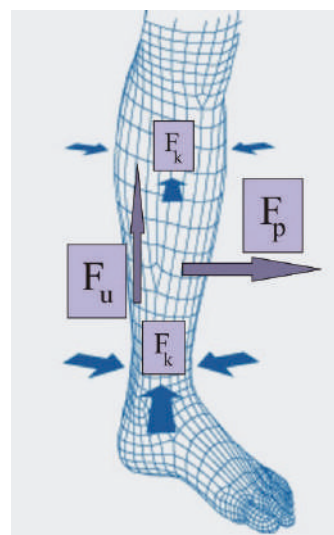
S tehnološkog gledišta, tekstilni kompresijski materijali, a time odjeća i čarape se izrađuju s elastičnim pređama i različitim konstrukcijskim strukturama. Stupanj kompresije direktno je povezan sa stupnjem istezljivosti materijala, u početku s elastičnom deformacijom, a kod viših kompresija sve do početka plastične deformacije. Fine ženske čarape različitih jednostavnih konstrukcijskih oblika i struktura ostvaruju kompresivnost 0,13 do 1 kPa ili 1 do 8 mmHg. Ovakve čarape povećane kompresivnosti imaju kompresiju na nogu 0,2 do 1,1 kPa (2 do 10 mmHg). Treći razred kompresivnosti ovakvih čarapa je 0,4 do 1,8 kPa (2 do 13 mmHg). Medicinske kompresijske čarape ostvaruju veću kompresivnost od 2 kPa. Najveća kompresivnost koja se koristi u medicinskim kompresijskim čarapama iznosi 7 kPa (50 mmHg). Čvršći steznici koji se upotrebljavaju za vanjsko učvršćivanje zglobova, ostvaruju pri malenoj deformaciji znatno veću kompresivnost. U ovom istraživačkom području osnovni je izazov: kako ostvariti kompresivnost na zadanoj površini pri određenom istezanju?

Inovacije, ponuđena rješenja: Postoji nekoliko standarda, a time i mjernih metoda za mjerenje kompresivnosti medicinskih čarapa. Svi oni propisuju kompresivnost na gotovom proizvodu. U posljednje vrijeme razvijaju se razni uređaji za mjerenje kompresivnosti tekstilnih proizvoda u prvom redu sportske odjeće, kompresijskih čarapa i steznika. Međutim, tehnologizima trebaju jednostavni i ne skupi uređaji kojima bi mjerili kompresivnost na probnim uzorcima prilikom izrade kompresijskog proizvoda. Ova istraživanja su usmjerena na jedan takav uređaj oblika tzv. kompresijskih škara koji bi bio od koristi proizvođačima pri izradi prototipa i konačnog kompresijskog proizvoda.

*Modeli drvenih noga za
mjerjenje kompresivnosti
čarapa*



*Kompresijske škare za
mjerjenje kompresivnosti
cjevastih elastičnih
pletiva*





HRVATSKI INSTITUT
ZA TEHNOLOGIJU
CROATIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Zagreb / University of
Tehnološki fakultet
Faculty of Textile Technology

Takt

TEMA 5:
RAZVOJ MJERNIH
SUSTAVA I
PRIMJENJIVIH
METODA

Toplinska svojstva inteligentne i konvencionalne odjeće

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Dubravko Rogale,
dubravko.rogale@ttf.hr

Suradnici:

Izv. prof. dr. sc. Snježana Firšt Rogale

Ovaj tim znanstvenika bavi se razvojem potpuno nove vrste odjeće nazvane inteligentna odjeća s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima. Razvili su i patentirali tri generacije funkcionirajućih prototipova gdje senzori prate stanje vanjskog okoliša i mikroklima inteligentne odjeće, kao i trenutano stanje tehničkih podsustava u odjeći. Stanje interpretira ugrađeno računalo, donosi zaključke o njemu te donosi odluke o potrebnim promjenama kako bi odjevni predmet

smisleno reagirao i automatski adaptirao svoja toplinska svojstva u skladu sa stanjem okoliša i fizičke aktivnosti nositelja. Početna istraživanja i razvoj ukazala su na opravdanost uvođenja koncepcije inteligentne odjeće, a prototipovi i dijelovi mjeriteljske opreme dobili su priznanje međunarodne inovacijske zajednice nizom nagrada.

Dosadašnja tehnička rješenja su patentno zaštićena u zemlji i inozemstvu. Prvi svjetski patenti iz područja inteligentne odjeće s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima su intelektualno vlasništvo ovog tima (WO2005023029A1, PK20030727, PK20080116, PK20080118, EP2254430, US19/922,761, P20120243).

Mjerenja toplinskih izolacijskih svojstava inteligentne odjeće važna su za ocjenu uspješnosti funkcija takve vrste odjeće, ali i konvencionalne odjeće.

Pri tehničkom projektiranju i kupnji odjeće koja je primarno namijenjena zaštiti od hladnoće još uvijek ne postoji egzaktna mogućnost ocjene odjavnog predmeta s aspekta točno izmjerenog stupnja toplinske zaštite. Konstruktoru i kupcu stoga preostaje da odjevni predmet kupuje spram svog vizualnog dojma i iskustvene procjene konstrukcije odjavnog predmeta, debljine materijala i njegovog sirovinskog sastava, a da zapravo ne zna stvarne toplinske zaštitne karakteristike. Isto tako, kad se dvoumi između dva odjevna predmeta koja želi kupiti, ne može niti približno točno odrediti koji od njih ima bolja toplinsko izolacijska svojstva. Sličan problem ocjenjivanja i odabira javlja se i pri procjeni karakteristika toplinskih parametara zaštitne odjeće i odora specijalnih službi kad na raspisani natječaj pristignu odjevni predmeti više različitih proizvođača koji koriste različite krojeve odjeće, materijale, sirovinski sastav i kombinacije ugrađenih kompozita, a potrebno je odabrati najboljeg.

Do sada su patentno zaštićeni, realizirani i instalirani mjerni sustavi: mjerni sustav za određivanje toplinskih svojstava kompozita i odjeće, tzv. vruća ploča i termalni maneken (patent PK20130350), uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela pri egzaktnom vrednovanju toplinske udobnosti odjeće (patentna prijava je u fazi izrade), višenamjenski diferencijalni konduktometr za tekstilne kompozite i odjeću (patentna prijava P20171643A), zajednička klima komora i pripadajuća softverska rješenja, a postoji još i uređaj za nedestruktivno mjerenje otpora prolazu topline i propusnosti vodene pare/otpore prolazu vode (tzv. Permetest).



Predstavljanje diferencijalnog konduktometra na međunarodnom sajmu inovacija INOVA 2017.



Mjerni sustav za određivanje toplinskih svojstava odjeće, tzv. termalni maneken

Migracija funkcionalnih čestica s površine tekstilija u procesima mokre i suhe obrade

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Tanja Pušić

tpusic@ttf.hr

Suradnici:

Doc. dr. sc. Tihana Dekanić

Iva Matijević, mag.ing.techn.text.

Unapređenje postojećih i razvoj novih tehnoloških procesa oplemenjivanja i njege usklađuju sa smjericama održivog razvoja: smanjenje potrošnje energije u procesu, smanjenje gubitka energije, upotrebu manje štetnih kemikalija, primjenu učinkovitih kemikalija, smanjenje omjera kupelji, smanjenje opterećenja otpadnih voda, produljenje životnog ciklusa tekstilnih proizvoda i smanjenje udjela otpadnog tekstila.

Jedan od važnih aspekata je razvoj mjernih sustava i primjenjivih metoda u cilju praćenja migracije funkcionalnih čestica s površine tekstilija u procesima mokre i suhe obrade s ciljem ocjene svojstava, postojanosti obrade, potencijala iritacije kože i opterećenja okoliša.

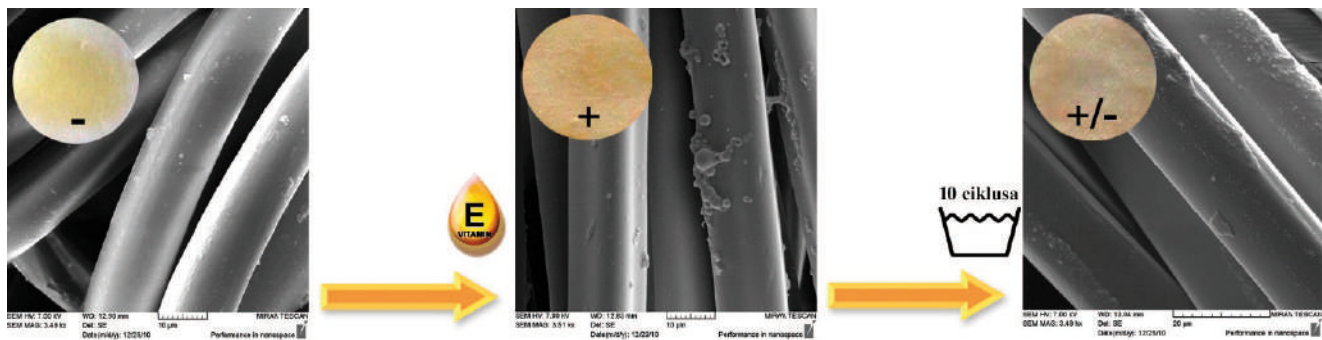
Istraživanja obuhvaćaju ispitivanja celuloznih tekstilija (pamuk, pamuk s udjelom recikliranih vlakana, te mješavinu pamuka i poliestera) s ciljem postizanja kozmeto učinaka, mekoće, podatnosti, hidrofilnosti i održavanja funkcionalnosti u pranju i nošenju.

Istraživanje kozmetotekstilija se temelji na primjeni gotovih wellness pripravaka s E vitaminom i sintetiziranih mikrokapsula s vitaminom E, pri čemu se variraju uvjeti sinteze i način nanošenja mikrokapsula. Kozmetotekstilije se analiziraju nakon mokre i suhe obrade s ciljem utvrđivanja dinamike otpuštanja i trajnosti kozmetoučinaka primjenom analitičkih metoda.

Istraživanje omekšivača je zanimljivo zbog promjena koje su nastupile sagledavanjem njihovih ekotoksikoloških svojstava. Esterkvati i silikonski produkti su odabrani u cilju rasvjetljavanja sinergijskog učinka, koji je neophodan za postizanje hidrofilnosti, mekoće i podatnosti. Istraživanja sinergije esterkvata i silikonskog omekšivača obuhvaćaju njihovu adsorpciju kroz postupak iscrpljenja u kivetu i čeliji elektrokinetičkog analizatora, te mehanizam desorpcije.

U okviru ove teme se istražuju formulacije deterdženata koje mogu usporiti migraciju čestica, produljiti trajnost i funkcionalnost tekstilnih materijala unaprijeđenih svojstava u pranju na niskim temperaturama. Niskotemperaturni procesi pranja zahtijevaju formulacije deterdženta koje sadrže visokoučinkovite tenzide, bildere, bjelila, aktivatore bjelila, enzime i specijalne polimere.

Ključni doprinos se očekuje u praćenju svojstava pamučnih tekstilija s udjelom recikliranih vlakana u odnosu na konvencionalne pamučne tekstilije, te razvoju metoda za kontrolu fibrilacije u procesima pranja.



Mikroskopske slike tekstita: prije i nakon nanošenja mikrokapsula s vitaminom E, te nakon 10 ciklusa pranja; identifikacija vitamina E na materijalu (kružić)

Sinergija računarske znanosti i odjevne tehnologije – primjena inteligentnih algoritama u odjevnoj industriji

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Tomislav Rolich,
tomislav.rolich@ttf.hr

Suradnici:

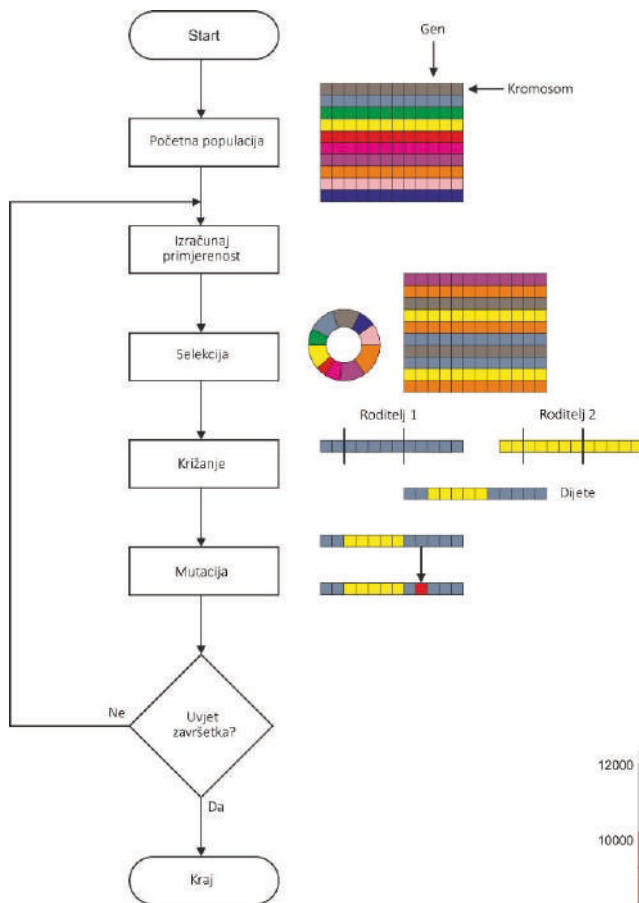
Daniel Domović, mag.ing.comp.

Napredak tekstilne i odjevne industrije leži u ulaganju u nove tehnologije, nove proizvode te specijalizaciji i izvozu. Stoga se u svom istraživanju trudimo načiniti sinergiju između računarske znanosti i odjevne tehnologije u području optimizacije proizvodnje odjavnog predmeta s ciljem optimiranja utroška materijala pri uklapanju krojnih slika.

U računarskoj znanosti, problem izrade krojnih slika dio je šireg skupa problema koji se općenitijim pojmom naziva problemom pakiranja. Problem pakiranja takav je optimizacijski problem u kojem se više manjih elemenata mora, bez međusobnog preklapanja, rasporediti unutar granica spremnika. Problemi pakiranja pripadaju skupini teških optimizacijskih problema. Teške optimizacijske probleme ugrubo je moguće definirati kao probleme za koje se ne može pronaći optimalno rješenje determinističkom metodom unutar “razumnog” vremenskog ograničenja. Stoga u istraživanjima osmišljavamo stohastičke algoritme.

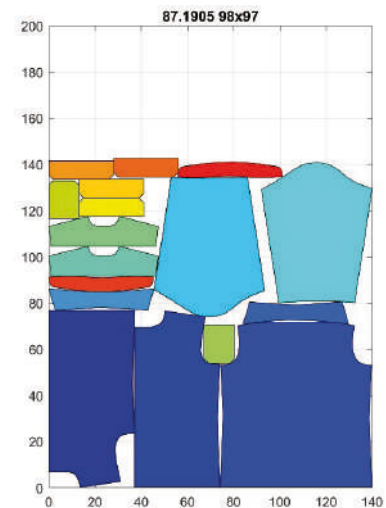
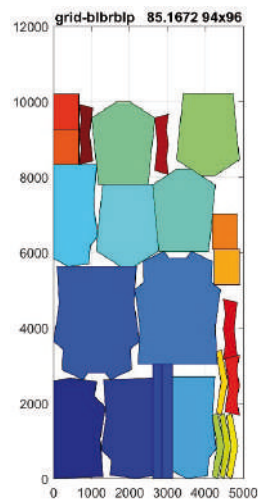
Heuristike su stohastički algoritmi koji pronalaze dovoljno dobra rješenja (rješenja blizu optimalnog) uz relativno nisku računalnu složenost. Nedostatak heuristika je taj što njihovo izvođenje često završava u rješenju koje je lokalni optimum. Kako bi se ipak pronašla zadovoljavajuća rješenja za te probleme, mogu se koristiti metaheuristike. Metaheuristika je algoritam dizajniran za rješavanje širokog skupa teških optimizacijskih problema bez potrebe za detaljnom prilagodbom svakom problemu koji se rješava. Skupini metaheuristika pripadaju različiti inteligentni algoritmi, poput evolucijskih algoritama (npr. genetski algoritam). Hiperheuristika ide i korak dalje od metaheuristike. Posebnost hiperheuristike je da njihov prostor za pretraživanje nije uobičajeni prostor rješenja – one pretražuju prostor heuristika ili metaheuristika.

Metode osmišljene u literaturi uglavnom se usmjeravaju na rješavanje jednog podtipa problema pakiranja. U okviru istraživanja trudimo se načiniti prilagodljive memetičke algoritme, koji se mogu primijeniti na različitim tipovima problema i ulaznih skupova. Tako je razvijena Grid heuristika za automatsku izradu krojne slike koja prepoznaje i oštećenja materijala te sprečava uklapanje krojnih dijelova u zabranjena područja. Njeno izvođenje neovisno je o obliku materijala. Stoga se jednostavno primjenjuje na materijale nepravilnog oblika poput kože. Osmišljene su i dvije heuristike koje dodatno zbijaju raspored krojnih dijelova: Grid-BLP i Grid-Shaking. Dodatno je osmišljena hiperheuristika koja izabire najprikladniju heuristiku za izradu krojnih slika pomoću evolucijskog algoritma. Osmišljena je i nova metoda određivanja redoslijeda uklapanja identičnih skupina krojnih dijelova AEF (All Equal First).



Dijagram toka evolucijskog algoritma

*Krojne slike
dobivene
osmišljenom Grid
heuristikom*



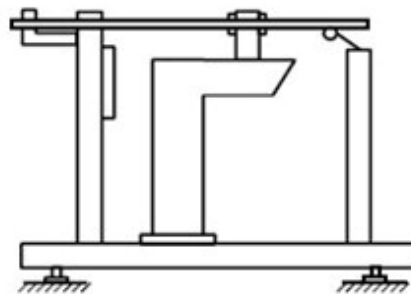
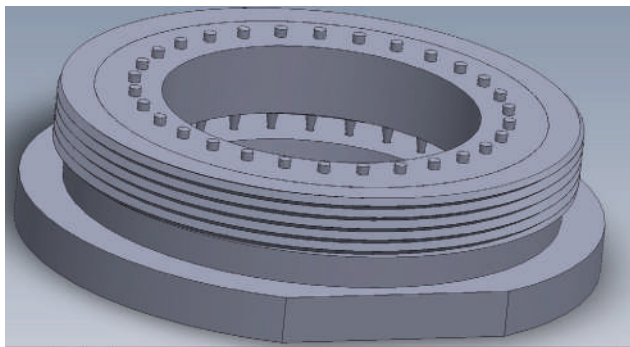
Vrjednovanje kvalitete inovativnih materijala i proizvoda

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Antoneta Tomljenović
antoneta.tomljenovic@ttf.hr

Intenzivna ulaganja u razvoj naprednih tekstilnih materijala i kože te od njih izrađenih inovativnih proizvoda uvjetuju i potrebu razvoja metodologije vrjednovanja njihove funkcionalne i uporabne kvalitete. Nedavna istraživanja ove teme vezuju se uz područje kvalitete pletiva, čarapa, kože i biokompozitnih materijala.

Broj europskih normi vezanih uz ispitivanje i karakterizaciju pletiva i čarapa je veoma mali, a koža je kao materijal nedostavno zastupljena u okviru znanstvenih istraživanja u Republici Hrvatskoj. Stoga se istraživanja u okviru HRZZ istraživačkog projekta IP-2016-06-5278 (ComforMicrobTexFoot) usmjeravaju prema razvoju metodologije objektivnog vrjednovanja uporabne i funkcionalne kvalitete pletenog rublja i kratkih čarapa izrađenih primjenom inovativnih nedovoljno istraženih pređa te koža različitog stupnja prerade za izradu obuće, a u svrhu utvrđivanja njihove optimalne termofiziološke udobnosti te funkcionalne učinkovitosti i trajnosti u uvjetima primjene.

Zbog učestale pojave lošije postojanosti otisaka na prerađenoj koži te nedovoljne istraženosti mogućnosti primjene Inkjet tiska na takovim tiskovnim podlogama analizirana je kvaliteta postojanosti otisaka na goveđoj polupreradaenoj



Razvoj aparature za ispitivanje otpornosti čarapa na habanje prema HRN EN 13770:2008: shema modificirane habajuće glave za habalicu po Martindale-u (lijevo) i shema habalice za čarape (desno)

koži otisnutoj primjenom piezoelektričnog Inkjet-a. Utvrđeno je da polupreradenu kožu valja pripremiti za tisak odnosno tiskati na impregniranu površinu uz naknadni nanos završnog filma čime je u doradbenom procesu obrade kože moguće postići značajnu uštedu. Analizirana je primjenjivost i postojanost funkcionalnih otisaka na pletivima za majice načinjenih različitim tehnikama tiska te dan prijedlog metodologija za ocjenu trajnosti otiska na pletivu i koži, koje uključuju izlaganje otisnutih materijala simuliranim uvjetima dugotrajnije uporabe - za kožu suhom i mokrom trljanju, djelovanju vode i vodenih kapi, ubrzanom starenju djelovanjem topline i umjetnog svjetla te opetovanom pregibanju; a pletiva opetovanim ciklusima pranja i sušenja, trljanja i habanja.

Kako se zbog iznimne otpornosti na vlažna opterećenja i relativno male specifične gustoće za ojačanje biokompozita najčešće koriste tehnička vlakna iz stabljike predivog lana i konoplje, postavlja se pitanje primjenjivosti vlakana dobivenih iz stabljika uljanog lana i industrijske konoplje koje se u Hrvatskoj u pravilu neiskorištene odbacuju odnosno zbrinjavaju zaoravanjem ili spaljivanjem. Provodi se opsežno istraživanje vezano uz vrjednovanje kvalitete tehničkih vlakana konoplje, uljanog i predivog lana, laboratorijsku pripravu, karakterizaciju i optimiranje svojstava ojačala od stabličnih vlakana i njima ojačanih polimernih kompozitnih materijala; te razvoj metodike za ocjenu kompatibilnosti polimerne matrice i ojačala temeljene na računalnoj analizi mikroskopske slike odn. mjerenju dimenzija i kontaktnog kuta skrtnute kapi nezasićene poliesterske smole aplicirane na uzorke pređa.



Mikroskopska analiza bočne (lijevo) i gornje strane (desno) skrtnute kapi smole na visoko orijentiranoj pređi kod vrednovanja kvalitete tehničkih vlakana za ojačanje biokompozita



TEMA 6:
KREATIVNOST U
TEHNOLOGIJI

Kreativnost u tehnologiji i dizajnu

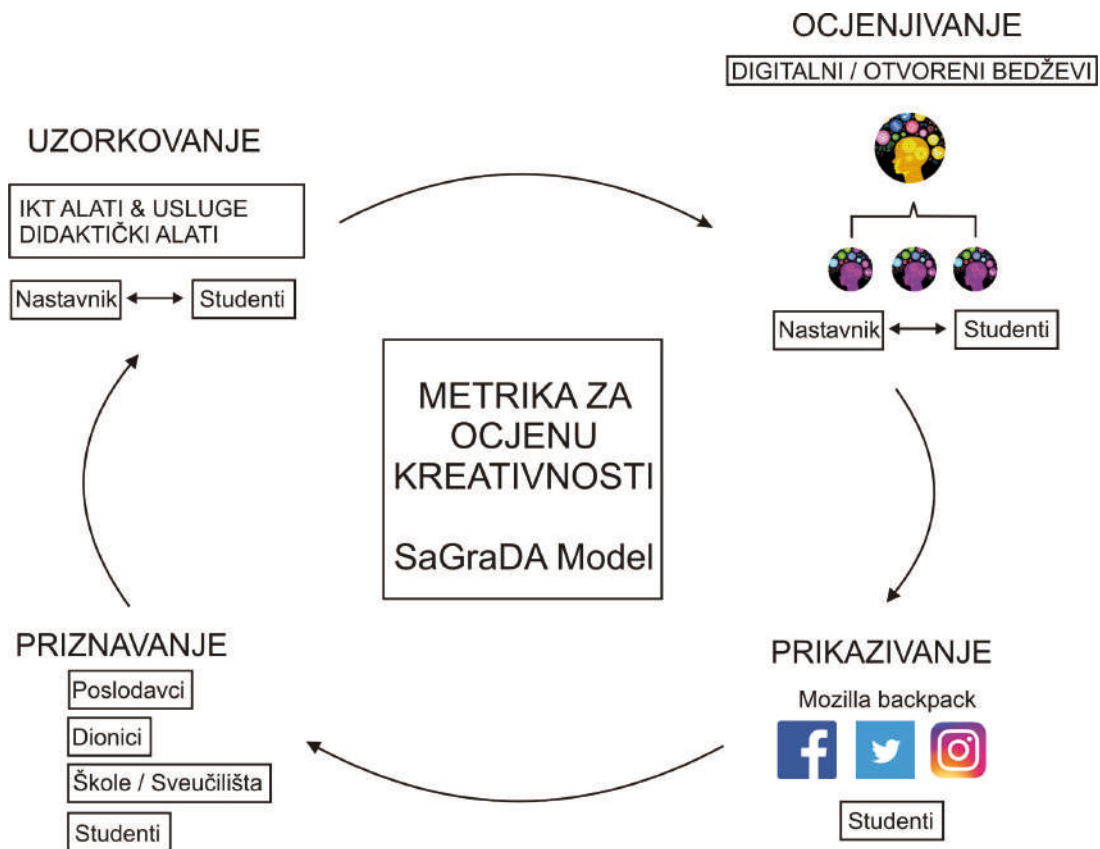
Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Ivana Salopek
Čubrić
ivana.salopek@ttf.hr

Kreativnost, kao sposobnost stvaranja ideja, novih poveznica između postojećih ideja, inovativnih metoda ili osobitih interpretacija pojava, ključan je pokretač u različitim granama znanosti. Karakteristično obilježje kreativnih pojedinaca očituje se u sposobnosti da se rješenja određenih pitanja i problema daju iz drugačije perspektive od one koja je uobičajena i očekivana.

Važnost kreativnosti u rješavanju brojnih problema, poput socijalnih, ekonomskih i inih, prepoznata je na najvišim razinama. Upravo zbog navedenog, brojne europske institucije kroz svoje strateške dokumente pozivaju na jačanje kreativnog kapaciteta. Europska komisija je objavila dokument koji se odnosi na ulaganje u vještine, kao dio svog „Strateškog okvira za europsku suradnju u području obrazovanja i usavršavanja“ - “ET 2020”). Zajednička vizija tog dokumenta, kao i niza povezanih dokumenata, je da će „u budućnosti, kreativnost, sposobnost lateralnog razmišljanja, prilagodljivost i druge transversalne vještine biti cijenjene više od specifičnih skupina znanja koje se tradicionalno poučavaju u školama“.

Istraživači Fakulteta usmjereni su na istraživanje i razvoj metoda za poticanje kreativnosti, edukaciju studenata, te aktivnu promociju kreativnosti kroz javna predavanja i medijske nastupe. Znanstveni pristup istraživanju vrednovanja vještina te mehanizama koji omogućavaju kontinuiranu podršku, nadzor, procjenu i priznanje razvoja vještina, realiziran je i kroz LLP projekt „Grading Soft Skills – GRASS. Projekt je financiran u sklopu Programa Europske unije za cjeloživotno učenje, koji predstavlja vodeći program na području obrazovanja i poučavanja, a usklađen je s KA3 prioritetom 3.1.2 - Inovativna pedagogija i metode procjene za različite načine učenja. U sklopu projekta, ostvareni su specifični ciljevi, a to je razvoj novih pedagoških pristupa koji pružaju kontinuiranu podršku razvoju osobnih vještina, uključivanje razvojnih pristupa u svakodnevnu praksu na više razina obrazovanja te poticanje nastavnika koji iniciraju i provode praksu vrednovanja razvoja vještina na obrazovnim institucijama. Kroz navedeni projekt razvijen je sustav digitalnih bedževa za vrednovanje kreativnosti i drugih vještina kod studenata. Sustav je potom korišten kroz dodatna dva projekta financirana od strane Sveučilišnog računskog centra - “Projekt razvoja e-kolegija Tehnike realizacije tekstila I” (br. 4-48/0-2015) i “Projekt razvoja e-kolegija Mehatronika i robotizacija” (br. 4-25/0-2017).

Pokazalo se da je primjena digitalnih bedževa za ocjenu kreativnosti odličan instrument zbog sljedivosti i transparentnosti dokaza, te vrlo dobar motivator studenata u obavljanju nastavnih aktivnosti. Istraživači ove skupine snažno podupiru razvoj kreativnosti, primjenu digitalnih bedževa u vrednovanju kreativnosti, kao i njihovo formalno priznavanje, te će daljnja istraživanja i aktivnosti biti usmjerene ka tom cilju.



Prikaz SaGraDA modela za vrednovanje kreativnosti

Digitalna moda i računalno 2D/3D projektiranje odjeće

Kontakt osoba: Izv. prof. dr. sc. Slavenka Petrak,
slavenka.petrak@ttf.hr

Suradnici:

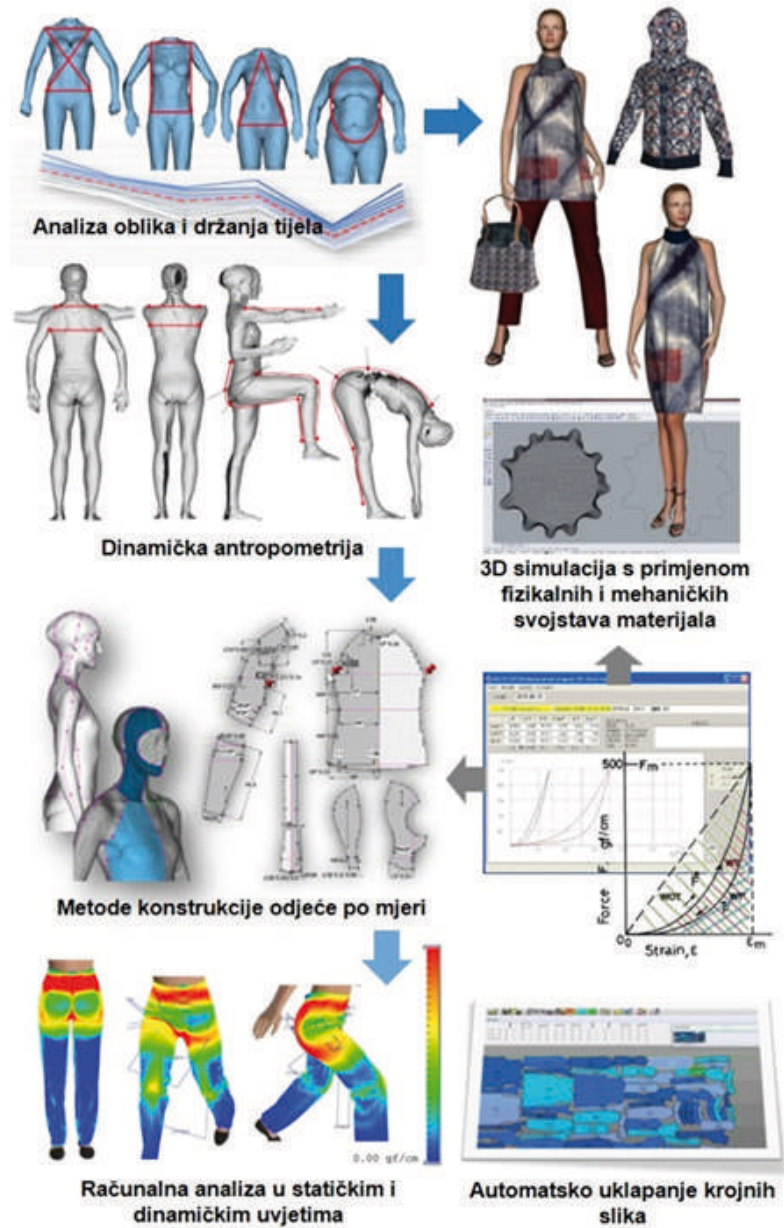
prof. dr. sc. Jelka Geršak

Maja Magnić Naglić, mag.ing.techn.text.

Uloga inovativnih računalnih tehnologija, u procesima suvremenog industrijskog dizajna te projektiranja tekstila i odjeće, jedan je od nezaobilaznih čimbenika uspješnog i konkurentnog poslovanja proizvođača tekstila i odjeće u 21. stoljeću. Dinamika promjene modnih trendova te sve veći interes tržišta za odjećom koja će odražavati modni identitet pojedinca, nameće pred dizajnera potrebu da svoj kreativni potencijal izrazi sukladno zahtjevima kupaca te primjenom inovativnih tehnologija koje omogućuju poslovanje na globalnom tržištu.

Navedena istraživačka tema predstavlja izazov za znanstvenike diljem svijeta i intenzivno se razvija posljednja dva desetljeća. S obzirom na kompleksnost tekstilnih materijala u kontekstu postizanja realistične računalne 3D simulacije i vizualizacije tekstila i odjeće, temeljene na fizikalnim i mehaničkim svojstvima tekstilnih materijala s jedne strane i još uvijek nedostatnom razvoju računalnih tehnologija i CAD sustava s druge strane, cjeloviti pristup istraživanju zahtijeva interdisciplinarno sagledavanje problematike, u kontekstu kojeg znanstvenici na Fakultetu samostalno razvijaju metode računalne 2D i 3D konstrukcije odjeće temeljene na antropometrijskim mjeranjima i analizi tijela primjenom 3D skenera tijela, utjecaja antropometrijskih karakteristika tijela na konstrukciju odjeće te utjecaja fizikalnih i mehaničkih svojstava tkanina na 3D simulaciju odjeće. Unutar navedene teme, istražuju se mogućnosti razvoja metoda za klasifikaciju skeniranih 3D modela tijela prema različitim antropometrijskim i morfološkim karakteristikama, kao podloga za unaprjeđenja u računalnoj konstrukciji modne i funkcionalne odjeće. Razvijaju se metode za parametrizaciju krojnih dijelova te za analizu dinamičkog ponašanja odjeće pod utjecajem biomehanike tijela, što predstavlja iskorak u kontekstu inovativnog načina modifikacije kroja prema individualnim antropometrijskim karakteristikama tijela i numeričkog vrednovanja prototipa odjevnog predmeta na individualiziranom računalnom modelu tijela, u dinamičkim uvjetima.

Kao rezultat već provedenih istraživanja, može se istaknuti razvoj metode za parametrizaciju krojnih dijelova, kao moguća zamjena za dugotrajno, konvencionalno gradiranje kroja prema odjevnim veličinama ili prema individualnim mjerama ispitanika. Nadalje, kroz provedena istraživanja postavljen je novi koncept razvoja i vrednovanja prototipova modela odjeće, koji se u potpunosti izvodi računalno, od faze 2D dizajna i razrade krojeva modela, preko kompleksnog procesa računalnog 2D/3D projektiranja modela odjevnih predmeta, do završne faze vrednovanja računalnog prototipa u statičkim i dinamičkim uvjetima te u ovisnosti o fizikalnim i mehaničkim svojstvima materijala.



Digitalna moda i računalno 2D/3D projektiranje odjeće

Kulturna baština i suvremeni modni dizajn

Kontakt osoba: izv. prof. dr. sc. Nina Katarina Simončić
nsimon@ttf.hr

U fokusu interesa je sinergija tradicije i suvremenog dizajna, tj. preispitivanje potencijalnih novih načina proizvodnje i plasmana tradicijske izrade čipke lepoglavskog kraja za potrebe modnog domaćeg i inozemnog tržišta. U kontekstu tih ciljeva, kroz istraživanje mogućnosti implementacije tradicijske čipke u diktate suvremenog modnog tržišta, istražuju se porijeklo lepoglavske čipke, tehnike proizvodnje, uloga čipka

kroz povijest, odnos čipke i odjevnog predmeta, zahtjevi suvremenog dizajna i pristupa, potrebe tržišta, potencijalni ciljani kupac i pitanje promocije i valorizacije proizvoda brendiranog kao hrvatski produkt dizajn. U tu svrhu održavaju se javna predavanja, te radionice na kojima sudjeluju čipkarice, te suvremeni modni dizajneri. Cilj je edukacije studenata za potrebe idejnog rješenja po pitanju revitalizacije proizvodnje lepoglavske čipke kao modnog dodatka u visokoj modi. U istraživanje uključuje se i mjesna zajednica, gospodarski subjekti te turistička zajednica. Provodi se istraživanje arhivskih podataka na lokalitetu, te analiziraju postojeći artefakti koji se nalaze u lepoglavskoj muzejskoj zbirci. U suradnji sa suvremenim modnim dizajnerima, zamrznuti u vremenu lepoglavski oblici čipke koji se čuvaju ispod stakla poput slikarskog dijela, dobivaju novu ulogu. Koristi se njihova tradicijska forma i ornament, no osuvremenjena i namijenjena produktima visoke mode. Realiziran odjevni produkt spoj je suvremenog promišljanja i tradicijskog nasljeđa, u kojem se oba pola poštuju, iako ne govore istim vizualnim kodom. Realizirani odjevni predmeti mogu biti interesantni za zaljubljenike u hrvatsku baštinu, te predstavnice vanjske politike, u cilju valorizacije hrvatskog modnog dizajna.



Haljina (studentica Morana Krklec) i haljina (studentica Marta Tokić), lan, laneni konac, čipka na batiće, Lepoglava (2008.)



Detalj haljine, čipka na batiće, Lepoglava (2008.)



TEMA 9:
DRUŠTVENI IZAZOVI

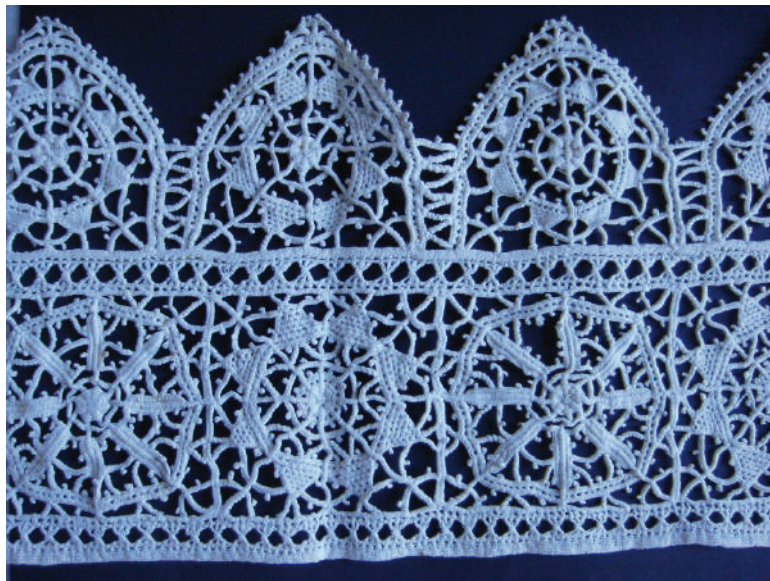
Povijest mode i materijalna kultura u modi

Kontakt osoba: izv. prof. dr. sc. Nina Katarina Simončič
nsimon@ttf.hr

Izučavanje povijesti mode, specijalizirana je grana koja se primarno razvila unutar polja povijesti i povijesti umjetnosti. U središte istraživanja postavljen je modni artefakt (odjeća, tkanina, pletivo, obuća, modni pribor ili modni dodatak), te njegova povijesno umjetnička (stilska) analiza (forma, površina, ornament, boja, materija, nacrt ili kroj). Za što jasnije razumijevanje poslužimo se istraživanjem kotorske čipke iz

sedamnaestog stoljeća. Zahvaljujući metodama unutar Povijesti odijevanja (a u ovom slučaju tekstilna povijest) kotorska čipka se analizira, obrazlaže, dok je njezina vrijednost procijenjena na temelju materijalnih kriterija, a posebice po pitanju kvalitete izrade. Artefakt se valorizira pomoću stilskih karakteristika kojima vremenski pripada. Zahvaljujući pristupima unutar Povijesti odijevanja, predmet je kontekstualiziran putem usporedbe s analognim primjerima povijesnih artefakata, zatim prikaza srodnih oblika u likovnoj umjetnosti (grafika, slikarstvo, nacrti...), analize arhivske građe i već objavljenih znanstvenih i stručnih radova. Materijalna kultura, s druge strane postavlja pitanje prvo o ženama koje predmet izrađuju, o njihovom odnosu spram predmeta, zatim o ženama koje su ga koristile. Istraživanje ukazuje da je kotorska čipka tijekom 17. stoljeća predstavljala ženama materijalni izraz snažnog političkog značenja. Naime isključene iz društvenih pitanja, ručnim radom ukazivale su na svoju prisutnost u javnim i državnim poslovima. Važnost kotorske čipke ovdje je kontekstualizirana ne toliko u povijesnoj evoluciji tipologije objekta, stilu ili materijalu, nego kroz život ljudi koji su se s artefaktom susretali dajući mu društveni značaj. Istraživanje se temelji na zbirci kotorske čipke na iglu, pohranjene u Dobroti. Doprinos istraživanja je valorizacija nacionalne kulturne baštine, u cilju stvaranja temelja za njezinu suvremenu interpretaciju kroz produkt dizajn te suvremene tehnologije izrade po povijesnim motivima.

*Čipka na iglu, laneni konac, Kotor,
druga polovica 17. stoljeća*



*Ženski gornji haljetak, svila i zlatna
čipka na batiće, Muzej za umjetnost
i obrt, Zagreb, druga polovica 18.
stoljeća (MUO 10250)*



Metalne niti na hrvatskom tekstilu od 17. do 20. stoljeća

Kontakt osoba: Prof. emeritus Ivo Soljačić

ivo.soljagic@ttf.hr

Suradnici:

Kristina Šimić, mag.ing.techn.text.

Metalne niti primjenjivale su se kao ukras na tekstilu posebno u narodnim nošnjama koje su se nosile prilikom vjenčanja, krstitki i drugih svečanih prilika. Također su se primjenjivale na zastavama i tapiserijama dok su za svakodnevnu upotrebu bile neprikladne i korištene su vrlo rijetko. Iznimka su jedino liturgijska ruha, jer je služba Božja uvijek svečani obred. Najčešće su se upotrebljavale metalne niti izrađene iz plemenitih kovina zlata, srebra i bakra te njihovih legura, a u

novije vrijeme i niti izrađene iz aluminija. Rijetko nalazimo u primjeni niti izrađene iz zlatnih legura već su to obično pozlaćene srebrne niti, a često nailazimo i na posrebrnjene bakarne niti, iako ima i niti izrađenih iz srebrnih legura, te čistih bakrenih niti.

U hrvatskom tekstilu nailazimo na metalne niti već od vremena hrvatskih kraljeva što ukazuje na njihov značaj u Hrvatskoj već od prvih vremena. Ipak sistematska istraživanja primjene metalnih niti tako važnog ukrasa svečanog narodnog i liturgijskog tekstila nisu dosad provedena. Upravo zbog toga istražujemo metalne niti na tekstilu izrađivanom i primijenjenom u vremenu od 17. do prve polovice 20. stoljeća. To je vrijeme kad se smanjuje turski pritisak na Hrvatsku i kad dolazi promjena u društvenim odnosima, razvijaju se gradovi, ukida se feudalni poredak i razvija se pismenost i kultura na selima. Za istraživanja i mjerenja uzeti su uzorci metalnih niti iz svih krajeva Hrvatske.

Postoji više vrsta metalnih niti, a najčešće su metalne lamele i srma što je u Hrvatskoj preuzet turski izraz za metalne niti obavijene oko osnovne tekstilne niti. Uzorci su prikupljeni iz muzeja i crkvenih riznica.

Da bi se dobili što točniji podatci o elementarnom sastavu metalnih niti i njihovoj strukturi, istraživanja se provode primjenom tri različite instrumentalne metode: pretražna elektronska mikroskopija uz spektroskopiju s energetski dispergiranim X zrakama (SEM-EDX) na Fakultetu; fluorescentna mikroskopija s X zrakama (XRF) na Hrvatskom restauratorskom zavodu i spektroskopija inducirana protonima (PIXE) na Institutu Ruđer Bošković. Paralelnim istraživanjima utvrđeno je da je najpogodnija i najpraktičnija SEM-EDX metoda pri kojoj se mjeri površina i poprečni presjek metalne niti osobito ako se radi o pozlaćenim ili posrebrnjenim uzorcima. Ako se radi o legurama onda su rezultati mjerenja po PIXE i SEM-EDX podjednaki. Razlika u rezultatima na pozlaćenim i posrebrnjenim uzorcima dolazi zbog dubine penetracije protona kod PIXE metode s 2MeV protonima od oko 20 mikrona i dubine prodora elektrona kod SEM-EDX metode od 0,5 mikrona.

Na uzorcima iz srme potrebno je također istražiti osnovne tekstilne niti njihov sirovinski sastav, kao i broj niti u pređi, te njihovu uvojitost.



Različite metalne niti: lamela (lijevo) i tekstilno-metalna nit - "srma" (desno)



*Ženska marama za
leđa, Đakovština,
19. stoljeće (Narodna
nošnja)*

Tekstilni otpad – sirovina 21. stoljeća

Kontakt osoba: Prof. dr. sc. Edita Vujasinović,
edita.vujasinovic@ttf.hr

Suradnici:

Marijana Pavunc Samaržija, mag.ing.techn.text.

Tanja Vukelić, mag.ing.techn.text.

U zadnjih deset godina bilježi se porast proizvodnje vlakana s 59 na 85 milijuna tona godišnje što je s jedne strane rezultat rasta globalne populacije i poboljšanja životnog standarda, a s druge strane rezultat činjenice da danas industrijalizirana i razvijena društva tekstilna vlakna i materijale, osim za proizvodnju odjevnih predmeta, koriste i za širok spektar drugih proizvoda kao što su različite vrste prometala, sportska i zaštitna oprema, sportski rekviziti, a tekstilna vlakna se kao takva sve češće, kao vlaknima ojačani kompoziti koriste i kao

strukturni materijali (geo-membrane, ojačani beton i sl.). Procjenjuje se da je proizvodnja ove vrste tekstilnih proizvoda u 2016. iznosila cca 29 milijuna tona (tržište vrijedno cca 160 milijardi USD), a očekuje se da će se isti trend (porast proizvodnje i potrošnje od 5,18% na godinu) nastaviti i u budućnosti, što za posljedicu ima povećanje tekstilnog otpada i potrebe za njegovim primjerenim zbrinjavanjem. Iako je uporaba tekstilija najbolji i najpoželjniji način zbrinjavanja otpadnih tekstilija, u stvarnosti je primjereno zbrinjavanje mnogo složenije, a ponekad i nemoguće. Posebno se to odnosi na suvremene, multifunkcionalne ili strukturne tekstilije bazirane na visokoučinkovitim vlaknima i/ili pametnim materijalima.

Skupina znanstvenika s Fakulteta, osim istraživanja usmjerenih na iskorištenje tekstilnog otpada u izradi novih proizvoda više dodane vrijednosti, započela je nedavno i s izučavanjem cjeloživotnog ciklusa suvremenih tekstilija odnosno njihovim utjecajem na okoliš i mogućim načinima zbrinjavanja na kraju njihovog životnog ciklusa.

Za očekivati je da će se u budućnosti kroz obrazovanje i jačanje ekološke svijesti, favoriziranje održivih načina proizvodnje novih tekstilija uz istovremeno iznalaženje primjerenih modela njihovog recikliranja smanjiti tekstilni otpad, uštedjeti energija, očuvati okoliš i zdravlje ljudi. Da bi se to ostvarilo nužno je u projektiranje i dizajn suvremenih tekstilija ugraditi principe eko-dizajna ili tzv. zelenog dizajna (dizajn za recikliranje i dizajn iz recikliranog).



Cjeloživotni ciklus jednokratnih visoko apsorbirajućih higijenskih tekstilija

PODRUČJA
ISTRAŽIVANJA

PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

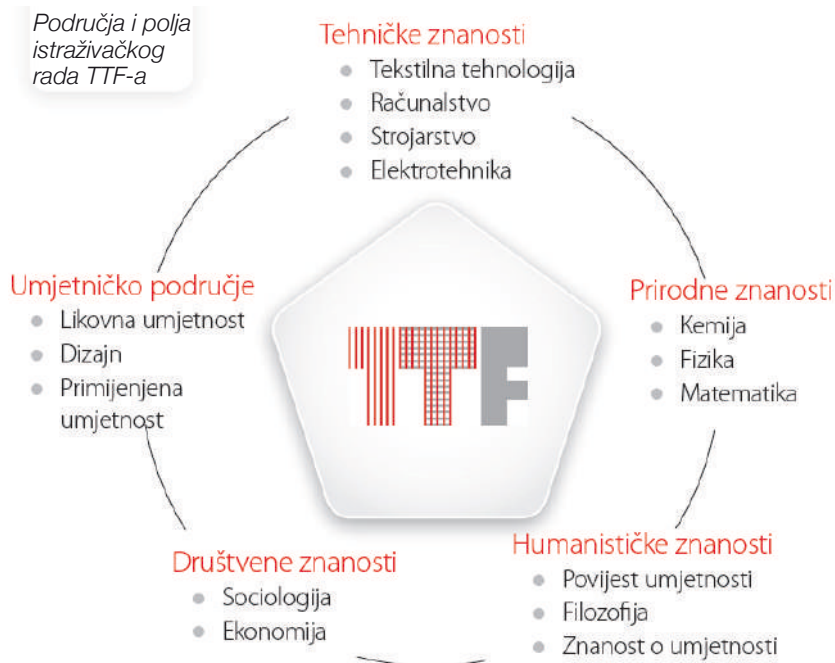
Istraživački rad Fakulteta se provodi u području tehničkih, prirodnih, društvenih i humanističkih znanosti, te umjetničkom području.

Transparentno financiranje i objavljivanje postignuća visokih učilišta i javnih instituta te poticanje suradnje sveučilišta i znanstvenih instituta s gospodarstvom jedan je od ciljeva Programa Vlade Republike Hrvatske. Mjera kojom Ministarstvo znanosti i obrazovanja provodi spomenuti cilj je razvijanje znanosti kao pokretača dugoročnoga gospodarskog i društvenog razvoja.

POTPORE ISTRAŽIVANJU – PROGRAMSKI UGOVORI

Temeljem prethodno istaknutih činjenica, ali i izraženih i snažno argumentiranih primjedbi znanstvene zajednice na dosadašnji model financiranja znanstvene djelatnosti, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa predložilo je 2013. godine uravnoteženo strukturirani model financiranja znanstvene djelatnosti, temeljen na dobrim praksama razvijenih zemalja zapada, gdje se veći dio financijskih sredstava usmjerava u kompetitivne projekte Hrvatske zaklade za znanost, a manjim dijelom osigurava stabilno namjensko višegodišnje institucijsko financiranje znanstvene djelatnosti putem potpora.

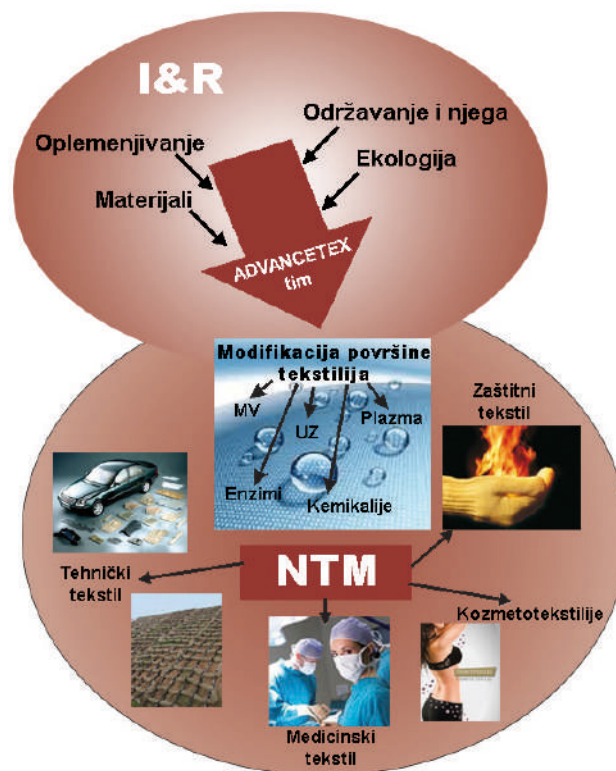
Fakultet je ostvario veliki broj potpora u razdoblju 2013. do danas, a nazivi istraživačkih tema su prikazani u Prilogu 1. Sredstva za provedbu nacionalnih znanstvenih projekta osigurana su putem Hrvatske zaklade za znanost, a znanstvenici imaju dodatnu mogućnost prijavljivanja na natječaje za međunarodne projekte. Fakultetu je trenutno odobreno 7 projekata, 5 istraživačkih (IP) i 2 uspostavna istraživačka projekta (UIP).



AKRONIM/ POVEZNICA	ŠIFRA	NAZIV	Voditelj	Trajanje	Područje/Polje	Vrijednost (kn):
ADVANCETEX	9967	Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine	Sandra Bischof	1.9.2014. - 28.2.2019.	Tehničke znanosti/Tekstilna tehnologija	989.200,00
AMMIACC	3011	Primjena matematičkog modeliranja i inteligentnih algoritama pri konstrukciji odjeće	Tomislav Rolich	1.10.2014. - 30.9.2018.	Tehničke znanosti/ Računarstvo	412.900,00
INEQUALITIES	5435	Nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	1.6.2014. - 31.5.2018.	Prirodne znanosti/ Matematika	303.130,36
STARS	1534	Sinteza i ciljana primjena metalnih nanočestica	Iva Rezić	01.09.2015. - 20.12.2017.	Interdisciplinarni, Tehničke znanosti, Biotehničke znanosti, Prirodne znanosti/Kemijsko inženjerstvo	371.022,59
ComforMicrobTex Foot	5278	Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i obuće	Zenun Skenderi	01.03.2017. - 28.02.2021.	Tehničke znanosti/Tekstilna tehnologija	724.100,00
COMBOELECTRO SPUN	6878	Ciljana izrada prototipa vlaknastog nosača za uzgoj tkivnih stanica kombiniranim elektroispredanjem	Budimir Mijović	01.03.2017. - 28.02.2021.	Interdisciplinarni, Tehničke znanosti, Biotehničke znanosti/Tekstilna tehnologija	969.700,94
HPROTEX	8780	Bolničke zaštitne tekstilije	Sandra Flinčec Grgac	15.03.2018. - 14.03.2023.	Interdisciplinarni, Tehničke znanosti, Biomedicina i zdravstvo, Biotehničke znanosti/Tekstilna tehnologija	1.743.064,00

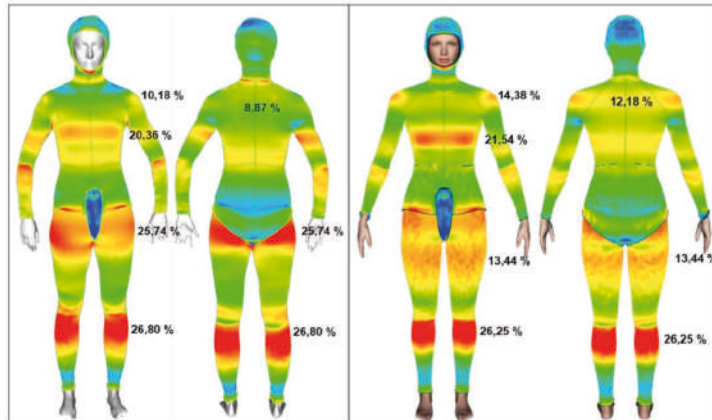
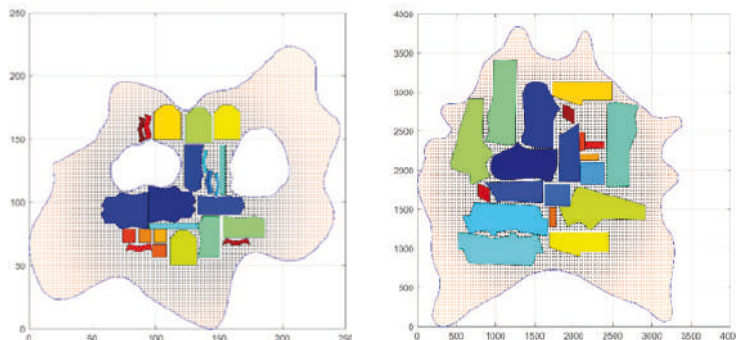
ADVANCETEX: Napredni tekstilni materijali dobiveni ciljanom modifikacijom površine

Potražnja za naprednim tekstilnim materijalima, posebice za inženjering, medicinsku i tehničku primjenu se značajno povećala posljednjih desetljeća. U ovom projektu udružene su istraživačke skupine usmjerene na razvoj naprednih tekstilnih materijala i ekološki prihvatljive površinske modifikacije. Površinske predobradbe i modifikacije odabranih održivih tekstilnih materijala provodit će se primjenom ekološki povoljnih sredstava i procesa u cilju postizanja visoke dodane vrijednosti – antimikrobna svojstva, pirofobnost, ulje- i vodo-odbojnost, wellness. Različiti ekološki procesi modifikacije mikrovalovima, ultrazvukom ili plazmom će se koristiti za poboljšanje ciljane funkcionalnosti, kao i za povećanje adhezije između vlakana i polimerne matrice u vlaknima ojačanim kompozitima. Istovremeno će se provesti aktivacija površine primjenom mikro/nano- čestica kao što su TiO_2 , ZnO , Cu , Ag i Au , blokiranje UV i mikrovalnog zračenja, poboljšanje ulje- i vodo-odbojnosti, mikrocidnosti, samočišćenja i otpornosti na gorenje. Ove čestice se mogu primijeniti na površini vlakana, tekstilija, odjeće i/ili podstavi obuće.



AMMIAC: Primjena matematičkog modeliranja i inteligentnih algoritama pri konstrukciji odjeće

U sklopu projekta se namjeravaju razviti novi računalni programi temeljeni na matematičkom modeliranju i inteligentnim algoritmima. Područje primjene računalnih programa je područje konstrukcije odjeće, te se stoga prikupljaju podaci mjerenjima i skeniranjem pomoću 3D body scanera. Za analizu dobivenih digitaliziranih podataka ljudskih tijela prikupljaju se podaci statičke i dinamičke antropometrije koji se obrađuju metodama geometrijske morfometrije i PCA. Pri tome se dobivaju podaci o oblicima i mjerama koje nije moguće dobiti uobičajenim postupcima mjerenja i obrade podataka. Na temelju navedenih podataka razvit će se nova metoda konstrukcije za koju će se definirati najprimjenjivija metoda matematičkog modeliranja. Inteligentni algoritmi koristit će se za rješavanja problema koji se odnose na automatsku izradu krojnih slika, pri čemu će se iznaći rješenje specifičnih problema i uvjeta koji se moraju zadovoljiti prilikom uklapanja krojnih dijelova u krojnu sliku. Na projektu će se interdisciplinarnim pristupom razviti prepoznatljivi računalni programi koji će služiti za konstrukciju specifične odjeće koja nije uobičajena na našem tržištu poput kombinezona za profesionalno bavljenje sportom, ronilačkih odijela ili odjeće koja se koristi u medicinske svrhe (kompresijska odijela i sl.), te zaštitne odjeće. Razvoj primjenjivih računalnih programa temelji se na znanstvenim spoznajama, a može imati svoju praktičnu primjenu pri proizvodnji odjeće. U suradnji s gospodarstvom mogli bi se razvijati odjevni predmeti koji nisu u svakodnevnoj uporabi a za kojima postoji potreba na domaćem i stranom tržištu.



INEQUALITIES: Nejednakosti i primjene

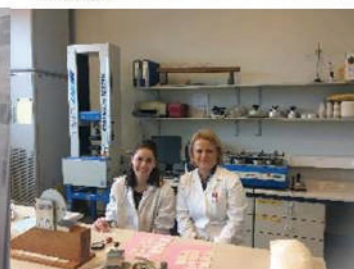
Istraživanje je usmjereno na poboljšanja, profinjenja, interpolacije i poopćenja Jensenovog tipa nejednakosti i srodnih nejednakosti kao što su Jensen-Steffensenova, Hermite-Hadamardova, Jensen-Mercerova i slične. Također se želi dobiti poopćenja, poboljšanja i profinjenja nekih klasičnih nejednakosti kao što su Holderova, Minkow-skijeva, Hilbertova, Hardyjeva, Ostrowskijeva, Grussova, Opialova, Chebyshevljeva i druge. Proučavaju se razni tipovi konveksnosti (s-konveksnost, h-konveksnost, eksponencijalna konveksnost, Schur-konveksnost, superkvadratičnost) s primjenama u nejednakostima. Dobivaju se daljnja proširenja i primjene Mond-Pečarićeve metode u teoriji operatora. Razvijaju se metode i primjene asimptotskih proširenja i serija specijalnih funkcija (asimptotska proširenja, Besselove funkcije i funkcije Besseljevog tipa i slično). „Nejednakosti i primjene“ ubrajamo u kategoriju teorijskih istraživanja u prirodnim znanostima čiji je cilj poticanje novih saznanja u tom području. Glavni cilj istraživanja je doprinos sustavnom razvoju teorije nejednakosti i njena integracija u trenutne trendove u matematici posebno u području realne, funkcionalne i numeričke analize. Također je cilj stvoriti i održati stručan tim istraživača čiji će značajni rezultati i suradnja s drugim stručnjacima iz tog područja iz cijelog svijeta pridonijeti promociji hrvatske matematike u svijetu.



STARS: Sinteza i ciljana primjena metalnih nanočestica

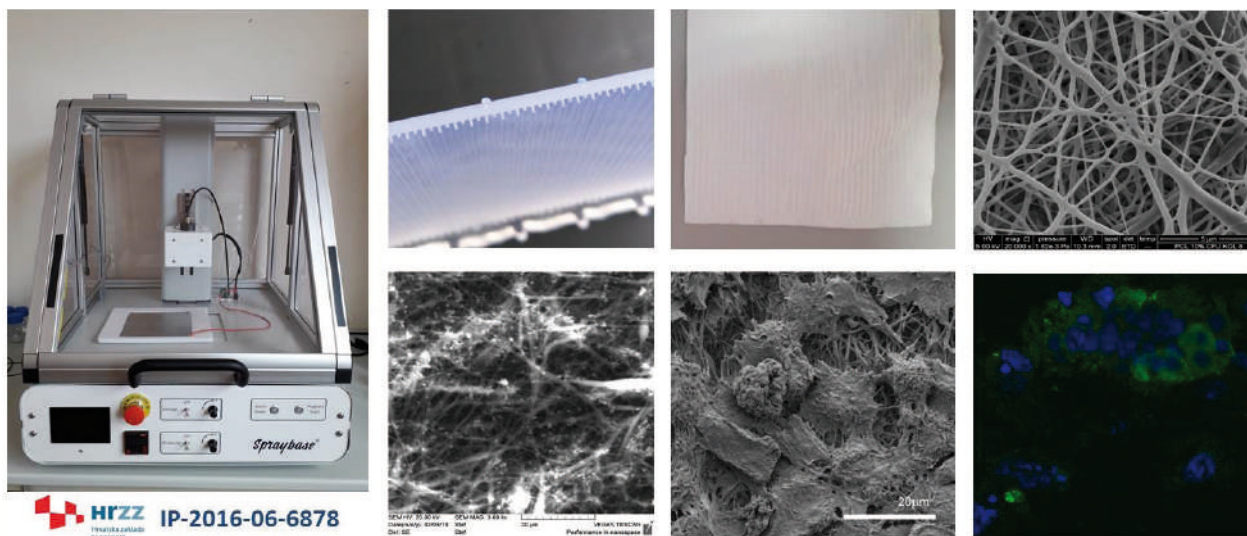
Glavni cilj projekta uspostava je interdisciplinarnе međunarodne istraživačke skupine koja će sintetizirati nove metalne nanočestice pomoću ekološki prihvatljivih enzimski kataliziranih reakcija, te ih zatim nanositi na razne polimerne materijale. Metalne nanočestice imaju odlična nova elektronička, optička, magnetska, medicinska, katalitička i mehanička svojstva zahvaljujući specifičnoj površini koja izrazito ovisi o njihovoj veličini, strukturi i obliku. Predviđa se kako će globalna potražnja za nanočesticama metala i metalnih oksida porasti sa 270 tona u 2012. godini na 1700 tona u 2020. godini. Mi ćemo izolirati i primijeniti pet različitih enzima kako bi sintetizirali metalne nanočestice, odredili kinetiku i mehanizme provedenih reakcija, te zatim karakterizirali produkte reakcije uporabom “beyond-state-of-the-art” instrumentalnih metoda (GEMMA, PDMA, MALDI-TOF-MS/MS i drugih tehnika). Provedba ovog projekta pomoći će pri osnivanju međunarodne istraživačke grupe koja će obuhvatiti teme iz područja nanotehnologije, znanosti o materijalima, analitike i bioanalitike, a također će povećati istraživački potencijal mladih istraživača nabavkom znanstvene opreme koja je nužna za provođenje istraživanja vezanog uz sintezu i ciljanu primjenu metalnih nanočestica. Nakon nanošenja pojedinih ciljanih nanočestica na polimere, planiramo razviti nove materijale s namjenskom primjenom u ambalaži prehrambenih proizvoda i geotekstilija. Stoga će ovaj projekt podržati razvoj hrvatske prehrambene i tekstilne industrije. Nadalje, projekt će potaknuti interdisciplinarno istraživanje te omogućiti transfer znanja među istraživačkim grupama u Republici Hrvatskoj, kao i pružiti mogućnost transfera znanja studentima poslijedoktorskih, doktorskih i diplomskih studija koji će biti uključeni u projekt. Valja napomenuti kako će ovaj projekt ojačati i suradnju sa znanstvenicima europskih sveučilišta, te time poduprijeti integraciju hrvatskih znanstvenika u europski istraživački okvir.

STARS



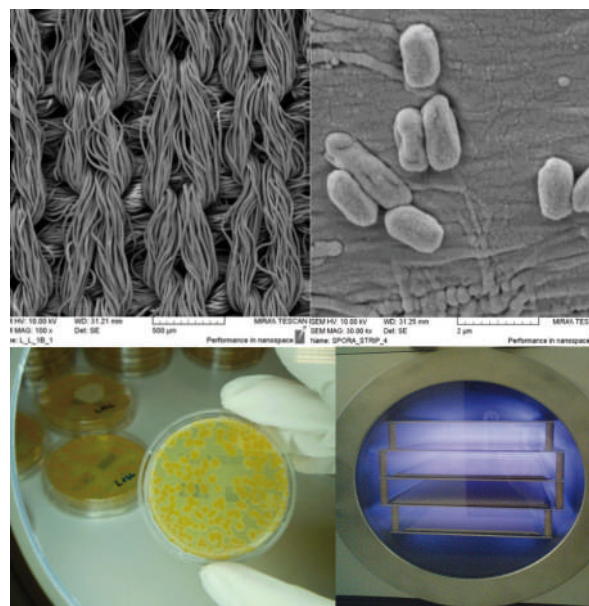
COMBOELECTROSPUN: Ciljana izrada prototipa vlaknastog nosača za uzgoj tkivnih stanica kombiniranim elektroispredanjem

Glavni cilj ovog interdisciplinarnog projekta je ciljani razvoj prototipa vlaknastog nosača za uzgoj tkivnih stanica, temeljen na tekstilnoj tehnici elektroispredanja. Veliki izazov u elektroispredanju nosača je potreba za strukturom s porama dovoljno velikog promjera (makro skala) kako bi se olakšalo prodiranje stanica i vlaknima dovoljno malog promjera (nano skala) kako bi oponašali prirodno izvanstanično okruženje. Jedinstveni doprinos ovog projektnog prijedloga temelji se na kombinaciji dviju tehnika elektroispredanja. Elektroispredanje iz otopine i taline će se koristiti za izradu nosača kombiniranih nanovlaknastih i mikrovlaknastih slojeva. Površinska adhezija stanica biti će dodatno poboljšana s izradom ciljane topografije površine nosača, pripremljene elektroispredanjem na metalnim kolektorima s ciljanom poroznošću. Drugi aspekt je izrada nosača ciljanih funkcija, uključujući antibakterijsko svojstvo i svojstvo stimulacije staničnih procesa pomoću bioloških komponenti. Konačni cilj projekta je odabrati nosače s optimalnom strukturom i multifunkcionalnošću. Multifunkcionalnost nosača će se temeljiti na sustavnom istraživanju s ciljem definiranja optimalnih uvjeta za posjedovanje antibakterijskih svojstava i svojstava kontroliranog oslobađanja biološke komponente. Predloženi materijali za izradu nosača su polikaprolakton i poliuretan kao matrice u kombinaciji s fibroinom svile za dodatno poboljšanje površinske adhezije stanica. Nosači će biti sustavno istraživani i u smislu mehaničkih svojstava, kako bi ispunili konstrukcijske zahtjeve za čvrstoću, a to je da se mogu oduprijeti opterećenjima nastalim uslijed formiranja tkiva. Treći aspekt projekta je validacija fizičke strukture i funkcionalnosti nosača in vitro. Model stanica će uključivati stanice kože i oka. Stanice će se pratiti kroz procjene imunoloških, mikrobioloških, biokemijskih i enzimskih aktivnosti, nakon čega slijedi antibakterijski test, te test citotoksičnosti i kancerogenosti.



ComforMicrobTexFoot: Udobnost i antimikrobna svojstva tekstila i odjeće

Udobnost i antibakterijska svojstva tekstila za izradu odjeće koja priliježe uz kožu i obuće, za određenu vrstu i razinu aktivnosti te uvjete okoline, u najvećoj su mjeri određeni vrstom sirovine, strukturom i svojstvima tekstilnog plošnog proizvoda/kože, vrstom dorade te formom gotovog proizvoda odjeće/obuće koji se nosi. Kako bi se dobile nove spoznaje i dublje rasvijetlile povezanosti udobnosti i antibakterijskih svojstava sa svojstvima proizvoda, od sirovine, pređe, sirovog te sirovog i antibakterijski obrađeno pletiva, proizvesti će se triko predene nekonvencionalne pređe (rotorska i aerodinamička) iz umjetnih celuloznih vlakana, SIRO pređa iz viskoznih vlakana i prstenasta pređa iz pamuka poznatih karakteristika. Finoća svih predenih pređa je iz $10 \text{ tex} \times 2 \text{ (Nm100/2)}$, dok je finoća SIRO pređe $10 \text{ tex} \times 2 \text{ (Nm100/2)}$. Plesti će se pletiva u različitim vezovima. U pletiva za čarape dodavati će se PA multifilamentne pređe. Izraditi će se uzorci gotove kože (goveđa i teleća) za unutarnje dijelove gornjišta radne i zaštitne obuće, koji će biti obrađeni različitim vrstama štavila. Analizirati će se 3 uzorka, natur crust, došavljeni crust uz istovremenu obradu antimikrobnim sredstvima te bojadisani krust uz nadoštavu i antimikrobnu obradu. Na svim uzorcima, pletiva te na uzorcima koža, odrediti će se objektivni parametri termofiziološke udobnosti (otpor prolazu topline i otpor prolazu vodene pare). Antimikrobna aktivnost svih uzoraka pletiva (antimikrobno tretirana) i koža, odrediti će se prema 3 vrste bakterija (*A. baumannii*, *S. aureus* i *E. coli*) koje se mogu naći u normalnoj fiziološkoj flori kože čovjeka, a koje mogu biti oportunistički patogeni. Odrediti će se i termofiziološka udobnost čarapa te radno zaštitne obuće proizvedene u domaćim tvornicama na Termalnom stopalu. Na jednom broju uzoraka kože (kromne i sintetske štave) provesti će se Komet test.



HPROTEX: Bolničke zaštitne tekstilije

Glavni ciljevi projekta su uspostava interdisciplinarnе istraživачke skupine, uključujući i mladog istraživачa doktoranda, i Laboratorija za kontrolirano praćenje procesa umrežavanja, čime će se omogućiti sustavno istraživanje i prijenos znanja usmjerenih rješavanju problema pojave tekstilne prašine, potencijalnog prijenosnika zaraza i uzročnika kvarova uređaja u bolničkom okruženju. Proizvest će se tkanine od pređa iz pamuka (CO) i pamuk/poliestera (CO/PES) u svrhu istraživanja utjecaja konstrukcije pređe, veza i tkanine na generiranje tekstilne prašine prije i nakon provedenih ciklusa pranja. Razvijat će se i definirati uvjeti kationiziranja i antimikrobne dorade s kvarternim amonijevim spojevima, β-ciklodekstrinima s inkapsuliranim antimikrobnim sredstvom i kitozanom u svrhu postizanja postojanosti na višestruke cikluse održavanja, a s ciljem minimalnog kemijskog i mehaničkog oštećenja što doprinosi manjem otpuštanjem tekstilne prašine. Uspostavom Laboratorija detaljno će se istražiti sorpcija kupelji sa sredstvima za antimikrobnu obradu na tkanine primarno uzevši u obzir međupovršinska svojstva (DSA30S) i in situ praćenju utjecaja topline na fizikalno-kemijske promjene (FTIR-ATR GG) s ciljem preciznog definiranja sastava kupelji i procesnih parametra za postizanje postojanog umrežavanja. Promjene u CO i CO/PES tkaninama tijekom i nakon obrade, te višestrukih ciklusa održavanja, istražiti će se na kristaliničnoj, fizikalno-kemijskoj i morfološkoj razini te analizom međupovršina primjenom FE-SEM, TGA, FTIR, XRD, MCC, GS-MS, EKA, SFE, CA, MMT, WRV, UV-VIS spektrofotometrijom. Novorazvijenim tkaninama ispitat će se toksičnost, te će se u skladu s dobivenim rezultatima predložiti njihova ciljana primjena u bolničkom okruženju uz prijedlog formulacije deterdženata i postupaka za njihovo održavanje. Pronalaženje i implementacija novih ideja bit će usmjerena prema poduzetništvu u svrhu poticanja gospodarskog rasta te daljnjim istraživanjima u okviru nove projektne prijave.

INOVACIJE

INOVACIJE

TTF posjeduje značajan inovacijski potencijal i po tome je jedna od vodećih sastavnica Sveučilište u Zagrebu. Patenti i inovacije koje istraživači prijavljuju u okviru znanstvenog, umjetničkog ili stručnog rada čine značajan intelektualni portfolio koji se transferira u gospodarstvo i društvo u cjelini.

Inovacijski potencijal Fakulteta od 2008-2018

Portfelj	Broj
HR – patenti	15
HR – dizajn	5
HR – žig	3
Međunarodne prijave patenta WIPO*	16

* World Intellectual Property Organization

Izumi i inovacije nastale na Tekstilno-tehnološkom fakultetu odnose se na proizvodne sustave, mjerne sustave, metode, proizvode i računalne programe. Najveći broj patenata i inovacija je vezan za razvoj mjernih uređaja i opreme odjevnog inženjerstva i tehnologije, novih metoda računalnog konstruiranja odjeće, procesnih parametara procesa proizvodnje odjeće, istraživanja na području energetskih procesnih parametara, razvoja inteligentne odjeće s adaptivnom termičkom zaštitom, određivanja toplinskih svojstava kompozita i odjeće, istraživanja parametara spajanja dijelova odjeće i proizvoda od tehničkog tekstila tehnikom šivanja, toplinskog spajanja primjenom kondukcijskih i konvekcijских metoda, ultrazvučne i visokofrekventne tehnike. Intelektualni potfolio je detaljno razrađen u Prilogu 2.

Istraživači Fakulteta, njihove inovacije i izumi su prepoznati i priznati u međunarodnoj inovativnoj zajednici što potvrđuju dodijeljene nagrade na prestižnim svjetskim izložbama izuma i inovacija.

Najzapaženijim inovacijama mogu se smatrati razvoj inteligentne odjeće s adaptivnom termičkom zaštitom namijenjene automatskom podešavanju termoizolacijskih svojstava kao i mjerni sustav za određivanje statičkih i dinamičkih toplinskih svojstava kompozita i odjeće (tzv. termalni maneken) koji su, pod vodstvom prof.dr.sc. Dubravka Rogalea razvijeni na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.



Srebrna medalja na „JAPAN DESIGN INVENTION EXPO 2017”, Tokyo, Japan za inovaciju



Integrirani uređaj za mjerenje fizioloških parametara ljudskog tijela



Zlatna medalja na 41. hrvatskom salonu inovacija, INOVA 2016.

Nakon što su dostignuća doživjela priznanje prihvaćanja patentnih prijava domaćih i stranih patentnih ureda te užeg kruga stručnjaka kroz obranu doktorskog rada i publiciranja više izvornih znanstvenih radova, odlučeno je da se znanstveno-istraživački rad na razvoju inteligentne odjeće i termalnog manekena prikaže široj javnosti te da se izloži na domaćim i stranim izložbama izuma, inovacija i patenata u cilju međunarodne valorizacije postignutih rezultata, uz svesrdnu pomoć i podršku Saveza inovatora Zagreb koji je prepoznao potencijal spomenutih inovacija. Znanstveni tim, pod vodstvom prof. dr. sc. D. Rogalea dobio je niz nagrada za svoje inovacije (Grand Prix i Gold Medal - Moskva, Gold medal – Japan, Humanitarian Award i Gold Medal - Pittsburgh, Gold Medal - London, Silver Medal- Taiwan, Silver Medal- Malaysia, Silver Medal- Macao.

Putem TSRC-a djelatnici Fakulteta nastoje u razvojne projekte uključivati što veći broj hrvatskih tvrtki s ciljem povećanja konkurentnosti hrvatskih proizvoda na europskom tržištu.

Primjeri dobre prakse suradnje s gospodarstvom kroz inovacije

Kozmetotekstilije

Suradnja istraživača Fakulteta i Tvornice čarapa Jadran inicirana je od strane proizvođača, a njihova želja za razvojem inovativnog proizvoda rezultirala je funkcionalizacijom tekstila ugradnjom mikrokapsula s aktivnim sastojcima (Monoi krema, mentol, Aloe vera) u tekstil sa svrhom postizanja kozmetičkih učinaka ciljane trajnosti. Cilj je bio unaprijediti proces funkcionalizacije primjenom optimalne koncentracije mikrokapsula te odrediti njihovu trajnost nakon ugradnje u tekstilni proizvod.

Rezultat ove suradnje je tekstilni proizvod unaprijeđenih svojstava i uspostavljena metodologija kontrole otpuštanja mikrokapsula. Zahvaljujući ovoj problematici, TTF je otvorio novo područje istraživanja – Kozmetotekstilije.



Primjeri kozmetotekstilija – hulahopke s mikrokapsulama



Inovativni brend tt Galeb – Fire stop

Vatrootporna pletiva

U okviru suradnje Fakulteta i Galeba razvijena su inovativna vatrootporna pletiva. Ova funkcionalna pletiva namijenjena su prvenstven hrvatskom tržištu i tržištima regije, kao konkurentni eko-inovativni proizvod visoke dodane vrijednosti i prihvatljive cijene. Tvrtka Galeb je prepoznala ovaj projektni vid suradnje s TSRC-om koji joj omogućuje korištenje najmodernije opreme za termičku ili morfološku karakterizaciju materijala. Suradnja se nastavila i daljnjim prijavama projekata s tematikom razvoj prototipa višeslojne zaštitne odjeće i opreme za interventne jedinice (vojska, policija). Područja inovacija su slijedeća: tekstil (poboljšanje zaštitnih svojstva i udobnosti), primjena nanotehnologije (medicinske tekstilije), balističke zaštite (novi materijali) i senzora (monitoring).

Inovativan kišobran

Tvrtka Tabacco deklarira se kao proizvođač inovativnih hrvatskih kišobrana s potpisima hrvatskih dizajnera, a najpoznatiji je brend Kisha – pametni kišobran. Tvrtka Tobacco pokrenula je suradnju s Fakultetom vezano za daljnji razvoj inovativnih proizvoda.



Kisha – pametni kišobran; Hrvatski kišobran s potpisom hrvatskih dizajnera

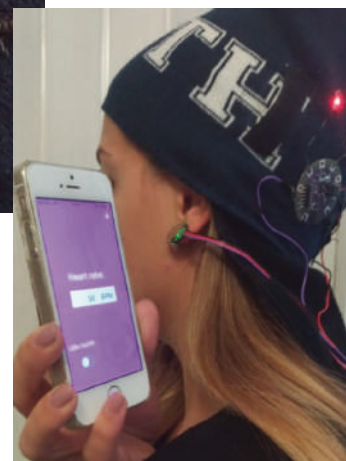
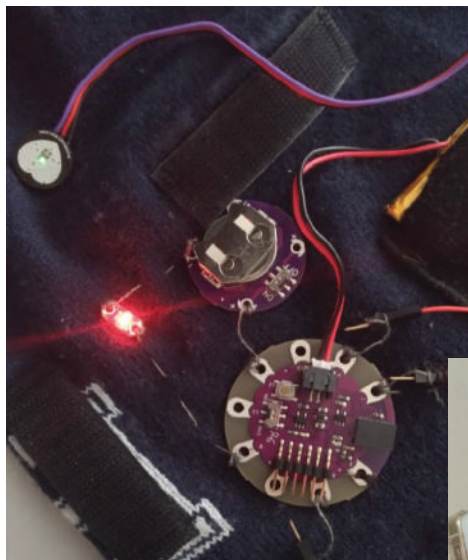
Studenti - inovatori

Fakultet nastoji u što većoj mjeri uključivati studente, pogotovo one diplomskog studija, u razvoj inovativnih rješenja na području tekstilne tehnologije i inženjerstva.

Odjevna industrija počela je razvijati pametnu odjeću za koju se bez sumnje može zaključiti da je budućnost odijevanja povezana s digitalnim svijetom. Dugogodišnji rad i uspjeh znanstvenika na razvoju inteligentne i pametne odjeće je zainteresirao i studente, kako bi razvili svoju kreativnost i inovativnost.

Pametna kapa

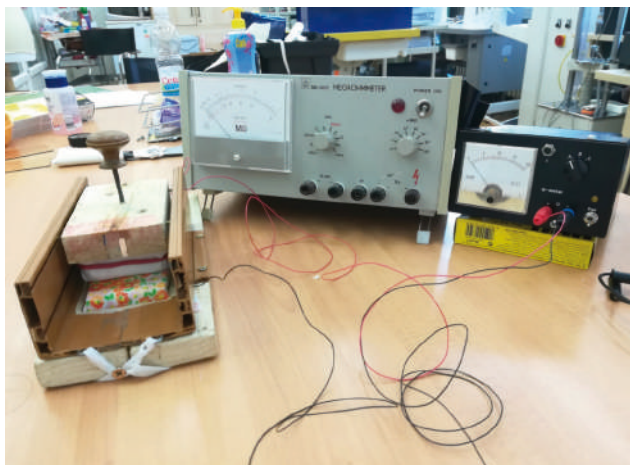
U sklopu diplomskog rada Marije Veldić, pod mentorstvom prof. dr. sc. Dubravka Rogalea, izrađena je pametna kapa za praćenje srčanog pulsa s krajnjim ciljem razvoja pametne odjeće za bolesnike i rekonvalescente. Projektiranje pametne kape za praćenje signala srčanog pulsa je rezultiralo funkcionalnim prototipom pametnog odjevnog predmeta koji se može usavršavanjem programske podrške i daljnjom minijaturizacijom elemenata, uspješno koristiti za praćenje i motrenje zdravstvenog stanja različitih skupina ljudi: od djece do starije populacije, od bolesnika i rekreativaca do profesionalnih sportaša i vojnika. Može se zaključiti da će pametna odjeća u bliskoj budućnosti postati naša svakodnevica kao što je to slučaj s raznim nosivim uređajima kao i pametnim telefonima koji su postali neizostavni dio našeg života. Odjevna industrija počela je razvijati pametnu odjeću za koju se bez sumnje može zaključiti da je budućnost odijevanja povezana digitalnim svijetom.



Pametna kapa Marije Veldić za praćenje signala srčanog pulsa: Unutrašnjost pametne kape s integriranim elementima; Prikaz srčanog pulsa na pametnom telefonu

Uređaj za mjerenje statičkog elektriciteta

U sklopu diplomskog rada Juro Živičnjak je izradio mehanički dio mjernog instrumenta za ispitivanje pojave statičkog elektriciteta na materijalu koji se koristi za izradu odjeće ili na dijelovima odjevnog predmeta, a mentor prof. dr. sc. D. Rogale električni i elektronički dio mjernog instrumenta. Uređaj se može koristiti i za istraživanje triboelektričkih svojstava dijelova odjeće kao mogućeg izvora napajanja za ugrađene mikrokomponente u e-pametnu i inteligentnu odjeću te pametnu obuću. U izradi je i patentna prijava.



Mjerni instrument za ispitivanje pojave statičkog elektriciteta na materijalu koji se koristi za izradu odjeće ili na dijelovima odjevnog predmeta

Cyber look odjeća

U diplomskom radu Ljubice Radešić pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Snježane Firšt Rogale, na temelju dizajnerske ideje projektiranja e-odjeće načinjen je prototip *cyber look* odjevnog predmeta. Korištene su svjetleće diode, mikrokontrolerski sklop za kojeg je izrađen algoritam upravljanja, te ostale elektroničke komponente.



Projektirana e-odjeća s ugrađenim svjetlećim diodama

Detekcija apneje

Daniel Časar Veličan u sklopu diplomskog rada, pod mentorstvom prof. dr. sc. D. Rogalea, izrađuje prototip inteligentnog odjavnog predmeta za detekciju apneje i za buđenje spavača uslijed poremećaja disanja. Tijekom spavanja se inteligentni odjevni predmet nosi na tijelu osobe koja se senzorički nadzire. Tijekom pojave poremećaja disanja nastaje zvuk koji se registrira putem senzora zvuka. Istodobno se detektiraju vibracije na prsima od strane senzora mišićne aktivnosti. Računalno se bilježe promjene položaja spavača pomoću senzora akceleracije. U tu svrhu izrađuje se mikroračunalni sustav s pripadajućom periferijom i odgovarajućom sensorikom te načiniti softverski paket za upravljanje mikroračunalom i prikaz izmjerenih podataka.

Nadzor rada šumskih radnika

Damir Begić u sklopu diplomskog rada, pod mentorstvom prof. dr. sc. D. Rogalea, razvija odjevni predmet za nadzor rada šumskih radnika. Odjevni predmet (jakna) je namijenjen radnicima koji u svojem radu koriste motornu pilu, a pripada vrsti inteligentne odjeće s obzirom da ima ugrađenu sensoriku, mikroračunalo s pripadajućim algoritmom inteligentnog ponašanja i izvršne naprave. Prototip jakne ima dvojaku funkciju: nadzor rada radnika i zaštitu radnika u slučaju nesreće na radu. Nadzor rada radnika temelji se na praćenju slike zvučnog okoliša radnika s pomoću ugrađenog mikrofona i akcelerometra koji bilježi vibracije uzrokovane trešnjom motorne pile. Ugrađeno mikroračunalo prati pokrete radnika i stav tijela. Ukoliko dođe do ozljede promijenit će se vrsta pokreta i tjelesni stav te će na temelju toga mikroračunalo aktivirati izvršnu napravu (mobitel ili radio odašiljač) koji može automatski uputiti poziv za pomoć radniku pružajući spasiteljima

podatke o GPS poziciji radnika pri čemu je omogućena i glasovna komunikacija pomoću ugrađenog mikrofona i minijaturnog zvučnika.

Torba s ugrađenom zaštitom od krađe

Marina Mesić u sklopu diplomskog rada, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. S. Firšt Rogale, razvija torbu s ugrađenom zaštitom od krađe sadržaja. Prilikom neovlaštenog otvaranja torbe bit će poslan svjetlosni i vibrirajući signal na narukvicu korisnika torbe. U tu svrhu koristit će se tzv. open-source platforma Arduino.

e-odjeća za bicikliste

Martina Peck-Tijeglič, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. S. Firšt Rogale, u sklopu diplomskog rada projektira kolekciju e-odjeće za bicikliste na koje će biti ugrađene LE diode. Svrha ugrađenih dioda je povećanje vidljivosti biciklista u prometu u uvjetima smanjene vidljivosti. LE diode će također služiti i kao indikator smjera skretanja biciklista u lijevu ili desnu stranu, kako bi ostali sudionici u prometu bili na vrijeme informirani kako biciklista skreće. Izradit će se jedan prototip e-jakne kako bi se dokazala njezina funkcionalnost. U tu svrhu koristit će se tzv. *open-source* platforma Arduino.

Može se zaključiti da će pametna odjeća u bliskoj budućnosti postati naša svakodnevica kao što je to slučaj s raznim nosivim uređajima kao i pametnim telefonima koji su postali neizostavni dio našeg života. Slijede radovi studenata koji su u svojim kolekcijama spojili kreativnost i inovativnost s tehnologijom.

Kolekcija EX-vonia

Kolekcija EX-vonia inspirirana je visokom modom i slavonskom narodnom nošnjom. Bazirana je na unikatnim i jedinstvenim tehnikama koje su vezane za slavonsko-brodsku narodnu nošnju i odijevanje kojima dizajner i student Damir Begović suprotstavlja elemente odijevanja visoke mode i Dior-ovog New Looka. Ovom kolekcijom pod mentorstvom izv. prof. mr. art. Jasminke Končić osvojio je prvu nagradu na prestižnom modnom natjecanju iD International Emerging Designers Show, koje se održalo od 1. do 6. svibnja 2018. u Dunedinu na Novom Zelandu. Kolekcija EX-vonia je oduševila međunarodni žiri i proglašena je najboljom u konkurenciji od 44 dizajnera iz 19 zemalja svijeta.



Pobjednička kolekcija EX-vonia prikazana na natjecanju iD International Emerging Designers Show, u svibnju 2018. u Denedinu, Novi Zeland

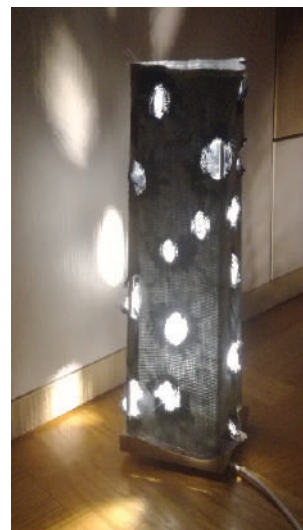
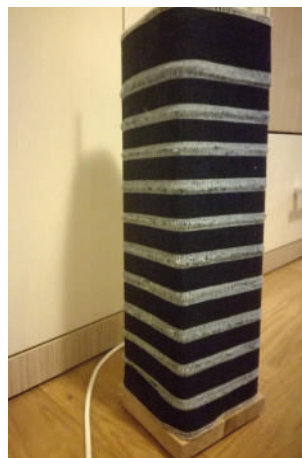
Džins u interijeru

Diplomandica Dora Kos pod mentorstvom prof. dr. sc. Tanje Pušić dizajnerski je osmislila i tehnološki unaprijedila podloške za stol. Kreativno rješenje - vlastoručno oblikovanu čipku je tehnikom sitotiska nanijela na površinski modificiran džins. Ciljana vodo/ulje odbojna obrada je doprinijela funkcionalnosti i dodanoj vrijednosti inovativnog proizvoda. Dekorativni i funkcionalni podlošci izrađeni u paleti modrih tonova promiču džins – jednu od legendi koja živi.

Daljnji korak u funkcionalizaciji džinsa za sjenila lampi je osmislila Ivana Iličić kroz obezbojavanje i oštećenje ciljane namjene. Oštećenja na sjenilu od džinsa omogućila su prodor svjetla i specijalne svjetlosne efekte u interijeru. Dizajn inovativnog i kreativnog proizvoda – stolne lampe sa sjenilom od džinsa je realiziran u četiri varijacije, unikatnog karaktera, koje se po mnogim elementima razlikuje od ponude na tržištu.



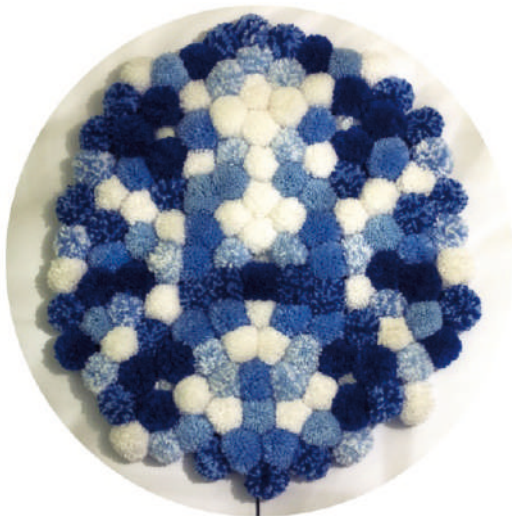
Dekorativni podlošci od džinsa: funkcionalnost podloška zadržavanjem kapljica vode na površini džinsa (gore); specijalni efekt dobiven vulkanskim kamenom (sredina); dizajnersko rješenje u obliku čipke (dolje)



Funkcionalna sjenila za lampe

Vuneni svjetleći pomponi

Napretkom tehnologije i umjetnosti, tekstili u interijeru postaju privlačni za kreativna i funkcionalna eko-dizajnerska rješenja. Diplomandica Valerija Ljubić je pod mentorstvom izv. prof. art. Koraljki Kovač Dugandžić osmislila tekstilni proizvod - podnu ili zidnu dekoraciju koja imaju i funkciju rasvjetnog tijela. Tepih je oblikova od „cofleka“, vunениh pompona izrađenih od pređe koja je dodatno obrađena specijalnim polimerima s ciljem postizanja zaštite od vode/ulja. Ovako obrađeni vuneni pomponi odbijaju prljavštinu, vodu i ulje, što omogućuje lakše održavanje proizvoda. U dekorativni proizvod je implementiran svjetlosni sustav kojim, osim zvučne i toplinske izolacije, daje rasvjetu. Osmišljena tekstilna dekoracija - unikatan dekorativni proizvod spaja dizajn, prirodu, tradiciju, tehnologiju i inovativnost.



Tepih izrađen od vunениh pompona sa svjetlećim efektima

POPULARIZACIJA
ZNANOSTI

DANI OTVORENIH VRATA TSRC-A

POPULARIZACIJA ZNANOSTI

TSRC od 2014. godine započinje s aktivnijom popularizacijom znanstvenih tema i znanosti kao takve. Prikaz znanstvenih tema populariziranih na Danima otvorenih vrata TSRC-a u Tehničkom muzeju Nikola Tesla je dat tablično.

Tema	Vrijeme
TEKSTIL – BITAN ŽIVOTNI SUPUTNIK I SAVEZNIK	16.09.2014.
NAPREDNI MATERIJALI I NAPREDNE TEHNOLOGIJE	23.09.2015.
INOVATIVNI TEKSTIL – stvarnost ili znanstvena fantastika	20.09.2016.
STEM POTENCIJALI Tekstilno-tehnološkog fakulteta	20.09.2017.
ZNANOST ZA KULTURNU BAŠTINU	20.09.2018.

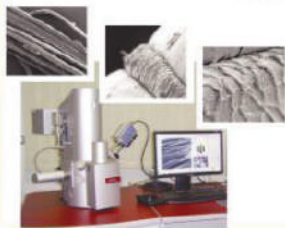
16. rujna 2014.

Znanstveno-istraživački centar za tekstil - **TSRC** / Tehnički muzej
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Savska 16/9, 10000 Zagreb



[ti: es a: si: dei]

Tekstil - bitan životni suputnik i moćni zaštitnik



9.00-12.45 PREDAVANJA

14.00-16.00 TSRC promenade
Savska 16/zgrada 9



Predavanja

O Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu - razvojne smjernice u skladu s ERA (Europski istraživački prostor)	S. BISCHOF
Napredni tekstilni materijali – ADVANCETEX, HRZZ projekt	S. BISCHOF
Harry Potter – znanstvena fantastika u ormaru	E. VUJASINOVIĆ, M. PAVUNC
SEM – big brother u znanosti	Z. KOVAČEVIĆ
Fizika i tekstil – čarobni tonaliteti boja	M.I. GLOGAR, Đ. PARAC-OSTERMAN
Moć fluorescencije u estetici i zaštiti	A. TARBUK, A. M. GRANCARIĆ
Tekstil kao moćni zaštitnik	S. FLINČEC GRGAC, D. KATOVIĆ, A. KATOVIĆ
Zaštitna odjeća u akcidentnim situacijama	A. HURSA ŠAJATOVIĆ, Z. DRAGČEVIĆ
Mudrost termalnog manekena u inteligentnoj odjeći	D. ROGALE, S. FIRŠT ROGALE

Wellness – realnost i predviđanje

T. PUŠIĆ, I. SOLJAČIĆ

Obnovljive hrvatske sirovine made in Croatia

R. BRUNŠEK, M. ANDRASSY, J. BUTORAC

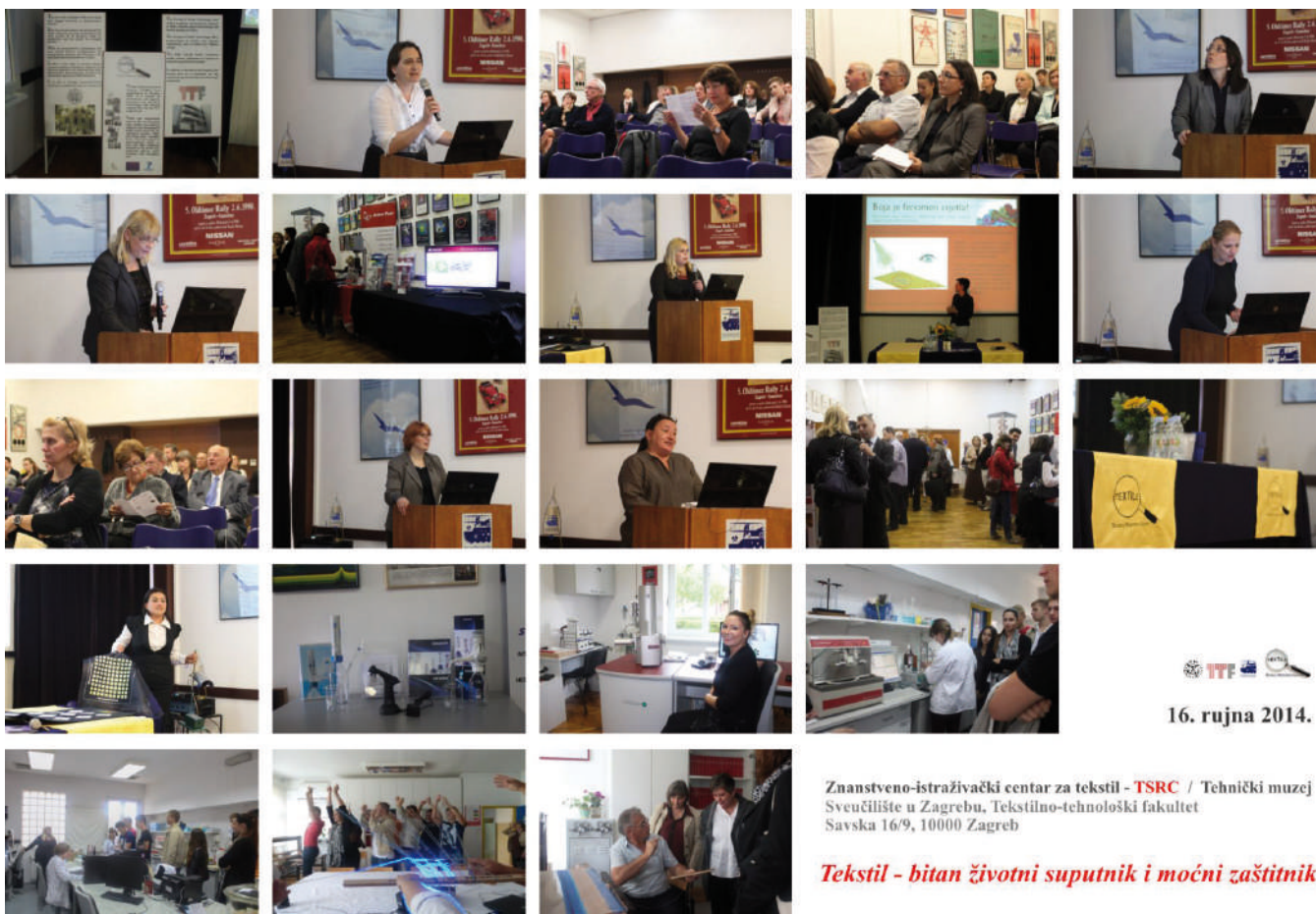
Prirodna bojila

A. SUTLOVIĆ, Đ. PARAC-OSTERMAN

Sredstva za pranje iz prirode

T. DEKANIĆ, T. PUŠIĆ, I. SOLJAČIĆ

TSRC promenade - Savska 16/zgrada 9



16. rujna 2014.

Znanstveno-istraživački centar za tekstil - **TSRC** / Tehnički muzej
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Savska 16/9, 10000 Zagreb

Tekstil - bitan životni suputnik i moćni zaštitnik

23. rujna 2015.

Znanstveno-istraživački centar za tekstil - **TSRC** / Tehnički muzej
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet

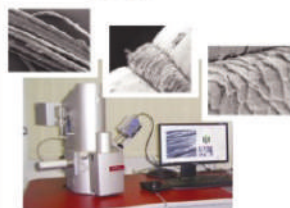


[ti: es a: si: dei]

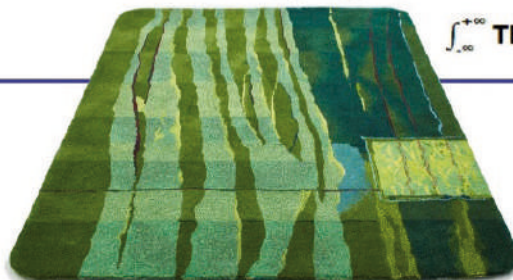
Napredni materijali i napredne tehnologije

8.30 - 12.30 PREDAVANJA

Tehnički muzej
Savska c. 18, Zagreb



$\int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEKSTIL} \rightarrow \text{otpad} \xrightarrow{+3R} \text{S21S} \cong \$$



Predavanja

Istraživačka strategija Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta i Znanstveno-istraživačkog centra za tekstil

S. BISCHOF

Sinteza i ciljana primjena metalnih nanočestica (UIP HRZZ projekt STARS)

I. REZIĆ

Istraživanja deformacija tekstilnih plošnih materijala pri biaksijalnim, smičnim, sfernim i cikličkim naprezanjima

S. KOVAČEVIĆ, S. BRNADA, I. SCHWARZ

$\int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEKSTIL} \rightarrow \text{otpad} \xrightarrow{+3R} \text{S21S} \cong \$ \int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEKSTIL} \rightarrow \text{otpad} \xrightarrow{+3R} \text{S21S} \cong \$$

E. VUJASINOVIĆ & M. PAVUNC SAMARŽIJA

Primjena mikrokolorimetra za sagorijevanje u razvoju i karakterizaciji tekstilnih materijala

S. FLINČEC GRGAC

Netermalna plazma – napredna tehnologija za modifikaciju svojstava tekstilnih materijala

S. ERCEGOVIĆ RAŽIĆ & S. MILOŠEVIĆ

Problematika i prednosti *Ink Jet* tehnologije u komercijalnom tekstilnom tisku

M. I. GLOGAR & Đ. PARAC-OSTERMAN

Slika kao tepih

K. KOVAČ DUGANDŽIĆ & M. GRADEČAK



INOVATIVNI TEKSTIL - stvarnost ili znanstvena fantastika



Predavanja

Znanstveno-istraživački centar za tekstil danas

T. PUŠIĆ

Inovacije u području tekstila i odjeće

S. BISCHOF

Od kože do kože

E. VUJASINOVIĆ & M. PAVUNC

Funkcionalna nanovlakna - proizvod napredne tehnologije elektroispredanja

E. ZDRAVEVA

Nevidljive boje

A. SUTLOVIĆ & A. FULIR

3D flattening - mogućnosti primjene u odjevnoj, obučarskoj, automobilskoj i industriji namještaja

S. PETRAK & M. MAHNIĆ NAGLIĆ

Inovativni filtri iz kationizirane otpadne celuloze

A. TARBUK

Kreativno i inovativno učenje i poučavanje u obrazovnom sektoru moda, tekstil i koža

D. PUSTARIJA MUSULIN

Creating me slowly – izložba

M. TKALEC

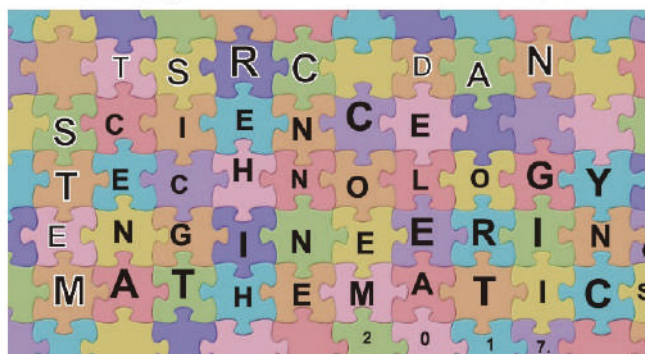
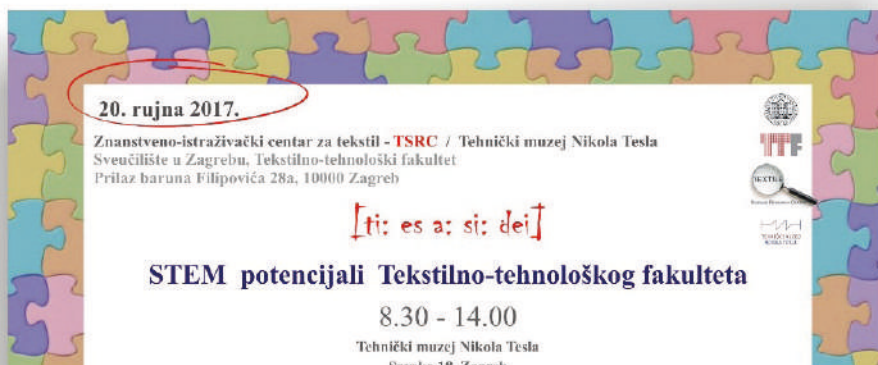
Znanstveno-istraživački centar za tekstil - **TSRC** / Tehnički muzej Nikola Tesla
 Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
 Savska 16/9, 10000 Zagreb



INOVATIVNI TEKSTIL - stvarnost ili znanstvena fantastika

Zašto si tužan?
 Imaš korisno inteligentno odjeću.
 I ja želim modernu odjeću!
 Možda nešto šarenije...
 Znam! Dađi mi DAN TSRC-a!
 Otkriveni ćeš sebi
 Najbolji tekstilni inovatori u
 tekstilu. To ti je prava
 znanstvena fantastika!
 A gdje i kada
 će se održati?
 20. rujna 2016.
 od 8.30 do 12.30
 sati.
 Idemo svi!
 Hvala,
 baš si prijatelj!





Predavanja

STEM na Tekstilno-tehnološkom fakultetu

S. BISCHOF

Supramolekulske interakcije – područje znanstvenog rada i mobilnosti

M. CETINA

Teorijska fizika ultrahladnih atomskih plinova

K. LELAS

Matematika – Dizajn – Tekstil – Moda

M. RODIĆ

STEM – Pokretač inovativnosti u tekstilu

S. FLINČEC GRGAC, R. MALINAR

Kreativnost u istraživačkom radu: otključavanje vlastitog potencijala

I. SALOPEK ČUBRIĆ

Nanobiokompoziti ojačani tekstilnim materijalima obrađenim s usporivačima gorenja

Z. KOVAČEVIĆ, S. BISCHOF, E. VUJASINOVIĆ

Dekorativne tkanine - sinergija kreativnosti, prirode i tehnologije

D. ŠTEFANEC, I. ILIČIĆ, V. LJUBIĆ

Radionice tekstilnog tiska i bojanja tekstila „COLORINA“ – STEM ILI STEAM?

A. SUTLOVIĆ

IZLOŽBA, RADIONICA I POSTER SEKCIJA





Znanost za kulturnu baštinu

20. rujna 2018.

9:00-16:00

Mjesto održavanja: Tehnički muzej Nikola Tesla, mala dvorana, Savska cesta 18, Zagreb

Znanstveno-istraživački centar za tekstil - **TSRC** / Tehnički muzej Nikola Tesla
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet



Predavanja

Hrvatski tekstil kroz povijest

I. SOLJAČIĆ, R. ČUNKO

Znanost, glagoljica i tekstil

D. ŽUBRINIĆ

Složene strukture povijesnih tkanina

S. KOVAČEVIĆ, I. SCHWARZ, S. BRNADA

Hrvatske tkanice u skladu veza i boje

Ž. KNEZIĆ, Ž. PENAVALA, A. KNEZIĆ, J. LULIĆ ŠTORIĆ

Interdisciplinarni pristup analize i atribucije povijesnog odjevnog artefakta

N. K. SIMONČIĆ

Metalne niti na liturgijskom ruhu Zagrebačke katedrale

K. ŠIMIĆ

“KORET” u tekstilnoj baštini Dubrovačke Republike

S. ŠKARO

Tradicionalne slavonske tehnike zlatoveza i stakalaca u suvremenom modnom dizajnu

D. BEGOVIĆ, J. KONČIĆ

Tekstilna prašina – metoda ispitivanja netkanih struktura modificiranih za primjenu u tkanim materijalima

R. MALINAR, S. FLINČEC GRGAC



PROMOCIJA MONOGRAFIJE

UVODNA RIJEČ

B. DIVJAK, Ministrica znanosti i obrazovanja

ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKI CENTAR ZA TEKSTIL - 10 GODINA

S. BISCHOF, T. PUŠIĆ

MODERNIZACIJA INFRASTRUKTURE ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKOG CENTRA ZA TEKSTIL (MI-TSRC)

S. BISCHOF

Tematske radionice i izložbe

COLORINA - Prapovijesni tisak tekstila, Radionica

D. KOS, A. SUTLOVIĆ, T. KARAVIDOVIĆ, V. LJUBIĆ

Inovacije studenata, Tvrtke - Izložbe

Tvrtke izlagači – popularizatori znanosti na Danima otvorenih vrata TSRC-a



Popularizacija znanosti se na Fakultetu provodi dodatno i putem znanstvenih i gospodarskih tribina, na kojima je TSRC jedan od organizatora. Popis tema navedenih tribina prikazan je u Prilogu 3.

PRILOZI

**PRILOG 1. Kratkotrajna financijska potpora istraživanju (KFPI) Sveučilišta u Zagrebu
2013.**

Šifra	Tema istraživanja	Voditelj	Područje
5.12.1.1	Benzazolski ligandi i njihovi metalni kompleksi – nova bojila i biološki aktivni spojevi	Livio Racane	Prirodne znanosti
5.12.1.2	Funkcionalizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava	Sandra Flinčec Grgac	Tehničke znanosti
5.12.1.3	Antropometrijska mjerenja, norme, unaprjeđenja veličina odjeće i obuće	Darko Ujević	Tehničke znanosti
5.12.1.4	Razvoj visokovrijednih biokompozita s ojačalom od celuloznih vlakana iz domaćih izvora	Antoneta Tomljenović	Tehničke znanosti
5.12.1.5	Ekološka problematika u njezi tekstila-analički i etički pristup	Tanja Pušić	Tehničke znanosti
5.12.1.6	Inteligentna i zaštitna odjeća-karakteristike i parametri visokotehnoloških tehnika spajanja njihovih dijelova	Dubravko Rogale	Tehničke znanosti
5.12.1.7	Termofiziološka udobnost obuće i tekstila	Zenun Skenderi	Tehničke znanosti
5.12.1.8	Eko-tekstilije više dodane vrijednosti iz hrvatskih sirovina	Maja Andrassy	Tehničke znanosti
5.12.2.1	Matematičke nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	Prirodne znanosti
5.12.2.2	Inteligentni algoritmi za automatsko uklapanje krojnih slika	Tomislav Rolich	Tehničke znanosti
5.12.2.3	Analiza i definiranje optimalnih parametara relevantnih za ispitivanje karakteristika maskirnih boja i uzoraka u UV-VIS do IR spektralnom području	Martinia Ira Glogar	Tehničke znanosti
5.12.2.4	Istraživanje značenja različitih ponavljajućih likovnih elemenata unutar vlastitih umjetničkih diskursa	Andrea Pavetić	Umjetničko

2014.

Šifra	Tema istraživanja	Voditelj	Područje
TP1.83	Inovativnost u funkciji kvalitete naprednih tekstilnih materijala	Stana Kovačević	Tehničke znanosti
TP1.84	Aditivna tehnologija 3D tiska za potrebe tekstilne i obućarske industrije	Sandra Bischof	Tehničke znanosti
TP1.85	Poboljšanje adhezije između matrice i celuloznih ojačala u biokompozitnim materijalima primjenom hladne plazme	Sanja Ercegović Ražić	Tehničke znanosti
TP1.86	Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava	Sandra Flinčec Grgac	Tehničke znanosti
TP1.87	Odjevni sustavi iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala – učinkovita zaštita u akcidentnim situacijama	Anica Hursa Šajatović	Tehničke znanosti
TP1.88	Kompresijski tekstil	Željko Penava	Tehničke znanosti
TP1.89	Optički i zaštitni potencijal fluorescentnih spojeva u procesima oplemenjivanja i njege pamučnih materijala	Tanja Pušić	Tehničke znanosti
TP1.90	Minijaturizacija tehničkih podsustava inteligentne odjeće	Dubravko Rogale	Tehničke znanosti
TP1.91	Termofiziološka udobnost obuće i tekstila	Zenun Skenderi	Tehničke znanosti
PP1.52	Funkcionalni dizajn i supramolekulska asembliranje metalnih kompleksa s banzazolskim ligandima	Gordana Pavlović	Prirodne znanosti
PP1.53	Matematičke nejednakosti	Josip Pečarić	Prirodne znanosti
UP1.10	Teoretsko i praktično istraživanje interakcije i sinergije u stvaralačkim procesima	Andrea Pavetić	Umjetničko
HP2.15	Vizualno-kulturalni aspekti suvremene mode: dizajn i nove tehnologije	Krešimir Purgar	Humanističke znanosti

2015.

Šifra	Tema istraživanja	Voditelj	Područje
TP012	Inovativna modifikacija kompleksnog sustava Ink Jet tiska na tekstilu	Sandra Bischof	Tehničke znanosti
TP040	Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava	Sandra Flinčec Grgac	Tehničke znanosti
TP049	Zaštitni odjevni sustav iz visokoučinkovitih tekstilnih vlakana	Anica Hursa Šajatović	Tehničke znanosti
TP065	Bočno skupljanje materijala – Poissonov efekt	Stana Kovačević	Tehničke znanosti
TP101	Kompresijski tekstil za medicinske svrhe	Željko Penava	Tehničke znanosti
TP112	Potencijal specijalnih polimera u deterdžentu – inhibiranje prijelaza prljavština na celulozne materijale	Tanja Pušić	Tehničke znanosti
TP118	Novi reagens za određivanje nanočestica srebra na tekstilnim materijalima	Iva Rezić	Tehničke znanosti
TP119	Nadogradnja softvera i kalibracija sustava za određivanje toplinskih svojstava odjeće	Dubravko Rogale	Tehničke znanosti
TP121	3D skeniranje ljudskog tijela i oblikovanja zaštitne odjeće na temelju dinamičke antropometrije	Tomislav Rolich	Tehničke znanosti
TP126	Dizajn funkcionalnih materijala s ciljem povećanja kvalitete života	Ivana Salopek Čubrčić	Tehničke znanosti
TP132	Termofiziološka svojstva tekstila, kože i biorazgradivih polimernih struktura iz nanovlaknatih izrađenih elektroispredanjem	Zenun Skenderi	Tehničke znanosti
TP135	Ciljana modifikacija kompozitnih ojačala primjenom sol gel postupka i netermalne plazme	Maja Somogyi Škoc	Tehničke znanosti
TP149	Istraživanje i primjena kationiziranih celuloznih materijala	Anita Tarbuk	Tehničke znanosti
TP154	Utjecaj tjelesnih proporcija i sustava veličina na oblikovanje odjeće	Darko Ujević	Tehničke znanosti
PP068	Nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	Prirodne znanosti
UP018	Teoretsko i praktično istraživanje pristupa temama autoportreta, portreta, figure i akta u kontekstu suvremene hrvatske likovne umjetnosti	Andrea Pavetić	Umjetničko
HP033	Interdisciplinarni studij mode: umjetnički, medijski i povijesni aspekti	Krešimir Purgar	Humanističke znanosti
DP028	Utjecaj dinamičkih sposobnosti na performanse opskrbnih lanaca i uspješnost poduzeća tekstilne, odjevne i obućarske industrije	Alica Grilec Kaurić	Društvene znanosti

2016.

Šifra	Tema istraživanja	Voditelj	Područje
TP1/16	Novi benzazolski spojevi s metalnim ionima kao potencijalni reagens za određivanje nanočestica srebra na tekstilnim materijalima	Iva Rezić	Tehničke znanosti
TP2/16	Termoizolacijska svojstva višeslojnih elektroispređenih materijala	Budimir Mijović	Tehničke znanosti
TP3/16	Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstava	Sandra Flinčec Grgac	Tehničke znanosti
TP4/16	Sinergijski učinak kationskih i neionskih omekšivača	Tanja Pušić	Tehničke znanosti
TP5/16	Primjena kationiziranih celuloznih materijala	Anita Tarbuk	Tehničke znanosti
TP6/16	Funkcionalizacija i karakterizacija kože/obuće	Sandra Bischof	Tehničke znanosti
TP7/16	Dizajn funkcionalnih materijala optimalnih toplinskih svojstava	Ivana Salopek Čubrić	Tehničke znanosti
TP8/16	Strukturna selekcija tkanina	Stana Kovačević	Tehničke znanosti
TP9/16	Cyber look inteligentne odjeće	Dubravko Rogale	Tehničke znanosti
TP10/16	Zaštitni odjevni sustavi iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala u kontekstu održivog razvoja	Anica Hursa Šajatović	Tehničke znanosti
TP11/16	Istraživanja elastičnih svojstva kompresijskog tekstila	Željko Penava	Tehničke znanosti
TP12/16	Optimiranje svojstava ojačala za kompozitne materijale primjenom sol-gel postupka i plazme	Antoneta Tomljenović	Tehničke znanosti
TP13/16	Virtualno tijelo i odjeća – parametri projektiranja funkcionalnog modela odjavnog predmeta	Slavenka Petrak	Tehničke znanosti
PP1/16	Nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	Prirodoslovno
UP1/16	Teoretsko i praktično istraživanje pristupa temama autoportreta, portreta, figure i akta u kontekstu suvremene hrvatske likovne umjetnosti	Andrea Pavetić	Umjetničko
DP1/16	Utjecaj dinamičkih sposobnosti na performanse opskrbnih lanaca i uspješnost poduzeća tekstilne, odjevne i obućarske industrije	Alica Grilec	Društvene znanosti
Sveučilišni fond	Vizualizacija mode: društvene, humanističke i umjetničke osnove	Krešimir Purgar	Humanističke znanosti

2017.

Šifra	Naziv	Nosilac	Područje
TP1/17	Razvoj naprednih nanobiokompozita ojačanih lignoceluloznim vlaknima	Sandra Bischof	Tehničke znanosti
TP2/17	Istraživanje sustava odjevnih veličina i tipova tijela za mušku, žensku i dječju odjeću	Darko Ujević	Tehničke znanosti
TP3/17	Primjenjivosti matematičkih sustava za objektivno vrednovanje boje pri optimiranju procesnih parametara digitalnog tiska na tekstilnim podlogama	Martinia Ira Glogar	Tehničke znanosti
TP4/17	Ispitivanje otpora prolaza topline i vodene pare zaštitne i inteligentne odjeće	Dubravko Rogale	Tehničke znanosti
TP5/17	Termofiziološka svojstva tekstila, kože i kompozita	Zenun Skenderi	Tehničke znanosti
TP6/17	Utjecaj dinamičke antropometrije na oblikovanje specifičnih odjevnih predmeta	Slavica Bogović	Tehničke znanosti
TP7/17	Projektiranje inovativnih materijala za očuvanje toplinske udobnosti	Ivana Salopek Čubrić	Tehničke znanosti
TP8/17	Funkcionalizacija i karakterizacija tekstilnih materijala za postizanje zaštitnih svojstva	Sandra Flinčec Grgac	Tehničke znanosti
TP9/17	Termoizolacijska svojstva kompozitnog materijala dobiven kombinacijom elektroispredanja iz otopine i taline	Budimir Mijović	Tehničke znanosti
TP10/17	Visokoučinkovita tekstilna vlakna i materijali u zaštitnoj odjeći, obući i opremi	Edita Vujasinović	Tehničke znanosti
TP11/17	Utjecaj metalnih iona na fluorescentne spojeve	Branka Vojnović	Tehničke znanosti
TP12/17	Agrotekstil od prirodnih vlakana	Ivana Schwarz	Tehničke znanosti
TP13/17	Strukturalna selekcija tehničkih tkanina	Stana Kovačević	Tehničke znanosti
TP14/17	Individualizacija odjeće – matematički model za prilagodbu dizajna i konstrukcije kroja	Slavenka Petrak	Tehničke znanosti
TP15/17	Antibakterijska svojstva tekstilnih materijala ekološkim postupcima obrade	Maja Somogyi Škoc	Tehničke znanosti
TP16/17	Ispitivanje mehaničkih svojstava kompresijskog tekstila	Željko Penava	Tehničke znanosti
TP17/17	Inovativnost i kreativnost u obrazovnom procesu tehničkih usmjerenja	Goran Hudec	Tehničke znanosti

PP1/17	Nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	Prirodne znanosti
PP2/17	Sinteza i strukturna analiza benzazolskih liganda i njihovih metalnih kompleksa s potencijalnom bojadisarskom i farmakološkom primjenom	Mario Cetina	Prirodne znanosti
UP1/17	Kostim	Helena Schultheis Edgeler	Umjetničko
IP1/17	Ispitivanje antimikrobnih svojstava smjese nanočestica u prevlakama na celuloznim materijalima i oblogama za kronične rane na koži	Iva Rezić	Interdisciplinarno
IP2/17	Moda kao kreativni dizajn tijela	Žarko Paić	Interdisciplinarno

2018.

Šifra	Naziv	Nosilac	Područje
TP1/18	Termografija u istraživanju parametara udobnosti inovativnih tekstilnih materijala	Ivana Salopek Čubrić	Tehničke znanosti
TP2/18	Komparacija škrobljenja sintetičkim i modificiranim prirodnim škrobovima	Stana Kovačević	Tehničke znanosti
TP3/18	Individualizacija odjeće za različite tipove tijela - funkcionalnost dizajna	Slavenka Petrak	Tehničke znanosti
TP4/18	Utjecaj promjena morfoloških karakteristika na oblikovanje pristale odjeće	Renata Hrženjak	Tehničke znanosti
TP5/18	Pametna i inteligentna odjeća	Snježana Firšt Rogale	Tehničke znanosti
TP6/18	Istraživanje sorpcijskih svojstava funkcionaliziranih tekstilnih materijala	Anita Tarbuk	Tehničke znanosti
TP7/18	Antimikrobna svojstva tekstilnih materijala obrađenih ekološkim postupcima obrade	Sanja Ercegović Ražić	Tehničke znanosti
TP8/18	Utjecaj normizacije i tjelesnih proporcija u procesu izrade modne odjeće	Darko Ujević	Tehničke znanosti
TP9/18	Projektiranje novih tekstilnih struktura agrotekstila	Ivana Schwarz	Tehničke znanosti
TP10/18	Termofiziološka i termoizolacijskih svojstva tekstila, kože i obuće	Dragana Kopitar	Tehničke znanosti
TP11/18	Utjecaj metalnih iona na fluorescentne spojeve u procesu pranja	Tihana Dekanić	Tehničke znanosti
TP12/18	Višeslojni kompozitni materijali izrađeni elektroispredanjem iz otopine i taline	Budimir Mijović	Tehničke znanosti
TP13/18	Visokoučinkoviti tekstilni materijali u zaštitnoj odjeći, obući i opremi	Edita Vujasinović	Tehničke znanosti
TP14/18	Cikličko opterećenje pri kompresiji tekstila	Željko Penava	Tehničke znanosti
TP15/18	Inovativnost i kreativnost u obrazovnom procesu tehničkih usmjerenja	Goran Hudec	Tehničke znanosti
PP1/18	Sinteza i strukturna analiza benzazolskih liganda i njihovih metalnih kompleksa s potencijalnom bojadisarskom i farmakološkom primjenom	Mario Cetina	Prirodne znanosti

PP2/18	Nejednakosti i primjene	Josip Pečarić	Prirodne znanosti
UP1/18	Oblikovanje i kreativni procesi	Helena Schultheiss Edgeler	Umjetničko
IP1/18	Ispitivanje antimikrobnih svojstava smjese nanočestica na polimerima za sportsku biciklističku opremu	Iva Rezić	Interdisciplinarno
IP2/18	Održivi modni dizajn	Nina Katarina Simončić	Interdisciplinarno

Prilog 2. Intelektualni portfolio

HR PATENT			
Godina	Broj patenta	Naziv patenta	Autori
2008.	P20080663A	Modularni mikrovalni uređaj za termičku obradu tekstilnih plošnih proizvoda	Katović, D., Bischof-Vukušić, S.
2009.	P20080068	Uređaj za mjerenje i kontrolu procesnih parametara pogonskih sustava šivaćih strojeva	Rogale, D.
2010.	PK20080118	Univerzalna rebrasta termoizolacijska komora kontinuirano podesive debljine	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.
2010.	PK20070252	Pneumatski uložak za sprečavanje deformacija perive obuće	Nikolić, G., Rogale, D.
2010.	PK20080116	Odjevni predmet s adaptivnim mikroklimatskim stanjima	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z., Bartoš, M.
2010.	PK20070532	Mjerni sustav za mjerenja početnih volumena i automatizirano dugotrajno praćenje promjena volumena mjernih uzoraka	Bogdanović, N., Nikolić, G., Rogale, D., Bartoš, M.
2010.	PK20080011	Uređaj za kontrolirano punjenje, mjerenje i održavanje tlaka zraka u ekspanzirajućim komorama obuće i odjeće	Rogale, D., Dragčević, Z., Nikolić, G., Bartoš, M.
2010.	PK20080068	Uređaj za mjerenja i kontrolu procesnih parametara pogonskih sustava šivaćih strojeva	Rogale, D.
2011.	PK20080210	Formulacija tekućeg deterdženta za strojno pranje kožnih proizvoda	Dragčević, Z., Pušić, T., Soljačić, I.
2011.	PK20090126	Koordinatni multi razvodnik	Nikolić, G., Rogale, D., Gmaz, S.
2011.	PK20100261	Prenosivi antropometar	Ujević, D., Nikolić, G., Rogale, D.
2012.	P20120243 Validacija EU patenta	Upravljiva rebrasta termoizolacijska komora kontinuirano podesive debljine i njezina primjena	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.

2013.	P20130350A	Mjerni sustav za određivanje statičkih i dinamičkih toplinskih svojstava kompozita i odjeće	Rogale, D., Nikolić, G.
2015.	P20150737 A2	Uređaj za postizanje jednoličnog prednaprezanja uzorka i uređaj za mjerenje smičnog naprezanja tekstilnih plošnih proizvoda na dinamometru	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2015.	P20150736 A2	Uređaj za mjerenje sile probijanja tekstilnih plošnih proizvoda različitim oblicima i dimenzijama elemenata za probijanje na dinamometru	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2015.	P20150735 A2	Uređaj za mjerenje otpornosti tehničkih tekstilnih plošnih proizvoda na dvoosna ciklička naprezanja	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2017.	P20171643A1	Višenamjenski diferencijalni konduktometar za tekstilne kompozite i odjeću	Rogale, D., Rogale, K., Firšt Rogale, S., Knezić, Ž., Vujasinović, E., Čubrić, G., Špelić, I.

Međunarodni patentni portfelj

Godina	Broj patenta	Naziv patenta	Autori
2011.	US2011004984	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.
2012.	EP 2254430 B1 WO2009115851	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application <i>Paleta: Danska, Finska, Italija, Nizozemska, Poljska, Slovenija, Švedska, Turska, Francuska, Njemačka, Irska, Švicarska, Velika Britanija, Republika Hrvatska</i>	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.

HR žig

Z20100218	Logotip za vez na odjeći s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima	Vinković, M.
Z201100217	Logotip za projekt "Odjeća s adaptivnim termoizolacijskim svojstvima"	Vinković, M.

Z20130239 Logo brnistra

Sveučilište u
Zagrebu Tekstilno-
tehnološki fakultet

HR dizajn

D20090015-1 Košulja za jedrenje

Vinković, M.

D20090015-2 Tunika za jedrenje

Vinković, M.

D20090015-3 Tunika za jedrenje

Vinković, M.

D20100017-1 Vjetrovka

Vinković, M.

D20100017-2 Vjetrovka

Vinković, M.



Logo brnistra

Prilog 3. Tribine

2014.			
Red. br.	TEMA	DATUM	PREDAVAČ
1.	Što danas znanstvenik treba znati o morfometrijama	31. ožujka 2014.	Prof. dr. sc. Fred L. Bookstein
2.	Geometrijske morfometrije i dizajn osobne zaštitne opreme	21. svibnja 2014.	Prof. dr. Dennis E. Slice
2015.			
1.	Nova razredba tvari i materijala – polimeri i nepolimeri	26. ožujka 2015.	prof. dr. sc. Igor Čatić (Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje)
2.	Likovnost i dizajn u radu s osobama s intelektualnim poteškoćama	23. travnja 2015.	Katica Pogorelec, prof. defektolog, Blanka Stančić Puhak, mag. umj. likovni terapeut i Viktorija Kostelac Brlečić, viši dizajner, radni instruktor (CRZ Orlovac)
3.	Estonski obrazovni sustav i kurikulumi na području odjeće i tekstila E-učenje u TTK, UAS	20. svibnja 2015.	mr. sc. Teele Peets Kristiina Baumeister, Stručnjak za akademske poslove (TTK Sveučilište za primijenjene znanosti, Talin, Estonija)
4.	Prilike za znanstvenike i istraživače u 2015. - financiranje inovativnih projekata s komercijalnim potencijalom: Program provjere inovativnog koncepta – PoC i Program podrške Uredima za transfer tehnologije - UTT Program	9. lipnja 2015.	Mr.sc. Svjetlana Bušić Barbara Kolarić, univ.spec.pol. (HAMAG-BICRO)
5.	Potruga za kontinuiranim rastom tekstila: inovativna raznolikost i organizacijska otpornost	8. srpnja 2015.	Dr. sc. Arun Pal Aneja (Sveučilište East Carolina)
6.	3D printeri i njihova primjena u proizvodnji odjeće	25. rujna 2015.	prof. dr. sc. Darko Gojanović
7.	Pametni tekstilni materijali	11. prosinca 2015.	Izv. prof. dr. sc. Tatjana Rijavec (Sveučilište u Ljubljani, Prirodoslovno-matematički fakultet, Odjel za tekstil)

2016.

1.	Oplemenjivanje tekstila - iskustva jednog inženjera u tekstilnoj industriji	29. veljače 2016.	prof. emeritus dr. sc. Ivo Soljačić (Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet)
2.	Dizajniranje, projektiranje i proizvodnja obuće u modnoj industriji - Proces stvaranja footwear branda	13. svibnja 2016.	Hrvoje Boljar, mag. art. (ROOSVAI d.o.o.)
3.	Mogućnost izgradnje plodne suradnje između TTF i LUT - Fakulteta za tehnologiju materijala i dizajn tekstila	25. svibnja 2016.	prof. dr. sc. Maciej Boguń, prof. dr. sc. Zbigniew Draczyński, (Tehnološko sveučilište u Łódz-u (LUT), Poljska)
4.	Osnove dizajna tkanina i odjeće s traženom termofiziološkom udobnošću	27. rujna. 2016.	prof. dr. sc. Lubos Hes, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Tehničko sveučilište u Liberecu, Češka, Fakultet za tekstil)
5.	Nanonaslojavanje polimera na tkanine s ciljem poboljšanja vatrootpornosti	30. rujna 2016.	prof. Jaime C. Grunlan (Linda & Ralph Schmidt '68 Profesor s Odjela za strojarstvo, materijale, znanost i inž. i kemije Texas A & M Sveučilište, College Station, TX (SAD))

2017.

1.	Mogućnost izgradnje plodne suradnje između TTF i ITECH, na temelju mobilnosti studenata i zaposlenika	17. veljače 2017.	Dr. sc. Nathalie Pinton Christine CORROY (ITECH, Lyon)
2.	Volontiraj i proputuj svijet!	18. svibnja 2017.	Marijana Bokun Ivona Krizmanić (Volonterski Centar Zagreb)
3.	Medicinski tekstil - dobra praksa suradnje između sveučilišta i poduzeća	7. lipnja 2017.	prof. dr. sc. Maciej Bogun, prof. dr. sc. Zbigniew Draczyński (Tehničko sveučilište u Łódz-u (LUT), Poljska)

4.	Platforma Knowledge4Foot - Novi alat e-učenja koji olakšava aktivnu suradnju između obrazovanja, poslovne zajednice i istraživanja	12. srpnja 2017.	Prof. dr. sc. Aura Mihai (Tehničko sveučilište Iasi, Fakultet tekstila, kože i industrijskog menadžmenta, Rumunjska)
5.	Nesavršenosti nekih standardnih gravimetrijskih metoda za ispitivanje propusnosti vodene pare tkanina i načela pretvorbe modela kože putem Ret podataka u gravimetrijske VWP podatke	31. kolovoza 2017.	prof. dr. sc. Lubos Hes, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Tehničko sveučilište u Liberecu, Češka, Fakultet za tekstil)
6.	Hlađenje isparavanjem vlažnih tkanina	9. listopada 2017.	Prof. dr. sc. Uwe Reischl, M.D. (Sveučilište Boise State)
7.	Erasmus & diplomski studij na Diplomski studij inženjerske kemije, Lille, Francuska	22. studeni 2017.	Ms. Zahia Turpin (Diplomski studij inženjerske kemije, Lille, Francuska)
2018.			
1.	Program Mreža studentskih poduzetničkih inkubatora	16. svibnja 2018.	Maja Škoda (Hrvatska agencija za malo gospodarstvo, inovacije i investicije)
2.	WORTH Mogućnosti partnerstva za hrvatske dizajnere	16. svibnja 2018.	Zicri A. Montiel (AITEC Centar za tekstilnu tehnologiju, Španjolska)
3.	Metoda mjerenja otpornosti prolaza vodene pare odabranih tkanina i neke nove metode mjerenja s instrumentom Permetest	29. kolovoza 2018.	prof. dr. sc. Lubos Hes, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Tehničko sveučilište u Liberecu, Češka, Fakultet za tekstil)

Prilog 4. Nacionalni i inozemni partneri

Nacionalni partneri

Sveučilište u Zagrebu

- Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
- Fakultet elektrotehnike i računarstva
- Fakultet strojarstva i brodogradnje
- Farmaceutsko – biokemijski fakultet
- Građevinski fakultet
- Prirodoslovno – matematički fakultet
- Rudarsko geološko naftni fakultet
- Katoličko bogoslovni fakultet
- Šumarski fakultet
- Institut Ruđer Bošković

Sveučilište u Rijeci

- Odjel za biotehnologiju

Sveučilište u Splitu

- Umjetnička akademija

Komore, Udruge, Zavodi, Centri

- Hrvatska gospodarska komora
- Hrvatska udruga poslodavaca
- Hrvatska obrtnička komora
- Hrvatski klasteri konkurentnosti
- Agencija za strukovno obrazovanje odraslih
- Centar za rehabilitaciju Zagreb, podružnica Orlovac i Soboština
- Hrvatski zavod za javno zdravstvo
Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar Zagreb
- Tehnički muzej Nikola Tesla

Inozemni partneri

Univerza v Mariboru, Slovenija

- Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
- Fakulteta za strojništvo

Univerza v Ljubljani, Slovenija

- Naravoslovnotehniška fakulteta

Albert-Ludwigs-University Freiburg, Njemačka

- Institute for Macromolecular Chemistry

- **University of Brunel**, Engleska

- **Texas A&M University**, SAD

Instituti

- STFI, Njemačka
- EMPA, Švicarska
- Hohenstein Institute, Njemačka
- ÖTI, Institute for Ecology, Technology and Innovation, Austrija
- INFMP, Poljska
- GZE, Italija
- Leitatz, Španjolska

Nacionalni partneri

Tvrtke

- Jadran
- Čateks
- Varteks
- VIS
- Tabacco
- Tvornica tekstila Trgovišće
- Galeb
- Ivero
- Lacuna
- Odjeća
- Jacquard
- Mirta Kontrol
- Euroinspekt Eurotextil
- Europa 92
- Clean Express
- Hemco

- Turk
- Labud
- Saponia
- Salesianer Lotos Miettex
- Lemia
- Ecolab
- Bijeli svijet
- Valamar Riviera
- Kroko
- Plava laguna
- Istraturist
- Milenij hoteli
- Plava laguna
- Kaufland
- Praonica Aquamarine
- Di Wagner

Inozemni partneri

Tvrtke

- Cotton Incorporated, SAD
 - Anton Paar GmbH, Austrija
 - Wacker Chemie Hungary Kft, Mađarska
 - Wacker Chemie, Njemačka
 - Procter & Gamble, Engleska
 - Electrolux Italia, Italija
 - Filc d.d., Slovenija
-



TEXTILE SCIENCE RESEARCH CENTRE (TSRC) - 10 YEARS



Content

INTRODUCTION	155
TEXTILE SCIENCE RESEARCH CENTRE (TSRC)	159
TSRC VISION	167
RESEARCH FOCUS	173
RESEARCH AREA	247
INNOVATIONS	257
POPULARIZATION OF SCIENCE	269
Appendixes	283

TSRC – from science and profession to innovations

Textile Science Research Centre (TSRC), founded in 2008, continuously encourages innovative scientific and research work as well as creative artistic work, strategically directs research potentials for the improvement and development of processes or products for the needs of Croatian and European economy and society as a whole. The Faculty of Textile Technology strengthens its cooperation with economic operators, public institutions and European businesses through TSRC's activities. This way, it not only achieves high-quality cooperation in science and research, but recognition on the international market as well.

TSRC has positioned itself as a significant factor in the European research space from the very beginning and has been recognized as a regional centre of excellence, thus enabling initial investments in space, equipment and personnel through the Seventh Framework Programme.

TSRC has again proved its excellence by providing a new influx of finances in 2018 from the European Social Fund (ESC), through the project Modernisation of TSRC Infrastructure (MI-TSRC) KK.01.1.1.02.0024, in order to establish The Advanced Materials and Technologies Laboratory which is essential for further development of materials and technologies, the increase in number of innovations, and the transfer of knowledge into the academic and economic sectors. This will result in increased competitiveness of the companies we cooperate with or will cooperate with in the period to come.

In this Monograph, we have tried to concisely present what has been achieved in the first decade of TSRC's existence, making available all the results of using equipment, our experts' consulting work or project co-operations.

Prof. Tanja Pušić, Ph.D.
Head of TSRC

Prof. Sandra Bischof, Ph.D.
Dean of TTF and Deputy Head
of TSRC

INTRODUCTION

UNIVERSITY OF ZAGREB

The University of Zagreb is the oldest and biggest university in South-Eastern Europe. Ever since its foundation in 1669, the University has been continually growing and developing and now consists of 30 faculties and 3 art academies. With its comprehensive programmes and over 50,000 full-time undergraduate and postgraduate students the University of Zagreb is the strongest teaching institution in Croatia. It offers a wide range of academic degree courses leading to Bachelor's, Master's and Doctoral degrees in the following fields: Arts, Biomedicine, Biotechnology, Engineering, Humanities, Natural and Social Sciences. It is also a strongly research-oriented institution, contributing with over 50 percent to the total research output of the country.

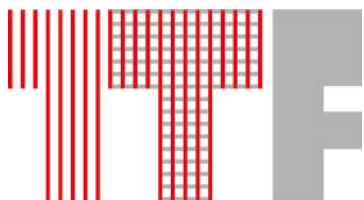
The University of Zagreb has a goal of developing as a university with a clear research profile, whose excellence in research is internationally recognized. Teaching based on research will serve to educate future protagonists of progress in science and the arts, as well as future protagonists of overall societal development. Through the creation of new ideas and technological solutions, critical thinking and creativity, the University represent one of the engines of the economy and sustainable development. The University will continue to stimulate creativity, innovation and critical thinking, so as to create new knowledge as the mainstay of societal growth and development. Raising awareness about the value and protection of intellectual property as well as the mechanisms of management and transfer of intellectual property will facilitate a more successful cooperation between the University and the business sector. Today, research creates direct and immediate benefits for the society. It is becoming clear that only the economies based on research, innovation and new knowledge can expect future progress. .



Sveučilište u Zagrebu: logo i zgrada Rektorata



FACULTY OF TEXTILE TECHNOLOGY



Faculty of Textile Technology: logo and premises at the location Prilaz baruna Filipovića 28a

Faculty of Textile Technology (Faculty), University of Zagreb, is the only scientific and research institution in Croatia in the field of textile technology with a tradition of over 55 years, during which numerous research and technology projects were realized resulting in a large number of innovations. Researchers are involved in the European Research Area (ERA) and follow the activities of the European Technology Platform (ETP) for the Future of Textiles and Clothing (FTC), as well as the Lead Market Initiative (LMI). FTT has been actively involved in the European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothing since 2007 and follows the activities and initiatives in the fields of textile, clothing, leather, and footwear. ETP brings together 150,000 businesses (EURATEX members) and several thousand EU researchers (Association of Universities for Textiles, AUTEX, and European Network of Textile Research Organizations, TEXTRANET), with a common goal of research and innovation, and their implementation in economy. In the last 5 years alone, Faculty of Textile Technology held 13 national scientific projects financed by the Ministry of Science and Education, 3 FP7 projects, 1 University Development Fund project, 1 IPA project, 3 EUREKA projects, 3 COST Actions, 4 LLP projects, 7 Croatian Science Foundation projects, 2 projects in the field of innovation and new technologies development (TEST programme), 1 PoC project, and 5 projects co-financed by the European Social Fund.

The Faculty operates at three locations: the main building at 28a Prilaz baruna Filipovića, Textile Science Research Centre (TSRC) at 16/9 Savska cesta, and the Study Unit in Varaždin at Hallerova aleja 6. Currently, there are 140 employees at the Faculty, out of which 55 with scientific and teaching positions and 11 with teaching positions.

TSRC



TEXTILE SCIENCE RESEARCH CENTRE (TSRC)

The TSRC was founded in 2008 as a part of the FP7-REGPOT-2008-1: Unlocking the Croatian Textile Research Potential (T-Pot) project financed by the European Commission, the aim of which was to increase the scientific and research capacities in the field of textile technology. Establishment of TSRC was only one of the activities in this project.

Prof. Drago Katović was elected as the first TSRC head for the period from 2008 to 2012 (2 terms), while vice-head was Prof. Tanja Pušić. For the following two terms (2012 - 2018), Prof. Tanja Pušić filled the post of the head, with Prof. Sandra Bischof as the vice-head for the period. The main purpose of the TSRC is to foster, coordinate and continually develop scientific and artistic research at the Faculty and its networking with other international and domestic research institutions and the business sector. The TSRC's activities include:

- Promoting excellence in scientific and artistic research, and fostering research in accordance with the Faculties strategic topics;
- Improving existing co-operations and connecting with other related institutions both home and abroad;
- Creating scientific and expert reports, studies, and surveys;
- Providing consultancy work;
- Promoting innovations;
- Conducting activities to popularize science;
- Developing research infrastructure according to international standards;
- Encouraging young researchers to become involved in the TSRC's activities;
- Conducting other work in accordance with the law

and the Statutes of the University of Zagreb and the Faculty.

The Head of the TSRC coordinates its activities and is assisted by the Deputy Head and the Council of the TSRC. Researchers, associates, and students are involved in its work as well by conducting their scientific and artistic research in the fields covered by the TSRC's activities.

In addition to the previously mentioned tasks and aims, the TSRC encourages involving students and young researchers in scientific and artistic work. This is fully in accordance with the Bologna process, University of Zagreb Research Strategy, the Faculty Research Strategy 2014-2020, and other European, Croatian, and University documents.

In order to foster research work, primarily by young researchers, the Faculty invites proposals for the Award for the most successful scientific or artistic research work in the field of textiles by a Young Researcher Contest since 2011. There are two categories: one for students and the other for scientists and artists under 35 years of age. The topic of the first Competition was the field of protective materials, including their design, production, treatment, and maintenance. Two categories of awards were offered. 14 young researchers with their mentors submitted papers within deadline. For this reason, it was decided to prepare a monograph "Young scientists in the protective textiles research" to present all the submitted papers.

The award ceremony for the most successful scientific or artistic research work of young Scientists in the field



S. Bischof and Vice-Rector M. Kovačević – the author of the first chapter entitled: The Present and the Future of Research at the University of Zagreb



S. Bischof and student Jelena Hačko – one of the student laureates

of protective textiles and the promotion of the book was held on July 18, 2011, at the premises of the Rectorate of the University of Zagreb.

The award for the best research paper in the Young Researcher category went to Sandra Flinčec Grgac, and the award in the Student category went to Jelena Hačko and Slavica Andrić.

The recipients of the TSRC Award, the titles of research papers, categories, mentors, and the years in which they received the award are presented in the following table.

Recipients	Title of the paper	Category	Mentor	Year
Sandra Flinčec Grgac	Application of zeolite FAU for flame retardant finishing of cellulose	Young researcher	Katović D., Katović A.	2011
Jelena Hačko, Slavica Andrić	Application of argon plasma to improve the fixing	Student	Ercegović S.	2011
Jacqueline Domjanić	The principal components of adult female insole shape align closely with two of its classic indicators	Young researcher	Bookstein F.L.	2014
Zorana Kovačević	Flame retardant textile reinforced nanobiocomposites	Young researcher	Bischof S., Vujasinović E.	2016
Dora Štefanec, Ivana Iličić, Valerija Ljubić	Decorative fabrics – synergy of creativity, nature and technology	Student	Sutlović A., Kovač Dugandžić K.	2016
Rajna Malinar	Textile particle generation – test method for nonwovens modified for use on woven materials	Young researcher	Flinčec Grgac S.	2018
Damir Begović	Traditional Slavonian Techniques of Gold Embroidery and Glass Slides in Contemporary Fashion Design	Student	Končić J.	2018

One of the TSRC's activities is the procurement of equipment funded by producing scientific studies, reports, and testing. The first equipment was acquired through the T-Pot FP7 project and consisted of two sets of instruments:

- Scanning Electron Microscope (SEM) and EDS detector
- Instruments for testing of thermal properties: Thermo gravimetric analyser (TGA) and Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR) with the TG/IR interface for the analysis of gasses and Differential Scanning Calorimeter (DSC).



MIRA FE-SEM (Field Emission Scanning Electron Microscope) with EDX analysis (Energy Dispersive X-Ray), Tescan



TGA, Pyris 1, The Perkin Elmer



DSC 8000, The Perkin Elmer

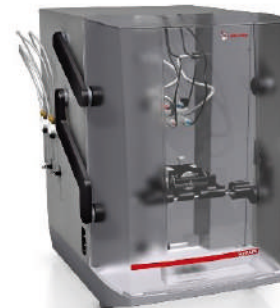


Spectrum 100 FT-IR, The Perkin Elmer

Equipment acquired with the TSRC's own funds are:



Micro Combustion Calorimeter (MCC), Govmark



Electrokinetic analyser (SURPaSS), Anton Paar GmbH

The cooperation between scientific community and the economy leads to new solutions and products which foster economic growth and creation of new high-quality jobs, thus increasing the competitiveness of the national economy and the quality of life.

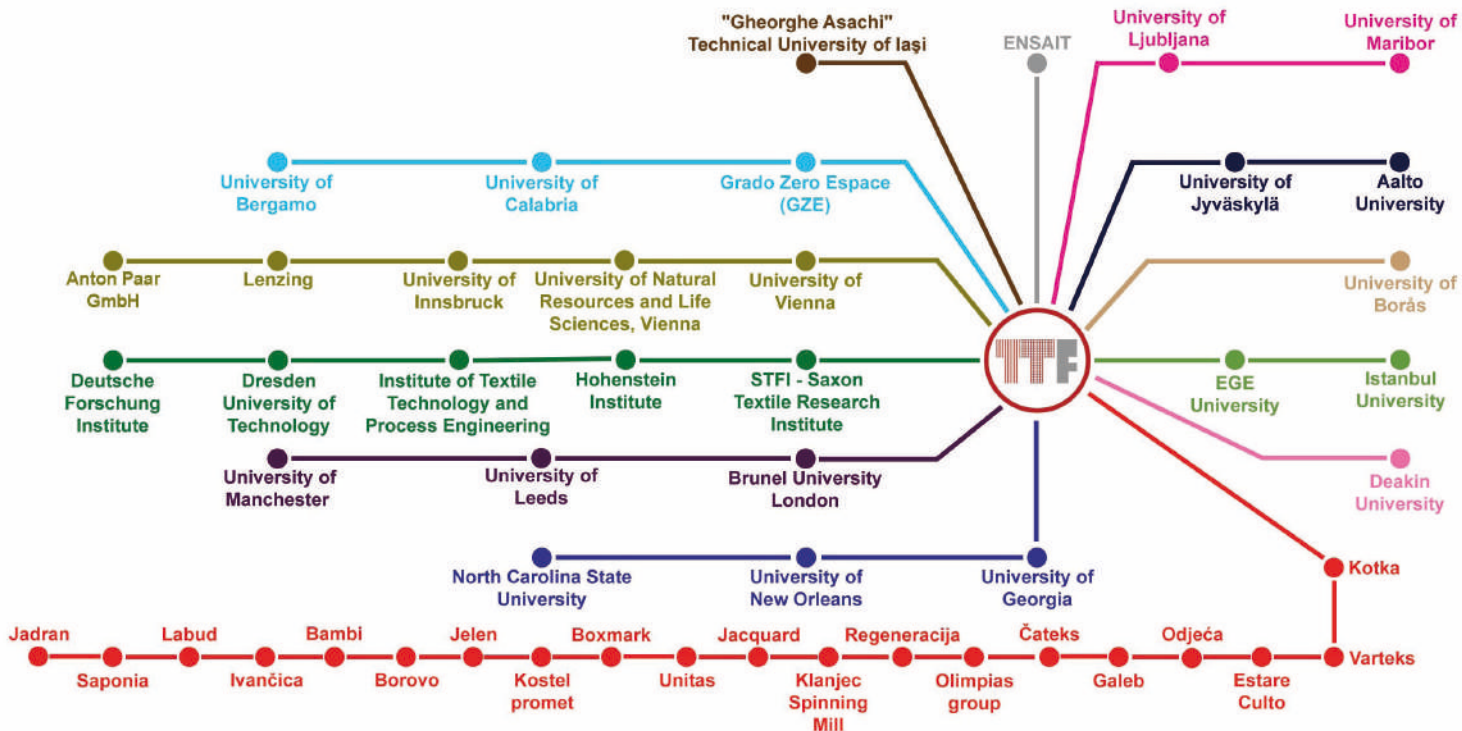
The TSRC promotes the cooperation with national clusters, which include a great number of Croatian companies, directly improving cross-sectorial cooperation. The number of sectors which use textile or leather products or raw materials is very high. At present, the

TSRC enables the Faculty's cooperation with the automobile, defence, wood, and creative industry clusters.

The TSRC has realised numerous forms of cooperation with the academic community and the economic sector, thus accomplishing the aims of improving existing cooperation, connecting with other similar institutions at home and abroad, creating scientific research reports, studies, and surveys, and providing consultancy work. The list of national and international institutions is presented in Appendix 4.



Prikaz suradnje s Hrvatskim klasterima konkurentnosti (Agencija za investicije i konkurentnost – AIK)



- | | | | | |
|------------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| ● Industry | ● Germany | ● Romania | ● Finland | ● Australia |
| ● USA | ● Austria | ● France | ● Sweden | |
| ● United Kingdom | ● Italy | ● Slovenia | ● Turkey | |

Cooperation of TSRC with the academic and economic sectors (Croatian SMEs)

The TSRC webpage is at the following address:

<http://www.ts-rc.eu/>

THE TSRC VISION

The TSRC VISION

Innovative textile materials, creativity and advanced technologies for sustainable development and competitiveness



Textile Science Research Centre Infrastructure Modernization – MI-TSRC

Further development of the TSRC is to be realised by the Modernisation of the TSRC Infrastructure (MI-TSRC) KK.01.1.1.01.0024, a project financed by the European Social Fund (ESF). Within the project, a laboratory with up-to-date research equipment will be set up in order to build capacities for advanced materials and technologies research in accordance with S3 Smart Specialization Strategy priorities. In addition, innovations will be created in the laboratory to be applied in the business sector, especially the textile and leather sector (T/L), as well as in the automobile, defence and woodworking sectors, creative and cultural industries. The building which is currently housing the existing equipment does not meet the requirements for sophisticated equipment. Organizational structure is adapted to the existing equipment and building conditions and cannot be changed without substantial investment. The T/L sector is not among the five fast-growing sectors according to the 2014-2020 Industrial Strategy. However, due to tradition, it has been identified as one of the more significant sectors for the development of the Croatian economy. This is supported by the results of the sectors' potentials analysis, conducted within the Smart Specialization Strategy, showing that the T/L is a strong horizontal sector with a significant possibility to contribute to the development of almost all other sectors.

Since the FTT is the only institution of higher education in Croatia in the field of textile technology and its development is a precondition for the development of the T/L sector, the main factor for development is the creation of preconditions for cutting edge research which will be improved by the MI-TSRC project. As a result,

the research work will be internationally recognized, knowledge and innovations will be transferred into the T/L sector, as well as others, which will contribute to the cross-sectorial cooperation, interdisciplinarity of innovations, and finally, economic growth.

The first group of activities comprises building renovation and adaptation, and the second group comprises furnishing the adapted premises and training of personnel in the use of 14 new devices, which will result in 14 researchers receiving certificates of competency. Independent of the implementation of these activities, organizational reform will begin in two phases. The Laboratory for Advanced Materials and Technologies will be established in the first phase as well as the Training plan for Researchers. In the second phase, after equipping the premises, training of researches will begin to conduct cutting-edge research. New methods will be developed and validated and Quality Manual for the newly established laboratory will be written. During the implementation of the project, 10% more research will be conducted to meet the needs of the business sector as opposed to the situation on the project application day.

Project implementation will result in researchers acquiring research equipment and training on the use of the equipment to develop new methods which can meet the challenges of the market. Small and medium businesses will be able to sign a cooperation agreement with the Faculty because it will have necessary professional and infrastructural capacities to meet market demands. The project's end-users will be the academic community and the business sector.

Equipment	Description of equipment
Wet cleaning device	The operating of this device corresponds to the features of KET technology (low bath ratio and low temperature). The device is essential for testing the durability of the advanced materials in modern conditions of maintenance and durability estimation, as one of the elements of the product Lifecycle Analysis (LCA study).
Energy dispersive EDS-SDD detector - additional detector for upgrading of existing capital equipment - FE SEM	AZtecEnergy is advanced package for automatic energy dispersive spectrometry (EDS) with the size of the sensor 50 mm ² , 127 eV resolution that covers all of the elements Be to Pu. It enables faster and more accurate collection of results with higher resolution because it enables EDS analysis at nano-level.
STEM detector - upgrading the existing FE SEM	The STEM detector enables the acquisition of a TEM image using a SEM microscope. With this detector, the functionality of the SEM microscope is greatly expanded due to the additional possibilities of materials investigation for which there is insufficient Scanning electron microscopy. The existing SEM microscope has a factory-fitted generator, acquisition module, and software for accepting a new STEM detector that will allow for additional specialization in the field of transmission spectroscopy.
UV-VIS spectrophotometer	The UV-VIS spectrophotometer is an instrument whose performance is tailored to measure absorption and transmissions in the solution and flat formations due to the two measuring heads module. It allows characterization of UV protective properties of materials in UV-A, UV-B and UV-C areas.
Remission spectrophotometer	The device can measure remission, absorption, and surface area transmissions. It is equipped with two software, one allowing for the evaluation of whiteness and colour based on the measured spectral characteristics, and the other provides for recipe. The range of measurements is in the range of wavelengths from 360 to 700 nm.
Limited Oxygen Index Measuring Device - LOI	The device is necessary for quantitative determination of the Limiting Oxygen Index (LOI). This parameter is crucial for the development of advanced non-aggressive protective materials with application in the textile / leather sector, furniture and insulating technical materials intended for the automotive and construction industries.
Horizontal Chamber for Flammability Testing	A standard method for testing fuel integrity of the material is necessary for the development of value-added products. It is intended for testing textile samples for the needs of automotive industry or interior textiles, e.g. floor coverings, wallpaper, decorative materials etc.

Viscothermostat	The device is designed to ensure optimum conditions when measuring the viscosity of polymer solution. Based on the measured viscosity, the average degree of polymerization (DP) is calculated, wherein the application primarily relates to the determination of DP cellulose. These tests are necessary for the characterization of cellulose materials before and after their modification.
X-ray generator GemX-160 GTC	This device is part of a portable RTG device and is a portable X-ray generator for a digital NTD application.
De-ReO X-ray detection device	The specified device (X-ray detector) is intended for RTG analysis (identification, quantification and morphometric characterization) of different materials, and detection of possible damage / manufacturing irregularities of composite materials (fibre-reinforced composites).
Device for artificial aging of materials	This device allows monitoring the influence of external weather on material properties, simulating artificial ageing. This segment of testing is essential for monitoring usability properties, with the aim of characterizing the life cycle of newly developed materials.
Electrical resistance tester for footwear	The device is intended for testing electrical resistance in protective and other footwear for the purpose of determining electrical properties, i.e. determining whether it is conductive or antistatic. The device consists of a test instrument for measuring the electrical resistance also including a device for measuring resistance of conductive varnish.
Device for testing the abrasion resistance of soles	The device is essential for testing abrasion resistance, which is one of the most important properties for anticipating behaviour under the conditions of application.
Device for textile comfort and hand evaluation	The device is intended for the objective (quantitative) characterization of various types of textiles through simultaneous measurement (18 quality characteristics) of all relevant mechanical and surface properties of textiles/skin (thickness, compression, bending/rigidity, roughness/smoothness, friction and heat). These objective measurements are valuable tools for research and development of new and/or modified materials and products.

RESEARCH FOCUS

In accordance with research excellence and long-standing experience, the Faculty's experts are involved in the work of ETP and the creation of Research Strategy 2020 which identifies the topics for future research oriented towards increasing excellence through the knowledge triangle (science-innovation-education), and increasing competitiveness of the Croatian economy. The Faculty has identified the following topics of strategic importance in the Research Strategy 2014-2020:

Topic 1: Sustainable textile raw materials

Topic 2: Advanced, sustainable and energy-efficient technologies

Topic 3: Advanced textile materials

Topic 4: Innovative textile solutions

Topic 5: The development of measurement systems and applicable methodologies

Topic 6: Creativity in Technology

Topic 7: Excellence in Science

Topic 8: Industrial Leadership

Topic 9: Social Challenges



TOPIC 1:
SUSTAINABLE TEXTILE
RAW MATERIALS

Bionanocomposites reinforced with domestic bast fibres

Contact: prof. Sandra Bischof, PhD
sandra.bischof@ttf.hr

Collaborators:

Zorana Kovačević, BSc

Prof. Edita Vujašinić, PhD

Prof. Mizi Fan, PhD

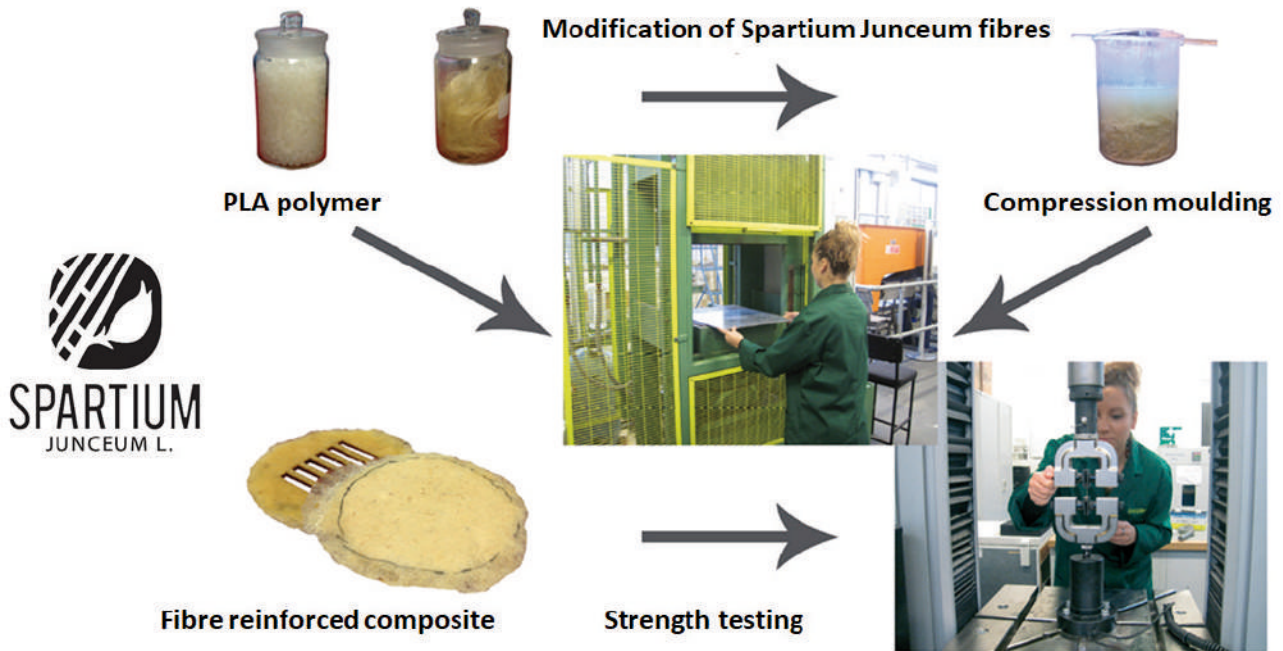
In the course of recent years, there has been an ever-increasing use of sustainable and biodegradable materials as a response to the worldwide expansion of plastics production that reached 335 million tonnes in 2016. For this reason, TTF is conducting a research in the direction of the biodegradable biocomposite material development. These materials are made of a biodegradable polymeric matrix - polylactic acid and natural bast fibres, while *Spartium junceum* L. is primarily used as the reinforcement. *Spartium* is an indigenous plant of the Mediterranean part of Europe and it is widespread in the southern regions of Croatia, Istria and Lika as well.

The production of fibres requires a large consumption of water and/or energy and is one of the most environmentally unfriendly processes in textile production. Biological maceration of the stem that has so far been most commonly applied includes retting of the stem in the aqueous medium for up to 60 days, while establishing a maceration method using microwaves, the time has considerably been decreased to only ten minutes. Microwave processing in the industry has proved to be a fast and efficient technique which, due to simultaneous microwave energy penetration across the entire volume of the materials, uniform heating and reducing heat transfer problems, is now applied for finishing and thermal processing of textile materials.

Our previous research has shown that *Spartium*, by its properties and the possibilities of utilizing the whole plant, is an extremely valuable raw material. So far it has been applied for the manufacture of textile products, while the latest market demands direct us to the field of composite materials.

Biocomposites belong to an interdisciplinary area and the greatest interest in their application comes from automotive and construction industries, which confirms the trend of biodegradable material application. Since Europe is one of the leading regions in automotive production, in 2000 the EU has published Directive 2000/53 / EC establishing measures to prevent and limit waste from waste vehicles and their components and to ensure that at least 95% of the weight per vehicle should be re-used and / or recycled.

In order to make biocomposite materials more attractive to automotive producers, it is not only necessary to meet existing quality requirements but also provide its additional multifunctionality, e.g. by increasing its fire resistance. With the aim of slowing down the final product combustibility, the fibres are pretreated and modified with environmentally and economically favourable nanoparticles. Chosen nanoclay (montmorillonite - MMT) particles are characterized by their large specific surface, possibility of strong binding of the agents, thereby improving the adhesion between the fibres and the polymers, which will result in a more efficient product ultimately. Testing on the TGA-FTIR device proves that this functionalization does not result in yielding harmful and toxic by-products during the combustion of innovative bionanocomposites.



SEM micrograph of montmorillonite nanoclay (MMT)

Natural dyes - a wealth of heritage for a sustainable future

Contact:

Assoc. prof. dr. sc. Ana Sutlović, PhD,
ana.sutlovic@ttf.hr

Prirodna bojila su bojila i pigmenti dobiveni iz životinjskog, biljnog ili mineralnog izvora uz minimalno tretiranje kemikalijama. Ova definicija potvrđuje vrijednost primjene prirodnih bojila u području očuvanja baštine, humano-ekološkog i turističko-ekonomskog značaja, pozitivnog učinka na zdravlje i dr. Primjena prirodnih bojila za bojadisanje tekstila bila je temelj do 1856. godine kada engleski kemičar W. H. Perkin, tragajući za lijekom

protiv malarije, slučajno otkriva te patentira prvo sintetsko bojilo - muvein. Na području Hrvatske su do početka 20. stoljeća anilinska bojila u potpunosti zamijenila prirodna bojila što je značilo i promjenu kolorita nošnji, etnolozi i drugi autoriteti su često dizali glas protiv kvarenja tradicionalnog obrasca odijevanja, okomljujući se na „šareni neukus drečavih industrijskih boja“.

Scientific research work in the field of analysis and optimization of the application of natural dyes at the Faculty of Textile Technology is organised in accordance with the guidelines of scientific research in the field of natural dyeing at the global level. Optimized processes of dyeing textile materials of different raw material composition, with an emphasis on the natural pigment reactivity to mordants under different pH conditions. The new HPLC method has been developed to test flavonoids in aqueous extracts. The research has resulted in a doctoral thesis, numerous diploma works, works awarded by Rector's Award, the development of new courses in this area etc.

The latest scientific challenges in this field are related to the textile printing sector and the application of modern methods in the field of textile pretreatment. The optimization of the fixing process has been carried out, and the pretreatment of the textile material by plasma, cotton cationization, alkaline hydrolysis of PES fibres, all seek to increase dye exhaustion and obtain high quality materials with good colour fastness, which provides increased UV protection. Using natural dyes of plant origin, a palette of harmonious tones of yellow to orange-brown to green-brown was obtained. However, from a historical point of view, the purpose of extending the palette of hues was to carry out a research on the application of natural dyes of animal origin. The results of technological research were a prerequisite for connecting this interesting area with design projects and successful realization of a complete product of desired functional, aesthetic and ecological properties.

This research resulted in the cooperation in the fields of archaeology, ethnology, textile restoration, applied art and so on, which certainly reveals the interdisciplinary nature of this area. The beauty of working with natural dyes and the quality of textile materials dyed in this way try to reach out to the general public through scientific-popular lectures and workshops in a cooperation with museums.



Research area in the application of natural dyes

Domestic wool - the strategic textile raw material of Croatia

Contact: Prof. Edita Vujasinović, PhD, edita.vujasinovic@ttf.hr

Collaborators:

Marijana Pavunc Samaržija, mag.ing.techn.text.

Tanja Vukelić, mag.ing.techn.text.

Agata Vinčić, BSc

Prof. emeritus Zvonko Dragčević

Wool is one of the oldest known fibres, the fibre that has survived the test of time due to its unique, natural properties. The basic characteristics of wool, exhibited and exploited since the Stone age, make it also unique textile fibres in the 21st century because: woollen clothes are healthy, comfortable for summer and winter wear, wool is water-repellent, flameproof, elastic, anti-static, soundproof and thermal insulator, etc. It is therefore correct to ask why domestic wool, although the only available, and therefore the strategic textile raw material in the Republic of Croatia, is treated as a waste and unwanted by-product of sheep breeding.

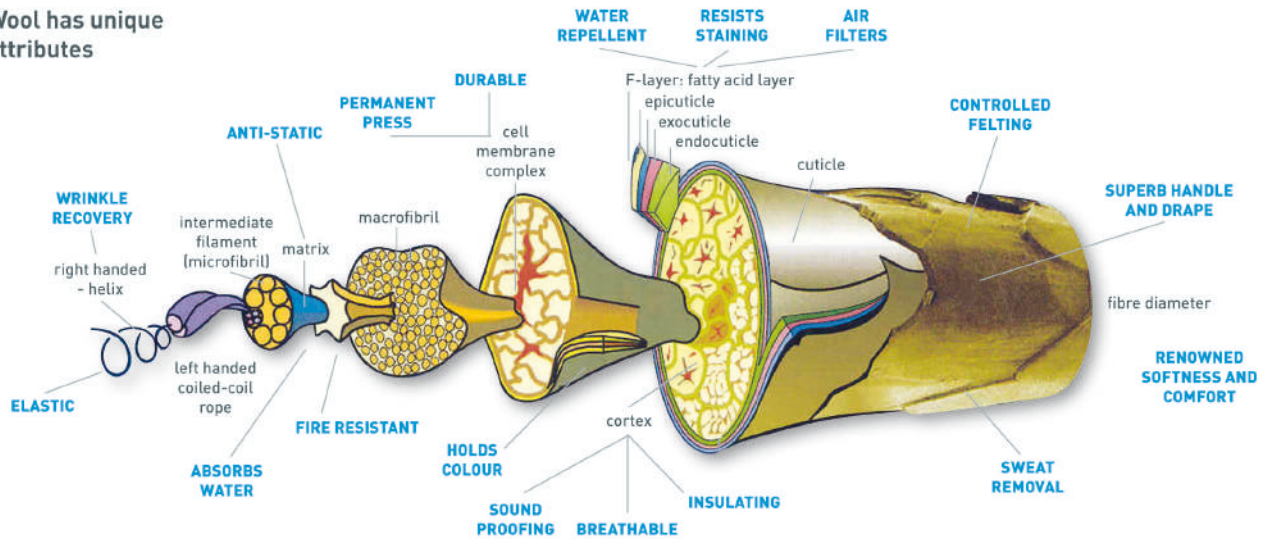
According to the data of the Croatian Bureau of Statistics in 2016, 619 000 sheep producing 1070 t of raw wool were recorded. Due to wool unevenness, large number of sheep breeds, improper clip preparation and unorganized collection, repurchase and scouring, domestic wool is not used as an input raw material in Croatian industry. Most often, not considering the limited reception capacity of the environment, domestic wool is irresponsibly disposed of on wild landfills. Such multi- year practice lead to the generation of large quantities of domestic wool that start to be an ecological problem instead of being useful raw materials, primarily due to possible negative environmental impacts (water, sea, air and soil), human health and other living spheres.

Since the concept of sustainable development is today a cornerstone of most developed societies, whose foundations are embedded in the most important legal acts of individual states, as is the case with the Constitution of the Republic of Croatia: cit. "Preservation of nature and human environment ... the highest values of the constitutional order of the Republic of Croatia" (Art. 3), it is necessary to introduce the concept of sustainable development and smart management of domestic wool as a valuable textile raw material in Croatia.

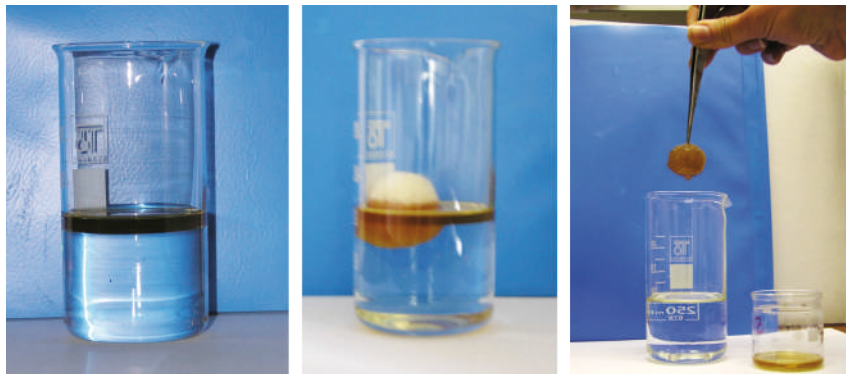
With this aim and having in mind that wool is currently the only, and therefore strategically important, textile raw material in the Republic of Croatia. A group of scientists from the Faculty has been working for some time to realize the idea "Domestic wool - a useful raw material instead of waste."

The existing research of domestic wool from different localities has shown that Croatian wool is within the specified values for New Zealand wool, and can therefore be successfully replaced in one of our industries (for making carpets, mats and coarse-type fabrics like tweed). Domestic wool can also be used to produce high-added value textiles (i.e. mattresses, filters, felt, paddings or oil absorbers). In addition, some domestic wool might be used in homemade craft to make original Croatian souvenirs, which would be significant for the revival of particular, especially rural, parts of Croatia.

Wool has unique attributes



Unique attributes of wool fibre



Domestic wool - an effective absorbent of oil and/or petroleum from the surface of aquatic ecosystems



TOPIC 2:
ADVANCED,
SUSTAINABLE AND
ENERGY-EFFICIENT
TECHNOLOGIES

Fascinating functional finishing

Contact: Prof. Sandra Bischof, PhD, sbischof@ttf.hr

Collaborators:

Prof. Tanja Pušić, PhD

Zorana Kovačević, BSc

Iva Matijević, mag.ing.techn.text.

Eva Magovac, BSc

Functional finishing or functionalization of textiles improves material initial characteristics or gives completely new and sometimes quite fascinating characteristics. The most often applied functionalisations are: antimicrobial, water and oil-resistant, flame retardant and UV protection. Wellness finishing gains its popularity day by day, since health care and psychophysical balance starts to gain ultimate importance.

Antimicrobial functionalization improves hygienic characteristics of material or enhances possible negative influence of the environment, including microorganisms (bacteria, yeast and algae). Our previous research included the development of

environmentally friendly treatments using citric acid and microwave treatment as the most efficient treatment, involving 60% energy savings. Part of our research was conducted in the collaboration with Swiss research centre EMPA. Antimicrobial Silver nanoparticles were dispersed on PLA textile surface using plasma - one of the environmentally friendly treatments. Since antimicrobial testing requires work under strict conditions of microbiology, lab collaboration with School of Medicine was established. Except for microbiological testing, dermatologic testing was required as well - with the aim to test potentially negative influence of functional finish on textile substrate which was quite often in direct contact with the skin. Up to now, investigation was conducted on textiles treated with different antibacterial agents, as well as with multifunctional agents providing additional, e.g. flame retardant properties.

Next fascinating treatment is microencapsulation – offering hosting mechanism where active ingredients (e.g. cosmetics or volatile oils) are trapped within the capsule wall and later on slowly released due to the mechanical or thermal treatments. The result of such a treatment is controlled release of active substances (fragrance or medical substances). Still unsolved issue and greatest challenge is how to control the release and measure its intensity, in particular during wear or laundry.

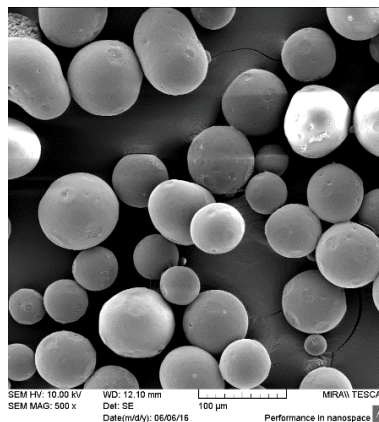


Plasma treatment of textiles with hydrophobic and antimicrobial properties

Equally fascinating is the effectiveness of Layer-by-layer functionalization. LBL deposition is one of the innovative textile finishing processes intended to manufacture products of high-protective properties e.g. decorative textiles, textile wallpapers, which must meet strict standards of flame retardancy and will not be subjected to intensive wash

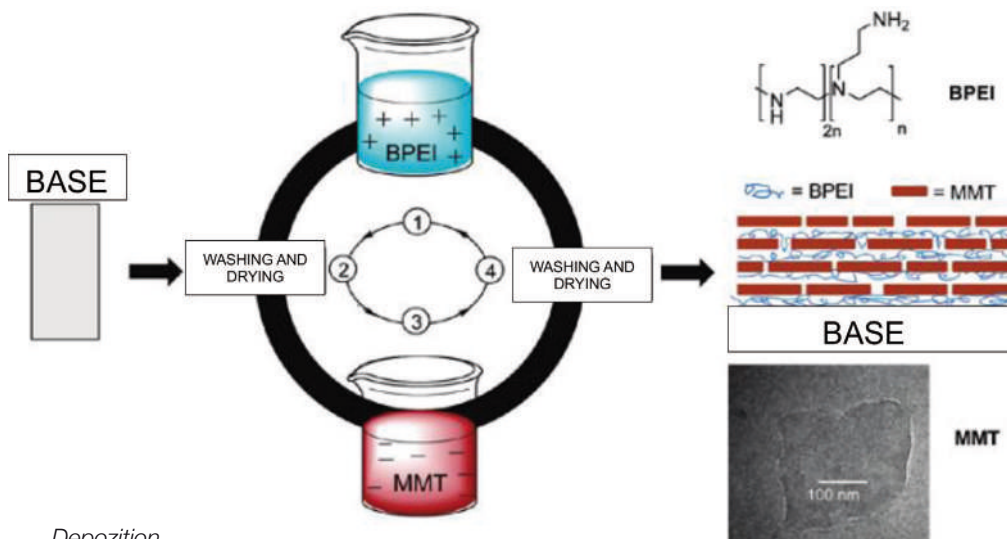
Cotton material is functionalised with environmentally friendly agents from sustainable plant and mineral sources. These agents are easily available and affordable and therefore have huge potential for industrial purposes. The significance of this research is the detailed characterization of flame retardant mechanism of LbL deposited cotton fabric, which will clarify the effectiveness of this method. The research is conducted in the collaboration with Laboratory for Polymer Nanocomposites, Texas A&M University (TAMU).

High performance finishing methods presented have restored the reputation to functionalization, which was quite unpopular for the long period due to the usage



Synthesized microcapsules with vitamin E for wellness effect of textiles - cosmetotextiles

of high quantities of harsh chemicals. These methods have showed that even with the reduction of the quantity of agents used or when using eco-friendly and energy favourable deposition methods – the strict legislative (e.g. REACH) demands can be fulfilled while obtaining fascinating effects.



Deposition

Low-temperature plasma – advanced technology for the modification of textile material properties

Contact: Assoc. prof. Sanja Ercegović Ražić, PhD
sanja.ercegovic@ttf.hr

Collaborators:

Jelena Peran, mag.ing.techn.text.

Tea Kaurin, mag.ing.techn.text.

Investigations concerning the application of nonthermal plasma are in the top focus in the development of environmental processes of pretreatment and finishing of textile materials with the aim of to obtaining a product with necessary functional properties. Recent interest of researchers has been focused on the processes of using plasma as a medium for the direct deposition of particles (as gas or liquid), process of polymerization and creating centres for grafting modifiers onto textile surface. The topic discussed here is targeting different

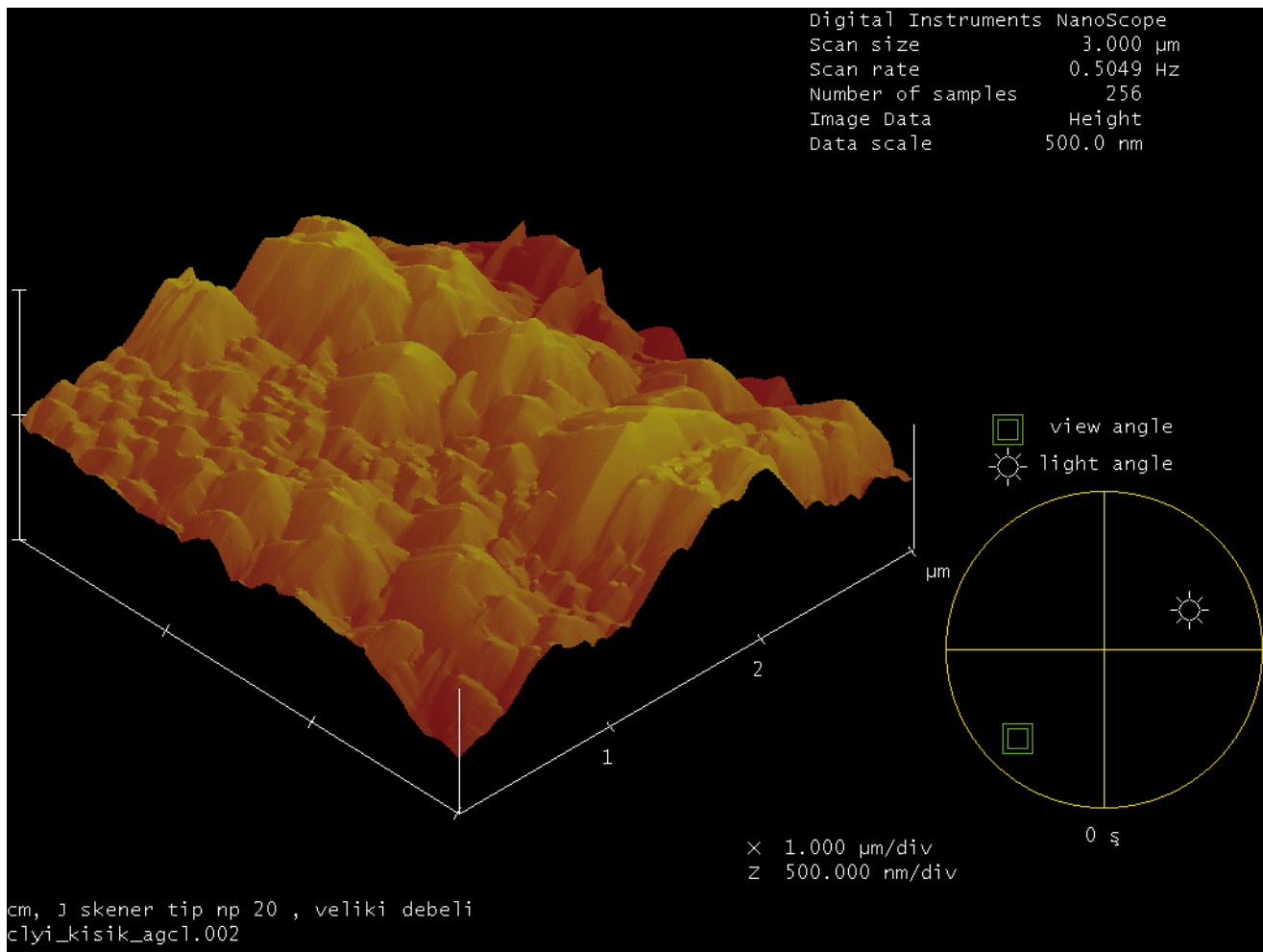
properties (hydrophilic/hydrophobic, antimicrobial) of textile materials treated with plasma, resulting from various physical - chemical processes that occur in the interaction of plasma and textile surface.

Laboratory for plasma treatment, established at the Faculty, is equipped with low-pressure plasma system type NANO LF-40 kHz (Diener). The investigations of cold plasma application in the field of textile technology were conducted here for the first time in Croatia. Plasma system was applied for surface treatments of cellulose materials, and the deposition processes of metal compounds (silver and cooper) in order to achieve antibacterial effects.

Within the framework of scientific investigations for the last 10 years 4 scientific projects and 5 research supports were realised, and very successful scientific and professional collaborations with domestic and international institutions were established. The most important were the cooperations with The Institute of Physics Zagreb, The Institute Ruđer Bošković, The University of Ljubljana Faculty of Natural and Technical Science, The Faculty of Pharmaceutics and Biochemistry of the University of Zagreb, Technological Centre Leitatz, Terrassa (Spain) and The Department of Public Health dr. Andrija Štampar Zagreb.

The results obtained were presented and published in about 30 scientific and professional papers in international and domestic journals and presented at international and domestic scientific conferences (<http://bib.irb.hr/lista-radova?autor=275033>).

Current research is focused on plasma application on different textile substrates and leather, with the aim to improve dyeing process using natural dyes, durability and colour yield of printing paste, adhesion, improvement of antimicrobial properties, all this with the purpose of the possibility of implementing low-temperature plasma technology in textile and related industries.



Three-dimensional view of lyocell fibre topography after treatments with plasma and silver chloride, using AFM microscopy (Institute Ruđer Bosković)

Textiles in transport industry-advanced composites

Contact: Prof. emerita Ana Marija Grancarić
amgranca@ttf.hr

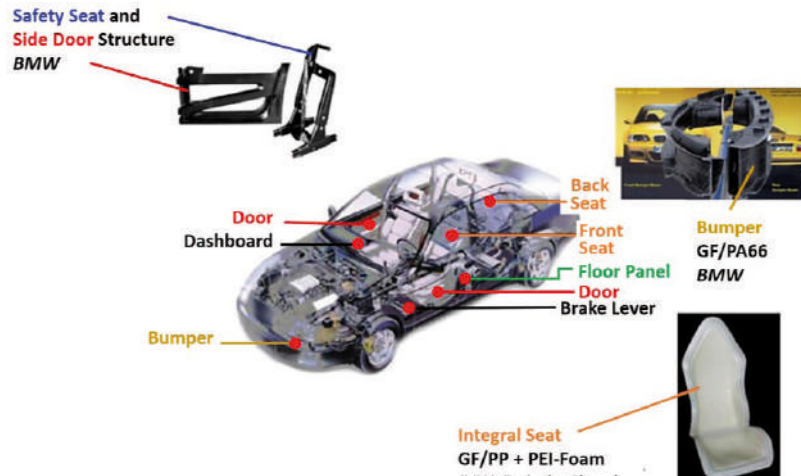
Collaborators:

Prof. Vladan Končar, PhD
Ivona Jerković, BSc

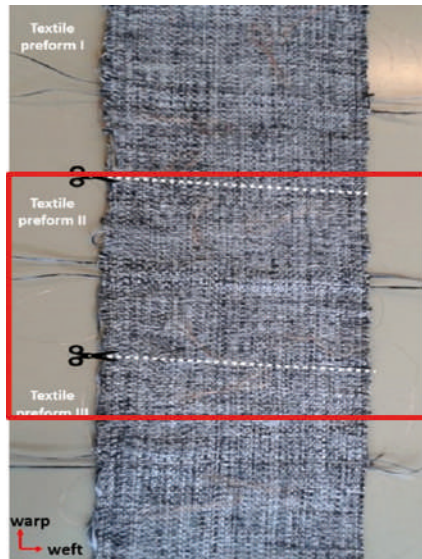
This topic is driven by the increasing global demand for energy-efficient ecological vehicles, since they are lightweight, with reduced energy consumption, produce minimum CO₂ emissions, are reliable and cost-effective with recycling options at the end of their lifecycles. In addition to this, textile has found its right place for the application in the turbulent times textile industry is passing through.

The use of reinforced plastic composite textiles for this purpose can meet many of the requirements set by transport industry. Namely, lighter and cheaper parts of the vehicle, as well as the redesign of existing composites (with inorganic fillers), allow the full use of the advantage of composite materials with built-in textiles, reducing the cost of placing them in the vehicle, and ultimately the lower vehicle weight. In addition to these advantages, they offer high flexibility and are manufactured with minimal number of manual operations. Recycled textiles can also be used, which further contributes to sustainable technologies. Textile materials in this attractive and new wave of research take on an important place that will enable them to be applied to a significant level in coming decades. The research work on this topic is a part of the FP7 project, under the original name “One-shot Manufacturing on Large Scale of 3DGraded Panels and Stiffeners for Lightweight Thermoplastic Textile Composite Structures” (MAPICC 3D). The aim of these research is to realise new processes, industrially automated and cost effective, to produce light thermoplastic composites. The realization of these research is the direct production of textile preforms (woven or knitted) and their consolidation (thermal processing in which the polymer components are melted by providing a new structure - textile composite) in 2D or 3D forms. Additional textile material permits the integration of electroconductive yarn, coated with conductive polymer complex, 3,4-ethylenedioxythiophene) -polystyrene sulfonate (PEDOT: PSS). Made from hybrid yarn, these textiles contribute to higher material strength, lower density, unlimited storage, thermoformability and faster processing cycle, while there are no solvent emissions, and they are 50 times stronger and 20-150 times harder than plastics.

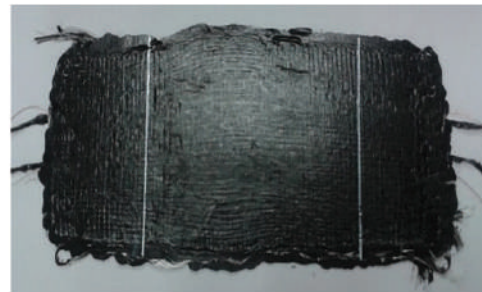
For these reasons, the name “advanced composites” is completely justified. In order to obtain conductive yarns, a new method of coating with a conductive polymer emulsion, Roll to Roll, has been established. This kind of yarn is woven into a satin fabric. The three fabric layers are consolidated and electromechanical properties successfully measured, which means electrical resistance of the fabric or the composite is changed due to the mechanical strain, which occurs in every vehicle collision.



Textile reinforced thermoplastic composites in automobile structures



**Composite with three layers of 2D GF/PP fabric
 with integrated two GF/PP textile sensors
 (in the middle layer)**



GF/PP yarn sensors integrated in GF/PP textile preform (left) and GF/PP composite (right)

Advanced, sustainable and energy-efficient technologies

Contact: Suzana Kutnjak Mravlinčić, BSc
skutnjak@ttf.hr

Collaborators:

Assoc. prof. Damir Godec, PhD

Assoc. prof. Ana Sutlović, PhD

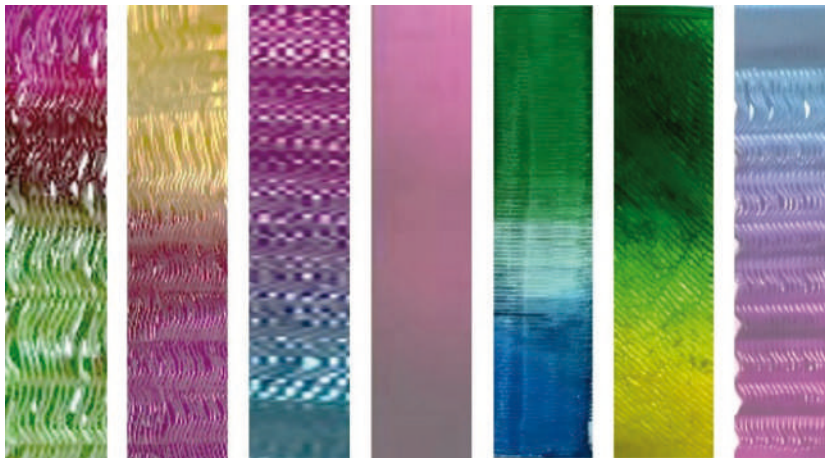
Assist. prof. Ana Pilipović, PhD

Assoc. prof. Martinia Ira Glogar, PhD

Product design is a significant field within which advanced science and technologies enable the creation of an increased the number of innovations that contribute to the greater complexity of the concept of clothing and footwear. One of such technologies that enable rapid production of small batches is the fused deposition technology, which most commonly uses acrylonitrile/butadiene/styrene (ABS) to produce various 3D objects. The properties of these products are insufficiently investigated, and there is a great need to further investigate the influence of process parameters on the usable properties of the material, to improve the process

and to improve the quality of the final product. Over the last thirty years significant progress has been made in the development of procedures, equipment, materials and the application of 3D technology. One of the limitations of 3D printing on desktop printers is the small range of ABS colours available and the presence of monochrome or dual-coloured 3D objects, making it difficult to meet high-quality reproduction requirements.

In the framework of cooperation between the Faculty and the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Centre for additive technologies, the influence of 3D printed parameters and geometry of hollow

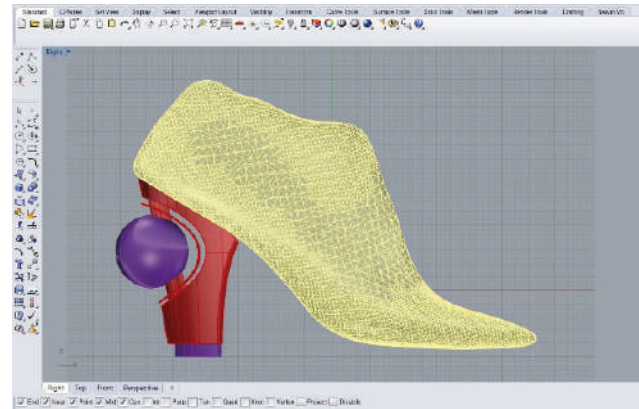


Ombre effects of 3D printed ABS printed samples dyed with dispersion dyes in exhaustion process

structures on the mechanical properties and the colouring possibilities of 3D printed ABS creations are investigated. Spectrophotometric measurements are also being performed to determine the influence of certain print parameters on spectral values of 3D coloured objects.

A lot of research has been conducted on the influence of the density and filling type of the 3D prints parameters as well as the thickness of the outer layer on its flexural properties. The test bodies were modelled in the Rhinoceros computer program and printed from ABS filament on the MakerBot Replicator 2X. By analysing the results it could be concluded that test samples with full infill had the best flexural properties. If a desired model has to withstand flexural force during the application, it is recommended to make a full infill model even though linear and honeycomb infills samples can meet high criteria. To investigate the possibility of dyeing 3D printed ABS creations with the aim of achieving colourful ombre effects, disperse dyes were used. Colouring results indicated the ability to achieve interesting and creative colour rendering, which is an important advantage in creating multi-coloured 3D prints on ABS desktop printers. Objective colour characterization was performed by spectrophotometric measurement of surface colour variables and calculation for colour differences within a given sample of test bodies. The results obtained confirm a significant effect of the layer's thickness on the appearance of colour differences.

The work has been supported by Croatian Science Foundation under the project 9967, Advanced textile materials obtained by targeted surface modification, ADVANCETEX.



Modelling the CAD prototype heel model in the Rhinoceros computer program



Natural zeolites from Croatia in environment protection

Contact: prof. Branka Vojnović, PhD
branka.vojnovic@tff.hr

Collaborators:

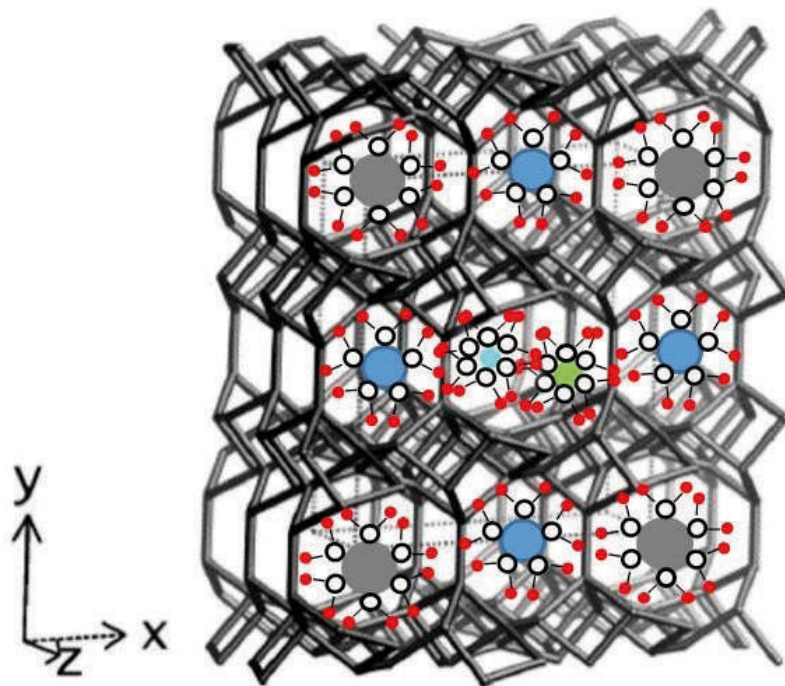
Mario Šiljeg, PhD


In the north-western Croatia, in the wider area of Maceljaska gora, deposits of zeolites were found among which the most common mineral was clinoptilolite, whose average content was about 60%. Zeolites were hydrated aluminosilicates, a unique three-dimensional structure composed of primary and secondary units of SiO₄ and AlO₄ tetrahedra interconnected by oxygen atoms. The zeolite structure was characterized by

a specific cross-linked structure with cavities that were interconnected by channels of a particular shape and size. Cavities and channels in natural zeolite contain water (up to 25% of their mass). The surface negative charge of the aluminosilicate structure was caused by isomorphic substitution Si₄⁺ with Al₃⁺ and compensated by hydrated alkaline and alkaline alkali cations (Figure 1), which could be modified with ions (cations) from the solution in contact with the zeolite. The nature of the ionic link between these cations and crystalline lattice zeolites enabled their mobility, replacement with other ions or dehydration without decomposition of the silicate skeleton. As the specificity of the zeolite structure, so-called “zeolite water” should be mentioned.

Along with economic cost-effectiveness, zeolites can be used in most important natural materials for environment protection. Today, they have already been used as a substrate in the treatment of soil, forests, for the removal of harmful gases and odours, as a supplement to animal feed and perhaps the largest application of natural zeolites in the treatment of waste, drinking, surface and ground waters, with a considerable number of studies carried out in this area. Water purification processes are based on ion exchange processes or adsorption on the surface of modified zeolites by forming more or less stable complexes.

This study summarizes the research and our own experiences on the possibilities of exploiting the properties of natural zeolite and modified zeolite with the dominant proportion of clinoptilolite in the final treatment of water, to remove all traces of metal ions of chromium, silver and arsenic. The tests were carried out on samples from the Donje Jesenje site. Based on the current knowledge and rich experience of a group of scientists and experts from Croatia and the region and research-based environmental results, it can be concluded that the natural zeolite from Donje Jesenje with an increased proportion of clinoptilolite as an active component and its chemical modification has great potential for the application in the final treatment of water by removing metal ions. It can also serve as a very effective material for removing metal ions from drinking and wastewater. This has been successfully proved by research on pilot drinking water treatment plant at the Principovac Vineyards of Baranja. Based on the scientific research experience and the significant results have been obtained on the Eureka E!4208 PUREWATER project, new, natural materials for the removal of toxic metal ions, a material that exhibits economic and environmental benefits.



Three-dimensional zeolite structure – clinoptilolite with hydrated ( - water molecule) cations: sodium (green), magnesium (turquoise), calcium (blue) and potassium (grey)



TOPIC 3:
ADVANCED TEXTILE
MATERIALS

Ecologically acceptable multifunctional cellulose materials

Contact: Assoc. prof. Sandra Flinčec Grgac, PhD
sflincec@ttf.hr

Collaborators:

Rajna Malinar, mag. ing. techn. text.

Prof. emeritus Drago Katović

Achieving targeted, durable multifunctional properties of the cellulosic materials and their blends with synthetic fibres is a demanding task, which for years has been a challenge for us. It includes knowledge and study of the chemistry of the reaction, and physical-chemical, structural and mechanical characteristics of the material. Environmentally friendly and economically acceptable agents are used in the research and development of such materials by applying of conventional and advanced technologies, including microwave energy and

ultrasonic waves. Standardized methods of determination are usually used to characterize and evaluate the target properties of samples before and after the home laundry and dry cycles carried out according to ISO 6330: 2012, such as limiting oxygen index LOI (ASTM D 2863-97), measuring ignition rate (ISO 6940: 1984) and flame spread properties of vertically oriented specimens (ISO 6941: 1984) and the determination of breaking strength and elongation (EN ISO 13934-1: 1999). Thermal gravimetric analysis (TGA), microscale combustion calorimetry (MCC) and differential scanning calorimetry (DSC) were used to establish and investigate heat performance of multifunctional materials. Physico-chemical properties in the process of identification and / or development of new materials were investigated employing infrared spectrometry, using a Fourier transform (FT-IR). An important factor in the development of multifunctional materials is their impact on humans and the environment during use and on disposal. For this purpose, the TG-IR interface is used for continuous monitoring and analysis of gases evolved during thermal decomposition of the sample. In addition to the above methods of analysis and evaluating the multifunctional properties of textiles, the research group is also focused on the problem of the appearance of textile dust during the development and multiple applications involving maintenance processes. The research has started due to the recognition that the problems caused by the appearance of textile dust in textile production more pronounced at extreme operating conditions, also appears during the use of newly developed textiles in different environments, where they can cause allergic reactions, transference of microorganisms and their growth, thus spreading different diseases. Textile dust can also damage sophisticated devices used in hospital environments. A device was constructed in accordance with EN ISO 9073-10 for the purpose of analysing the amount and size of textile dust particles generated from the textiles during movements. Most of the research involving the generation of textile dust is related to the project of Croatian Science Foundation, UIP-2017-05-8780.



Designed textile dust generator: Previously conditioned samples were placed in a closed, clean chamber, with no dust in it, and exposed to controlled movement (1). Particles of textile material were thus released, and their amount and size were measured by the device for particle measurement (Lasair III 310C, Particle Measuring Systems) (2). The process as a whole was performed in a room with laminar airflow (3), which enabled testing with no influence of outside particles.

Multifunctional interlacing woven fabrics

Contact: Prof. Stana Kovačević, PhD
stana.kovacevic@ttf.hr

Collaborators

Assist. prof. Ivana Schwarz, PhD

Snježana Brnada, PhD

Protective textiles are just one segment of a large field of unconventional textiles, called technical textiles, which are developed and manufactured primarily for their functionality in order to meet high end-use performance requirements. In the wide area of protective textiles, particular attention is paid today to the manufacture of fabrics using new raw materials as well as to surface treatments. Fabrics used to protect the human body from various dangers and disasters represent a very broad concept and their properties must meet the re-

quirements set for the specific purpose of such fabrics.

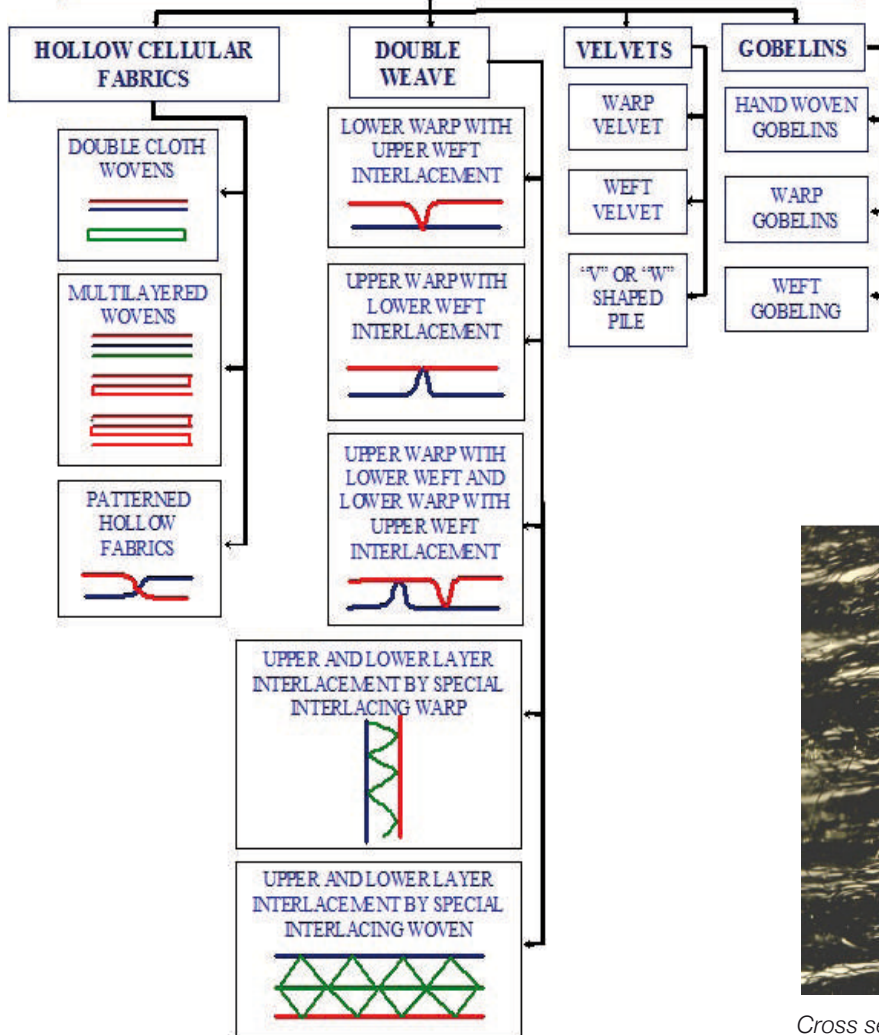
The presence of fabrics in a wide area of protective textiles is extremely large. Thus, there are justified reasons that to think that it is possible, by designing and implementing new construction solutions, to meet a wide range of requirements for the purpose of manufacturing multi-functional multilayer fabrics.

The subject of this strategic research topic is based on the woven fabric design process, which aims to emphasize the development of multilayer and interlacing woven fabrics, using the appropriate high performance fibres and complex woven fabric structures, thus enabling exceptional properties conditioned by the macro, mezo and micro level to be achieved. Such woven fabrics, with their structure i.e. construction parameters, outmatch the properties of conventional single-layer woven fabrics, with a special emphasis on physico-mechanical, thermophysiological and protective properties. With unlimited possibilities to design new structures of interlacing woven fabrics in the weaving process, multifunctional woven composite with complex structures are obtained, which can meet numerous and high set requirements for the application of such materials.

Today, great attention is paid to the production of fabrics for such protection, using new raw materials and surface treatments. Single-layer fabrics with surface treatment, which are today largely used to protect the body from various external influences, lack comfort because they give a sense of body closed in the mould. This research will focus on the fabric design process which will result in the creation of innovative, multi-layered, breathable and lightweight fabrics that will offer better properties, compared to previous fabrics, in the applications for thermal protective clothing.

The compactness of such materials, due to their physical-mechanical properties, gives them an advantage over single-layer fabrics and well-known composites, whereby it is reasonable to expect to achieve properties of exceptionally good strength, abrasion resistance, durability and relevant external conditions, breathability and wear comfort. The complexity of making multilayer interlacing fabrics (double faces, hollow fabrics, 3D fabrics) makes it possible to design fabrics with no limit, but at the same time it is a great challenge for their development, manufacture, scientific research and use.

MULTILAYER INTERLACING WOVEN FABRICS



Cross section of multilayer interlacing woven fabric

Advanced techniques for testing mechanical and electrical properties of textile materials

Contact: Prof. Željko Penava, PhD
zeljko.penava@ttf.hr

Collaborators:

Assist. prof. Željko Knezić, PhD

Previous research and achievements of a group in the field of textile mechanics were based on laboratory tests that gave insight into fabric behavior.

The mechanical and breaking properties of woven fabrics (module of elasticity, shear module, Poisson's ratio, breaking force, stretching and work at break) were based on the experimental sample testing and the comparison of results

obtained in a laboratory using computational results. Tests confirmed that, due to fabric anisotropy, computational expressions to calculate its mechanical and breaking properties could be used. For the purpose of improving breaking and mechanical characteristics of the fabric, it was applied to the coated fabrics (i.e. canvas painting) acting as composite materials. The conclusion reached was that the coated fabric having multiple coats reduced anisotropic properties. The results obtained by these tests were only initial studies of the breaking properties of coated fabrics and offered the possibility of applying theoretical equations for the calculation of initial elastic modulus, which could help predict the behavior of such fabrics in stretching.

Laboratory testing of fabric behavior subjected to tensile load revealed that, besides tensile failure, earlier occurrence of undesirable viscoelastic or plastic deformations might occur. Such deformations are undesirable because they cause poor quality of finished products, fabrics, and can only be noticed in the finishing stages of processing. In order to avoid the appearance of plastic deformations in the fabric, it was necessary to know at which axial load such deformations would occur. Based on the experimental results obtained for stretching fabric samples, appropriate rheology models were set up describing fabric behavior well. The mechanical properties of the fabric could be predicted by the application of rheological models.

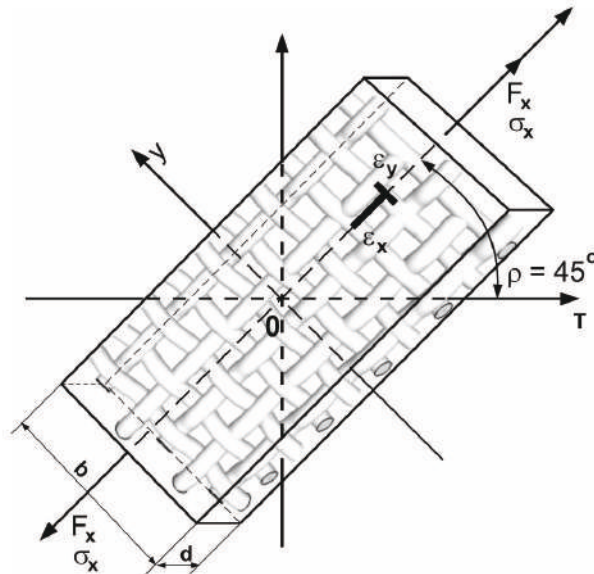
So far, devices for measuring static fabric thickness have been developed, but they are not suitable for measuring dynamic changes of fabric thickness, which hinders studying the thickness of the fabric under different mechanical conditions. In an effort to measure the dynamic change of the fabric thickness more accurately and at the same time collect all the necessary values for changing tensile force, stretching and of the surface to to which tensile force is applied, a measuring device has been designed and constructed to enable simultaneous measurement of fabric thickness, lateral narrowing and corresponding tensile axial forces.

One of the directions of the research is the field of smart textiles, in which extensive research on the dielectric properties of textiles and the research of conductive textiles (e-textiles) used to produce conductive antenna parts is carried out.

For the purpose of determining mechanical properties and stress conditions of compression textile, a new device will be constructed to enable cylindrical testing of the textiles subjected to the action of a complex load. The device will be a novelty in the research of compression textiles.



Measuring system for measurement of fabric thickness



Sample test fabric, force at an angle : F_x tensile force acts f at an angle 45° toward weft direction, σ_x – normal stress, ϵ_x is a relative length deformation in the direction of the x-axis, ϵ_y is a relative length deformation in the direction of the y-axis.

Fibre reinforced composites for modern sails

Contact: prof. Edita Vujasinović, PhD
edita.vujasinovic@tff.hr

Collaborators:

Prof. emeritus Zvonko Dragčević
Prof. Dubravko Rogale, PhD

production of sails is a process of constant optimisation, and it is not concerned only with the sail design and construction, but with the creation of the suitable sailcloth as well.

Although modern sailcloth belongs to the group of HP FRC, sometimes it is not sufficient for winning a race. A material (cloth, yarn or fibre) should meet a number of requirements to be used in sail manufacture. These requirements may sometimes contradict each other, can supplement each other and/or be the same. From the navy engineer's point of view, a material to be used in sail manufacture should, besides having smooth surface, have zero porosity, ensuring effective air flow around the sail. To reduce the part of the force created that cannot be used, i.e. resistance to airflow, surface roughness of the sailcloth should be as low as possible. The sailor, as the end user of the sail, asks for the sails of lower mass, to facilitate handling. However, to sail more comfortably and safely, the yachtsman also wishes strong sails, of stable shape, and easy to maintain. Sail strength should be such that the sails can stand strong wind or sudden squalls and not get torn or change the shape significantly, which reduces the need to adapt sail shape instantly to momentary conditions. In addition, resistance of sailcloth to water, sunlight and microorganisms is required, as well as a good ratio of price and durability. Final decision in selecting the fabric for the manufacture of sails rests on sail designer. His task is to turn the designed shape into a sail, balancing the forces of wind and strains in the sail. As each

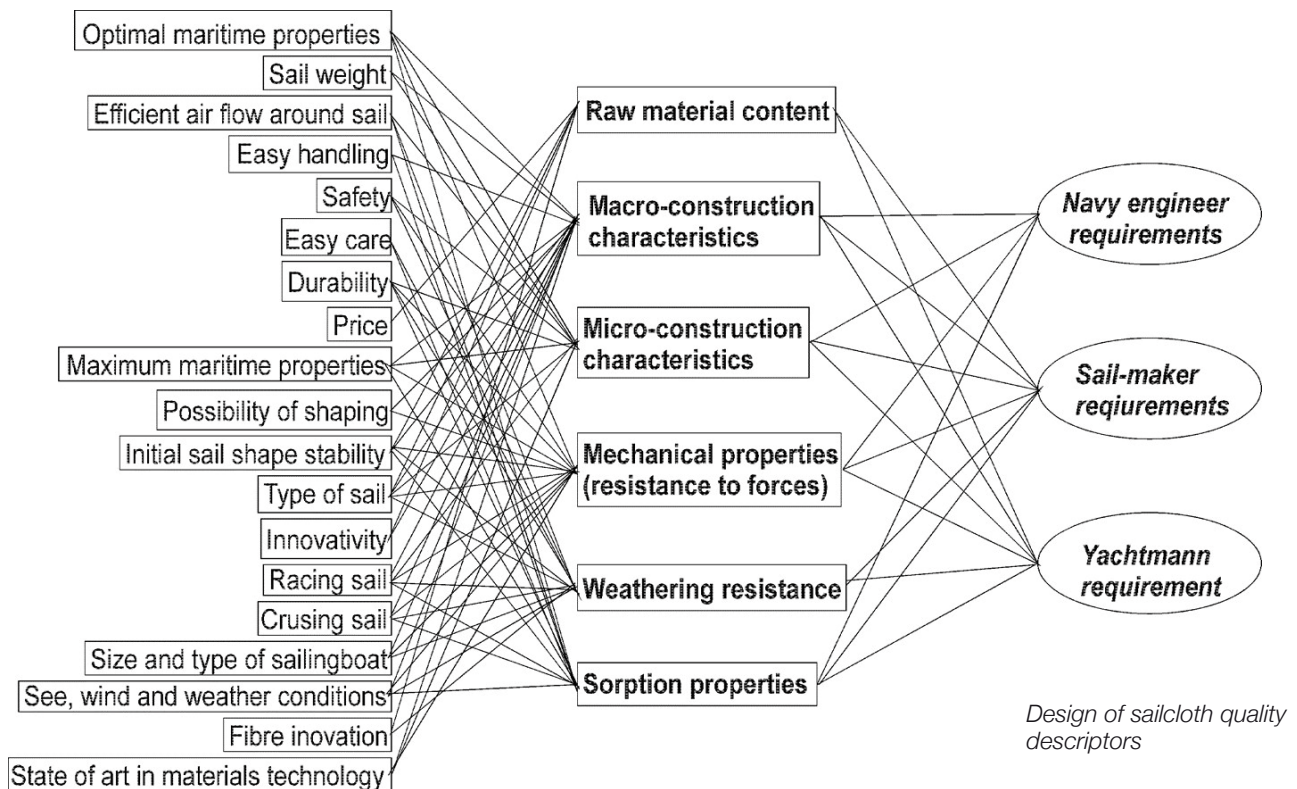
Ever since sailing began, sailmakers have been trying to manufacture an “ideal sail”, meaning maximum sail performance that can be achieved through its optimal aerodynamic shape. Although sailmakers can design the best shape of the sail required, based on their knowledge and experience, it is down to the sailcloth to prove how well that shape will retain under different wind and weather conditions. For these reasons, the



Modern sailcloth

particular sail is designed for precisely defined range of wind strength, the resulting pushing forces of the wind on the sail will determine the limits of necessary sailcloth strength. As push is highest when sailing downwind, breaking force will be a decisive factor in manufacturing e.g. spinnakers, while in selecting the material for headsail or main sail (where stability of form is the most important), decisive factor will be yielding point, or cloth elasticity.

A considerable amount, as well as diversity of sailcloth present at the market today, has encouraged a group of scientists from the Faculty to try, in collaboration with a well-known sailmaker, to implement the system of objective measurement and evaluation into sail making.





TOPIC 4:
INNOVATIVE TEXTILE
SOLUTIONS

Grasping textile materials in automated and robotic production processes

Contact: Assist. prof. Goran Čubrić, PhD
goran.cubric@ttf.hr

There is still a large share of manual labour (60-75%) in clothing manufacturing processes. The technical operations of sewing are very short, so many identical movements are carried out during working time, leading to monotony and increased fatigue of the worker. Consequences are also various professional illnesses such as headaches, neck pain,

shoulders, back, etc. Due to fatigue and pain, the quality of production is reduced. In the past 30 years, more and more people have been investing in reducing human work by introducing automated devices that improve technical equipment of the machines in the process of clothing production. Because of the characteristic properties of textile materials (woven and non-woven materials, knitwear, leather, plastic materials etc.) and the variety of specialized work operations, the development of automated machinery and robots designed for the garment industry is highly complex and requires completely new technical solutions for robotised systems. The biggest problems with handling are grasping, transporting of materials and / or work pieces, their positioning, folding and stacking one onto another. Textile material is not a solid formation and it bends to any effect on it (changes its shape). To construct a gripper with which textile material could be grasped, it is necessary to have a knowledge of the handling process itself, the properties of the textile material used and the capabilities of the grips. Textile material is highly porous and there is no adequate grip for textile material capture. Because of porosity vacuum grips are not suitable, and because of flexibility and deformation there are not any convenient mechanical grips for different gripping methods, as well as grips using a sticky tape due to different types of material surfaces. As a result, the handling problems, apart from different types of textile materials, cause irregular and different forms of work, the lack of accuracy of positioning due to soft edges and the like.

The aims of this theme therefore are to create new grippers for grasping textile materials and installing them on a robotic hand. This project would only make use of one receptacle that could capture textile materials of different properties. It is also suggested to manufacture the accompanying devices as well as apparatuses that will enable research of different characteristics of textile materials.



Robot grasping the cloth with mechanical gripper



Grasping textile materials with a vacuum gripper

UV protection of cotton-based textiles

Contact: Assist. prof. Tihana Dekanić, PhD
tihana.dekanic@ttf.hr

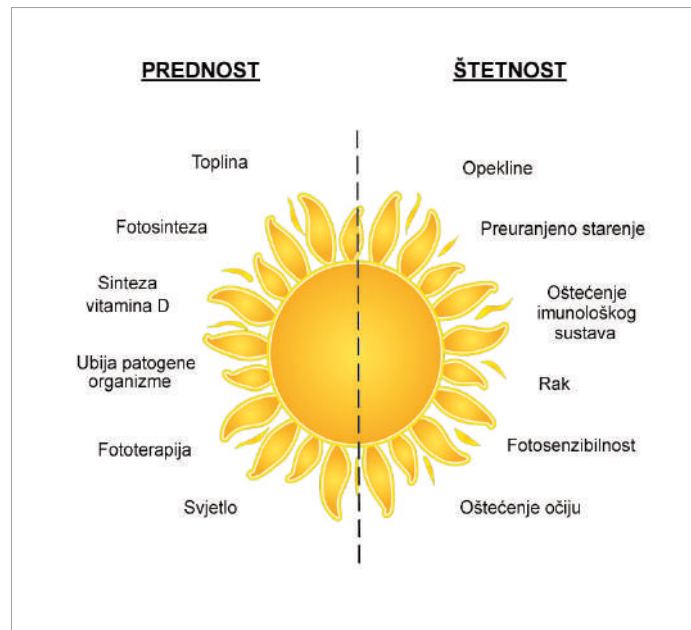
Collaborators:

Prof. Tanja Pušić, PhD

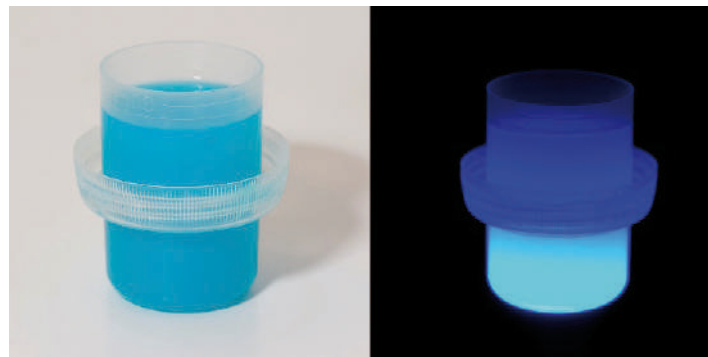
Prof. emeritus Ivo Soljačić

The consequences of increased amount of UV radiation reaching the Earth's surface due to the depletion of the ozone layer can be wide-ranging and dangerous to humans. Excessive exposure to UV rays can cause health problems, such as erythema, skin ageing, can damage the immune system, cause cataract and various types of skin cancer, of which melanoma is the most deadly one. According to the Croatian National Cancer Registry, it has been observed that the incidence of malignant tumours, specifically melanoma, exhibit a

trend of growth. It is assumed that the incidence of melanoma will grow at least for 10 years to follow. It is matter of serious concern that the melanoma is increasingly being diagnosed among the younger population. Results obtained indicate that childhood and adolescence are the most critical periods to contribute to later development of malignant tumours. It has been scientifically proven that in these periods of life up to 80% of harmful UV rays are absorbed. The consequences of harmful effects of UV radiation can be partially prevented by applying a sunscreen with a high sun protective factor, with protective sunglasses and wearing suitable clothing. It is well known that functional clothing can also provide effective UV protection. The human-ecological approach in the textile industry has focused researches to UV functional compounds in the processes of finishing and care. Due to the nature of fluorescence compounds, which is reflected in the ability to absorb UV radiation, it is possible to add value to the treated textile material. Optical brighteners proved to be very interesting because, besides increasing the whiteness of white textiles, they simultaneously significantly block UV rays, thus increasing the UV protection factor (UPF) of UV functionalized clothes. UV absorbers, as a special type of functional compounds, exhibit absorption in the UV-B region, which ensures faster achievement of UV protective properties. Most UV absorbers have the ability to fluorescence, and their optical properties depend on the type of UV absorber, which action is similar to that of optical brighteners. UV absorbers, organic and inorganic, individually and in their combination are included in the scope of these investigations. Through the investigation of protection level in washing processes with detergent containing UV absorber, or the combination of optical brightener and UV absorber, it has been proven that the degree of protection is ensured through a considerably shorter time. The effect is cumulative and increases with each washing cycle, simultaneously increasing whiteness. The characterization of UV-functionalized materials and compounds applied is performed by remission and UV-Vis spectrophotometry, fluorometry and scanning electron microscopy methods.



Sun radiation – PRO/CONTRA



The influence of optical brightener in detergent for UV functionalization

Innovative surface modification of textiles in Digital InkJet Textile Printing System

Contact: Assoc. prof. Martinia Ira Glogar, PhD
martinia.glogar@ttf.hr

Collaborators:

Assoc. prof. Sanja Ercegović Ražić, PhD
Marijana Tkalec, BSc

The field of InkJet technology application in textile printing has been developed intensively over the last 40 years, and significant research has been invested in procuring optimal solutions for the limitations that still inhibit the full use of InkJet technology in commercial textile printing. Recent research confirms the unresolved issues in all the aspects of InkJet technology usage in textile printing. Intensive research is performed at the Faculty in the field of textile digital printing with the current accent on the parameters of individual droplets of

printing ink interaction with textiles as well as the role of this interaction in forming a multicoloured print. The fundamental mechanisms that define the quality of the prints are not fully clarified themselves, and the role of the surface structure of textile material has only recently been recognized as one of the basic factors of print quality and the achievement of an optimum colour gamut. Therefore, the research of the impact of surface structural characteristics of textile material on the formation, diffusion and penetration of ink drops contributes to the understanding of these fundamental mechanisms. One of the innovative methods of surface modification of textiles carried out within the aforementioned research at the Faculty is by low - pressure plasma with oxygen and argon as working gases. Such pre-treatment results in chemical and physical transformations associated with chemical changes in the surface layer and the alteration of the physical properties of surface layer. By the action of the plasma, only the surface properties of the material are modified, thereby achieving selective modification of properties such as dyeing, wetting and adhesion characteristics, which is of paramount importance for the pigment binding mechanism and the formation of a polymer film layer in the processes of digital InkJet textile printing with pigment-based inks. Research on natural (cotton) and artificial cellulose materials (lyocell and viscose) is currently being carried, and results of a positive treatment effects are obtained in view of better colour yield, which is related to physical changes at the morphological level and to the increase of the ability of wetting and hydrophilicity.

Other areas of research and competencies are spectrophotometric colour analysis, comparative analysis of different mathematical equations for objective colour difference evaluation, spectral colour characteristics analysis, colour camouflage properties and colour analysis in close IR area (NIR). Also, the field of research is both colour theory and colour science - harmonic and contrasting aspects of colour, colour as the dominant design element, exploring different historical directions in colour theory.



*Original design
of camouflage
„forrest“ patern
and interpolation
in natural forest
environment*

Protective materials, clothing and footwear

Contact: Assoc. prof. Anica Hursa Šajatović, PhD
anica.hursa@ttf.hr

Collaborators:

Prof. emeritus Zvonko Dragčević

Assoc. prof. Daniela Zavec, PhD

In accordance with the EU Guidelines on research directions and EC efforts to raise the quality of life and work, in the frame of research topic, protective clothing systems and footwear made of high-performance textile materials to protect people in accident situations, are investigated. The basic task of protective clothing systems (all layers of clothing, from underwear, intermediate layer, until outer layer) and protective footwear is the protection of man from the effects of extreme

external influences and harmful impacts in the working environment, the preservation of health and life in general. Today, we witness a growing number of accidental situations such as terrorist attacks, fires, explosions of flammable chemicals, floods, earthquakes, traffic accidents and so on. In such situations, rescuers, members of special police, soldiers and firefighters should be equipped with protective clothing systems and footwear, which will enable them to work safely and comfortably over tens of hours to several days. During the work and dealing with external hazards (fire, RCB agents, ballistics, extreme environmental conditions), it is necessary to wear protective clothing systems made of efficient and modern textile materials that have to satisfy high performance properties (safe target protection) and should be comfortable and functionally designed in accordance with static and dynamic anthropometry.

New research methods are being developed in the field of textiles, clothing and footwear related to ergonomics (static and dynamic anthropometry), functional design and physiology (study of the impact of the environment on humans, comfort), which is of crucial importance for the development of new protective products. Using an interdisciplinary approach, using functional and eco design requirements, applying new high-performance materials, specific bonding techniques for materials and making final product, and product maintenance protocols during use and care, closes the entire life cycle of the protective clothing system.

It is well known that different types of textile materials behave differently within the whole clothing system, so one part of the research team deals with the research of the properties of individual HP materials and their ability to combine them into complex (composite) clothing systems or footwear and the possibility of their recycling and disposal after use. In order to better fit the protective clothing system to the user, the second part of the research team deals with functional clothing design with an accent on static and dynamic anthropometry of human body and wearing comfort. This is important for a man who works in these clothing, so as to feel comfortable and safe and be able to perform extreme movements of arms, legs and body. Therefore, testing protective clothing systems (on fire and thermal manikin) are carried out as a part of the research, as well as testing the comfort of clothes / shoes under real working conditions.



*Overall for firefighters
after a test on the fire
manikin*



*Multifunctional boots of
desert colours for hot and
dry working conditions*

Comfort of innovative textile materials and the use of thermography

Contact: Prof. Ivana Salopek Čubrić, PhD
ivana.salopek@ttf.hr

Collaborators:

Assoc. prof. Vesna Marija Potočić Matković, PhD

Assist. prof. Goran Čubrić, PhD

The development of science and technology and the improvement of the social standard have changed the fundamental demands of textile product customers who today prefer clothing with optimal wearing comfort. In addition, many people, due to the nature of their work, are exposed to various atmospheric influences - from heat to cold and rainfalls, and for them wearing clothing of adequate protective features with a satisfying degree of comfort is of extreme importance.

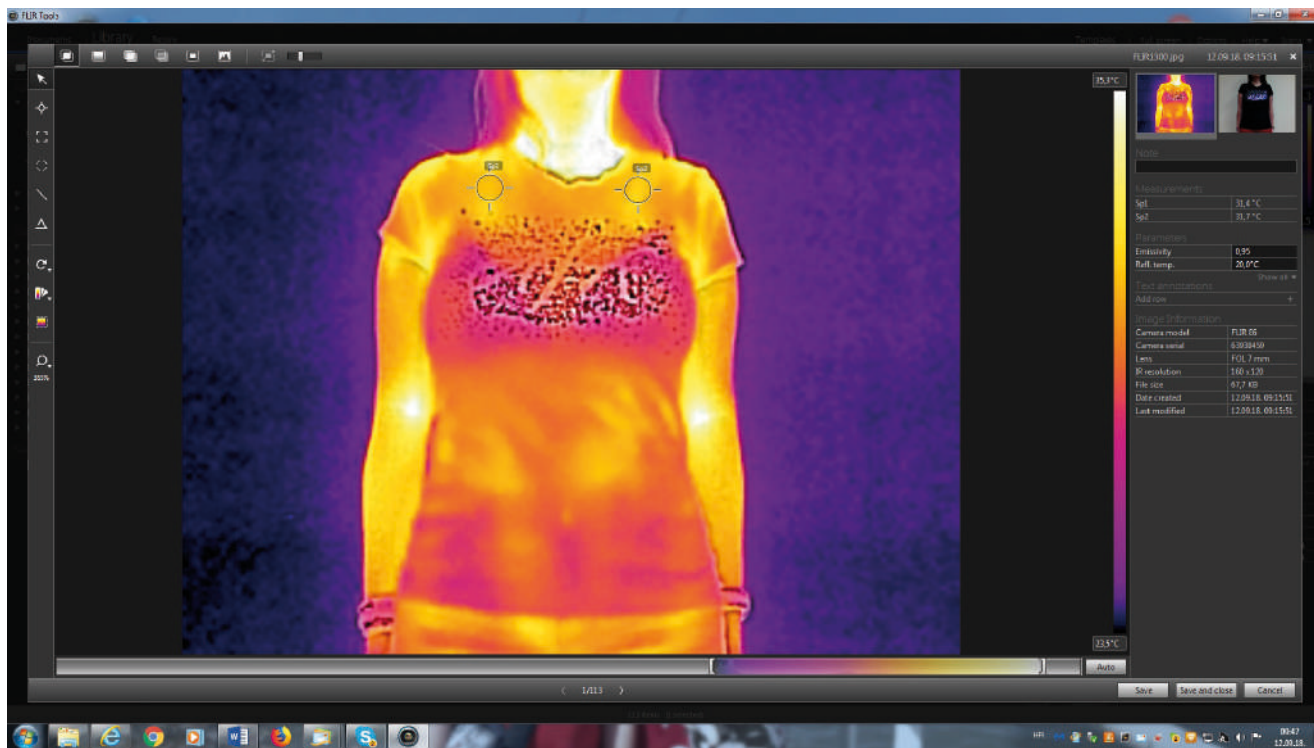
The process of designing innovative materials connects science and art, by linking engineering methods and processes to creativity, and all the activities should be aimed at achieving human wellbeing and maintaining the optimal level of comfort.

The research work of the Faculty scientists combined under the title “Comfort of Innovative Textile Materials and Application of Thermography” is focused on the design of functional materials, namely:

- Generating ideas and interdisciplinary approaches to the design of innovative and functional materials,
- Design and development of functional materials with optimum properties in terms of purpose,
- Testing the properties of materials using a series of laboratory methods and their optimization, and
- Defining guidelines for the production of innovative materials.

With respect to the properties tested, the interest is primarily focused on the parameters of comfort and stretch properties, as well as the change of those properties due to the impact of various external factors. The emphasis is on materials that have optimal thermal comfort, and the same is retained during exposure to various external factors. Particular attention is focused on the design of properties and testing of materials used for sports and leisure wear, such as wind, knitted apparel, water sports clothing, diving suits. Given that the conservation of the warmth of a person during the stay in water is of utmost importance, the application of thermography to evaluate the properties is crucial.

The main contribution of the above-described research is reflected in the definition of guidelines for the design of innovative functional materials that are useful to industry and applicable in the society as a whole.



Measurement of body temperature using a thermal camera

Interface phenomena of textile modified in finishing processes

Contact: Assist. prof. Anita Tarbuk, PhD
anita.tarbuk@ttf.hr


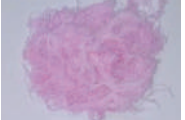







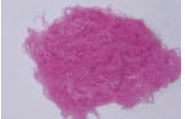

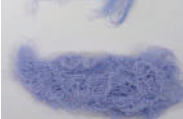




Collaborator:
Katia Grgić, BSc

Interface phenomena have a significant role in wet finishing processes. It occurs between liquid and solid phases (e.g. baths – textiles). Although these systems are extremely complex, the research lead to the knowledge of the mechanisms in textile wetting, finishing and dyeing processes. Systematic study of the interface phenomena of modified textile sets the base that can be used to predict the behaviour of a material in wet finishing processes, and to some extent to assess the

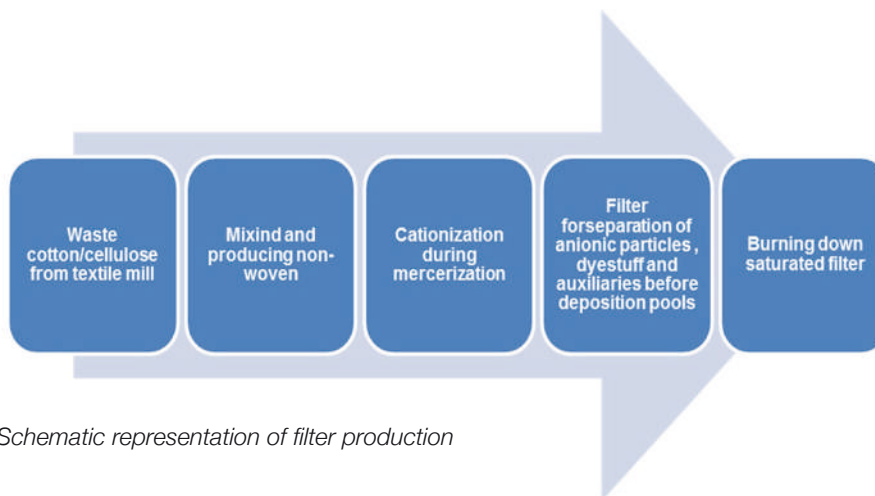
value and utilization characteristics, as well as the environmental acceptability of the product for a particular application.

For example, by comparing the results for mercerized and cationized cotton it was found that the cationization during mercerization with an epihalohydrin results in cellulose material of improved properties which retains all the beneficial properties of mercerized cotton with a change of surface charge. It represents an exceptional potential for ecological wastewater treatment, as such modified cotton adsorbs anionic surfactants and dyestuffs in quite high amounts. This modification presents an exceptional potential for the environmental disposal of waste as well, since such modified cotton fully adsorbs anionic dyestuffs. The possibility of modification/cationization of cellulosic waste has been researched as well as its possible application as “innovative filter” in waste waters purification systems, e.g. as filter in wetland system, before/after flocculant/coagulant or in front of membranes. Application of such a filter would have multiple benefits for textile industry – textile waste recycling and waste waters purification, which directly have positive influence on environment protection.

Another example of these studies is bio-innovative pre-treatment / modification of surface of cotton (amylase / pectinase/cellulase), polyester and polyamide (lipase / cutinase / esterase) to enhance the availability of active groups for more efficient binding of functional agents, and in the case of polyester, biodegradation as well. The effects of this eco-friendly modification can be quantified by the interface phenomena and compared with traditional alkaline treatment that has an unfavourable environmental impact. Defining the process parameters will result in the improvement of the existing and the development of new technological processes in the functionalization of textile materials that would be industrially applicable; reducing emissions of toxic chemicals, water and energy consumption.

COTTON REGENERATE	MODEL WATER - DYEING BATH			POOL WASTEWATER
	CIBACRON BRILLIANT RED 2GP	CIBACRON RED P-B	CIBACRON YELLOW FN-2R	
SHADED WITH FUORESCENT WHITENING AGENT				
CATIONIZED				
				
				

Dyes adsorption on different treated cotton regenerates - "innovative filter" in textile wastewaters



Schematic representation of filter production

Hosiery compression

Contact: Prof. Zlatko Vrljićak, PhD
zlatko.vrljicak@ttf.hr

Collaborators:

Željka Pavlović, mag.ing.techn.text.

Miloš Lozo, BSc

In the last two decades, there has been a growing demand for compression clothing and hosiery. Since ancient times, the requirements are aesthetic, psychological, medical, technological, economical, etc. Elastic underwear, compression stockings or trousers and sleeves are very often used to shape the desired line and function of the body. Athletes use compression hosiery, sleeves or girdles to compress muscle tissue and firmly secure wrist position from the outside. People with varicose veins or chronic venous insufficiency use

compression hosiery as therapeutic means. They compress tissue and blood vessels, thus affecting the regulation of blood flow in the bloodstream. Obese people or overweight people who have lost a lot of weight, also use elastic clothing, socks, leggings or sleeves to have preferred body line and shape and perform certain actions. All elastic products that clothe the body or are pulled on it act compressively. The degree of compression depends on numerous parameters, primarily on the structure and elasticity of the material.

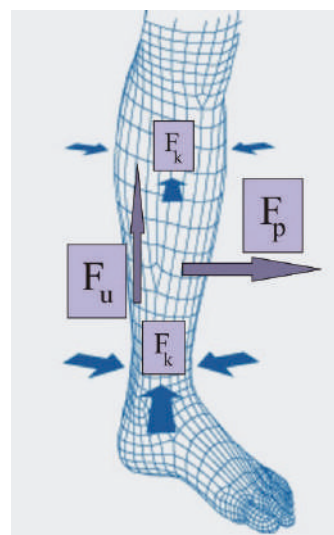
From a technological point of view, textile compression materials, i.e. clothing and hosiery, are made with elastic yarns and are of different design structures. The degree of compression is directly related to the degree of elasticity of the material, initially with elastic deformation, and at higher compression until the beginning of plastic deformation. Fine women's hosiery of various simple construction shapes and structures achieve compressibility of 0.13 to 1 kPa or 1 to 8 mmHg. This compression-enhanced hosiery exerts compression on the leg from 0,2 to 1,1 kPa (2 to 10 mmHg). The third compression class of this hosiery is 0.4 to 1.8 kPa (2 to 13 mmHg). Medical compression hosiery achieves a higher compression of around 2 kPa. The highest compression used in medical compression stockings is 7 kPa (50 mmHg). Stronger girdles, used for external joint fastenings, have a significantly higher compression at low deformation. In this research area, the key challenge is how to achieve compression on the given surface at particular stretching.

Innovations, offered solutions: There are several standards, and therefore measurement methods for measuring the compression of medical hosiery. They all prescribe compression of the finished product. Recently, various devices for measuring the compressibility of textile products are developed, primarily in sportswear, compression hosiery and girdles. However, technologists need simple and non-expensive devices to measure compressibility on test samples when comparing compression products. Our research is focused on one such device, so-called compression scissors, which would be of use to the manufacturers in the manufacture of prototypes and final compression products.

Wooden leg models for measuring compressibility of hosiery



Compressional scissors for measuring compressibility of tubular elastic knitwear





HRVATSKI INSTITUT
ZA TEHNOLOGIJU
CROATIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Zagreb / University of
Tehnološki fakultet
Faculty of Textile Technology

Takt

TOPIC 5:
THE DEVELOPMENT
OF MEASUREMENT
SYSTEMS AND
APPLICABLE
METHODOLOGIES (4)

Thermal properties of intelligent and conventional clothing

Contact: Prof. Dubravko Rogale
PhD, dubravko.rogale@ttf.hr
Collaborator:
Assoc. prof. Snježana Firšt Rogale, PhD

A team of scientists at the Faculty is dealing with the development of a brand new kind of clothing called intelligent clothing with adaptive thermal insulation properties. They have developed and patented three generations of functional prototypes where sensors monitor the state of outdoor environment and the microclimate of intelligent clothing, as well as the current state of the technical subsystems in clothing. The integrated

computer interprets current situation, makes conclusions about it, and brings decisions about necessary changes so that the article of clothing intelligently responds and automatically adapts its thermal properties in accordance with the environment and physical activities of the wearer. The concept of intelligent clothing has been recognized by the international innovation community with a series of awards.

Technical solutions realised up to now have been patented at home and abroad. The world's first patents in the field of intelligent clothing with adaptive thermal insulating properties are the intellectual property of this team (WO2005023029A1, PK20030727, PK20080116, PK20080118, EP2254430, US19/922.761, P20120243).

Measurement of thermal insulation properties of intelligent clothing is important for assessing the performance of this kind article of clothing as well as of conventional clothing.

In technical design and buying of everyday clothing, whose primary objective is protection against cold stress, there is still lack of exact ability to evaluate clothing ensembles in view of accurately defining the degree of thermal protection. The only thing for the constructor and customer to do is to buy according to his/her ability to estimate garments upon the visual impression and experience assessment of garment construction, fabric thickness and material structure composition, without even knowing their actual thermal protective characteristics. Likewise, when a customer is considering two items he wants to buy, he can not even roughly determine which of them has better thermal insulation properties.

A similar problem of evaluation and selection occurs in the course of assessing the characteristics of thermal parameters of protective clothing and special service uniforms, when several manufacturers using different combinations of integrated composites, different cutting patterns, raw material contents, offer their products, and one of them should be selected.

The following measuring systems have been patented, realised and installed at the Faculty of Textile Technology: measurement system for the determination of thermal properties of composites and clothing, so-called hot plate and thermal manikin (patent PK20130350), instrument for measuring physiological parameters of the human body when exactly evaluating thermal clothing comfort (patent application being prepared), multifunctional differential conductometer for textile composites and clothing (patent app. P20171643A), the climatic chamber, software solutions and measuring instrument Permetest (procured).



Presentation of differential conductometer at the international innovation fair INOVA 2017



Measurement system for the determination of thermal properties of clothing, so-called thermal manikin

Migration of functional particles from the surface of textiles in wet and dry processes

Contact: Prof. Tanja Pušić, PhD
tpusic@ttf.hr

Collaborators:

Assist. prof. Tihana Dekanić, PhD
Iva Matijević, mag. ing. techn. text.

Improvement of the existing and development of new technological processes of finishing and care are aligned with the guidelines of sustainability: the reduction of energy consumption and energy loss, the use of less harmful chemicals, the application of efficient chemicals, the reduction of bath ratio, the reduction of wastewater loads, the extension of textile product life cycle and with reducing the proportion of waste textiles.

One of the important aspects is the development of measuring systems and applicable methodology for monitoring the migration of functional particles from the surface of textiles in wet and dry processing, aimed at the evaluation of properties, durability, skin irritation potential and environmental loads.

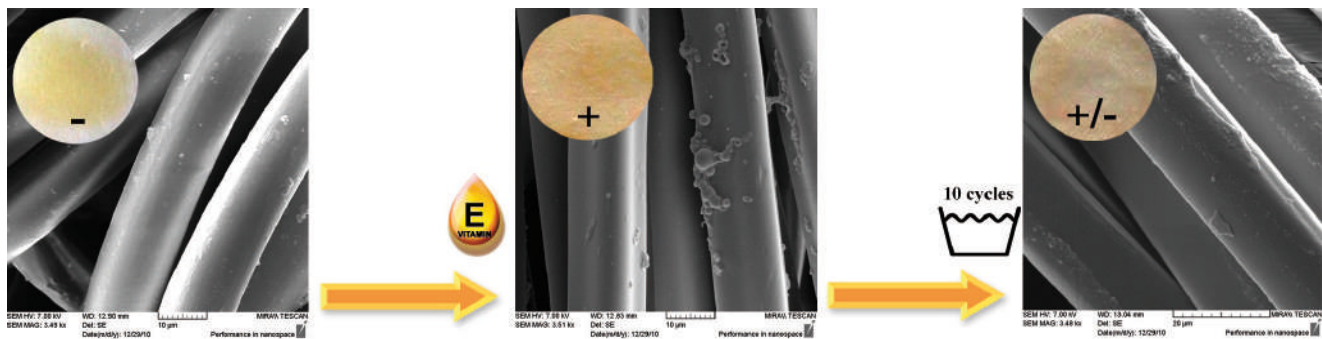
The research involved includes testing of cellulose textiles (cotton, cotton with recycled fibre content, and a cotton/polyester blend) to achieve cosmetic effects, softness, suppleness, hydrophilicity and the preservation of properties during wash and wear.

Vitamin E - cosmeto effect on textiles is achieved by commercial product and microcapsules obtained by synthesis in laboratory, where the conditions of synthesis and application methods are varied. Cosmetotextiles are analysed after wet and dry processing with the aim of determining the dynamics of release and durability of cosmeto effect by different methods.

Research on softeners is interesting because of the changes that have occurred while considering their ecotoxicological properties. Esterquats and silicone products are selected to reach synergy necessary to achieve hydrophilicity, softness and suppleness. Synergy is examined by the adsorption of softeners in a chamber and cell of electrokinetic analyser, as well as the desorption mechanism.

Detergent formulations that can slow the migration of particles, extend the durability and functionality of textile materials of improved properties in low temperature washings (LTW) are investigated within the scope of this topic. LTW requires detergent formulations that contain high-performance surfactants, builders, bleaches, bleach activators, enzymes and special polymers.

A key contribution is expected in monitoring the properties of cotton textiles with the share of recycled fibres as compared to conventional cotton textiles through convenient methods, particularly for fibrillation.



SEM micrographs of textiles: before and after microcapsules application, after 10 washing cycles; identification of vitamin E on the textile material (cycle)

Synergy of Computer Science and Clothing Technology – Application of Intelligent Algorithms in Garment Production

Contact: Prof. Tomislav Rolich, PhD

tomislav.rolich@ttf.hr

Collaborator:

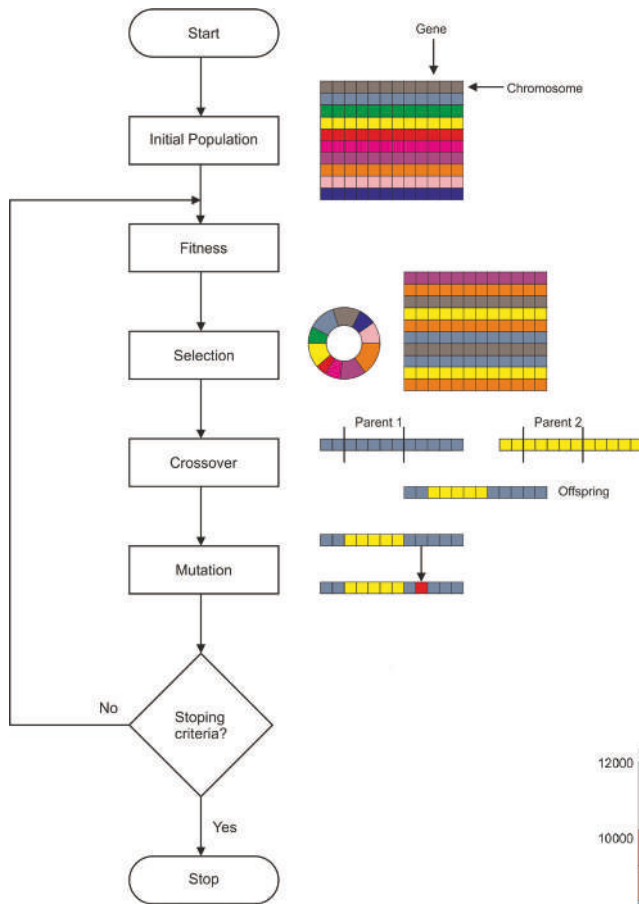
Daniel Domović, mag.ing.comp.

The progress of textile and clothing industry lies in investing in new technologies, new products, specialization and export. Therefore, in our research, we have been trying to create a synergy between computer science and clothing technology in the field of optimizing the production of a garments, with the aim of optimizing material consumption in the process of marker planning.

In computer science, the problem of marker planning is a part of a wider set of problems commonly referred to as packing problems. Packing problem is an optimization problem in which several smaller elements must be distributed within the boundaries of a container, without overlapping between them. Packing problems belong to the group of hard optimization problems. Hard optimization problems can be roughly defined as problems for which an optimal solution can not be found by a deterministic method within a “reasonable” time limit. Therefore, we create stochastic algorithms in our research.

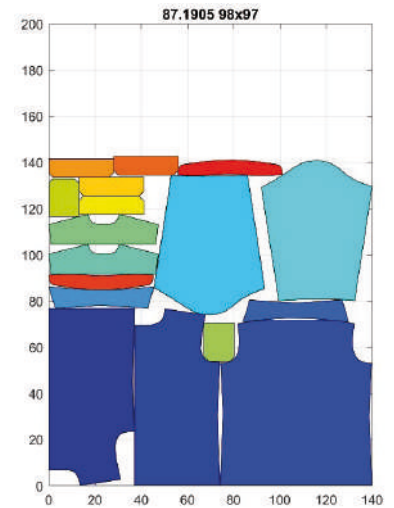
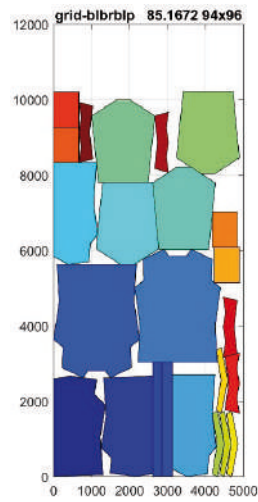
Heuristics are stochastic algorithms that find good enough solutions (solutions close to optimal) with relatively low complexity. The disadvantage of heuristics is that their performance often ends in a local optimum. In order to find satisfactory solutions to these problems, metaheuristics can be used. Metaheuristic is an algorithm designed to solve a wide range of difficult optimization problems without the need for detailed adjustment to a problem being addressed. Many intelligent algorithms are metaheuristics, such as evolutionary algorithms (e.g. genetic algorithm). Hyperheuristics goes a step further than metaheuristics. A feature of hyperheuristics is that their search space consists of heuristics or metaheuristics.

The methods described in literature are mainly focused on solving one subtype of a packing problem. As a part of our research, we have been creating adaptive memetic algorithms, which can be applied to different types of problems and input data sets. Thus, Grid heuristics have been developed for automatic marker making that even recognizes material damage and prevents the placement of cutting parts into prohibited areas. Its performance is independent of the shape of the material. It can therefore be simply applied to materials of irregular shape, such as leather. Two heuristics have also been designed, which additionally compact the layout of cutting parts: Grid-BLP and Grid-Shaking. Additionally, a hyperheuristic has been designed that selects the most suitable heuristics for marker making using an evolutionary algorithm. A new method AEF (All Equal First) for determining the order of placement of identical groups of cutting parts has also been designed.



Flow chart of an evolutionary algorithm

Markers obtained using Grid-Shaking heuristic



Quality evaluation of innovative materials and products

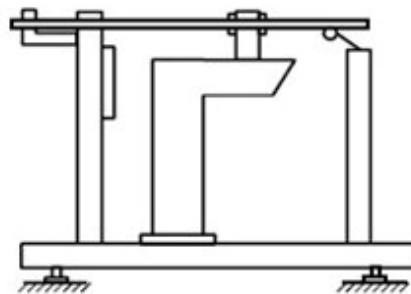
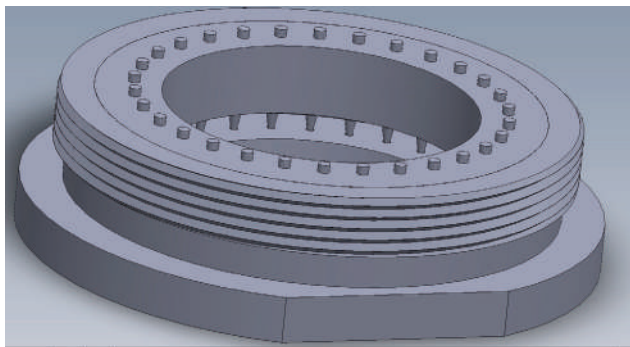
Contact:

Izv. Antoneta Tomljenović, PhD
antoneta.tomljenovic@ttf.hr

Intensive investments in the development of advanced textile materials and leather, and innovative products made of them, also indicate the need for developing a methodology for the evaluation of their functional and usable quality. The target of our research group is related to the topic of knitwear, socks, leather and bio-composite materials quality.

There is only a few of European standards related to testing and characterization of knitted fabrics and socks, while leather as a material is insufficiently represented within the framework of scientific research in the Republic of Croatia. Therefore, the research under the Croatian Science Foundation scientific project IP-2016-06-5278 (ComforMicrob-TexFoot) is directed towards the development of a methodology for the evaluation of the usage and functional quality of knitwear and socks made of innovative yarns, and leather varying degrees of processing for shoemaking, with the aim of determining optimal thermo-physiological comfort, as well as their functional efficiency and durability.

The quality of print fastness on semi processed bovine leather printed on a piezoelectric InkJet printer has been analysed, as poor print fastness of natural leather frequent occurs and there is insufficient investigation of possible



Apparatus for the determination of abrasion resistance of socks according to the HRN EN 13770:2008: scheme of modified specimen holders for Martindale abrasion tester (left) and scheme of abrasion tester for socks (right)

applications of Inkjet printing on such substrates. The results obtained indicate that semi processed leather should be printed on the impregnated surface with the subsequent application of final film, which offer significant savings in the leather processing process. The applicability and durability of functional prints on T-shirts made by different printing techniques have been analysed as well. The proposed methodology for durability assessment of prints on knitwear and leather include the exposure of printed materials to simulated long-term conditions of use - for leather to dry and wet rubbing, water, water spotting, accelerated ageing with heat and artificial light, and repeated flexing as well; while for knitwear it is washing and drying, rubbing and repeated abrasion cycles.

Due to its high resistance to tensile loads and relatively low specific density, technical fibres obtained from fibre flax and hemp stems are commonly used for bio-composite reinforcing . The idea of using linseed flax and hemp plants in Croatia is quite important as plant stems are usually disposed by ploughing or burning in the field after seed harvesting. An extensive research has been carried out regarding to the quality evaluation of technical fibres of hemp, linseed and fibre flax, laboratory preparation, characterization and optimization of fibre reinforcements and polymer composite materials. A methodology for quality assessment of fibre-polymer matrix compatibility, based on computer analysis of microscopic images - measuring of size and contact angle of cured droplets of resin applied on yarns, has also been proposed



Microscopic analysis of the lateral (left) and upper (right) sides of cured droplets resin on highly oriented roving yarns



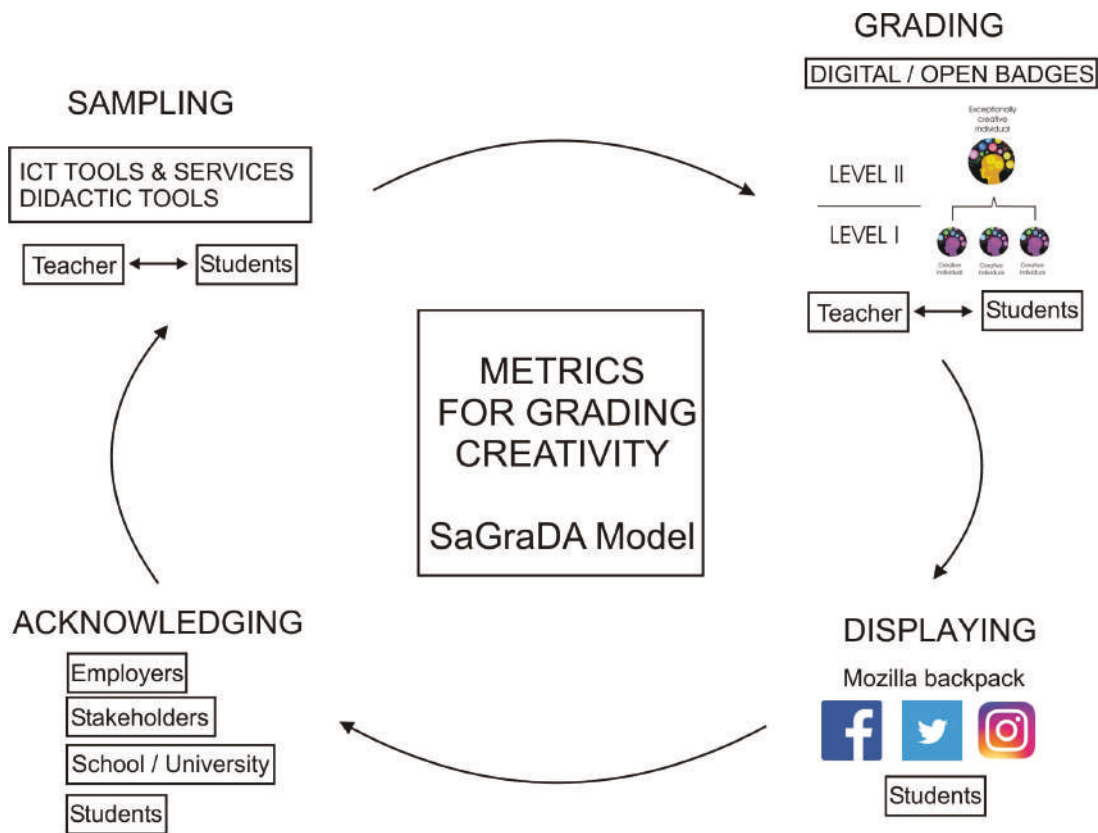
TOPIC 6:
CREATIVITY IN
TECHNOLOGY

Creativity in technology and design

Contact: Assoc. prof. Ivana Salopek Čubrić, PhD
ivana.salopek@tff.hr

Creativity, as the ability to create ideas, new links between existing ideas, innovative methods, or distinct interpretations of a phenomenon, is a key driver in various branches of science. Characteristic features of creative individuals are manifested by the ability to solve certain issues and problems from a different perspective than is customary and expected.

The importance of creativity in solving numerous problems, such as social, economic and others, is recognized at the highest levels. Because of this, numerous European institutions call for strengthened creative capacities through their strategic documents. The European Commission has published a document on investment in skills, as a part of its “Strategic Framework for European Co-operation in Education and Training” - “ET 2020”). The shared vision of this document, as well as a series of related documents, is that, in the future, creativity, ability of lateral thinking, adaptability and other transversal skills will be appreciated more than the specific groups of knowledge traditionally taught in schools. Researchers within this group are focused on investigating and developing methods to encourage creativity, student education, and active promotion of creativity through public lectures and media appearances. The scientific approach to the assessment of skills and the mechanisms that enable continuous support, supervision, assessment and recognition of the development of skills are also realized through the LLP project “Grading Soft Skills” - GRASS. The project is funded through a European Program, which is the leading education and training program, and is aligned with KA3 Priority 3.1.2 - Innovative Pedagogy and Assessment Methods for Different Learning Modes. Within the project, specific objectives have been achieved, namely the development of new pedagogical approaches that provide continuous support to the development of personal skills, the inclusion of development approaches in everyday practice on multiple levels of education and the encouragement of teachers who initiate and practice the assessment of skills development at educational institutions. Through this project, researchers from the group have developed a digital badge system for evaluating creativity and other skills among students. The system has been subsequently used through two additional projects funded by the University Computing Centre - “Development of e-course Techniques of Realization of Textiles I” (No. 4-48/0-2015) and “Development of E-course Mechatronics and Robotics” (No. 4-25/0-2017,). The use of digital badges to evaluate creativity has proved to be an excellent tool for traceability and transparency of evidence, as well as a very good motivator for students in teaching activities. Researchers of this group strongly support the development of creativity, the use of digital badges in evaluating creativity, as well as their formal recognition.



Principle of SaGraDA model for grading creativity

Digital fashion and computer-based 2D/3D clothing design

Contact: Assoc. prof. Slavenka Petrak, PhD,
slavenka.petrak@ttf.hr

Collaborators:

Prof. Jelka Geršak, PhD

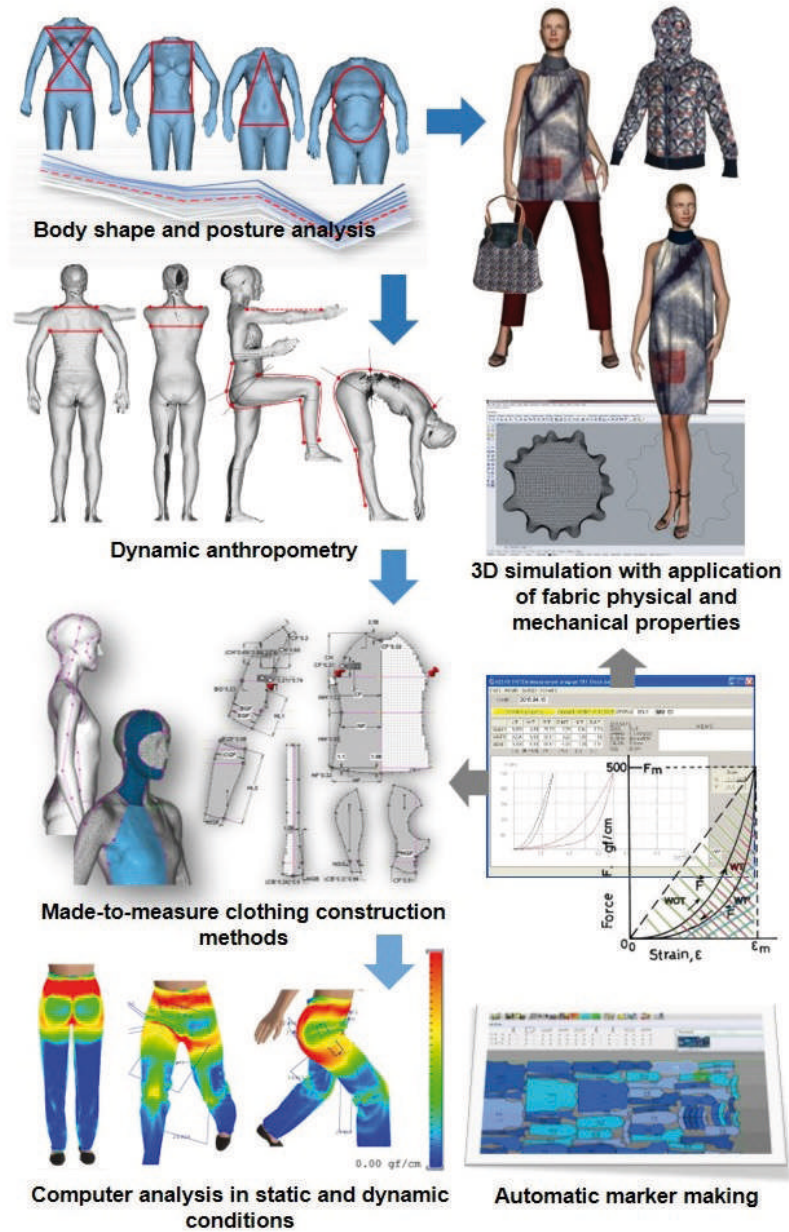
Maja Magnić Naglić, mag.ing.techn.text.

The role of innovative computer technologies in the processes of modern industrial design and design of textiles and clothing is one of the unavoidable factors of a successful and competitive business of textiles and clothing manufacturers in the 21st century. Dynamics of changes in fashion trends and the growing market interest for clothing that will reflect the fashion identity of the individual, faces designers with the need to express their creative potential in accordance with the requirements of his/her customers, including the applica-

tion of innovative technologies that enable global marketplace business.

This research topic has been a challenge for scientists around the world and the field has been developing intensively in the last two decades. Given the complexity of textile materials in the context of achieving realistic computer 3D simulation and visualization of textiles and clothing, based on the physical and mechanical properties of textile materials on the one hand and still insufficient development of computer technologies and CAD systems on the other hand, a holistic approach to research requires interdisciplinary observation of the issue. In this context, that scientists at the Faculty have been developing autonomously computer 2D and 3D design methods for clothing, based on anthropometric measurements and body analysis using 3D body scanners, the influence of anthropometric body characteristics on the clothing construction and the influence of the physical and mechanical properties of the textile materials on the 3D clothing simulation. Within the topic, the possibilities of developing methods for classifying scanned 3D body models according to various anthropometric and morphological characteristics are investigated as a basis for further advances in the computer design of fashion and functional clothing. Methods for parameterization of clothing patterns and the analysis of the garment dynamic behaviour under the influence of body biomechanics are being developing, which is a step forward in the context of an innovative way for pattern modifications according to the individual anthropometric body characteristics and numerical evaluation of the garment prototype on a customized computer body model under dynamic conditions.

Development of methods for clothing pattern parametrization, as a possible substitution for time-consuming, conventional grading of clothing according to clothing sizes or individual measurements, can be pointed out as a result of the investigations already completed. Furthermore, a new concept of clothing model prototype development and evaluation has been set, fully computerized, from the 2D design and pattern development, through the complex process of computer 2D / 3D clothing design, to the final phase of computer prototype evaluation under static and dynamic conditions, based on the physical and mechanical properties of textile materials.



Digital fashion and computer-based 2D/3D clothing design

Cultural heritage and contemporary fashion design

Contact: Assoc. prof. Nina Katarina Simončič, PhD
nsimon@ttf.hr

The interest is focused on the synergy of tradition and contemporary design, i.e. the examination of potential new ways of production and placement of traditional lacemaking from the Lepoglava region for the needs of domestic and foreign markets. In the context of these objectives, by exploring the possibilities of implementing traditional lace within the dictates of contemporary fashion markets, the research examines the

origin of Lepoglava lace, its production techniques, the role of lace through history, the relationship between the lace and garments, demands of contemporary design and approach, market needs, potential target consumers, as well as the question of promotion and valorisation of the product branded as Croatian product design. For this purpose, public lectures are organized together with workshops involving lacemakers and contemporary fashion designers. The aim is to educate students in order to develop preliminary solutions in terms of revitalization of the production of Lepoglava lace as a fashion accessory in high fashion. The research includes local community, business entities and tourist board. The research of archival data is carried out at the site and existing artefacts found in the Lepoglava museum collection are analysed. In cooperation with contemporary fashion designers, items of Lepoglava lace, which have been frozen in time and kept under glass like paintings, are given a new role. Their traditional patterns and ornamentation are used, modernized and designed for high fashion products. The realised clothing product is a blend of contemporary thinking and traditional heritage, in which both sides are respected, even though they do not use the same visual code. The realised clothing items may be of interest to the admirers of Croatian cultural heritage and representatives of foreign policy with the aim of evaluating Croatian fashion design.



*Women's dresses made by students: Morana Krklec and Marta Tokić,
linen, bobbin lace, Lepoglava*



*Detail of bobbin lace on
a dress, Lepoglava*



TOPIC 9:
SOCIAL CHALLENGES

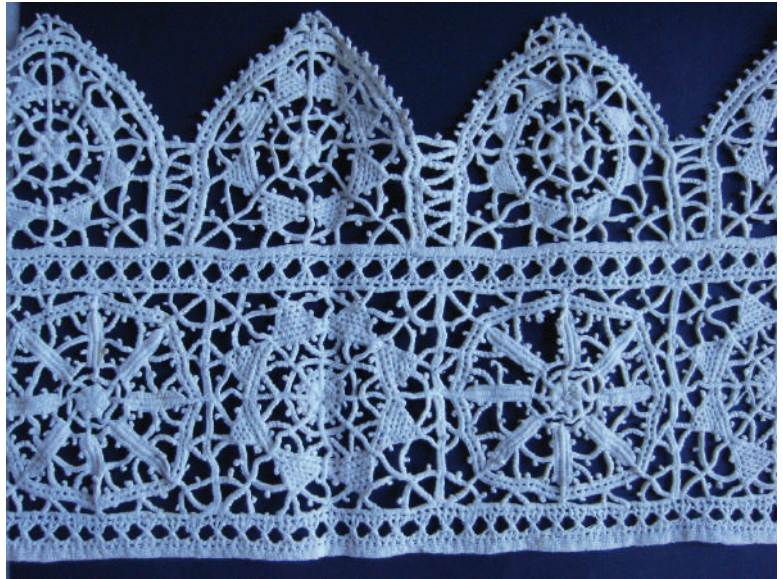
Fashion history and material culture in fashion

Contact: Assist. prof. Nina Katarina Simončič
nsimon@ttf.hr

The study of fashion history is a specialised branch developed primarily in the fields of history and art history. Fashion artefacts (clothing, fabric, knitwear, footwear or fashion accessory) are placed at the centre of research together with their art historical (stylistic) analysis (form, surface, ornament, colour, substance, design or cut). For a clearer understanding, we shall use the investigation of seventeenth-century

lace from Kotor. With the help of the methods employed in the field of Dress History (and in this case textile history) the lace from Kotor is analyzed and discussed, while its value is estimated on the basis of material criteria and especially in terms of production quality. The artefact is evaluated based on the stylistic characteristics of its time. Using the approaches of Dress History, the object is contextualized in comparison with analogous examples of historical artefacts, through representation of related forms in visual art (graphics, painting, sketches...), analysis of archival material and previously published scientific and professional papers. Material culture, on the other hand, raises questions primarily concerned with the women who produced the object, their relationship to the object as well as with the women who used it. The research indicates that, during the seventeenth century, the lace from Kotor represented a material expression of a strong political significance for women. Excluded as they were from social issues, the women communicated their presence in the public and political sphere through needlework. The importance of the lace from Kotor is here contextualized not so much within the historical evolution of the typology of the object, or the style or material, but through the life of the people who interacted with the artefact attributing it a social meaning. The research is based on the collection of needle lace from Kotor, stored in Dobrota. The contribution of the research lies in the valorisation of the national cultural heritage with the aim of creating a basis for its contemporary interpretation through product design and contemporary production technologies, in accordance with historical motives.

*Needle lace, linen thread, Kotor,
second half of the 17th century*



*Women's jacket-bodice with golden
bobbin lace, Museum of Arts and
Crafts, Zagreb, second half of the
18th century (MUO 10250)*



Metal threads in Croatian textiles from the 17th to the 20th century

Contact: Prof. emeritus Ivo Soljačić
ivo.soljadic@ttf.hr

Collaborator:

Kristina Šimić, mag.ing.techn.text.

Metal threads were applied as a decoration on textiles, especially in folk costumes that were worn during weddings, christenings and other festive occasions. They were also used on flags and tapestries, while they were inadequate for daily use and were seldom used in these situations. The exceptions were liturgical vestments because the service of God has always been a festive ceremony. Most often, they were made of precious metals gold, silver and copper, and their alloys

and more recently even aluminium has been used. We rarely find applications made of gold alloys, but these are usually gold-plated silver threads, and silver-plated copper threads are often encountered, even though there are often metal threads made of silver alloys or pure copper threads.

Metal threads have been used in Croatian textiles since the times of Croatian kings, which indicates their importance in Croatia since the earliest times. Regardless of extreme importance of metal threads in festive folk and liturgical textiles, a systematic study of their applications in the entire Croatian heritage has not been done so far. Therefore, we decided to investigate metal threads fabricated and applied on textile in the period from the 17th to the first half of the 20th century. That was the time when Turkish pressure on Croatia was not so strong any more, and crucial social changes were taking place, cities were being developed, the feudal order was abolished and literacy and culture in the villages were developing. Samples of metal threads from all the parts of Croatia were taken for research and measurement. There were several types of metal threads, and most often they were metal strips and sterling threads ("srma"), which is a Turkish word for metal threads wrapped around a basic textile thread. Samples were collected from museums and church treasuries.

In order to obtain an accurate information as to the elemental composition of metal threads and their structure, the research was carried out employing three different instrumental methods: Scanning electron microscopy with energy dispersive X-ray detector (SEM-EDX) at the Faculty, X-ray Fluorescence (XRF) at the Croatian Restoration Institute and Particle Induced X-Ray Spectroscopy (PIXE) at the Ruđer Bošković Institute. Parallel research indicated that SEM-EDX method was the most convenient and practical to measure the surface and cross-section of metal threads, especially when it comes to gold-plated and silver-plated samples. In the case of alloys, the results of measurements by PIXE and SEM-EDX were the same. The difference in the results on gold-plated and silver-plated samples was due to the proton penetration depth at the PIXE method with 2MeV protons of about 20 microns and the penetration depth of the electrons at the SEM-EDX method of 0.5 microns.

On the "srma" samples, it was also necessary to investigate the basic textile thread, its raw material composition, as well as the number of threads in the yarn, and its twist.



Types of metal threads: narrow stripes (left) and combined textile metallic yarn – “srma” (right)



*Women's scarf for the back, **Đakovština** the 19th century (Folk costume)*

Textile waste - raw material of the 21st century

Contact: Prof. Edita Vujasinović, PhD, edita.vujasinovic@ttf.hr

Collaborators:

Marijana Pavunc Samaržija, mag.ing.techn.text.

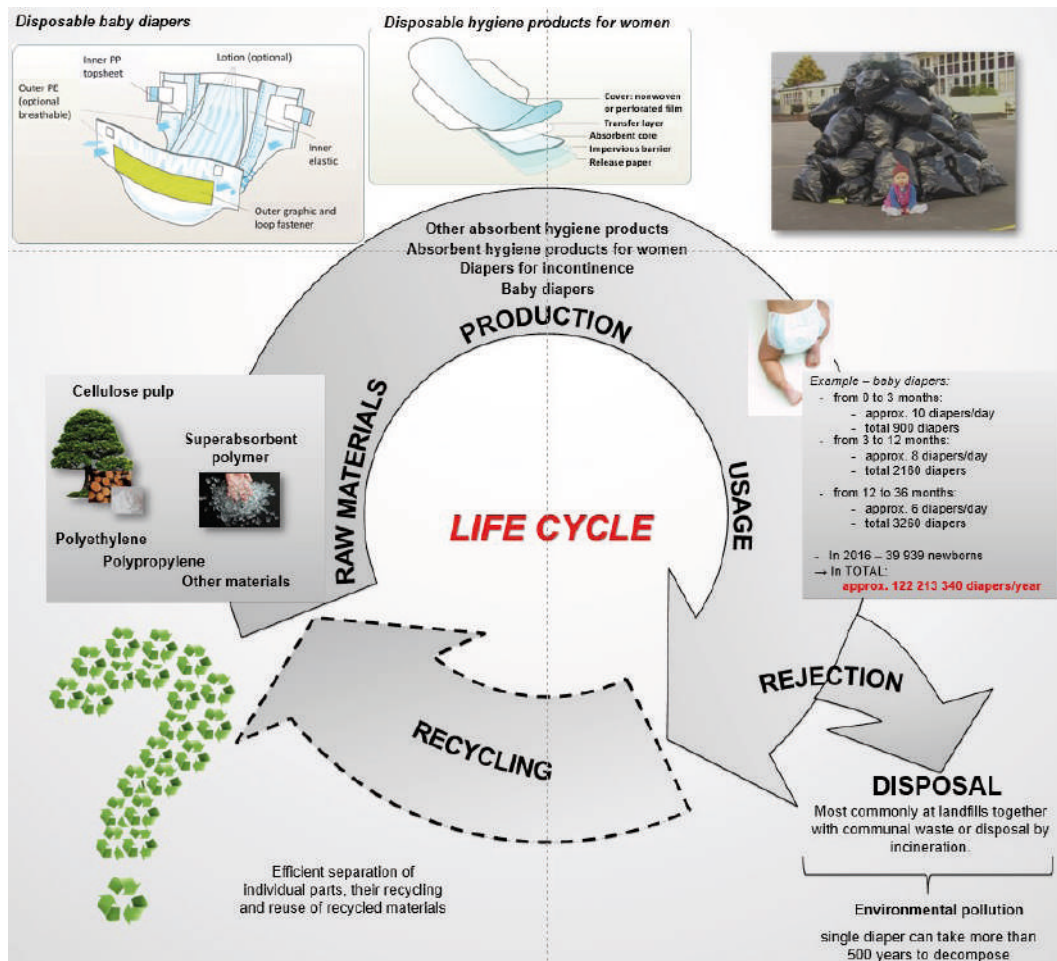
Tanja Vukelić, mag.ing.techn.text.

Over the last decade, fibre production has grown from 59 to 85 million tons per year. This is a result of global population growth and the improvement of living standards, as well as of the fact that today's industrialized and developed societies use textile fibres and materials for a wide range of products such as different types of transport vehicles, sportswear, sports and protective equipment, while at the same time textile fibres are increasingly used as fibre-reinforced composites mostly in structural materials (geo-membranes,

reinforced concrete etc.). It is estimated that the production of this type of textile products in 2016 amounted to approximately 29 million tons (a market worth about 160 billion USD), and it is expected that the same trend (increase of production and consumption of 5.18% per year) will continue in the future, resulting in an increase of textile waste and the need for its proper disposal. Although textile recovery is the best and most desirable way of waste textiles recycling, in real life proper care is much more complicated and sometimes even impossible. This particularly refers to modern, multifunctional or architectural textiles based on high performance fibres and/or smart materials.

A group of scientists from the Faculty, apart from the research aimed at utilizing textile waste in the production of new value-added products, has recently started analysing and assess the lifecycle of contemporary textiles their impact on the environment and possible ways of disposing at the end of their usage and life cycle.

It can be expected that in the future, through education and enhancement of ecological awareness, favouring sustainable ways of producing new textiles will be predominant, while at the same time finding appropriate models of their recycling, This will reduce textile waste, save energy, preserve the environment and human health. To achieve this, it is essential to incorporate the principles of eco-design or so-called green design (design for recycling and design from recycled) into the design of modern textiles.



Lifecycle of disposable high-absorbing hygiene textiles

RESEARCH AREAS

RESEARCH AREAS

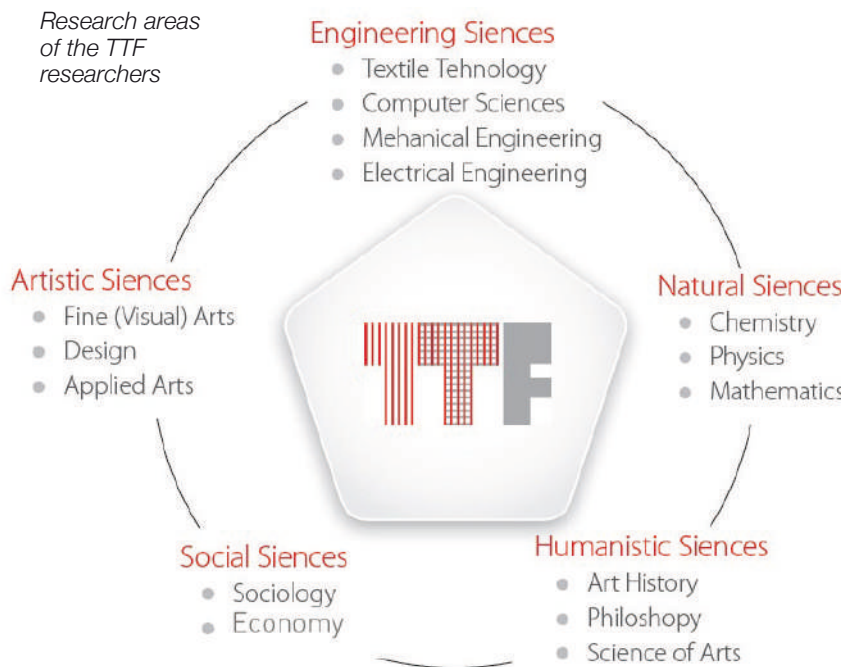
At the Faculty, research is conducted in the fields of technical, natural, and social sciences, humanities and arts.

One of the aims of the Croatian government Programme is a transparent financing and publishing of achievements of the institutions of higher education and public institutes, as well as fostering cooperation among universities, science institutes, and the economy. The aim is implemented by the Ministry of Science and Education through developing science as the initiator of long-term economic and social growth.

RESEARCH SUPPORT – PROGRAMME AGREEMENTS

Based on the previously emphasised facts, as well as strong, well substantiated objections from the scientific community on the current model of financing science, the Ministry of Science, Education, and Sports offered a well-balanced, structured model in 2013, based on best practice of the Western countries. The model requires the biggest amount of financial resources to be channelled into Croatian Science Foundation's competitive projects, and only a small amount into stable, dedicated, multiannual funding of science through subsidies.

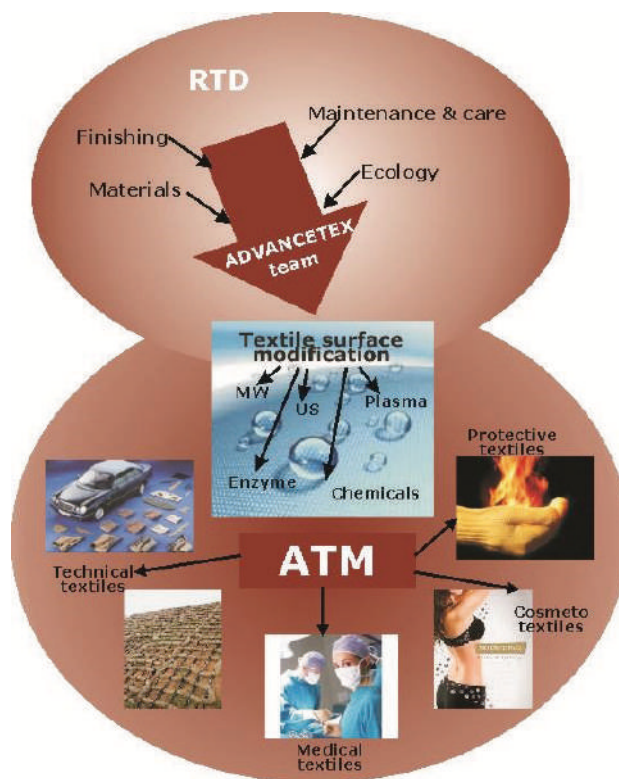
The Faculty has received many subsidies since 2013. The titles of subsidised research topics are shown in Appendix 1. The funding for national scientific projects has been provided by the Croatian Science Foundation (CSF), and scientists are offered an additional possibility to compete for international projects. The Faculty currently conducts seven CSF projects: five research projects (RP) and two installation research projects (IRP).



ACRONYM / LINK	CODE	TITLE	Leader	Duration	Area/Field	Total value (kn):
ADVANCETEX	9967	Advanced textile materials by targeted surface modifications	Sandra Bischof	1.9.2014. - 28.2.2019.	Technical sciences/Textile technology	989.200,00
AMMIACC	3011	Application of mathematical modelling and intelligent algorithms in clothing construction	Tomislav Rolich	1.10.2014. - 30.9.2018.	Technical sciences/Computer sciences	412.900,00
INEQUALITIES	5435	Inequalities and Applications	Josip Pečarić	1.6.2014. - 31.5.2018.	Natural sciences/Mathematics	303.130,36
STARS	1534	Synthesis and Targeted Application of Metallic Nanoparticles	Iva Rezić	01.09.2015. - 21.12.2017.	Interdisciplinary, Technical sciences, BioTechnical sciences, Natural sciences/Chemical engineering	371.022,59
ComforMicrobTex Foot	5278	Comfort and antimicrobial properties of textiles and footwear	Zenun Skenderi	01.03.2017. - 28.02.2021.	Technical sciences/Textile Technology	724.100,00
COMBOELECTRO SPUN	6878	Custom Tailored Fibrous Scaffold Prototype for Tissue Cells Culture via Combined Electrospinning	Budimir Mijović	01.03.2017. - 28.02.2021.	Interdisciplinary, Technical sciences, BioTechnical sciences/Textile Technology	969.700,94
HPROTEX	8780	Hospital Protective Textiles	Sandra Flinčec Grgac	15.03.2018. - 14.03.2023.	Interdisciplinary, Technical sciences, Biomedicine and health sciences, Biotechnical sciences/Textile Technology	1.743.064,00

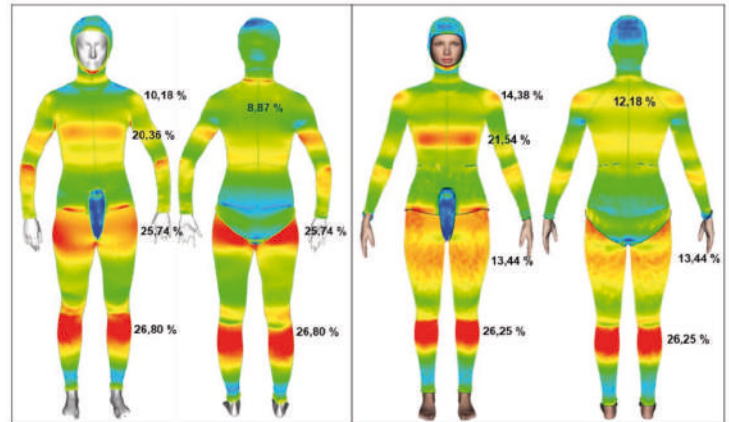
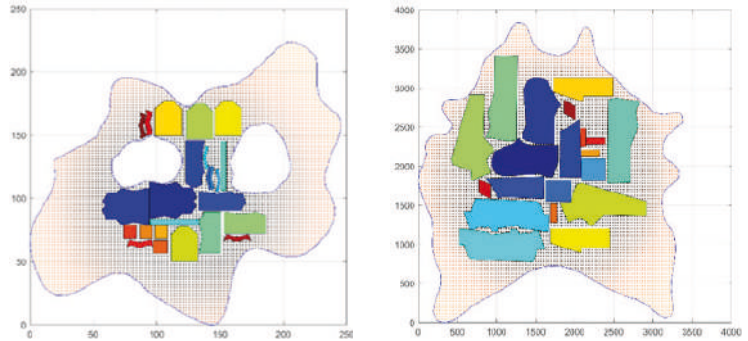
ADVANCETEX: Advanced textile materials by targeted surface modifications

The demand for advanced textile materials has dramatically increased during the last few decades, in particular for engineering, medical and technical applications. A new sight proposed by this project is in merging so far separate research teams involved in the development of advanced textile materials, through targeted eco-driven surface modifications. Surface pre-treatments and modifications will be carried out on selected sustainable textile materials, using environmentally friendly substances and processes, in order to attain antimicrobial, flame retardant, oil/hydrophobic, wellness or medical properties yielding high added value textiles. Different environmentally friendly methods of microwave, ultrasound or plasma modification processes will be used to enhance targeted functionalities as well as to increase interfacial adhesion between fibres and polymer matrix in fibre reinforced composites. The other approach of the production of highly active surfaces which with the capability to block UV and microwave radiation, to enhance oil and water repellence, antimicrobial, self-cleaning, and flame-retardant properties is in the application of micro/nano-particles such as TiO₂, ZnO, Cu, Ag and Au. These particles can be applied to the surface of fibres, textiles, clothing or inlayers for footwear.



AMMIAC: Application of mathematical modelling and intelligent algorithms in clothing construction

The project aims at developing new computer programs based on mathematical modelling and intelligent algorithms. Scope of computer programs is an area of clothing construction, and therefore the data from measurements and scanning using 3D body scanners will be collected. For the analysis of digitized data of human body, data acquisition of static and dynamic anthropometry will be collected and then processed using geometric morphometry and PCA methods. Data of shapes and sizes that cannot be acquired using usual methods of measurement and data processing will be obtained in this way. Based on these data, new methods of construction will be developed, for which the most applicable methods of mathematical modelling will be defined. Intelligent algorithms will be used to solve the problems related to the automatic marker making, where solutions to specific problems and conditions that must be met for that purpose will be found. Using distinctive interdisciplinary approach, computer programs will be developed for the purpose of constructing specific garment that is not common in our market, such as overalls for professional sports, diving suits or clothes that are used for medical purposes (compression garments, etc.), as well as protective clothing. The development of software applications will be based on scientific knowledge, and it also can have its practical application in the manufacture of clothing. In cooperation with the industry, garments could be developed that are not in everyday use and for which there is a need in the domestic and foreign markets.



INEQUALITIES: Inequalities and Applications

Specific objectives are: -to improve, refine, interpolate, generalize Jensen's type inequalities and related inequalities such as Jensen-Steffensen, Hermite-Hadamard, Jensen-Mercer etc. -to prove some generalizations, improvements and refinements of some classical inequalities (Holder, Minkowski, Hilbert, Hardy, Ostrowski, Gruss, Opial, Chebyshev etc.) in various settings -better understanding of different kinds of convexities (higher convexities, s-convexity and h-convexity, exponential convexity, local convexities, Schur-convexity, superquadracity etc.) with applications in inequalities; -to give further extensions and applications of the Mond-Pečarić method in operator theory, especially in obtaining reverse type operator inequalities; -to develop methods and applications of asymptotic expansions and series of special functions (asymptotic expansion and comparison of bivariate and multivariate means; research in series of Bessel and Bessel-like functions, integral expressions and summation formulae for Neumann and Kapteyn series, establishing sharp truncation error estimates occurring in sampling series approximations etc.).



STARS: Synthesis and Targeted Application of Metallic Nanoparticles

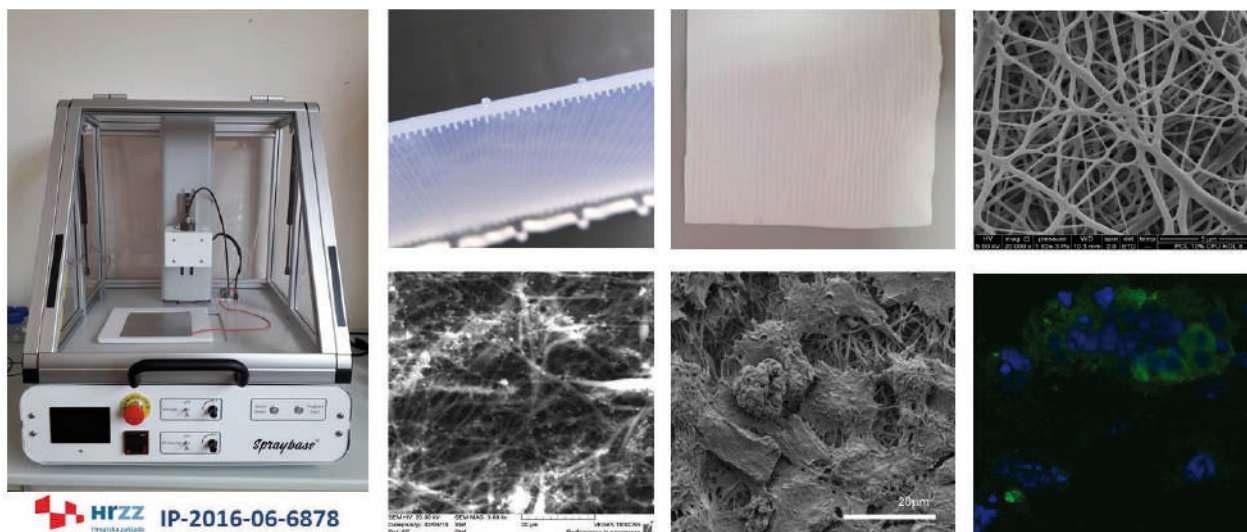
The main objective of this project is to establish international interdisciplinary research group that will synthesize new metal nanoparticles by environmental friendly enzymatic reactions and apply them on different polymer materials. Metal nanoparticles have novel electronic, optical, magnetic, medical, catalytic and mechanical properties owing to their high surface to volume ratio and the quantum size effect, which depend greatly on their size, structure and shape. Therefore a conservative estimation of the world market predicts the global consumption of metal oxide nanoparticles to rise from 270 tons in 2012 to 1700 tons by 2020. We will isolate and use five different enzymes to synthesize metallic nanoparticles, reveal the kinetics and mechanism of reactions, and characterize the products by using “beyond-state-of-the-art” instrumental methods (such as GEMMA, PDMA and MALDI-TOF-MS/MS). Implementation of this project will help establishing new interdisciplinary research group targeting problems in the fields of nanotechnology, material science and bio/analytical chemistry, as well as enhance the independent research leadership of the principal investigator by installing the scientific infrastructure necessary for research on the synthesis and targeted application of metal nanoparticles. By deposition of targeted nanoparticles on polymers, we will create new materials foreseen as food packaging materials and geotextiles. This will support the development of the Croatia’s food and textile industries. Moreover, the project will initiate interdisciplinary research with the transfer of knowledge among research groups, as well as provide the opportunity to transfer knowledge to post-doctoral, doctoral and diploma students working on this project. In addition, this project will strengthen international collaborations with scientists from other European universities, and by this support the integration of the Croatian science within the European research framework.

STARS



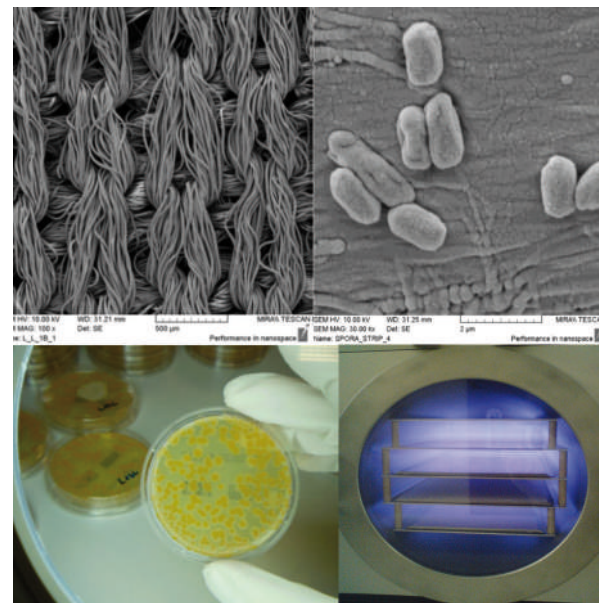
COMBOELECTROSPUN: Custom Tailored Fibrous Scaffold Prototype for Tissue Cells Culture via Combined Electrospinning

The main focus of this interdisciplinary project proposal is the development of custom tailored fibrous scaffold prototype for cells culture based on the textile technique of electrospinning. The big challenge in electrospun scaffolds is the need of a dual structure, i.e. pores with diameters big enough (macro scale) to facilitate cells penetration and fibres small enough (nano scale) to mimic the native extracellular matrix. The unique contribution of this project proposal is based on the combination of both techniques of electrospinning. Solution electrospinning and melt electrospinning to be used for the fabrication of nano fibers and micro fibers alternating layered scaffolds. Additionally cells surface adhesion will be enhanced by a target surface topography prepared based on custom tailored collectors. The second aspect is the design of scaffolds custom functionality including antibacterial property and cellular processes stimulating property based on biological compounds. Project final goal is to select scaffolds with optimal architecture and introduce them with multifunctionality. Scaffolds multifunctionality will be based on systematic study of the optimal condition defining co-existence of both functions, the antibacterial property and controlled release of the biological compounds. Scaffolds materials are polycaprolactone and polyurethane as the matrices combined with silk fibroin to further enhance cells surface adhesion. The scaffolds will be studied systematically in regard to their mechanical integrity as well, to meet the requirements of a construction, stiff enough to withstand neo-tissue formation. Project third aspect is the validation of the scaffolds physical structure and functionality in vitro. Model cells will include both skin and ocular cells culture. Cells will be monitored through immunological, microbiological, biochemicals and enzyme activity evaluations, followed by antibacterial, citotoxicity and carcinogenicity tests.



ComforMicrobTexFoot: Comfort and antimicrobial properties of textiles and footwear

Comfort and antibacterial properties of fabrics for making clothing worn next to the skin and footwear, for particular type and level of activity as well as environmental conditions are mostly determined by the type of raw material, structure and properties of fabric/leather, finishing process and shape of the final product, garment/footwear to be worn. In order to obtain new findings about comfort and antibacterial properties of products from raw materials, yarns, grey and grey and antibacterially treated knitted fabric, fabric will be made from conventional yarn (rotor-spun and aerodynamic yarn) made from man-made cellulosic fibres, SIRO yarns from viscose fibres and ring-spun yarn from cotton with known properties. The fineness of all spun yarns is 10 tex x 2 (Nm 100/2), while the count of SIRO yarn is 10 tex x 2 (Nm 100/2). Fabrics will be knitted in different constructions. PA multifilament yarns will be added into knitted fabrics for making hosiery. Samples of finished leather (cow and calfskin leather) for inner parts of the upper of working and protective footwear will be prepared. They will be treated with different types of tanning agents. Three samples will be prepared, nature crust, post-tanned crust with the simultaneous treatment with antimicrobial agents and dyed crust with post-tanning and antimicrobial treatment. For all samples of knitted fabrics and leathers objective parameters of thermophysiological comfort will be determined. Antimicrobial activity of all samples of knitted fabric (antimicrobially treated) and leather will be determined according 3 types of bacteria (*A. baumannii*, *S. aureus* and *E. coli*) that can be found in the normal physiological skin flora of man which can be opportunistic pathogens. Thermophysiological comfort of hosiery and working and protective footwear manufactured at local factories will be determined on thermal foot. The comet test will be performed for a number of leather samples (chrome- and synthetic tanned).



HPROTEX: Hospital Protective Textiles

The project main goals are establishing an interdisciplinary research group, with young doctoral researcher, and Laboratory for Controlled Monitoring of the Crosslinking Process, enabling systematic research and knowledge transfer to solve the problem of generating textile dust, a disease carrier and instrument stoppage causer, in the hospital environment. The textile fabrics of cotton fibres (CO) and their polyester blends (CO/PES) will be produced. The influence of yarn, weave and fabric construction to generating textile dust before and after washing cycles will be researched. The conditions of cationization and antimicrobial finishing with quaternary ammonium compounds, β -cyclodextrins with encapsulated antimicrobial agents, and chitosan will be developed to achieve permanency to textile care, minimizing chemical and mechanical damage, thereby contributing to a lower release of textile dust. By setting up a Laboratory, the fabric sorption of the bath with antimicrobial agents will be investigated through interfacial properties (DSA30S), and in situ heat-monitoring (FTIR-ATR GG) of physical-chemical change in the fabric will be performed, in order to precisely define the bath composition and process parameters to achieve durable crosslinking. The change in CO and CO/PES during and after treatment, and after textile care cycles, will be analysed on crystalline, physico-chemical, morphological and interfacial level using FE-SEM, TGA, FTIR, XRD, MCC, GS-MS, EKA, SFE, CA, MMT, WRV, UV-VIS spectrophotometry. For the purpose of health and environment protection, all newly developed fabrics will be tested on toxicity and, according to the obtained results, their usage in the hospital environment with the proposal of detergent formulations and procedures for their care will be suggested. Finding and implementation of new ideas will be directed towards entrepreneurship with the aim of economic growth, and further research within new project applications.

INNOVATIONS

INNOVATIONS

The Faculty possesses a significant innovation potential making it one of the leading constituent units of the University of Zagreb. Patents and innovations filed by the researchers as a part of their scientific, artistic or professional work comprise a substantial intellectual portfolio, transferred to industry and society in general.

Inovacijski potencijal Fakulteta od 2008-2018

Portfolio	Number
HR – patents	15
HR – design	5
HR – allmark	3
International patent entry WIPO*	16

* World Intellectual Property Organization

Inventions and innovations created at the Faculty relate to manufacturing systems, measuring systems, methods, products and software.

The majority of patents and innovations relate to the development of measuring devices and equipment for textile technology and engineering, new methods of computerised clothing construction, process parameters of clothing production, research of energy processing parameters, developing smart clothing with adaptive thermal insulation, determining thermal properties of composites and clothing, researching parameters of assembling technical textile clothing by sewing, heat conduction welding, convective welding, ultrasonic and radio frequency welding. Intellectual portfolio is presented in Appendix 2.

The researchers at the Faculty's, together with their innovations and inventions, are widely recognized and have received awards at prestigious international inventions and innovations exhibitions.

The most notable inventions are the development of smart clothing with adaptive thermal insulation intended for automatic adjustment of thermoregulation properties and the measurement system for determining static and dynamic thermal properties of composites and clothing, the so-called thermal mannequin, which were developed at the Faculty under Professor Dubravko Rogale, Ph.D.'s guidance.



Silver Medal „JAPAN DESIGN INVENTION EXPO 2017”, Tokyo, Japan



Gold Medal, INOVA 2016.

Integrated device for measurement of physiological parameters of human body for exact evaluation of clothing thermal comfort

After successfully applying for patents at home and abroad and receiving acknowledgement from leading experts for defending a doctoral thesis, as well as publishing several original scientific papers, it was decided to present the scientific research on developing smart clothing and the thermal mannequin to a wider audience and showcase it at domestic and foreign exhibitions in order to achieve international valorisation. This was wholeheartedly supported by Zagreb Innovators Association, which recognized the potential of the said innovations. Scientific team, led by professor D. Rogale, Ph.D., received several awards for their innovations. This were Grand Prix and Gold Medal in Moscow, Humanitarian Award and Gold Medal in Pittsburgh, Gold Medal in London and Japan, and Silver Medals in Taiwan, Malaysia and Macau.

The employees of the Textile Science Research Centre (TSRC), which was established at the Faculty of Textile Technology in 2008, strive to include as many Croatian companies as possible in their development projects in order to increase the competitiveness of Croatian products on the European market.

Faculty and industry cooperation through innovations - best practice examples

Cosmetotextiles

The cooperation between the Faculty's researchers and Jadran Hosiery Company was initiated by the manufacturer with the intention of developing an innovative product. The cooperation resulted in textile functionalized by embedding it with active ingredient microcapsules (Monoï cream, menthol, aloe vera) to achieve cosmetic effects of predetermined duration. The goal was to improve functionalization process by applying optimal concentration of microcapsules and to determine their durability after being embedded into a textile product.

The result of this cooperation was a textile product of improved properties, and an established methodology of microcapsule release control, as well as a new field of research, cosmetotextiles, opened by the Faculty of Textile Technology.



Examples of cosmetotextiles: Jadran pantyhose functionalized with microcapsules

Flame retardant knitwear

Innovative flame-retardant knitwear was developed in the cooperation between the Faculty and Galeb d.d. company. The functional flame-retardant knitwear is primarily intended for the Croatian and the surrounding markets as a competitive eco-innovative product of high added value and reasonable price. The TSRC has enabled Galeb d.d. company to use state of the art equipment for thermal and morphological characterisation of materials. The cooperation continued through further applications of projects intended to develop multi-layered protective clothing and equipment for military and police intervention units. The areas of innovations are as follows: textile (improvement of protective properties and comfort), nanotechnology application (medical textiles), ballistic protection (new materials) and sensors (monitoring).



Galeb d.d innovative brand – Fire Stop

Innovative umbrella

Tabacco d.o.o. is the Croatian manufacturer of innovative umbrellas designed by Croatian designers. Their most famous brand is Kisha, a smart umbrella, which is the product of the cooperation between the Faculty and Tabacco d.o.o.



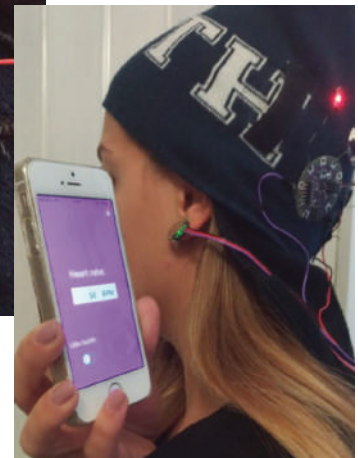
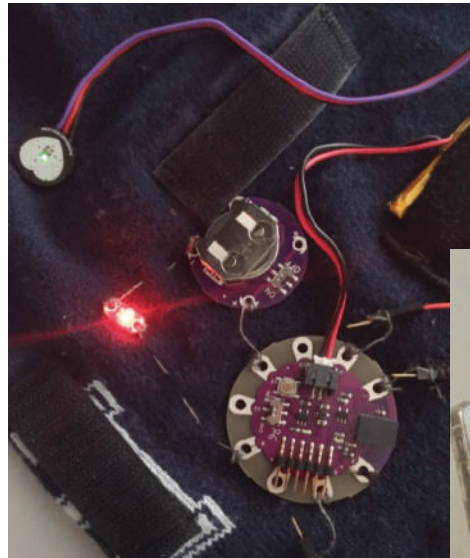
Kisha – innovative smart umbrella; Croatian design of umbrella

Students - innovators

Continuous work done by scientists and the success in developing smart clothing encouraged the students' creativity and innovation. During graduate studies, students are involved in the development of innovative solutions in the field of textile technology and engineering.

Smart Cap

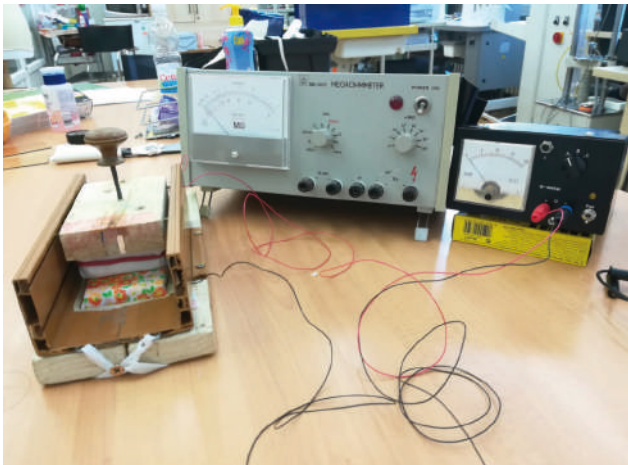
As a part of her master's thesis under Prof. Dubravko Rogale, Ph.D.,'s mentorship, Marija Veldić created a smart cap that monitored heart rate and further intends to develop smart clothing for the ill and convalescent patients. Designing the smart cap resulted in a functional prototype which could be successfully used to monitor health conditions of all age groups, from patients and soldiers to professional and amateur athletes, by perfecting the software and further miniaturization of its elements. It can be concluded that smart clothing will become an essential part of everyday life in the near future, just like various portable devices and smartphones. Garment industry has started developing smart clothing which is the future of dressing connected to the digital world.



Marija Veldić's smart cap for monitoring heart rate: the inside of the cap with integrated elements; heart rate display on a smart phone

Static electricity measuring device

As a part of his master's thesis, Juro Živičnjak developed the mechanical part of the static electricity measuring device that was used on clothing materials or parts of garments, while his mentor, professor D. Rogale, supplied the electric and the electronic part. The device can also be used for researching triboelectric properties of garment parts as a possible source of power supply for micro components embedded into smart clothing, and smart footwear. Patent application is under way.



Static electricity measuring device used on clothing materials or parts of garments

Cyber dress

As a part of her master's thesis and under the mentorship of Professor Snježana Firšt Rogale, Ph.D., Ljubica Radešić created a prototype of a cyber look garment based on a design idea of planning e-textiles. LEDs were used, as well as a microcontroller circuit with its own control algorithm and other electronic components.



E-clothing garment with integrated LEDs

Sleep apnea detection

As a part of his Master's thesis, Daniel Časar has been working on the construction of a prototype of an intelligent garment for sleep apnea detection and waking the sleeper. The work is done under the mentorship of professor D. Rogale. The intelligent garment is worn during sleep and monitors the sleeper by sensors. When breathing disruption occurs, it generates a sound registered by the sound sensor. Simultaneously, muscle activity sensor detects chest vibrations. Changes in sleeping positions are recorded by a computer using an acceleration sensor. A microcomputer system with its peripherals and appropriate sensors is being built for this purpose, as well as a software package for microcomputer management and display of measured data.

Monitoring forestry workers

As a part of his Master's thesis, Damir Begić has been developing a garment to monitor forestry workers. The work is done under the mentorship of professor D. Rogale. The garment (a jacket) is intended for workers using a chainsaw, and is classified as intelligent clothing, due to its embedded sensors, microcomputer with intelligent behaviour algorithm, and executive device. The jacket prototype has a dual function. It monitors work and protects the worker in case of an accidents at the workplace. The monitoring is based on tracking the worker's sound environment by an embedded microphone and accelerometer that records the vibrations caused by chainsaw shaking. The embedded microcomputer monitors the worker's movements and posture. In case of an accident, the type of movement and posture will change causing the microcomputer to activate the executive device (mobile

phone or radio transmitter), which can automatically call for help giving the rescue workers GPS location data. In addition, voice communication using an embedded microphone and miniature speaker is enabled.

Bag with embedded anti-theft protection

As a part of her Master's thesis and under the mentorship of associate professor S. Firšt Rogale, Marina Mesić has been developing a bag with embedded anti-theft protection. A sound and vibrating signal will be transmitted to the bag owner's bracelet when tampering occurs. Arduino open-source platform will be used for the purpose.

Smart clothing for cyclists

As a part of her Master's thesis, under the mentorship of associate professor S. Firšt Rogale, Martina Peck-Tijeglič has been working on a collection of smart clothing for cyclists with embedded LEDs. The purpose of the LEDs is to increase the cyclists' visibility under reduced visibility conditions. In addition, the LEDs will serve as the turn signals. A prototype of the jacket will be built to prove its functionality. Arduino open-source platform will be used for this purpose.

It can be concluded that smart clothing will become an indispensable part of everyday life in the near future as various portable devices and smartphones already are. Student projects combining creativity and innovation with technology are described next.

Collection EX-vonia

The Ex-vonia collection was inspired by high fashion and Slavonian folk costume. It was designed by our student Damir Begović and was based on unique techniques used on the folk costume of Slavonski Brod, juxtaposed with high fashion elements and Dior's New Look. Under the mentorship of Professor Jasminka Končić, M.A., the collection won the first prize at the prestigious fashion contest iD International Emerging Designer Show held in Dunedin, New Zealand, from May 1 till May 6, 2018. The collection delighted the international jury and pronounced best among the competing 44 designers from 19 different countries.



Collection EX-vonia presented at the prestigious fashion contest iD International Emerging Designer Show held in Dunedin, New Zealand

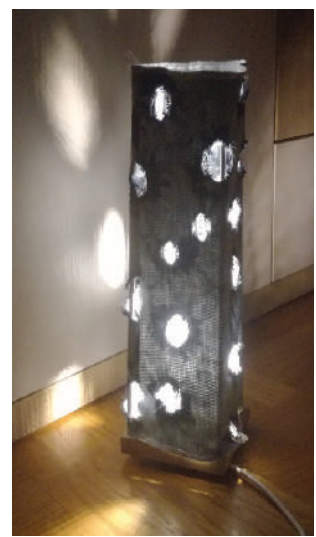
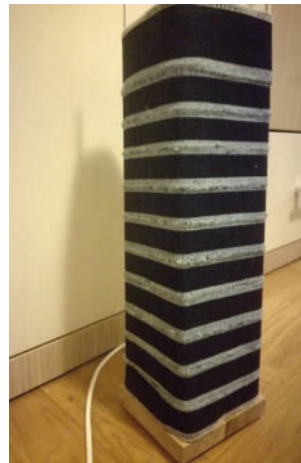
Denim in interior design

Graduate student Dora Kos, designed and technologically improved coasters under the mentorship of professor Tanja Pušić. Her creative solution was to apply hand-made lace onto surface modified denim. Targeted water and oil repellent finishing improved the functionality and the added value of the innovative product. The decorative and functional coasters are constructed in a blue palette promoting denim – a living legend.

Decorative denim coasters: functionality of the coaster achieved by keeping drops of water on its surface; special effect achieved by volcanic stone treatment; design solution inspired by lace Ivana Iličić, mentored by professor Tanja Pušić, functionalized the denim by decolorization treatment and caused targeted effects. The damage on the denim lamp shade enabled light penetration and special light effects in the interior. The innovative and creative product design of a table lamp with denim shade is unique in character, and differs in many elements from anything on the market.



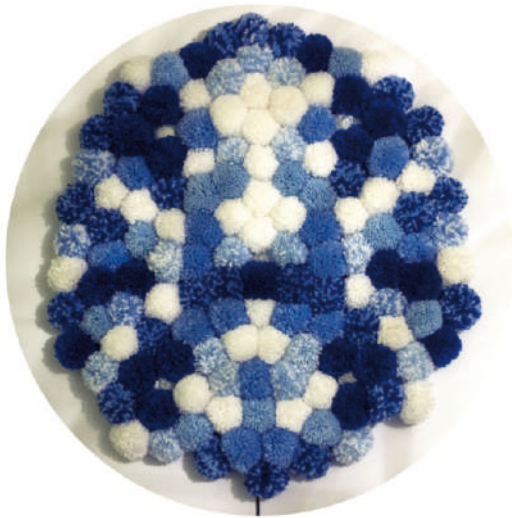
Decorative denim coasters: functionality of the coaster achieved by keeping drops of water on its surface; special effect achieved by volcanic stone treatment; design solution inspired by lace



Functional lamp shades

Luminous woollen pompons

As technology and art advance, textiles in interior design become appealing to creative and functional eco-design solutions. Graduate student Valerija Ljubić designed a textile product, a floor or wall decoration, which works as a luminaire, under the mentorship of associated professor of art K. Kovač Dugandžić. The carpet was constructed from bobbles, woollen pompons made of yarn which was finished with special polymers in order to achieve water or oil repellent properties. A system of lights was embedded into the decorative product, which provided lighting as well as sound and heat insulation. This textile decoration is a unique decorative product combining design, nature, tradition, technology, and innovation.



The carpet from woollen pompons with luminous effect

POPULARISATION OF SCIENCE

TSRC OPEN DOOR DAYS

POPULARISATION OF SCIENCE

The TSRC began popularizing science more actively in 2014. The science topics popularized during the TSRC's Open Door Days at the Nikola Tesla Technical Museum are shown in the table.

Topic	Date
TEXTILES - ESSENTIAL LIFE COMPANION AND POWERFUL PROTECTOR	September 16 2014
ADVANCED MATERIALS AND ADVANCED TECHNOLOGIES	September 23 2015
INNOVATIVE TEXTILES – Reality or Science Fiction	September 20 2016
STEM POTENTIALS OF THE FACULTY OF TEXTILE TECHNOLOGY	September 20 2017
SCIENCE FOR CULTURE HERITAGE	September 20 2018

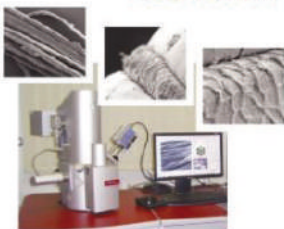
16th September 2014.

Textile Science Research Centre - **TSRC** / Technical Museum
University of Zagreb, Faculty of Textile Technology
Savska 16/9, 10000 Zagreb



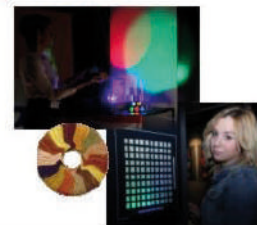
[ti: es a: si: dei]

Textiles - essential life companion and powerful protector



9.00-12.45 LECTURES

14.00-16.00 TSRC promenade
Savska 16 / building 9



Lectures

Harmonisation of Development Strategy of the University of Zagreb the Faculty of Textile Technology (TTF) with European Research Area (ERA)

S. BISCHOF

Advanced textile materials by targeted surface modification – ADVANCETEX, project funded under the Croatian Science Foundation

S. BISCHOF

Harry Potter – Science Fiction in the Closet

E. VUJASINOVIĆ, M. PAVUNC

SEM – big brother in the science

Z. KOVAČEVIĆ

Physics and Textile – Magic Shades of Colour

M.I. GLOGAR, Đ. PARAC-OSTERMAN

The power of fluorescence in aesthetics and protection

A. TARBUK, A. M. GRANCARIĆ

Textiles as a powerful protector

S. FLINČEC GRGAC, D. KATOVIĆ, A. KATOVIĆ

Protective clothing in accident situations

A. HURSA ŠAJATOVIĆ, Z. DRAGČEVIĆ

The Wisdom of the Thermal Mannequin Wearing an Intelligent Clothing

D. ROGALE, S. FIRŠT ROGALE

Wellness – reality and prediction

T. PUŠIĆ, I. SOLJAČIĆ

Sustainable raw materials made in Croatia

R. BRUNŠEK, M. ANDRASSY, J. BUTORAC

Natural dyestuffs

A. SUTLOVIĆ, Đ. PARAC-OSTERMAN

Natural washing agents

T. DEKANIĆ, T. PUŠIĆ, I. SOLJAČIĆ

The TSRC promenade, Savska 16/building 9



23rd September 2015.

Textile Science Research Centre - **TSRC** / Technical Museum
University of Zagreb, Faculty of Textile Technology



[ti: es a: si: dei]

Advanced materials and advanced technologies

8.30 - 12.30 LECTURES

Technical Museum
Savska st. 18, Zagreb



$\int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEXTILES} \rightarrow \text{waste} \xrightarrow{+3R} \text{M21C} \cong \$$



Lectures

Research Strategies of the University of Zagreb Faculty of Textile Technology and its Textile Science Research Centre

S. BISCHOF

Synthesis and Targeted Application of Metallic Nanoparticles (UIP HRZZ project STARS)

I. REZIĆ

Research on deformation of textile materials subjected to biaxial, shear, spherical and cyclic stresses

S. KOVAČEVIĆ, S. BRNADA, I. SCHWARZ

$\int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEKSTIL} \rightarrow \text{otpad} \xrightarrow{+3R} \text{S21S} \cong \$ \int_{-\infty}^{+\infty} \text{TEKSTIL} \rightarrow \text{otpad} \xrightarrow{+3R} \text{S21S} \cong \$$

E. VUJASINOVIĆ & M. PAVUNC SAMARŽIJA

Use of Microscale Combustion Calorimeter for the development and characterization of textile materials

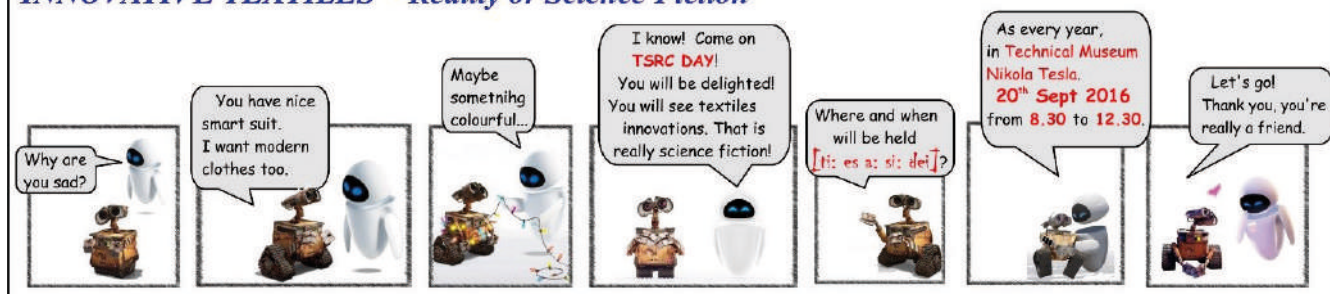
S. FLINČEC GRGAC

Nonthermal Plasma – Advanced Technology for the Modification of Textile Material Properties

S. ERCEGOVIĆ RAŽIĆ & S. MILOŠEVIĆ



INNOVATIVE TEXTILES - Reality or Science Fiction



Lectures

Textile Science Research Centre today

T. PUŠIĆ

Innovation in textile and clothing sector

S. BISCHOF

From Skin to Skin

E. VUJASINOVIĆ & M. PAVUNC

Functional nanofibers – the product of the frontier technology of electrospinning

E. ZDRAVEVA

Invisible colours

A. SUTLOVIĆ & A. FULIR

3D flattening – application possibilities in clothing, footwear, automotive and furniture industry

S. PETRAK & M. MAHNIĆ NAGLIĆ

Innovative filters from cationised cellulosic waste materials

A. TARBUK

Creative & innovative learning and teaching within textile, leather and fashion sector

D. PUSTARIJA MUSULIN

Creating me slowly – exhibition

M. TKALEC

Znanstveno-istraživački centar za tekstil - TSRC / Tehnički muzej Nikola Tesla
Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet
Savska 16/9, 10000 Zagreb

INOVATIVNI TEKSTIL - stvarnost ili znanstvena fantastika

Zašto si tužan?

Imao kronnu inteligentno odjelo. I ja bolim modernu odjeću!

Možda nešto šarenija...

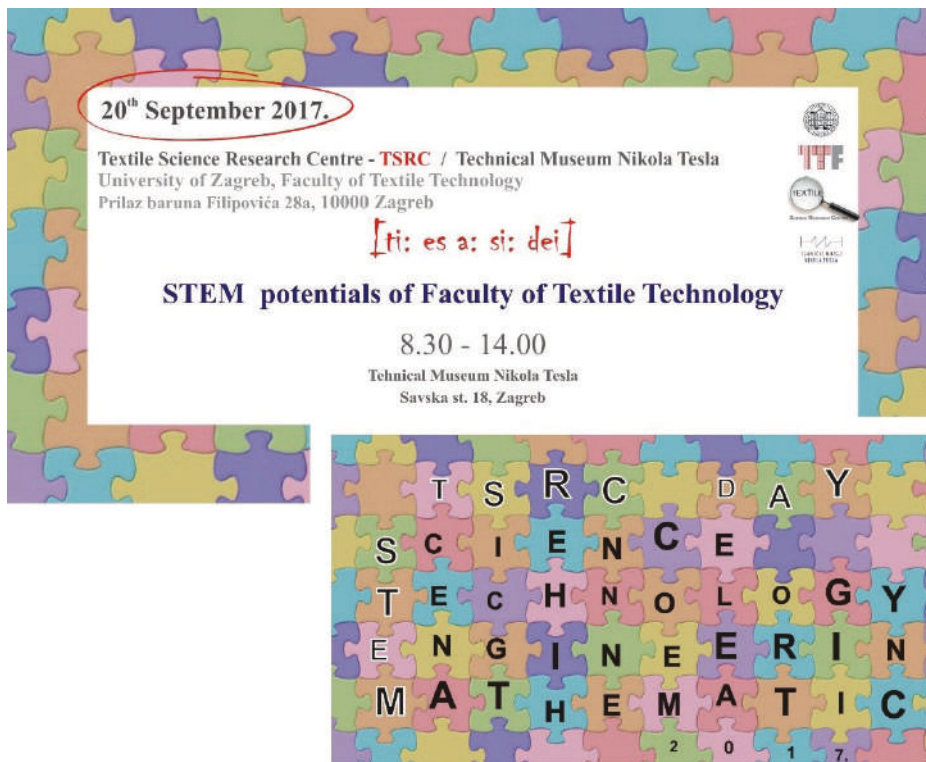
Znam! Dođi na DAN TSRC-a! Otkriveni ćeš sel Vidjet čiš inovacije u teknilu. To ti je prava znanstvena fantastika!

A gdje i kada će se održati?

Kao i svake godine, u Tehničkom muzeju Nikola Tesla, **20. rujna 2016.** od **8.30 do 12.30** sati.

Idemo svi! Hvala, baš si prijatelj!





Lectures

STEM at the Faculty of Textile Technology

S. BISCHOF

Supramolecular interactions – the area of scientific research and mobility

M. CETINA

Theoretical physics of ultracold atomic gases

K. LELAS

Mathematics – Design – Textiles – Fashion

M. RODIĆ

STEM – initiator of textile innovations

S. FLINČEC GRGAC, R. MALINAR

Creativity in scientific research: unlocking own potentials

I. SALOPEK ČUBRIĆ

Flame retardant textile reinforced nanobiocomposites

Z. KOVAČEVIĆ, S. BISCHOF, E. VUJASINOVIĆ

Decorative fabrics as a product of nature and technology

D. ŠTEFANEC, I. ILIČIĆ, V. LJUBIĆ

Textile printing and textile dyeing workshops “COLORINA” – STEM OR STEAM?

A. SUTLOVIĆ

Exhibition, workshop and poster session





Science for cultural heritage

September 20th 2018.

9:00-16:00

Place: Technical Museum Nikola Tesla, small hall,
Savska street 18, Zagreb

Textile Science Research Centre - TSRC / Technical Museum Nikola Tesla
University of Zagreb Faculty of Textile Technology



Predavanja

Croatian textiles throughout history

I. SOLJAČIĆ, R. ČUNKO

Science, Glagolitic script and Textiles

D. ŽUBRINIĆ

Complex structures of historic fabrics

S. KOVAČEVIĆ, I. SCHWARZ, S. BRNADA

Croatian „tkanice“ in harmony of weave and colour

Ž. KNEZIĆ, Ž. PENAVALA, A. KNEZIĆ, J. LULIĆ ŠTORIĆ

Interdisciplinary approach to analysis and attributions of historic cloth artefacts

N. K. SIMONČIĆ

Metal threads on the liturgical attires of the Zagreb Cathedral

K. ŠIMIĆ

“Koret” in the textile heritage of the Dubrovnik Republic

S. ŠKARO

Traditional Slavonian Techniques of Gold Embroidery and Glass Slides in Contemporary Fashion Design

D. BEGOVIĆ & J. KONČIĆ

Textile particle generation – test method for nonwovens modified for use on woven materials

R. MALINAR & S. FLINČEC GRGAC



MONOGRAPHY PROMOTION

Introduction

B. DIVJAK, Minister of Science and Education

Textile Science Research Centre - 10 Anniversary

S. BISCHOF, T. PUŠIĆ

Modernisation of the Textile Science Research Centre Infrastructure (MI-TSRC)

S. BISCHOF

Workshops & exhibitions

Workshop COLORINA - Prehistoric textile printing

D. KOS, A. SUTLOVIĆ, T. KARAVIDOVIĆ, V. LJUBIĆ

Students innovations, Companies- exhibitions

Companies – popularisers of science on the TSRC Open Door Days



Popularisation of science is conducted at the TTF additionally through the Scientific & Professional Colloquium, where the TSRC is always one of the organizers. List of all topics is presented in Appendix 3.

APPENDIX

Appendix 1 Short-term financial support for the research

2013.

Code	Research topic	Leader	Area
5.12.1.1	Benzazole ligands and their metal complexes - new dyes and biologically active compounds	Livio Racane	Natural sciences
5.12.1.2	Functionalization of textile materials of the protective properties	Sandra Flinčec Grgac	Technical sciences
5.12.1.3	Anthropometric measurements, standards, improvement of clothing and footwear	Darko Ujević	Technical sciences
5.12.1.4	The development of high-biocomposites reinforced with cellulose fibres from domestic sources	Antoneta Tomljenović	Technical sciences
5.12.1.5	Ecological issues in the textile care-analytical and ethical approach	Tanja Pušić	Technical sciences
5.12.1.6	Intelligent and protective clothing-characteristics and parameters of high-tech connection of integral elements	Dubravko Rogale	Technical sciences
5.12.1.7	Thermophysiological comfort footwear and textiles	Zenun Skenderi	Technical sciences
5.12.1.8	More added valued eco-textiles from Croatian raw materials	Maja Andrassy	Technical sciences
5.12.2.1	Mathematical inequalities and applications	Josip Pečarić	Natural sciences
5.12.2.2	Intelligent algorithms for automatic fitting of tailoring images	Tomislav Rolich	Technical sciences
5.12.2.3	Analysis and definition of optimal parameters relevant for testing the characteristics of camouflage colours and patterns in the UV-VIS to IR spectral region	Martinia Ira Glogar	Technical sciences
5.12.2.4	Exploring the meaning of different recurring visual elements within their own artistic discourse	Andrea Pavetić	Arts

2014.

Code	Research topic	Leader	Area
TP1.83	Innovation as a function of the quality of advanced textile materials	Stana Kovačević	Technical sciences
TP1.84	Additive technology of 3D printing for textile and footwear industry	Sandra Bischof	Technical sciences
TP1.85	Improvement of the adhesion between matrix and cellulose strengthened in biocomposite materials using cold plasma	Sanja Ercegović Ražič	Technical sciences
TP1.86	Functionalization and characterisation of protective properties of textile materials	Sandra Flinčec Grgac	Technical sciences
TP1.87	Clothing systems of high-performance textile materials - effective protection of emergency	Anica Hursa Šajatović	Technical sciences
TP1.88	Compression textiles	Željko Penava	Technical sciences
TP1.89	Optical and protective potential of fluorescent compounds applied in processes of finishing and care of cotton materials	Tanja Pušić	Technical sciences
TP1.90	Miniaturization of technical subsystems of intelligent clothing	Dubravko Rogale	Technical sciences
TP1.91	Thermophysiological comfort footwear and textiles	Zenun Skenderi	Technical sciences
PP1.52	Functional design and assembling supramolecular metal complexes with benzazole ligands	Gordana Pavlović	Natural sciences
PP1.53	Mathematical Inequalities	Josip Pečarić	Natural sciences
UP1.10	Theoretical and practical study of interaction and synergy in the creative process	Andrea Pavetić	Arts
HP2.15	Visually-cultural aspects of contemporary fashion: design and new technologies	Krešimir Purgar	Humanities

2015.

Code	Research topic	Leader	Area
TP012	Innovative modification of complex Inkjet textile printing systems	Sandra Bischof	Technical sciences
TP040	Protective-aimed functionalization and characterization of textile materials	Sandra Flinčec Grgac	Technical sciences
TP049	Protective clothing systems from high performance fibres	Anica Hursa Šajatović	Technical sciences
TP065	Overside shrinkage of materials – Poisson effect	Stana Kovačević	Technical sciences
TP101	Compression textiles for medical applications	Željko Penava	Technical sciences
TP112	Potential of special polymers in detergents – inhibition of soil redeposition on cellulose materials	Tanja Pušić	Technical sciences
TP118	Novel reagent for the determination of silver nano-particles on textile materials	Iva Rezić	Technical sciences
TP119	Software upgrade and calibration of a system for the determination of clothing thermal properties	Dubravko Rogale	Technical sciences
TP121	3D scanning of the human body and design of protective clothing based on dynamic anthropometry	Tomislav Rolich	Technical sciences
TP126	Design of functional materials to increase life quality	Ivana Salopek Čubrić	Technical sciences
TP132	Thermophysiological properties of textiles, leather and biodegradable polymeric structures from electrospun nanofibers	Zenun Skenderi	Technical sciences
TP135	Target modification of composite reinforcing agents by sol gel process and non-thermal plasma	Maja Somogyi Škoc	Technical sciences
TP149	The investigation and application of cationised cellulose materials	Anita Tarbuk	Technical sciences
TP154	The impact of body proportions and size system on clothing design	Darko Ujević	Technical sciences
PP068	Inequalities and applications	Josip Pečarić	Natural sciences
UP018	Theoretical and practical approach to research topics of self-portraits, portraits, figures and act in the context of contemporary Croatian art	Andrea Pavetić	Arts
HP033	Interdisciplinary study of fashion: artistic, media and historical aspects	Krešimir Purgar	Humanities
DP028	The effect of dynamic ability on supply chains and the success of textile, clothing and footwear companies	Alica Grilec Kaurić	Social

2016.

Code	Research topic	Leader	Area
TP1/16	Novel benzazole compounds with metal ions as potential reagent for the determination of silver nanoparticles on textile materials	Iva Rezić	Technical sciences
TP2/16	Thermal insulating properties of multilayer materials obtained by electrospinning	Budimir Mijović	Technical sciences
TP3/16	The functionalization and characterization of protective textile materials	Sandra Flinčec Grgac	Technical sciences
TP4/16	The synergic effect of cationic and non-ionic softeners	Tanja Pušić	Technical sciences
TP5/16	The application of cationised cellulosic materials	Anita Tarbuk	Technical sciences
TP6/16	The functionalization and characterization of textiles/ leather	Sandra Bischof	Technical sciences
TP7/16	The design of functional materials with optimal thermal properties	Ivana Salopek Čubrić	Technical sciences
TP8/16	Structural selection of fabrics	Stana Kovačević	Technical sciences
TP9/16	The cyber look of intelligent clothing	Dubravko Rogale	Technical sciences
TP10/16	Protective clothing systems from high-performance textile materials in the concept of sustainable development	Anica Hursa Šajatović	Technical sciences
TP11/16	The investigations of elastic properties of compression textiles	Željko Penava	Technical sciences
TP12/16	Optimizing properties of reinforced materials for composite materials using sol-gel procedure and plasma treatment	Antoneta Tomljenović	Technical sciences
TP13/16	Virtual body and clothing – functional parameters in the design of a clothing model	Slavenka Petrak	Technical sciences
PP1/16	Inequalities and applications	Josip Pečarić	Natural sciences
UP1/16	Theoretical and practical research into the subject of self-portraits, portraits, figures and acts in the context of contemporary Croatian art	Andrea Pavetić	Arts
DP1/16	The influence of dynamic capability on supply chain performance and success of textile, clothing and footwear industries	Alica Grilec	Social sciences
University fund	The visualization of fashion: social, humanistic and artistic basis	Krešimir Purgar	Humanities

2017.

Code	Research topic	Leader	Area
TP1/17	The development of advanced nanobiocomposites reinforced by lignocellulosic fibre	Sandra Bischof	Technical sciences
TP2/17	Research on clothing size systems and body types for men's, women's, and children's clothing	Darko Ujević	Technical sciences
TP3/17	The applicability of mathematical systems for objective colour evaluation in optimizing process parameters of digital printing on textile substrates	Martinia Ira Glogar	Technical sciences
TP4/17	Testing heat and water vapor resistance of protective and intelligent clothing	Dubravko Rogale	Technical sciences
TP5/17	The thermophysical properties of textiles, leather and composites	Zenun Skenderi	Technical sciences
TP6/17	The influence of dynamic anthropometry on the design of specific garments	Slavica Bogović	Technical sciences
TP7/17	The design of innovative materials to preserve thermal comfort	Ivana Salopek Čubrić	Technical sciences
TP8/17	The functionalization and characterization of textile materials to achieve protective properties	Sandra Flinčec Grgac	Technical sciences
TP9/17	The thermal insulating properties of the composite material obtained by the combination of electrospinning from solution and melt	Budimir Mijović	Technical sciences
TP10/17	High textile fibres and materials in protective clothing, footwear and equipment	Edita Vujasinović	Technical sciences
TP11/17	The influence of metal ions on fluorescence compounds	Branka Vojnović	Technical sciences
TP12/17	Agrotexiles from natural fibres	Ivana Schwarz	Technical sciences
TP13/17	Structural selection of technical fabrics	Stana Kovačević	Technical sciences
TP14/17	Individualization of clothing - a mathematical model for the adaptation of design and construction of crowns	Slavenka Petrak	Technical sciences
TP15/17	The antibacterial properties of textile materials by ecological processing	Maja Somogyi Škoc	Technical sciences

TP16/17	Testing mechanical properties of compression textile	Željko Penava	Technical sciences
TP17/17	Innovation and creativity in the educational process of technical orientation	Goran Hudec	Technical sciences
PP1/17	Inequalities and applications	Josip Pečarić	Natural sciences
PP2/17	The synthesis and structural analysis of benzazole ligands and their metal complexes with potential dyeing and pharmacological application	Mario Cetina	Natural sciences
UP1/17	Costume	Helena Schultheis Edgeler	Art
IP1/17	Testing the antimicrobial properties of nanoparticles in coatings on cellulosic materials and oblige for chronic skin wounds	Iva Rezić	Interdisciplinary
IP2/17	Fashion as a creative body design	Žarko Paić	Interdisciplinary

2018.

Code	Research topic	Leader	Area
TP1/18	Thermography in the research of the comfort parameters of the innovative textile materials	Ivana Salopek Čubrić	Technical sciences
TP2/18	The comparison of sizing with synthetic and modified natural starches	Stana Kovačević	Technical sciences
TP3/18	The individualization of clothing for different body types - design functionality	Slavenka Petrak	Technical sciences
TP4/18	The influence of morphological characteristics on the clothing fit design	Renata Hrženjak	Technical sciences
TP5/18	Smart and intelligent clothing	Snježana Firšt Rogale	Technical sciences
TP6/18	The study of sorption properties of functionalized textile materials	Anita Tarbuk	Technical sciences
TP7/18	The antimicrobial properties of textile materials processed by ecological processes	Sanja Ercegović Ražić	Technical sciences
TP8/18	The influence of standardization and physical proportions in the process of making fashion clothes	Darko Ujević	Technical sciences
TP9/18	The design of new textile structures of agrotextiles	Ivana Schwarz	Technical sciences
TP10/18	The thermophysical and thermal insulating properties of textiles, leather and footwear	Dragana Kopitar	Technical sciences
TP11/18	The influence of metal ions on fluorescence compounds in the process of washing	Tihana Dekanić	Technical sciences
TP12/18	Multilayer composite materials made by electrospinning from solution and melt	Budimir Mijović	Technical sciences
TP13/18	High-performance textile materials in protective clothing, footwear and equipment	Edita Vujasinović	Technical sciences
TP14/18	Cyclic load on textile compression	Željko Penava	Technical sciences
TP15/18	Innovation and creativity in the educational process of technical orientation	Goran Hudec	Technical sciences
PP1/18	The synthesis and structural analysis of benzazole ligands and their metal complexes with potential dyeing and pharmacological application	Mario Cetina	Natural sciences
PP2/18	Inequalities and applications	Josip Pečarić	Natural sciences

UP1/18	Design and creative processes	Helena Schultheiss Edgeler	Art
IP1/18	Testing antimicrobial properties of nanoparticles on polymers for bicycle equipment	Iva Rezić	Interdisciplinary
IP2/18	Sustainable fashion design	Nina Katarina Simončić	Interdisciplinary

Appendix 2 Innovation potential of Faculty in the period 2008 – 2018

Croatian Patents Portfolio			
Year	Patent number	Patent title	Authors
2008	P20080663A	Modular microwave device for thermal treatment	Katović, D., Bischof-Vukušić, S.
2009	PK20080068	Equipment of measuring and controlling for process parameters in sewing machine drive system	Rogale, D.
2010	PK20080118	Universal ribbed thermoinsulating chamber with continuous adjustable thickness	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.
2010	PK20070252	Pneumatic gasket for disenable washable footwear	Nikolić, G., Rogale, D.
2010	PK20080116	Article of Clothing with Adaptive Microclimate Condition	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z., Bartoš, M.
2010	PK20070532	Measurement system for measuring starting volumes and automatically monitoring volume changes of biological samples	Bogdanović, N., Nikolić, G., Rogale, D., Bartoš, M.
2010	PK20080011	Device for controlled filling, measuring and maintained air pressure in expanded chambers for cloth and footwear	Rogale, D., Dragčević, Z., Nikolić, G., Bartoš, M.
2011	PK20080210	The formulation of liquid detergent for machine washing of leather products	Dragčević, Z., Pušić, T., Soljačić, I.
2011	PK20090126	Coordinate multivalve	Nikolić, G., Rogale, D., Gmaz, S.
2011	PK20100261	Portable Anthropometer	Ujević, D., Nikolić, G., Rogale, D.
2012	P20120243 Validation of EU patent	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.

2013	P20130350A	Measuring System for the Determination of Static and Dynamic Thermal Properties of Composite and Clothing	Rogale, D., Nikolić, G.
2015	P20150737 A2	A frame for obtaining uniform tension of the sample and device for measuring shear stress of textile fabric, on tensile tester.	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2015	P20150736 A2	Device for measuring the bursting force of textile fabric with punching elements of various shapes and dimensions, on tensile tester device.	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2015	P20150735 A2	A device for measuring the resistance of technical textile subjected to biaxial cyclic stress	Kovačević, S., Schwarz, I., Brnada, S.
2017	P20171643A1	Multifunctional differential conductivity meter for textile composites and clothing	Rogale, D., Rogale, K., Firšt Rogale, S., Knezić, Ž., Vujasinović, E., Čubrić, G., Špelić, I.

International Patents Portfolio

Year	Patent number	Patent title	Authors
2011	US2011004984	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.
2012	EP 2254430 B1 WO2009115851	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application <i>Denmark, Finland, Italy, Netherlands, Poland, Slovenia, Sweden, Ireland, Turkey, Germany, Switzerland, Great Britain, Republic of Croatia</i>	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.
2012.	EP 2254430 B1 WO2009115851	Controllable Ribbed Thermoinsulative Chamber of Continually Adjustable Thickness and its Application <i>Paleta: Danska, Finska, Italija, Nizozemska, Poljska, Slovenija, Švedska, Turska, Francuska, Njemačka, Irska, Švicarska, Velika Britanija, Republika Hrvatska</i>	Firšt Rogale, S., Rogale, D., Nikolić, G., Dragčević, Z.

Croatian hallmark

Z20100218	Logo for embroidery on clothing with adaptive microclimatic conditions	Vinković, M.
Z201100217	Logo for the project "Clothing with Adaptive Microclimate Condition"	Vinković, M.
Z20130239	Logo for Spanish broom	University of Zagreb, Faculty of Textile Technology

Croatian design

D20090015-1	Shirt for sailing	Vinković, M.
D20090015-2	Tunic for sailing	Vinković, M.
D20090015-3	Tunic for sailing	Vinković, M.
D20100017-1	Wind sail	Vinković, M.
D20100017-2	Wind sail	Vinković, M.



Logo for Spanish broom

Appendix 3 List of Scientific & Professional Colloquium lectures

2014			
Nr.	SUBJECT	DATE	LECTURER
1.	What Today's Applied Scientist Should Know About Morphometrics	March 31, 2014	Professor Fred L. Bookstein, Ph.D.
2.	Geometric Morphometrics and the Design of Personal Protective Equipment	May 21, 2014	Prof. Dr. Dennis E. Slice
2015			
1.	New class of substances and materials - polymers and non-polymers	March 26, 2015	Prof Igor Čatić, Ph.D. (University of Zagreb Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture)
2.	Artistry and design in working with people with intellectual disabilities	April 23, 2015	Katica Pogorelec, prof. special education teacher, Blanka Stančić Puhak, Master of Arts, and Viktorija Kostelac Brletić, a senior designer, (CRZ Orlovac)
3.	Estonian educational system and curricula in the field of clothing and textile E-learning in TTK, UAS	May 20, 2015	Teele Peets, MSc Kristiina Baumeister, Academic Affairs specialist (TTK University of Applied Sciences, Talin, Estonia)
4.	The opportunities for scientists and researchers in 2015 - Financing Innovative Projects with Commercial Potential: Innovative Concept Check Program - PoC and Support Program for Technology Transfer Departments - UTT Program	June 9, 2015	Svjetlana Bušić, MSc Barbara Kolarić, univ.spec.pol. (HAMAG-BICRO)
5.	The Quest for Continual Growth in Textiles: Innovation Diversity and Organizational Resiliency	July 8, 2015	Arun Pal Aneja, Ph.D. (East Carolina University)
6.	3D printers and their application in the production of clothing	September 25, 2015	Prof Darko Gojanović, Ph.D.
7.	Smart Textile Materials	December 11, 2015	Assoc. prof. D. Sc. Tatjana Rijavec (University of Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Department of Textiles)

2016

1.	Textile Enhancement - Experiences of an Engineer in the Textile Industry	February 29, 2016	prof. emeritus Ivo Soljačić, Ph.D (University of Zagreb Faculty of Textile Technology)
2.	Designing, design and manufacture of footwear in fashion - The process of creating footwear brand	May 13, 2016	Hrvoje Boljar, mag. art. (ROOSVAI Ltd.)
3.	Possibility to build fruitful collaboration between the TTF and LUT - Faculty of Material Technologies and Textile Design	May 25, 2016	prof. Maciej Boguń, Ph.D . prof. Zbigniew Draczyński, Ph.D (Łódź University of Technology (LUT), Poland)
4.	The fundamentals of Fabric and Garments Design with Targeted Thermophysiological Comfort	September 27, 2016	prof. Lubos Hes, Ph.D, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Technical University of Liberec, Czech Republic, Faculty of Textiles)
5.	Polymer-Based Nanocoatings Applied to Fabric Substrates for Flame Retardancy and Thermoelectric Energy Generation	September 30, 2016	prof. Jaime C. Grunlan (Linda & Ralph Schmidt '68 Professor at the Department of Mechanical Eng., Materials, Science & Eng. and Chemistry Texas A&M University, College Station, TX (USA))

2017

1.	Possibilities to build fruitful collaboration between the TTF and ITECH, mainly based on student and staff mobility	February 17, 2017	Nathalie Pinton Christine CORROY, Ph.D. (ITECH, Lyon)
2.	Volunteer and travel the world!	May 18, 2017	Marijana Bokun Ivona Krizmanić (Volunteer Centre Zagreb)
3.	Medical Textile – a Good Practice of Collaboration between University and Company	June 7, 2017	prof. Maciej Boguń, Ph.D. prof. Zbigniew Draczyński, Ph.D. (Łódź University of Technology (LUT), Poland)
4.	Knowledge4Foot Platform - New e-learning tool to facilitate active collaboration among education, business community and research	July 12, 2017	Prof. Aura Mihai, Ph.D. (Technical University of Iasi, Faculty of Textile, Leather and Industrial Management, Romania)

5.	Imperfections of some standard gravimetric methods for testing water vapour permeability of fabrics and principle of conversion of the Skin model Ret data into the gravimetric VWP inverted cup data	August 31, 2017	prof. Lubos Hes, Ph.D, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Technical University of Liberec, Czech Republic, Faculty of Textiles)
6.	The evaporative Cooling of Wet Fabrics	October 9, 2017	Professor, Uwe Reischl, Ph.D., M.D. (Boise State University)
7.	Erasmus studies & placement offers at the Graduate School of Eng. Chemistry of Lille, France	November 22, 2017	Ms. Zahia Turpin (Graduate School of Eng. Chemistry of Lille, France)
2018			
1.	Program Network of Student Entrepreneurs Incubator	May 16, 2018	Maja Škoda (Croatian Agency for Small Business, Innovation and Investment)
2.	WORTH Partnership Opportunities for Croatian Designers	May 16, 2018	Zicri A. Montiel (AITEC Centro Tecnológico textil, Spain)
3.	A method of measuring the in-plane water vapour resistance of selected fabrics and other new measurement methods with the permetest instrument	August 29, 2018	prof. Lubos Hes, Ph.D, DSc, D.h.c., Ctext FTI, hon. FTI (Technical University of Liberec, Czech Republic, Faculty of Textiles)

Appendix 4 National and international partners

National partners

University of Zagreb

- Faculty of Chemical Engineering and Technology
- Faculty of Electrical Engineering and Computing
- Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture
- Faculty of Pharmacy and Biochemistry
- Faculty of Civil Engineering
- Faculty of Science
- Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
- Kroko
- Catholic Faculty of Theology
- Faculty of Forestry
- Ruđer Bošković Institute

University of Rijeka

- Biotechnology Department

University of Split

- Arts Academy

Chambers, Associations, Institutes, Centers

- Croatian Chamber of Economy
- Croatian Association of Employers
- Croatian Chamber of Crafts
- Croatian Competitiveness Clusters
- The Agency for Vocational Education and Training
- Rehabilitation Centre Zagreb, Units Orlovac & Soboština
- Croatian Institute of Public Health
- Andrija Stampar Teaching Institute of Public Health
- Technical Museum Nikola Tesla

International partners

University of Maribor, Slovenia

- Faculty for Chemistry and Chemical Engineering
- Faculty of Mechanical Engineering

University of Ljubljana, Slovenia

- Faculty of Natural Sciences and Engineering

Albert-Ludwigs-University Freiburg, Germany

- Institute for Macromolecular Chemistry
- University of Brunel, England
- Texas A&M University, USA

Institutes

- STFI, Germany
- EMPA, Swiss
- Hohenstein Institute, Germany
- ÖTI, Institute for Ecology, Technology and Innovation, Austria
- INFMP, Poland
- GZE, Italy
- Leitat, Spain

Nacionalni partneri

Companies

- Jadran
- Čateks
- Varteks
- VIS
- Tabacco
- Tvornica tekstila Trgovišće
- Galeb
- Ivero
- Lacuna
- Odjeća
- Jacquard
- Mirta Kontrol
- Euroinspekt Eurotextil
- Europa 92
- Clean Express
- Hemco

- Turk
- Labud
- Saponia
- Salesianer Lotos Miettex
- Lemia
- Ecolab
- Bijeli svijet
- Valamar Riviera
- Plava laguna
- Istraturist
- Milenij hoteli
- Plava laguna
- Kaufland
- Praonica Aquamarine
- Di Wagner

Inozemni partneri

Companies

- Cotton Incorporated, USA
- Anton Paar GmbH, Austria
- Wacker Chemie Hungary Kft, Hungary
- Wacker Chemie, Germany
- Procter & Gamble, UK
- Electrolux Italia, Italy
- Filc d.d., Slovenia