

## Novi znanstveni programi i projekti na Tekstilno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Prof.dr.sc. **Zvonko Dragčević**, dipl.ing.

Prof. emeritus **Ivo Soljačić**, dipl.ing.

Prof.dr.sc. **Darko Ujević**, dipl.ing.

Akademik **Josip Pečarić**, dipl.mat.

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Zagreb, Hrvatska

e-mail: zvonko.dragcevic@ttf.hr

Prikaz

*U radu je dat pregled novih znanstvenih programa i projekata Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su izrađeni prema postavkama strateških planova istraživanja u Republici Hrvatskoj i prioritetnim ciljevima EU. Nakon međunarodne recenzije, Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske odobrilo je i prihvatilo ove znanstvene programe i projekte kao prioritetne državne projekte, što je u ovom trenutku posebno značajno za uključenje znanstvenika iz Republike Hrvatske u međunarodne projekte i korištenje pristupnih fondova Europske unije. Ovi novi znanstveni programi i projekti za područje tekstilne znanosti i tehnologije bit će glavne smjernice istraživanja u vremenskom razdoblju od 2007. do 2012. godine.*

### 1. Uvod

Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska ([www.ttf.hr](http://www.ttf.hr)) je znanstveno-nastavna ustanova koja obrazuje stručnjake na preddiplomskom (B.Sc.), diplomskom (M.Sc.) i doktorskom studiju (Ph.D.), te specijalističkom magistarskom studiju (Mr. Spec.) iz znanstvenog područja tekstilne znanosti.

Prema Bolonjskom procesu pored temeljnih znanja iz područja tehničkih znanosti, ekonomskih i informatičkih, u višim godinama studija studenti prevladavaju programe specifičnih modula iz tekstilnih materijala, vlakana, ispitivanja tekstila, tekstilne kemijske tehnologije i ekologije; projektiranja tekstila i menadžmenta; odjevnog inženjerstva i tehnologije, te industrijskog dizajna tekstila i odjeće.

Nastava iz područja tekstilnih znanosti ima dugogodišnju tradiciju na Sveučilištu u Zagrebu, tako da su 1960. god. na Tekstilno-tehnološkom fakultetu osnovani: Zavod za poznavanje i ispitivanje tekstila

i Zavod za kemijsku tehnologiju tekstila, a 1974. godine samostalni odjel za Tekstilno inženjerstvo, te 1991. samostalni Tekstilno-tehnološki fakultet u sastavu Sveučilišta u Zagrebu. Kao značajni preduvjet za osnivanje samostalnog fakulteta je bila visoka razina kvalitete znanstvenog rada koja je iskazana u velikom broju objavljenih radova te u uspješnom vođenju i sudjelovanju u realizaciji znanstvenih projekata i projekata za uvođenje novih tehnologija.

Danas je Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu kao znanstveno-nastavna ustanova jedan od vodećih fakulteta te vrste u Europi u kojem je posebno izražena znanstvena djelatnost u znanstvenom polju tekstilne znanosti. Djelatnici Fakulteta su uključeni u rad značajnih znanstvenih udruženja kao članovi upravnih tijela tih organizacija (AUTEX, DAAAM International, The Textile Institute, ITA, IFKT, AATCC, SDC). Fakultet ima dugogodišnju stalnu razmjenu znanstvenika u okviru CEEPUS programa, a TTF

je također razvio i značajnu međunarodnu suradnju sa sveučilišnim centrima i znanstvenim institutima u svijetu.

Visoka razina znanstvenog rada na TTF-u se temelji na visokoj koncentraciji znanstvenika i suvremeno opremljenim laboratorijima u novoizgrađenom prostoru.

Tekstilno-tehnološki fakultet je nosilac organizacije International Textile, Clothing & Design Conference – Magic World of Textiles (ITC&DC, <http://itcdc.ttf.hr>) koji se od 2002. godine održava svake druge godine u Dubrovniku i okuplja veliki broj znanstvenika iz 32 zemlje Europe i svijeta, te je postao tradicionalan i jedan od najznačajnijih europskih i svjetskih skupova za znanstveno polje tekstilnih i odjevnih tehnologija, mode, dizajna i marketinga, a ujedno i jedini međunarodni znanstveni skup s tog područja koji se održava u Republici Hrvatskoj. Osim toga ovi skupovi su postali značajni međunarodni forumi za prezentiranje i izmjenu znanja, iskustava, rezultata i spoznaja koje su vezane uz nova

znanstvena dostignuća u polju tekstilne i odjevne tehnologije, kao i dizajna i marketinga tekstila i odjeće, te platforma za nastavak uspostavljanja kontakata i međunarodne suradnje djelatnika Tekstilno-tehnološkog fakulteta. Sljedeći 4th ITC&DC 2008 bit će također održan u Međunarodnom središtu hrvatskih studija u Dubrovniku, Hrvatska od 5. do 8. listopada 2008. godine.

Na Tekstilno-tehnološkom fakultetu sada djeluje 25 redovnih profesora, 13 izvanrednih profesora, 11 docenata te 46 znanstvenih asistentata i novaka koji ujedno i rade u okviru znanstvenih projekata koji su nakon međunarodne recenzije prihvaćeni od Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH. Osim toga timovi znanstvenika su uključeni u bilateralne znanstvene projekte (Austrija, Slovenija, Velika Britanija), te projekte Europske unije vezane za FP 6.

Prema postavkama strateških planova istraživanja u Republici Hrvatskoj i prioritarnim ciljevima EU rađeni su novi znanstveni programi i projekti za područje tekstilne znanosti i tehnologije za vremensko razdoblje od 2007. do 2012. godine. Nakon međunarodne recenzije ovi znanstveni programi i projekti su odobreni i prihvaćeni kao prioritetni državni projekti od resornog ministarstva, što je u ovom trenutku posebno značajno za uključivanje znanstvenika iz Republike Hrvatske u međunarodne projekte i korištenje pristupnih fondova Europske unije.

Suvremenost i visoka razina prihvaćenih projekata je sadržana u činjenici da su ovi prihvaćeni projekti tiskani u *International textile and clothing research register* u posebnom broju časopisa *International Journal of Clothing Science and Technology* 19 (2007) 6, 71-109, ISSN 0955-6222, koji izdaje Emerald Library, UK.

Osim visoke razine znanstvenog rada i znanstvene djelatnosti preko Centra za razvoj i transfer tekstilnih

i odjevnih tehnologija i modni dizajn (CTD) izražena je velika suradnja s tekstilnom i odjevnom industrijom u izradi projekata, elaborata, ekspertiza i ispitivanja kvalitete.

Za potrebe gospodarstva Tekstilno-tehnološki fakultet zajedno sa Znanstvenim vijećem za tehnološki razvoj Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i Akademijom tehničkih znanosti Hrvatske organizira skup **Tekstilna znanost i gospodarstvo** (TZG) koji će se održati 26. siječnja 2008. godine u Zagrebu (<http://tzg.ttf.hr/>).

Više informacija o svim vidovima djelovanja i rada Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu može se naći na [www.ttf.hr](http://www.ttf.hr).

## **2. Znanstveni program: Višefunkcijski materijali i ekološki procesi oplemenjivanja i njege tekstilija**

**Voditelj programa:** prof. emeritus **Ivo Soljačić**, TTF Zagreb (e-mail: [ivo.soljacic@ttf.hr](mailto:ivo.soljacic@ttf.hr))

Inovativnim procesima proizvodnje, oplemenjivanja i njege moguće je dobivanje višefunkcijskih tekstilija veće ekonomske vrijednosti u skladu sa smjericama EU za budućnost tekstila. Ciljanom modifikacijom svojstava i strukture vlakana mogle bi se proizvoditi tekstilije od domaće vune i lana, otpadnog tekstila, recikliranog PET polimera, koje se nedovoljno koriste u Hrvatskoj. U razvoju višefunkcijskih zaštitnih tekstilija (UV i EM zračenje, otpornost na rezanje i toplinu) istraživat će se postupci modifikacije površine plošnih tekstilija, s naglaskom na novom sol/gel postupku u kombinaciji s prethodnom obradom površine ultrazvukom, laserom i plazmom. Ispitat će se primjena anorganskih tvari različitih veličina čestica uključujući i nano-dimenzije te mogućnosti tvorbe prevlaka od hibridnih anorgansko-organskih polimera. S ekološkog stajališta važno je primijeniti sredstva i postupke koji će troši-

ti minimum energije uz maksimalno očuvanje okoliša. Primjenom mikrovalne energije razrađenom u ovom programu očekuje se postizanje optimalnih višefunkcionalnih efekata oplemenjivanja; zaštite od gorenja, mikroorganizama, vode, prljanja, starenja te UV i EM zaštite, kako na tekstu tako i na drvu što je specijalna novost. Istražit će se wellness efekti u oplemenjivanju, a u njezi tekstila bolji primarni efekti uz smanjenje zagađivanja okoliša i opasnosti trovanja organskim otapalima. Istražit će se i mogućnost postizanja dobre UV zaštite u pranju. U svrhu kontrole toksikoloških svojstava razradit će se analitičke metode određivanja iona teških metala i tenzida na tekstu i u vodama. Odredit će se izbor bojila višefunkcijske namjene, primjena nanotehnologije u bojadisanju s ciljem sprečavanja onečišćenja otpadnih voda od primarnog su značenja. Kontrolirat će se ulazni i izlazni parametri vode, bojila, tekstilija i njena povezanost s bojom. Modeli bi trebali predviđati kinetiku, afinitet, iscrpljenje, fiksiranje i interakciju različitih bojila. Koristit će se metode deskriptivne statistike. Interdisciplinarnost boje osnova je za kontrolu i usklađivanje boja u bojadisanju i dizajnu.

### **2.1. Znanstveni projekt: Visokoučinkoviti tekstilni materijali i vlakna unapređene vrijednosti**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Maja Andrassy**, TTF, Zagreb (e-mail: [maja.andrassy@ttf.hr](mailto:maja.andrassy@ttf.hr))

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Zvonko Dragčević; prof.dr.sc. Du-bravka Raffaelli; prof.dr.sc. Emira Pezelj; doc.dr.sc. Edita Vujasinović; mr.sc. Vera Friščić; Ružica Šurina, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Majda Sfiligoj-Smole (Slovenija) i dr.sc. Zvonko Orehovec.

Suvremeni svjetski trend u razvoju tekstilnih vlakana i vlaknatih materijala ukazuje na njihovu sve veću

primjenu u različitim granama industrije i tehnike. Potrošnja vlakana za takve namjene stalno se povećava te na početku 21. st. iznosi polovinu ukupne proizvodnje vlakana. Zahtjevi na vlakna i materijale za pojedina alternativna područja primjene izuzetno su visoki i specifični, a postižu se kroz inženjering vlakana tj. razvojem novih generičkih tipova vlakana. Pretpostavka je da se inovativnim proizvodnim i procesima oplemenjivanja postojećim konvencionalnim vlaknima može unaprijediti vrijednost, te se kao takva mogu koristiti za dizajn novih tekstilnih materijala ciljanih svojstava u upotrebi. Takvo unaprijeđenje vlakana i njihova upotreba za proizvodnju tekstilnih materijala veće tržišne vrijednosti i proširenog područja primjene u skladu je sa smjernicama strategije Europske tehnološke platforme za budućnost tekstila i odjeće, ali i znatan poticaj za razvoj domaće tekstilne industrije i njezinu konkurentnost na svjetskom tržištu. Postavljena hipoteza ima uporište u činjenici da u Hrvatskoj postoje znanstveni, privredni i sirovinški potencijali nužni za ostvarenje postavljenih ciljeva. Iako se domaća proizvodnja temelji uglavnom na uvezenim vlaknima, uz ciljanu modifikaciju strukture i svojstva vlakna, čak i vlakna iz domaćih sirovina poput vune, lana, otpadnog industrijskog tekstila, te vlakana iz recikliranog PET-a koja se nedovoljno koriste u tekstilnoj industriji Hrvatske, moći će se upotrijebiti kao polazišna sirovina za tekstilije zahtjevnih svojstava u upotrebi. Na taj način domaća vlaknata sirovina prestaje biti otpad i postaje strateška sirovina RH i temelj nastojanjima za što racionalnijim gospodarjenjem prirodnim resursima u cilju ostvarenja održivog razvoja prema preporukama Europske unije i Ujedinjenih naroda. Predviđena istraživanja odnose se na utvrđivanje mogućnosti modifikiranja standardnih vlakana ali i na razvoj metoda i postupaka objektivnog mjerenja i vrednovanja nekonven-

cionalnih tekstilnih materijala u skladu sa specifičnim zakonitostima i zahtjevima pojedinih vrsta visokoučinkovitih tekstilija uključujući i kompozitne materijale s vlaknima modificiranih svojstava. Dobiveni rezultati i spoznaje omogućit će da se konstrukcija visokoučinkovitih materijala temeljenih na konvencionalnim vlaknima s unaprijeđenom vrijednošću dizajnira i optimira u skladu sa svojstvima primijenjenih vlakana i ciljanim, visokim svojstvima u uporabi.

## **2.2. Znanstveni projekt: Alternativni ekološki povoljni procesi i metode kemijske modifikacije celuloze**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Drago Katović**, TTF, Zagreb (e-mail: dkatovic@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof. emeritus Ivo Soljačić; prof.dr.sc. Sandra Bischof Vukušić; prof.dr.sc. Dubravka Šver; mr.sc. Nada Hainš; mr.sc. Luka Čavara; Sandra Flinčec-Grgac, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Christian Schramm (Austrija); prof.dr.sc. Charles Q. Yang (SAD); prof.dr.sc. Radovan Despot; doc.dr.sc. Branka Lozo; doc.dr.sc. Jelena Trajković; mr.sc. Božo Tomić

U skladu s ciljevima EU za povećanjem konkurentnosti europskog tržišta, jedan od zahtjeva je obnova i rekonstruiranje tradicionalnih industrijskih sektora, poglavito tekstilne i drvne industrije. Nadovezujući se na strateške pravce istraživanja u Republici Hrvatskoj naglasak je u projektu stavljen na primjenu novih visokosofisticiranih proizvodnih procesa i metoda obrade celuloznih materijala, odnosno na dobivanje dodatnih i poboljšanih svojstava tekstilnih, drvnih i papirnih materijala što je ostvarivo jedino primjenom high-tech procesa te uvođenjem nano-, mikro- ili biotehnologija.

Jedan od alternativnih postupaka zamjene klasičnih formaldehidnih

sredstava, koja su dosad primjenjivana u obradi tekstila i drva, obuhvaćao bi modifikacije ekološki povoljnim sredstvima, kao što su polikarboksilne kiseline. Efikasnost ovih obrada utvrdit će se analitičkim metodama određivanja esterskih umreženja pomoću kromatografske izokratske HPLC metode i spektrofotometrijske FTIR metode. Također bi se primijenile standardne metode za ispitivanje tekstila, drva i papira putem kojih bi se ispitivala njihova dodatna svojstva kao i otpornost na vanjske čimbenike.

U okviru projekta nastojat će se razviti optimalna višefunkcionalna obrada koja bi celuloznim materijalima davala poboljšana protektivna svojstva od djelovanja mikroorganizama, UV ili elektromagnetskog zračenja, starenja, gorenja te djelovanja vode i ulja. Naročita pažnja će stoga biti posvećena razvoju i primjeni upravo ovih sredstava kojima se nastoji ne samo poboljšati svojstva tekstilnog materijala, već mu dati trajnu svježinu, te ostvariti dodatnu njegu i zaštitna odnosno medicinska svojstva. Optimizacija proizvodnih procesa alternativnim sredstvima i metodama omogućit će ostvarivanje ekološki i ekonomski povoljnih svojstava obrađenih materijala.

Daljnja mogućnost optimizacije procesa, sa stajališta poboljšanja kvalitete obrađivanog proizvoda, nastojat će se postići primjenom nove alternativne metode obrade mikrovalnom energijom. Poboljšana svojstva dobivena u ranijim istraživanjima primjenom ove metode, potvrđuju njenu primjenjivost u procesima oplemenjivanja tekstila kao i modifikacije drva i papira. Dosadašnje radove u ovom i u svjetskim razmjerima potpuno novom proizvodnom procesu trebalo bi svako nastaviti.

## **2.3. Znanstveni projekt: Boje i bojila u procesu ekološki prihvatljivog i održivog razvoja**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Đurđica Parac-Osterman**, TTF, Zagreb (e-mail: djparac@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof. Nina Režek-Wilson; prof.dr.sc. Darko Grundler; prof.dr.sc. Nina Knešauer; doc.dr.sc. Tomislav Rolich; dr.sc. Martinia Ira Glogar; mr.sc. Ana Sutlović; Vedran Đurašević, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Marija Gorenšek (Slovenija); doc.dr.sc. Darko Golob (Slovenija).

Znanstveni doprinos održivom razvoju usmjeren je na neograničenu podršku temeljnih, razvojnih i primijenjenih istraživanja. Stoga, izbor bojila višefunkcijske namjene (zaštita od UV zračenja, antibakterijska zaštita, mikrokapsule višenamjenskog djelovanja), primjena nanotehnologije u procesu bojadisanja s ciljem sprečavanja onečišćenja voda, razvoj novih metoda i pročišćavanje obojenih voda doprinose održivom razvoju. U procesu bojadisanja kontrolirat će se ulazni i izlazni parametri vode: količina i zaostatak bojila u kupelji primjenom Lambert-Beerova apsorpcijskog modela; X, Y, Z standardne vrijednosti boje definirane specifičnim apsorpcijskim koeficijentom SAC i kvaliteta vode vrijednostima BPK5/KPK, TOC, AOX, električna vodljivost i dr.

Razvijat će se i primijeniti sustav kontrole koji uključuje napredne modele kontrole kao što su neizrzi-ta (fuzzy) logika (model temeljen na pravilima) i model temeljen na fizikalno-kemijskim procesima.

Glavna područja istraživanja uključuju modele procesa bojadisanja, kontrolu boje i njenu povezanost s bojilom kao i interaktivni sustav kontrole bojila. Modeli bi trebali opisivati i predviđati kinetiku, reaktivnost, afinitet, iscrpljenje, fiksiranje i interakciju otopina različitih bojila.

Na temelju ovih modela provodit će se predviđanje izlaznog rezultata procesa i definirati fizikalno-kemijski parametri važni za kontrolu procesa. Ovi modeli uključuju kinetičke modele (Nernstov i Langmuirov) modificirane za interakciju bojilo-bojilo otopina.

Interdisciplinarnost boje u sustavu održivog razvoja temelji se na spektralnim karakteristikama boje kao osnove modela ovisno o uvjetima primjene. Danas je instrumentalno mjerenje boje uključeno u sve industrijske procese proizvodnje: u tekstilne tehnologije, dizajn, grafičku industriju i drugdje, što omogućuje provođenje kontrole i usklađivanje boja. Primjena evolucijskih algoritama za modeliranje računalnog dizajna tkanine na načelu subjektivne procjene ispitanika. U okviru statističke analize koristit će se metode deskriptivne statistike kao i metode statističkog zaključivanja.

Znanstvena potvrda rezultata istraživanja bit će računalna simulacija i potvrda in vivo. Rezultati će biti publicirani u odgovarajućim znanstvenim časopisima i predstavljeni na svjetskim kongresima. Glavni cilj projekta je znanstveni doprinos održivom razvoju usmjeren na izbor bojila višefunkcijske namjene, primjenu nanotehnologije u procesu bojadisanja i boje kao sustava komunikacije.

#### **2.4. Znanstveni projekt: Višefunkcionalni tekstilni materijali za osobnu zaštitu**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Emira Pezelj**, TTF, Zagreb (e-mail: epezelj@tff.hr)

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Maja Andrassy; prof.dr.sc. Ružica Čunko; doc.dr.sc. Edita Vujasinović; dr.sc. Antoneta Tomljenović; mr.sc. Dubravka Gordoš; mr.sc. Sanja Ercegović Ražić; Maja Somogyi, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Vili Bukošek (Slovenija). Istraživanje ie potaknuto spoznajom da su ljudi sve više izloženi djelovanju raznovrsnih utjecaja iz okoline koji mogu uzrokovati štetne, pa i pogubne posljedice po njihovo zdravlje, iz čega proizlazi potreba zaštite prikladnom odjećom. Takvi štetni utjecaji su npr. pojačano UV zračenje, elektromagnetski smog, emisije štetnih

tvari, visoke temperature, vatra i dr. Od suvremenih tekstilnih materijala za osobnu zaštitu zahtijeva se visoka učinkovitost, većinom i višefunkcionalnost, tj. sposobnost zaštite od više vrsta štetnih utjecaja, uz istodobno osiguranje potrebne udobnosti. Riječ je o visokozahtjevnim tekstilnim materijalima za čiji su razvoj i proizvodnju nužna znanstvena istraživanja izražene interdisciplinarnosti. Hipoteza jest da se primjenom dosadašnjih znanstvenih dostignuća iz područja materijala predloženim istraživanjem može ostvariti novi doprinos u razvoju višefunkcionalnih zaštitnih tekstilnih materijala, kao posebne vrste kompozitnih materijala. Naglasak je na ciljanoj modifikaciji površine plošnih tekstilija primjenom ekološki povoljnih sredstava i procesa obrade, što se uklapa u europske prioritete pravce u istraživanju materijala. Naročita će se važnost dati istraživanju modifikacije primjenom novog sol/gel postupka u kombinaciji s prethodnom obradom tekstilne površine ultrazvukom, laserom i mikrovalovima, što je novi iskorak. Istražit će se mogućnosti tvorbe učinkovitih zaštitnih prevlaka primjenom anorganskih tvari različitih veličina čestica i sastava, uključujući i funkcionalne prevlake nanodimenzija od hibridnih anorgansko/organskih polimera. Cilj je optimirati parametre modifikacije za postizanje djelotvorne zaštite od UV i EM zračenja te povećane otpornosti materijala na abraziju, rezanje i toplinu, u pojedinim primjerima i uz istodobno antimikrobno djelovanje. Za vrednovanje novih materijala razvit će se pogodni postupci ispitivanja. Očekuje se širenje spoznaja o međuzavisnosti zaštitnih svojstava i građe tekstilnih materijala, razrada primjenjivih postupaka ciljane modifikacije plošnih tekstilija i razvoj metodologije vrednovanja novih materijala. Dobivene spoznaje doprinjet će kvaliteti obrazovanja u području tekstilnih materijala, time i razvoju Zavoda na kojemu se istraživanja provode. Očekuje se

transfer spoznaja u područje materijalne proizvodnje. Rezultati istraživanja izložiti će se na znanstvenim skupovima i publicirati u svjetski relevantnim časopisima, a njihova provjera bit će moguća na temelju objavljenih podataka o bitnim elementima provedbe istraživanja. Posebna važnost istraživanja je u mogućoj primjeni dobivenih spoznaja za razvoj i unapređenje proizvodnje tekstilnih materijala u Hrvatskoj. Postignuti rezultati mogu biti poticaj za novu, na znanju temeljenu proizvodnju novih visokoučinkovitih tekstilnih materijala za posebne namjene.

### 2.5. Znanstveni projekt: Etika i ekologija u oplemenjivanju i njezi tekstila

**Voditelj projekta:** prof. emeritus Ivo Soljačić, TTF, Zagreb (e-mail: ivo.soljacic@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Ljerka Bokić; prof.dr.sc. Tanja Pušić; doc.dr.sc. Branka Vojnović; dr.sc. Iva Rezić; mr.sc. Mila Nuber; mr.sc. Ivan Šimić; mr.sc. Josip Veršec; Jelena Macan, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Sonja Šostar-Turk (Slovenija); prof.dr.sc. Barbara Simončič (Slovenija); doc.dr.sc. Sabina Fijan (Slovenija).

Na suvremene procese oplemenjivanja postavljaju se sve veći zahtjevi s obzirom na dobivanje tekstilnih proizvoda novih svojstava i njihove postojanosti tijekom njege. Postupci dobivanja novih materijala ugrađivanjem mikrokapsula koje otpuštaju aktivne tvari za blago ovlaživanje kože, posebno su zanimljivi u proizvodnji čarapa. Njihova primarna uloga je sprečavanje sušenja i prhutanja kože, a samim time i sprečavanje alergijskih pojava.

Istraživat će se pogodne analitičke metode za ispitivanje postojanosti ovih obrada na pranje, trenje i znoj. Postojanost na pranje ovih proizvoda specijalnih svojstava će se ispitivati s različitim udjelom anionskih i neionskih tenzida u tekućem

deterdžentu. Pratit će se mehanizam adsorpcije i desorpcije tenzida te njihov utjecaj na primarni efekt ove obrade. Istražit će se i utjecaj pH vrijednosti i mehanike pranja na njihovu postojanost. Na temelju dobivenih spoznaja trebat će razraditi i predložiti analitičke metode određivanja mikrokomponentata u makrokomponentama u tekstilijama, bez obzira na sirovinski sastav i vrstu obrade kojom su tretirane. U ispitivanje će biti uključena ocjena valjanosti analitičke metode uz analizu svakog analitičkog postupka kao i utjecaj na dobivenu informaciju. Razradit će se parametri analitičkog postupka u svrhu restauracije povijesnog tekstila destruktivnim i nedestruktivnim postupcima u svrhu očuvanja povijesne baštine.

Europske mjere kontrole novih proizvoda postavljaju etički zahtjev zbog zdravlja korisnika, što podrazumijeva da vođenje postupka mora biti takvo da ne ugrožava okoliš. Stoga će se postupci oplemenjivanja i njege tekstila optimirati u cilju postizanja željenog primarnog efekta i sprečavanja potencijalnih iritacija kože.

U postupcima njege istražiti će se mogućnost dobivanja novih zaštitnih svojstava koje izrađeni materijal nije imao ili će se nastojati poboljšati već postojeća zaštitna svojstva, npr. UV zaštita i zaštita protiv prljanja. Istražit će se utjecaj ciklusa pranja pastelno bojadisanih tekstilija od pamuka, poliestera i njihove mješavine s deterdžentom uz dodatak UV adsorbera na UPF i promjenu nijanse.

Kontrola kvalitete vode i efluenta u oplemenjivanju i njezi tekstila će se temeljiti na određivanju mikrokoličina potencijalnih alergena, teških metala, pesticida, bojila i tenzida. Kontrolirat će se tragovi otapala na odjeći i u zraku pri kemijskom čišćenju i naknadnoj obradi.

### 3. Znanstveni program: Antropometrija, pristalost i dizajn konvencionalne i inteligentne odjeće

**Voditelj programa:** prof.dr.sc. Darko Ujević, TTF, Zagreb (e-mail: darko.ujevic@ttf.hr)

Program sadržajno povezuje četiri znanstvena projekta. Na temelju rezultata provedenih antropometrijskih mjerenja, komplementarni elementi nacionalnih standarda određivanja veličina bit će istraženi, uz izradu opisa, definicija i podloga za zajedničku bazu u okviru ISO i EN norma, te razvoj računalnog sustava za objedinjavanje tjelesnih izmjera konstrukcije odjeće. Provest će se mjerenje na ukupno 4 000 ispitanika, uz komparativnu analizu specifičnih razlika na sportskoj populaciji u odnosu na ostalu populaciju, omogućavajući izniman uvid u antropometrijske specifičnosti. Bit će provedeno projektiranje i razvoj inteligentnog odjevnog predmeta razvojem prilagodljivog ležaja, adaptivne glačalice i mjernog instrumenta za multiaksijalno ispitivanje fizikalno-mehaničkih svojstava tehničkog tekstila i spojenih dijelova. Potvrda mogućnosti ugradnje i sprege rada senzoričke i mikroročunala s algoritmičkim inteligentnog ponašanja te aktuatora uz samostalnu termičku zaštitu odjevnog predmeta aktivnog, prilagodljivog i inteligentnog ponašanja, cilj je ovog istraživanja. Istražit će se mogućnosti komunikacije inteligentne odjeće s okruženjem i razviti inteligentna bolesnička postelja, adaptivna glačalice i uređaj za ispitivanje opterećenja. Istraživanjem određivanja najmanje razlike dimenzije odjeće koja se može percipirati, razvojem niza metoda za objektivnu intervalnu usporedbu odjevne veličine i raspona odstupanja, dobit će se određeniji podaci važni za preciziranje pristalosti pletene odjeće. Više dimenzijskih elemenata bit će istraženo primjenom novih mjernih uređaja, uz provedbu eks-

perimentalnog ispitivanja utjecaja efekta veličine odjeće i vizualnog dizajna na percipiranu tjelesnu visinu. Programom je obuhvaćena također Kompleksnost problema određivanja veličina ženskih čarapa s gaćicama, uz istraživanje različitih sustava određivanja veličina i osnovnih antropometrijskih podataka te postupaka ispitivanja pristalosti. Uvođenje, prilagodba, razrada i primjena suvremenih numeričkih metoda u analizama tehničkih problema s ciljem unapređenja korištenja inženjerskih metoda u području tekstila i odjeće također je sadržano programom. Numeričko modeliranje mehaničkog ponašanja tekstila i odjeće, uz prostorno modeliranje, daljnje su metode koje će se provesti izvođenjem i razradom numeričkih modela pogodnih za primjenu.

### **3.1. Znanstveni projekt: Inteligentna odjeća i okruženje**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Dubravko Rogale**, TTF, Zagreb (e-mail: dubravko.rogale@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Zvonko Dragčević; prof. Maja Vinković; prof.dr.sc. Gojko Nikolić; dr.sc. Snježana Firšt Rogale; dr.sc. Slavenka Petrak; Goran Čubrić, dipl.ing.

Izvest će se istraživanja, konstrukcija i razvoj inteligentnog odjevnog predmeta povezanog s njegovim neposrednim okruženjem razvojem prilagodljivog ležaja, adaptivne glačalice i mjernog instrumenta za multiaksijalno ispitivanje fizikalno-mehaničkih svojstava tehničkog tekstila i spojenih dijelova. Svrha projekta je da istraživački tim izvede istraživanja koja rezultiraju konstrukcijom i realizacijom prvog inteligentnog odjevnog predmeta čija je temeljna funkcija aktivna termička zaštita. On ima senzorski sustav za praćenja vrijednosti temperature zraka izvan i unutar odjevnog predmeta, podatkovnu sabirnicu za transfer podataka, mikroracunalo ili mikrokontroler, te

izvršne naprave kojima se automatski regulira vrijednost toplinske zaštite. Toplinska zaštita regulira se upravljanjem kondukcijom i konvekcijom topline ljudskog tijela na način da se na temelju antropometrijskih mjera konstruira više vrsta različitih zračnih termoizolacijskih elastičnih komora koje se uklapaju u konstrukciju odjevnog predmeta između vanjske školjke i podstave. Termoizolacijske komore imaju više segmenata i dvojaku funkciju tako da će napuhavanjem poprimiti brtvena svojstva i moći regulirati gubitak topline čovječjeg tijela konvekcijom kao i programski mijenjati debljinu zračnih komora čime će se moći regulirati gubitak tjelesne topline kondukcijom. Kao aktuatori komora poslužit će elementi mikropneumatike (minijaturni kompresori, razvodni pneumatski elektroventili i prigušnice), a komore će biti opremljene i sensorima tlaka zraka upuhanih u njih jer će ovisno o vrijednosti tlaka zraka u komorama biti određeni oblici komora, njihova brtvena svojstva i debljina o kojoj ovisi toplinski otpor. Istraživanjima se želi dokazati da je moguća ugradnja i učinkovita sprega rada ugrađene senzoričke, mikroracunala s pripadajućim algoritmima inteligentnog ponašanja i aktuatora, čime će se ostvariti samostalno djelovanje odjevnog predmeta u cilju termičke zaštite pri čemu će odjevni predmet nositi atribut aktivnog, prilagodljivog i inteligentnog ponašanja u promjenjivim temperaturnim uvjetima. Također će se istražiti mogućnosti komunikacije inteligentne odjeće s okruženjem i razviti inteligentna bolesnička postelja, adaptivna glačalice i uređaj za ispitivanje opterećenja, a koje će koristiti praktički iste ili vrlo slične senzorske, računalne i mikropneumatske aktuatorske sustave te tehnike spajanja, konstrukcije i izvedbe kao i inteligentna odjeća.

### **3.2. Znanstveni projekt: Numeričko modeliranje u inženjerskoj analizi tekstila i odjeće**

**Voditelj projekta:** doc.dr.sc. **Željko Šomodi** (e-mail: zeljko.somodi@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** doc.dr.sc. Ana Kunštek; mr.sc. Slavica Bogović; mr.sc. Anica Hursa; mr.sc. Igor Petrunić.

**Vanjski suradnici na projektu:** doc.dr.sc. Simona Jevšnik (Slovenija); doc.dr.sc. Daniela Zavec Pavlinić (Slovenija).

Cilj rada na ovom projektu je dati doprinos unapređenju korištenja inženjerskih metoda u području tekstila i odjeće. Taj cilj namjerava se ostvariti uvođenjem, prilagodbom, razradom i primjenom suvremenih numeričkih metoda u analizama tehničkih problema relevantnih za područje tekstilne i odjevne tehnologije. S obzirom na postojeće iskustvo i uvid u pitanja aktualna za inženjersku znanost i praksu u tom području, u planu su istraživanja na nekoliko tematskih cjelina. Planiraju se istraživanja na sljedećim temama: optimalno oblikovanje mehaničkih ojačanja na odjeći zasnovano na analizi metodom konačnih elemenata; tro-parametarski model vlačne nelinearnosti tekstila; numeričko određivanje stabilnog stanja po izvijanju u predviđanju i simulaciji pada tkanine; opće numeričko rješenje savijanja tanke ploče s primjenom u optimizaciji zahvata plošnog izratka složene geometrije. Ovisno o tempu realizacije istraživanja na ovim temama, postoji mogućnost otvaranja daljnjih tema iz područja numeričkog modeliranja mehaničkog ponašanja tekstila i odjeće, uključujući prostorno modeliranje odjevnih predmeta. Predviđene metode istraživanja sastoje se u prvom redu u izvođenju i razradi numeričkih modela pogodnih za primjenu u razmatranim problemima, te razvoju i primjeni računalnih programa na osnovi tih modela. Usporedo se predviđa nabavka i korištenje postojećih pro-

gramskih paketa primjenjivih za razmatrane probleme, kao i priprema i izvođenje eksperimenata radi usporedbe s rezultatima dobivenima numeričkim metodama.

### 3.3. Znanstveni projekt:

#### **Antropometrijska mjerenja i prilagodba sustava veličina odjeće**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc.

**Darko Ujević**, TTF, Zagreb  
(e-mail: darko.ujevic@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof. Jadranka Bačić; prof.dr.sc. Zoltan Barackaj; prof.dr.sc. Milan Galović; M.D. Nataša Kaleboti; prof.dr.sc. Isak Karabegović; M.D. Irena Kostopić; prof.dr.sc. Tonći Lazibat; prof. Zlatka Mencl-Bajs; M.D. Željko Mimica; dr.sc. M.D. Vedrana Petrovečki; prof.dr.sc. Dubravko Rogale; prof. Andrea Russo; prof.dr.sc. Vlasta Szirovicza; prof.dr.sc. Larry C. Wadsworth; prof.dr.sc. Gojko Nikolić; dr.sc. Mirko Drenovac; dr.sc. Igor Sutlović; mr.sc. M.D. Nadica Škreb-Rakijašić; Jadranka Akalović, dipl.ing.; Vinko Barišić, dipl.ing.; Bajro Bolić, dipl.ing.; Blaženka Brlobašić Šajatović, dipl.ing.; Ksenija Doležal, dipl.ing.; Marijan Hrastinski, dipl.ing.; Renata Hrženjak, dipl.ing.; Ivan Klanac, dipl.ing.; Nikol Margetić, dipl.ing.; Alem Orlić, dipl.ing.; Željko Petrović, dipl.ing.; Irena Šabarić, dipl.ing.; Marija Šutina, dipl.ing.; Iva Berket, ing.

Sustavni antropometrijski pregledi provode se od 1901. godine, s ciljem razvoja i unapređenja sustava veličina za odjeću i obuću. Iz rezultata mjerenja vidljivo je kako se nacionalno stanovništvo tijekom nekoliko desetljeća značajno mijenja po fizičkoj građi i veličini, zahvaljujući nizu čimbenika (prehrambenim navikama, razvoju športa, genetskim predispozicijama, migracijama stanovništva, klimatskim prilikama itd.). Temeljem postignutih rezultata antropometrijskih mjerenja u RH (2004/05.) na uzorku od 30 866 ispitanika, od 1 do 82

godine starosti, proveden je statistički obuhvat i analiza tjelesnih izmjera, izrađena je baza podataka s pet temeljnih studija s osnova spola i starosne dobi te osnovna projekcija novog standarda za odjeću i obuću. Ti rezultati omogućuju značajni i poticajni nastavak za znanstveno istraživanje i komparaciju s drugim nacionalnim standardima i njihovim doprinosima na izradi sustava veličina za odjeću i obuću. Elementi koji su zajednički za nacionalne standarde određivanja veličina egzaktnim pristupom bit će istraženi i analizirani, osobito iz razloga što pretpostavke nacionalnih sustava odnosno određeni polazni elementi nisu univerzalno utemeljeni, poput međuveličinskih intervala koji se razlikuju po veličini jer je izostala podudarnost pojedinih „početnih mjesta“. Izradit će se podloge za zajedničku bazu s postupcima mjerenja tijela i označavanja veličina prema preporukama Tehničkog povjerenstva TC133 u okviru ISO i EN norma, kao i projektiranje i razvoj računalnog sustava (DOV-KO) za objedinjavanje svih tjelesnih izmjera te temeljnu konstrukciju odjeće na osnovi jedne, ali i svih ostalih veličina. U okviru ovog projekta, temeljem iskustva, provest će se i vrlo važan ciklus antropometrijskih mjerenja na športskoj populaciji u nogometu, vaterpolu, veslanju, košarci i rukometu. Bit će izmjereno 4 000 ispitanika u Zagrebu, Osijeku, Rijeci, Splitu i Dubrovniku, uz analizu specifičnih tjelesnih razlika i deformacija na muskulaturi stečenih tijekom dugogodišnjeg treninga. Provest će se komparativna analiza reprezentativnog uzorka antropometrijskih mjerenja sportaša i ostale populacije, kao i istraživanje ostalih trendova tjelesnih izmjera, čime će se omogućiti izniman uvid u antropometrijske dimenzije koje se odražavaju na oblik tijela, proporcionalnost i kompoziciju, odnosno elemente uspjeha u športu. Razvit će se stadiometar odnosno novi mjerni uređaj za kontinuirano mjerenje tjelesne visine, te duljine i širine stopala.

## 4. Znanstveni program: Matematičke nejednakosti i primjene

**Voditelj programa:** Akademik **Josip Pečarić**, TTF, Zagreb  
(e-mail: pecaric@hazu.hr)

Predloženi program «Matematičke nejednakosti i primjene» prirodna je sinteza sljedećih pet koherentnih znanstvenih projekata: «Generalne nejednakosti i primjene», «Ocjene za funkcionalne na prostorima funkcija», «Ocjene suma, integrala i integralnih transformacija», «Konveksne funkcije i primjene», te «Nejednakosti i numerička analiza» koji pokrivaju srodne i komplementarne teme i istraživačka područja u teoriji matematičkih nejednakosti i njenim primjenama. Glavna svrha ovog istraživanja je doprinos razvoju teorije nejednakosti i njenom integriranju u tekuće trendove u matematici. Naš cilj je stvoriti stručan tim istraživača čiji će relevantni rezultati i suradnja s domaćim i inozemnim stručnjacima iz drugih područja, pridonijeti promociji hrvatske matematike u svijetu. Konkretni cilj ovog istraživanja je postići daljnji napredak u istraživanju sljedećih važnih smjerova: poopćenja, profinjenja i poboljšanja nekih klasičnih nejednakosti; nejednakosti u složenijim apstraktnim algebarskim i geometrijskim strukturama; različiti pojmovi konveksnih funkcija i srodnih nejednakosti; nejednakosti u numeričkoj analizi, posebice njihove primjene u numeričkoj integraciji i interpolacijskim shemama. Osim ova četiri navedena područja, u sljedećih pet godina očekuje se i otvaranje novih problema i istraživačkih područja srodnih navedenim temama ovog programa. Jedan od ciljeva ovog programa je i dati pregled dosad dobivenih rezultata. Plan je napisati barem pet monografija o klasičnim rezultatima te usporedbi tih rezultata s onima koje su dobili istraživači ovog programa i drugi znanstvenici koji se bave istim područjem matematike. Znanstveni projekti

ovog znanstvenog programa zajednički će organizirati internacionalnu matematičku konferenciju "Matematičke nejednakosti i primjene 2008 (MIA 2008)" (<http://mia2008.ele-math.com/index.asp>). Konačno, cilj je održati i poboljšati relevantnost i kvalitetu znanstvenog časopisa «Mathematical Inequalities and Applications», jedinog hrvatskog matematičkog časopisa na SCIE listi. Brojni ugledni inozemni znanstvenici aktivno će sudjelovati u ovom program.

#### 4.1. Znanstveni projekt: Ocjene suma, integrala i integralnih transformacija

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. Neven Elezović, FER, Zagreb (e-mail: [neven.elezovic@fer.hr](mailto:neven.elezovic@fer.hr))

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Ilko Brnetić; prof.dr.sc. Ljubo Marangunić; doc.dr.sc. Andrea Aglić Aljinović; doc.dr.sc. Mario Krnić; Tomislav Burić, dipl.ing.; Siniša Miličić, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** Prof.dr.sc. Lars-Erik Persson (Švedska); prof.dr.sc. Shoshana Abramovich (Izrael).

Cilj ovog projekta je razvijanje novih metoda za ocjene različitih tipova integrala, integralnih transformacija i njihovih diskretnih inačica, te njihova primjena na realne i kompleksne funkcije, posebno na razne klase specijalnih funkcija. Planirana istraživanja promatrat će sljedeće probleme: 1. Daljnja poopćenja i poboljšanja nejednakosti Hilbertovog i Hardy-Hilbertovog tipa. 2. Daljnja poboljšanja nekih poznatih nejednakosti tipa Ostrowskog, trapeznih nejednakosti i nejednakosti o središnjoj točki, koristeći Montgomerijev identitet, Bernoullijeve polinome i Taylorovu formulu. 3. Nove inačice Grusovih nejednakosti uz pomoć Eulerovog identiteta i Finkovog identiteta. 4. Daljnja poopćenja i proširenja raznih identiteta (kao što su Eulerova integralna i diskretna formula, Montgomerijev integralni i diskretni identitet, itd.) i njihove

primjene za poboljšanja već dobivenih nejednakosti (kao što su nejednakosti tipa Ostrowskog, nejednakosti Grusovog tipa, nejednakosti Landauovog tipa, Čebiševljeve nejednakosti, nejednakosti Feng Qia, itd.). 5. Nove integralne nejednakosti tipa Ostrowskog koje uključuju dvije funkcije i njihove derivacije. 6. Pronalaženje veze Eulerovih kvadrturnih formula i nekih već dobivenih težinskih poopćenja Eulerovog identiteta. 7. Analiza svojstava nekih specijalnih funkcija i njihovih integralnih transformacija, s posebnom primjenom u teoriji razlomljenih derivacija i integrala. 8. Razvijanje nove metode korištenja operacija s divergentnim redovima u računanju raznih razlomljenih integrala i derivacija. Osim toga planira se izrada nekoliko monografija u kojima će biti objedinjeni glavni srodni rezultati dobiveni u okviru pretrodnog projekta i rezultati koje će se ostvariti u bliskoj budućnosti. Trenutno su u pripremi dvije monografije: 1. Hilbert inequality and its applications, 2. Gamma functions (Properties, identities, inequalities for gamma and digamma functions).

#### 4.2. Znanstveni projekt: Konveksne funkcije i primjene

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. Marko Matić, PMF, Split (e-mail: [marko.matic@pmfst.hr](mailto:marko.matic@pmfst.hr))

**Suradnici na projektu:** doc.dr.sc. Milica Klaričić Bakula; doc.dr.sc. Anita Matković; mr.sc. Senka Banić; mr.sc. Josipa Barić.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Zsolt Pales (Mađarska); prof.dr.sc. Edward Neuman (SAD); prof.dr.sc. Yeol Je Cho (Korea).

U okviru projekta istraživat će se klase konveksnih i poopćeno konveksnih funkcija te njima srodne klase funkcija, različiti identiteti i nejednakosti koje vrijede za spomenute klase funkcija, kao i primjene dobivenih rezultata u ostalim matematičkim disciplinama.

Istraživanja će biti usmjerena, prema dosadašnjim rezultatima istraživača, u nekoliko međusobno povezanih smjerova. U jednom smjeru, proučavat će se nekoliko klasa poopćenih konveksnih funkcija kao što su funkcije s neopadajućim prirastom, P-konveksne funkcije, m-konveksne funkcije,  $(\alpha, m)$ -konveksne funkcije,  $(2r)$ -konveksne funkcije te funkcije konveksne po koordinatama. Nastojat će se dobiti varijante Jensenove nejednakosti i njoj srodnih nejednakosti (Jensen-Steffensenove, Slaterove, Hadamardove, Mercerove i drugih) za te klase funkcija. Neki od dobivenih rezultata moći će se iskoristiti za dokazivanje novih varijanti i poopćenja nejednakosti među raznim vrstama sredina, te za dokazivanje nekih novih varijanti Čebiševljeve i Hölderove nejednakosti. U drugom smjeru, pročit će se klase superperkvadratičnih funkcija jedne i više varijabli i njihova primjena na poopćenja raznih nejednakosti Jensenova tipa i njima srodnih nejednakosti. U posebnom slučaju, kada su dane superkvadratične funkcije još i nenegativne, a time i konveksne, dobivena poopćenja bit će zapravo profinjenja poznatih nejednakosti koje vrijede za obične konveksne funkcije. To će omogućiti poboljšanja različitih ocjena koje se mogu dobiti primjenom tih nejednakosti. U trećem će se smjeru proučavati varijante Jessenove nejednakosti za linearne funkcionalne i Jensenove nejednakosti za hermitske operatore, koje su poopćenja Mercerovog rezultata, te njihova profinjenja. Dobiveni rezultati će se iskoristiti za dokazivanje svojstva monotonosti za potencijalne sredine Mercerova tipa i njegovo poopćenje u terminima kvaziaritmetičkih sredina. Do bit će se i profinjenja Jensen-Mercerove nejednakosti za funkcije indeksnog skupa, koja će se iskoristiti za generaliziranje nekih poznatih nejednakosti među sredinama Mercerova tipa.

#### 4.3. Znanstveni projekt: Generalne nejednakosti i primjene

**Voditelj projekta:** Akademik **Josip Pečarić**, TTF, Zagreb  
(e-mail: [pecaric@hazu.hr](mailto:pecaric@hazu.hr))

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Vidosava Šimić; prof.dr.sc. Vera Čuljak; doc.dr.sc. Ana Vukelić; dr.sc. Jadranka Mičić-Hot; mr.sc. Sandra Kovač; mr.sc. Mirna Rodić Lipanović; prof. Kristina Krulić.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Giampietro Allasia (Italija); prof.dr.sc. Wing-Sum Cheung (Hong Kong); prof.dr.sc. Leng Gangsong (Kina); prof.dr.sc. Yuki Seo (Japan).

Očekuje se značajan doprinos svjetskoj znanosti u teoriji nejednakosti kroz poboljšanja, interpoliranja, poopćavanja generalnih nejednakosti, kao što su nejednakosti Hardyja, Holdera, Čebiševa, nejednakosti za sredine, posebice njihovih konverzija, Jensenovih i drugih nejednakosti za realne ili operatorski konveksne funkcije, Cauchyjeve, Kantorovičeve, Opialove, Hilbertove, Grussove nejednakosti, nejednakosti u  $n$ -normiranim prostorima, nejednakosti za simplekse, integralne nejednakosti i druge.

#### 4.4. Znanstveni projekt: Ocjene za funkcionalne na prostorima funkcija

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Ivan Perić**, PBF, Zagreb  
(e-mail: [iperic@pbf.hr](mailto:iperic@pbf.hr))

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Sanja Varošaneć; prof.dr.sc. Aleksandra Čizmešija; doc.dr.sc. Dijana Ilišević; doc.dr.sc. Rajna Rajić; dr.sc. Iva Franjić; mr.sc. Predrag Vuković.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Lars-Erik Persson (Švedska); prof.dr.sc. Shoshana Abramovich (Izrael).

Predloženi projekt prirodni je nastavak istraživanja iz razdoblja od 2002. do 2005., realiziranih u sklopu istoimenog projekta (šifra 0037119), koja su rezultirala objav-

ljivanjem 26 znanstvenih radova u uglednim međunarodnim matematičkim časopisima (od čega 7 u časopisima sa CC i dodatnih 13 sa SCIE liste). Odjek objavljenih radova (više od 20 citata u časopisima i knjigama) ukazuje na zanimljivost proučavanih tema te sugerira nastavak rada na njima. Stečena su iskustva otvorila i neka nova područja i pitanja kojima se želimo posvetiti u predstojećem periodu. Ciljevi projekta su: dokazati nove identitete vezane uz Čebiševljevu funkcional na  $L_p$  prostorima te pomoću njih poopćiti i profiniti postojeće gornje i donje ograde za taj funkcional; istražiti oblike Čebiševljeve funkcionala i ocjene za njega u modulima nad pravim  $C^*$  i  $H^*$  algebrama te za  $p$ -potpuna ograničena preslikavanja u kontekstu apstraktnih Banachovih algebri; dokazati nejednakosti za mješovite sredine na  $L_p$  prostorima funkcija definiranih na podskupovima od  $R^n$  različitih netrivialnih geometrija te pomoću njih dobiti ocjene vezane uz Hardyjev operator, operator geometrijske sredine te Hardy-Littlewoodovu i Steinovu sferičnu maksimalnu funkciju; definirati i istražiti mješovite operatorske potencijalne i Mercerove sredine; istražiti svojstva  $h$ -konveksnih, superkvadratičnih i drugih poopćeno konveksnih funkcija te ih primijeniti za dobivanje novih rezultata u teoriji nejednakosti; istražiti različite tipove konveksnosti funkcija ( $r$ -konveksnost,  $h$ -konveksnost,  $P$ -konveksnost) u složenijim geometrijskim strukturama kao što su Carnotove grupe i prostori nepozitivne zakrivljenosti te ih primijeniti za dobivanje novih rezultata u teoriji nejednakosti; dobiti univerzalnu metodu, zasnovanu na Eulerovim integralnim formulama za generiranje kvadrature formula s proizvoljnim brojem čvorova, uz očuvanje oštih ocjena pogreške; dokazati neke klasične nejednakosti u kontekstu Lebesgueovih prostora s varijabilnim eksponentom; objaviti monografije posvećene pregledu klasičnih i novih rezulta-

ta o nejednakostima Gauss-Polya tipa, Carlemanovoj nejednakosti te Čebiševljevom funkcionalu.

#### 4.5. Znanstveni projekt: Nejednakosti i numerička analiza

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Nenad Ujević**, PMF, Split  
(e-mail: [ujevic@pmfst.hr](mailto:ujevic@pmfst.hr))

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Ljuban Dedić; mr.sc. Ambroz Čiviljak; Jurica Perić, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Charles E.M. Pearce (Australija); prof.dr.sc. Feng Qi (Kina).

Bit će izneseni novi rezultati iz područja matematičkih nejednakosti i numeričke analize. Posebno će biti obrađeni sadržaji kao što su nejednakosti u numeričkoj integraciji, teoriji aproksimacija i apstraktnim prostorima te nove kvadrature i kubature formule, nove metode u numeričkoj linearnoj algebri i optimizaciji. Nelinearne jednadžbe će također biti predmet proučavanja.

### 5. Ostali projekti

#### 5.1. Znanstveni projekt: Međupovršinske pojave aktivnih multifunkcijskih tekstilnih materijala

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. **Ana Marija Grancarić**, TTF, Zagreb  
(e-mail: [amgranca@ttf.hr](mailto:amgranca@ttf.hr))

Ovaj znanstveni projekt se izvodi u sklopu znanstvenog programa **Modifikacija površina u multifunkcionalnim polimernim sustavima**, voditeljice prof.dr.sc. Jasenka Jelenčić, FKIT, Zagreb.

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Tanja Pušić; doc.dr.sc. Željko Penava; mr.sc. Anita Tarbuk; Lea Marković, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** doc.dr.sc. Jasenka Bišćan; dr.sc. Ivančica Kovaček; mr.sc. Sonja Bešenski

**Konzultanti:** prof.dr.sc. Djamel Akbarov; prof.dr.sc. Emil Chibowski; prof.dr.sc. Edward Rybicki; prof.dr.sc. Eckhard Schollmeyer,

prof.dr.sc. M. M. C. G. Warmoeskerken.

Projekt će istražiti međupovršinske pojave na tekstilu u nastavku istraživanja prethodnog projekta (0117012) te na osnovi objavljene Platforme budućeg tekstila i odjeće u Europi.

Istraživanje slobodne površinske energije, zeta potencijala, površinskog naboja, elektrovodljivosti i dr. doprinijet će definiranju stanja multifunkcijskog tekstila. Posebni naglasak projekt će dati rasvjetljavanju mehanizma adsorpcije i desorpcije stranih tvari na modificiranim površinama tekstilnih materijala.

Primijenit će se različite modifikacije površine te oplemenjivanje tekstilnih materijala, posebno pamuka i poliestera. To su enzimatska obrada, mercerizacija u modificiranom postupku, te kationiziranje pamuka u svrhu dobivanja elektropozitivnog pamuka. Modifikacija poliesterskih materijala površinskom hidrolizom PET-a s enzimima, alkalijama, etilen-diamino octenom kiselinom (EDTA) i drugim spojevima rezultirat će aktivnim multifunkcijskim svojstvima poliestera. Na modificirane tekstilne materijale implementirat će se nanočestice antimikrobno aktivnih srebrnih iona uz mikro- i nanočestice zeolita, ZnO, TiO<sub>2</sub> i drugih. Projekt će na modificiranom tekstilu istražiti važno područje antimikrobne zaštite s dodatkom amino-funkcionalnih i drugih spojeva azalidima za visokoučinkovitu zaštitu sinergističkom aktivnošću ovih komponenata, u nastavku postignutih visokih rezultata prethodnog projekta. U pripremi pamuka za modifikaciju i oplemenjivanje primijenit će se samo ekološko iskuhavanje pektinazama i najnovijim enzimima kutinazama, za razgradnju pektina, odnosno lipofilnih biopoliestera u kutikuli pamučnog vlakna. Istražit će se i međupovršinske pojave novih tekstilnih struktura konstruiranih iz elektrovodljivih vlakana niske električne otpornosti za smanjenje statičkog

elektriciteta i povećanje zaštite od elektromagnetnog zračenja, te u svrhu implementacije senzorskih i drugih elektroničkih uređaja u tekstil. Tradicionalna zaštitna i estetska uloga tekstila ovime će se proširiti na aktivnu funkcionalnost. Osim međupovršinskih pojava, istražiti će se fluorescencija i fosforescencija, bjelina, trenje, elastičnost, propusnost zraka i vodene pare tekstilnih materijala te njihova zaštita od UV zračenja, mikroba i gljivica, hladnoće, topline, plamena, statičkog elektriciteta i magnetskog polja. Posebnu pozornost projekt pridaje utjecaju konstrukcije tekstilnog materijala na multifunkcionalnost, što nije dovoljno istraženo.

### **5.2. Znanstveni projekt: Napredne tehničke tkanine i procesi**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. Stana Kovačević, TTF, Zagreb (e-mail: stana.kovacevic@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** doc.dr.sc. Andrea Pavetić; doc.dr.sc. Željko Penava; mr.sc. Josip Hađina; mr.sc. Valent Strmečki; mr.sc. Dubravka Gordoš; prof. Biserka Vuljanić; Nikol Margetić, dipl.ing.; Ivana Schwarz, dipl.ing.; Irena Šabarić, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Vladimir Orešković; prof.dr.sc. Krste Dimitrovski (Slovenija); dr.sc. Blago Brkić; mr.sc. Diana Franulic Šarić.

Tema ovog projekta su napredne tehničke tkanine i procesi, namijenjeni za interijere, transport, industrijske i medicinske svrhe, tapiserije i dr. Zajedničko ovim tkaninama su sirovine, gdje će se dati prednost domaćoj vunenoj i lanenoj pređi te pređi od staklenih i ugljikovih vlakana, ali će se koristiti i ostale prirodne sirovine, pređe od umjetnih vlakana sintetskih polimera te "pametne" pređe. Cilj ovog istraživanja je pronaći optimalnu sirovinu i konstrukciju tkanine te izraditi ekonomski prihvatljivu, kvalitetnu, zdravu, ugodnu i „pametnu“ tehničku tkaninu.

Temeljna istraživanja bit će: fizikalno-mehanička, termička, relaksacijska i rastezna svojstva, dimenzijska stabilnost, habanje, djelovanje Sunčevih zraka, zapaljivost, propusnost zraka, voodbojnost, razgradljivost te istraživanje tih svojstava koja će ovisiti o namjeni tkanine. Istraživat će se tehničke tkanine koje se koriste u graditeljstvu i u transportu i kućanstvu (3D tkanine za kompozite, tkanine za sjedala, dekorativne tkanine za interijere), na koje se postavljaju visoki zahtjevi na sigurnost, postojanost, otpornost, udobnost i estetiku. Istraživat će se i tehničke tkanine za industrijske svrhe, u smislu tkanina za filtre, i tkanina za kompozite koje su od iznimnog značenja za bolju iskoristivost i proizvodnost te, što je važnije, u ekološkom aspektu očuvanja okoliša. Projektirat će se medicinski zdrave tkanine iz prirodnih sirovina te općenito tkanine s različitim svojstvima i namjenama, podvrgnute dodatnim obradama prema zdravstvenim normama. Dio projekta usmjerit će se na istraživanje i oživljavanje hrvatske eko i etno baštine, u smislu starog zanata izrade tapiserija, pokrivača i prostirača, isprepletenog umjetnošću i vještinom tkanja, s naglaskom na domaće sirovine. Cilj ovog dijela istraživanja je da autentičnost tapiserije i originalnost umjetničkog djela predstavlja unikatnu vrijednost.

Važnost ovog projekta se ogleda u oživljavanju prerade domaće vune i lana, usporedno s istraživanjem novih konstrukcija i oblika staklenih tehničkih tkanina te novih materijala, s novim tehnologijama izrade. Neke tehničke tkanine replicirane ovim projektom poslužit će kao poticaj preradi domaće vune i lana u manjim serijama na kršnim područjima Hrvatske.

### **5.3. Znanstveni projekt: Ergonomsko oblikovanje sustava radnik-namještaj-okoliš**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. Budimir Mijović, TTF, Zagreb (e-mail: budimir.mijovic@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof. emeritus Dragutin Taboršak; prof.dr.sc. Miroslav Skoko; prof.dr.sc. Salah-Eldien Omer; prof.dr.sc. Jovan Vučinić; dr.sc. Ljuba Škovrlj; mr.sc. Jasenka Pivac; mr.sc. Nenad Mustapić.

Namještaj za sjedenje treba omogućiti radniku optimalan položaj tijela pri sjedenju, osiguravajući aktivno i dinamično sjedenje. Razlog neudobnom sjedenju je dugotrajan i neergonomski položaj tijela pri tom položaju. Definiranje optimalnih radnih položaja i opterećenja doprinosi smanjenju potrebne energije i olakšava radne i cirkulacijske funkcije. Sveukupni radni prostor treba oblikovati skladno svim kriterijima radnog položaja i tehničko-tehnološkim zahtjevima. Potrebno je dobro poznavati radnika i njegove mogućnosti pri radu, radno mjesto i metode rada te osigurati optimalan okoliš i sigurnost pri radu. Dimenzije namještaja i radni prostor koji ga okružuje, glede optimalnog iskorištenja, trebaju se uskladiti s antropometrijskim veličinama radnika. Metode istraživanja su eksperimentalne, teorijske i numeričke. Istraživat će se funkcionalne ovisnosti sprege sustava radnika, namještaja i okoliša, na bazi ergonometrijskih postavki, sa svrhom iznalaženja optimalnih uvjeta između humanizacije i proizvodnosti rada. Ispitivanja se utvrđuju mjerenjem i snimanjem tipičnih radnih položaja i slučajeva preopterećenja radnika. Primjenom digitalno skeniranih trodimenzionalnih antropometrijskih značajki ljudskoga tijela dobiva se digitalan trodimenzionalni biomehanički model, pritom vodeći računa o odgovarajućim kinematičko-dinamičkim pravilima gibanja i konstrukciji unutarnjeg skeleta. Snimat će se 3D programske aplikacije s poboljšanim automatiziranim definiranjem antropometrijskih i ergonometrijskih značajki biomehaničkih modela i digitalnih likova. Provest će se 3D vizualizacija radnog mjesta pomoću računalno izvedenog 3D modela

namještaja i računalne karakterne animacije radnika. Korištenjem računalnih 3D programskih rješenja prototip se zamjenjuje 3D modelima, na kojima su interakcijski provedena sva potrebna oblikovanja i izmjene u realnom vremenu. Na dobivenim 3D modelima radnika i radnog mjesta, računalnom vizualizacijom provest će se biomehanička analiza pokreta temeljena na stvarnoj korelaciji u prostoru međudjelovanja radnika i pripadnih radnih okoliša.

Potrebno je točno analizirati radno mjesto i vremenske studije gibanja. 3D virtualni model omogućit će detaljnu biomehaničku analizu pokreta, brzina i ubrzanja, kao i više dizajnerskih rješenja namještaja s biomehaničkim i ergonometrijskim parametrima. Istražit će se štetno djelovanje previsoke razine buke na radnike, te djelotvorni načini smanjivanja buke. Osobita će pozornost biti usredotočena na štetno djelovanje mikroklimatskih stanja s obzirom na tehnološke zahtjeve u industriji. Optimalizacija energije rada kod obavljanja poslova radnika pri radu provest će se radi smanjenja zamora te otklanjanja preopterećenja i smanjenja bolovanja radnika. Provedba ovih istraživanja rezultirat će ergonometrijskim tehnološko-ekonomskim oblikovanjem interakcijskog sustava radnik-namještaj-okoliš koje je od izrazitog značenja u području razvitka Republike Hrvatske i drugdje u svijetu.

#### **5.4. Znanstveni projekt: Višefunkcionalni tehnički netkani i pleteni tekstili, kompoziti i pređe**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc. Zenun Skenderi, TTF, Zagreb (e-mail: zenun.skenderi@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Alka Mihelić-Bogdanić; prof.dr.sc. Miroslav Srdjak; mr.sc. Vesna Marija Potočić Matković; mr.sc. Ivana Salopek; mr.sc. Božo Tomić; Dragana Kopitar, dipl.ing.

**Vanjski suradnici na projektu:** prof.dr.sc. Momir Nikolić (Slovenija).

Temeljna značajka koja danas karakterizira tekstilnu industriju u svijetu je daljnja relokacija proizvodnje iz razvijenih zemalja u Aziju. Snažan otpor relokaciji opaža se u području tehničkog tekstila. Porast proizvodnje tehničkog tekstila bilježi se zbog stalnog proširenja područja primjene u transportu, industriji, medicini i higijeni, kućanstvu, odjevnoj industriji, poljoprivredi, ribarstvu, graditeljstvu, športu, sigurnosti i zaštiti, ekologiji, itd. Najveći doprinos razvoju tehničkog tekstila svakako ima netkani tekstil. U nekoliko posljednjih desetljeća tehnologija izrade netkanog tekstila doživljava brzi razvoj, a proizvodnja posljednjih godina bilježi godišnji rast od oko 10%. Značajno područje primjene tehničkog tekstila, tzv. geotekstila, je graditeljstvo, posebno cestogradnja. Tu je pored tkanih, pletenih i mrežnih struktura, dominantan netkani tekstil s udjelom u 2005. oko 75%. Najvažnije funkcije geotekstila su: odvajanje objekata od slabog tla, pojačavanje tla ili elementa građevinskog objekta, filtriranje i dreniranje. Svojstva koja geotekstil na bazi netkanog tekstila treba imati su: stabilnost, jednolična struktura, mala debljina, visoka čvrstoća i istezanje, poroznost, mala površinska masa i vodopropusnost. Različita namjena zahtijeva manje ili više izraženu pojedinu strukturu i svojstvo. Upravo će Projekt u svom prvom dijelu obrađivati različite strukture i svojstva tehničkog tekstila, na bazi netkanih i pletenih struktura, a posebno geotekstila. Osim toga, obrađivat će se i tehnologije izrade tehničkog netkanog i pletenog tekstila i njihovi utjecajni parametri na kvalitetu. Konvencionalne tehnologije kao što su pređenje, tkanje, pletenje i odjevna tehnologija vjerojatno će teško izdržati konkurenciju iz Azije. Također se događa i relokacija proizvodnje kemijskih vlakana prema Dalekom istoku. Sigurno je da će šanse za

opstanak na tržištu imati samo oni koji imaju sirovinu i dovoljno znanja da proizvedu kvalitetan proizvod, te da ga znaju prodati. Upravo istraživanje mogućnosti izrade pređe iz grubljih vuna koje su po finoći slične domaćoj vuni, te istraživanje mogućnosti njihove upotrebe u proizvode kao što su npr. tepisi i neki odjevni predmeti, je drugo područje koje će se obrađivati na Projektu. Definirat će se granica ispredivosti vlakana, tipične krivulje sila-istezanja, ponašanje pređe kod cikličkih ispitivanja isteznih svojstava, površinskog trenja i dlakavost pređe.

#### **5.5. Znanstveni projekt: Projektiranje i izrada mreža za zaštitu voća i povrća od tuče**

**Voditelj projekta:** prof.dr.sc.  
**Zlatko Vrljićak**, TTF, Zagreb  
(e-mail: zlatko.vrljicak@ttf.hr)

**Suradnici na projektu:** mr.sc.  
Josip Hađina; mr.sc. Tomislav Koren; mr.sc. Valent Strmečki.

**Vanjski suradnici na projektu:**  
dr.sc. Krešimir Hajdarović; mr.sc.  
Ivan Bašnec.

Na hrvatskom tržištu zastupljeno je svega 7% domaćeg voća. Na hrvat-

skom tržištu postoji mogućnost da hrvatski proizvođači voća učeterostruče svoju proizvodnju i prodaju po postojećim cijenama, ali prve kvalitete. Ministarstvu financija je u posljednjih 10 godina prosječno svake godine prijavljeno preko 100 mil. kn štete prouzročene tučom. Nastradaju voće, povrće, bilje, cvijeće, rasadnici, životinje, materijalna dobra: kuće, poljoprivredni strojevi, automobili i sl. Raketna protugradna zaštita voća i povrća te materijalnih dobara od tuče sve više se smanjuje zbog složene organizacije provedbe i povećanja avionskih koridora. Sve više se koriste zaštitne mreže. Mnoge ih europske države sve intenzivnije primjenjuju. U ovom će se projektu izučavati sustavi primjene zaštitnih mreža u europskim državama i njihova primjena na području RH. Poseban naglasak dat će se odnosu osiguranja voćnjaka, nasada ili usjeva i isplati odštete prouzročene tučom. Za pojedine poljoprivredne kulture projektirat će se i izrađivati zaštitne mreže i postaviti na plantaže. Konstrukcija mreže ovisi o namjeni pa bi se projektirale i izradile zaštitne mreže različitih širina, oblika, boja i struktura, s posebnim naglaskom na

sirovinu od koje će se mreže izrađivati i na zasjenjenje površine koja se prekriva. Diljem Hrvatske mreže bi se ponudile registriranim voćarima na upotrebu. U načelu je zamišljeno da se u prvoj godini trajanja projekta voćaru ponudi besplatno 1000 m<sup>2</sup> zaštitne mreže, a on bi kupio još toliko mreže (odnos 1:1) za zaštitu samo jednog dijela plantaže. Kontinuiranim praćenjem voćnjaka analizirat će se sve promjene ispod mreža i uspoređivati s rezultatima dobivenim izvan mreža. Kontinuiranim radom kroz pet godina mogu se donijeti relevantni zaključci o primjeni mreža u zaštiti voća i povrća od tuče. Potrebno je naglasiti da mreže koje štite poljoprivredne kulture od tuče, također ih štite od sunca, ptica, životinja i dr. Adekvatnom primjenom navedenih mreža za očekivati je da će se povećati urod po hektaru površine i povećati kvaliteta ploda. Do sada naši voćari ubiru manje od 50% ploda prve kvalitete, a očekuje se da će se upotrebom mreža taj prag povećati iznad 80%. Na taj način, kada uđemo u EU moći ćemo naše kvalitetne plodove prodavati na našem tržištu i konkurirati na inozemnom.