



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

POROČILO
O RAZISKOVALNI DEJAVNOSTI
za leto 2013

MARIBOR 2014

POROČILO O RAZISKOVALNI DEJAVNOSTI 2013

Izdala: UM – FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Uredili: red. prof. dr. Jože BALIČ
Janko ZIERER, univ. dipl. ekon., inž. str.
Danijel Zimšek, dipl.inž.

Pregledal: red. prof. dr. Niko SAMEC

Tisk: TISKARNA TEHNIŠKIH FAKULTET

Naklada: 40 tiskanih izvodov
40 CD
Dostopno na: <http://www.fs.uni-mb.si/>

ISSN: 1408 - 5445

VSEBINA

1. UVOD	5
2. ORGANIZACIJSKA STRUKTURA FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO	7
3. DOKTORATI, MAGISTERIJI IN SPECIALIZACIJE V LETU 2013	11
4. LETNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH PROGRAMOV V LETU 2013	21
5. ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH PROGRAMOV V LETU 2009 – 2013	115
6. ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH PROGRAMOV V LETU 2009 – 2014	151
7. LETNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH PROJEKTOV V LETU 2013	239
8. ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH PROJEKTOV V LETU 2013	319
9. MEDNARODNI PROJEKTI V LETU 2013	337

UVOD

V poročilu o raziskovalni dejavnosti so predstavljene in zbrane aktivnosti s področja znanstveno – raziskovalnega in razvojnega dela sodelavcev naše fakultete v letu 2013 in dokazuje, da je kvalitetno raziskovalno delo v povezavi s pedagoškim delom vpeto v poslanstvo naše fakultete.

Doseženi so bili zastavljeni cilji v okviru temeljnih raziskav, kakor tudi na področju raziskovalno – razvojnega dela v povezavi z gospodarstvom in v širšem mednarodnem prostoru.

Prizadevanje je bilo usmerjeno v izboljšanje konkurenčnosti in inovativnosti podjetij, ter zagotoviti našim študentom možnost zaposlitve v gospodarstvu.

V letu 2013 so bile raziskave izvedene v okviru razpisov ARRS na :

- Devetih raziskovalnih programih
- Osmih aplikativnih projektih , pri katerih je bila FS nosilna raziskovalna organizacija
- Šestih aplikativnih projektih , pri katerih je bila FS pridružena raziskovalna organizacija
- Enem temeljnem projektu , pri katerem je bila FS pridružena raziskovalna organizacija
- Dveh podoktorskih projektih

V letu 2013 je bilo v okviru ARRS financiranja podiplomskega študija vključenih 26 mladih raziskovalcev.

Raziskovalno delo v letu 2013 na področju mednarodnih raziskav :

Fakulteta je povezana v mednarodno znanstveno – raziskovalni prostor s številnimi programi in projekti , ter z raziskovalnim delom na tujih univerzah in inštitutih.

V letu 2013 so bile izvedene raziskave na različnih programih /projektih in sicer :

- Petih projektih v 7. Okvirnem programu EU
- Šestih projektih ERA – NET
- Treh projektih razpisa EUREKA
- En TEMPUS projekt
- En Erasmus Mundus Euphrates projekt

- En projekt Leonardo da Vinci
- Štirje COST projekti
- Šest CEEPUS mrež
- Petindvajset projektov na področju bilateralnega sodelovanja.

Ob zaključku želimo poudariti, da so rezultati našega znanstveno – raziskovalnega dela vezani na tradicijo in kontinuiteto, ter da je marsikateri dosežek tudi plod sodelovanja z drugimi raziskovalnimi organizacijami.

PRODEKAN ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST FS :

DEKAN FS :

Red.prof.dr. Jože BALIČ

Red.prof.dr. Niko SAMEC

ORGANIZACIJSKA STRUKTURA FAKULTETE ZA STROJNIŠTVO

FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Dekan:
red. prof. dr. Niko SAMEC

Prodekan za izobraževalno dejavnost: red. prof. dr. Franc ZUPANIČ

Prodekan za raziskovalno dejavnost: red. prof. dr. Jože BALIČ

Prodekan za sodelovanje z gospodarstvom: red. prof. dr. Zoran REN

INŠTITUT ZA PROIZVODNO STROJNIŠTVO

KATEDRA ZA PROIZVODNO STROJNIŠTVO

INŠTITUT ZA ENERGETSKO, PROCESNO IN
OKOLJSKO INŽENIRSTVO

KATEDRA ZA ENERGETSKO, PROCESNO IN
OKOLJSKO INŽENIRSTVO

INŠTITUT ZA MEHANIKO

KATEDRA ZA MEHANIKO

KATEDRA ZA TEMELJNE IN SPLOŠNE
PREDMETE

INŠTITUT ZA KONSTRUKTERSTVO IN
OBLIKOVANJE

KATEDRA ZA KONSTRUIRANJE IN OBLIKOVANJE

INŠTITUT ZA TEHNOLOGIJO MATERIALOV

KATEDRA ZA MATERIALE IN PREOBLIKOVANJE

RAZISKOVALNI INŠTITUT ZA STROJNIŠTVO

CENTER ZA SENZORSKO TEHNIKO

INŠTITUT ZA INŽENIRSKE MATERIALE IN OBLIKOVANJE

KATEDRA ZA TEKSTILNE MATERIALE IN OBLIKOVANJE

**DOKTORATI, MAGISTERIJI IN SPECIALIZACIJE V
LETU 2013**

DOKTORATI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 3. STOPNJE STROJNIŠTVO

PEVEC MIHA

METODA NAPOVEDOVANJA NASTANKA TERMIČNIH RAZPOK NA TORNJI POVRŠINI AVTOMOBILSKIH ZAVORNJIH DISKOV

Mentor: red. prof. dr. POTRČ IZTOK

Somentor: red. prof. dr. ŠRAML MATJAŽ

VOLK MIHAEL

STABILIZACIJA PROCESA GLOBOKEGA VLEKA Z OBVLADOVANJEM PRIDRŽEVANJA PLOČEVINE

Mentor: izr. prof. dr. DOLŠAK BOJAN

Somentor: doc. dr. BLAŽ NARDIN

KLANČIŠAR MARKO

EKSPERIMENTALNO NUMERIČNA ANALIZA TOKOVNO REAKTIVNIH VELIČIN VEČPLAMENSKEGA GORILNIKA

Mentor: red. prof. dr. SAMEC NIKO

Somentor: red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ

ŠTIMEC TEODOR

NUMERIČNI MODEL ADSORPCIJSKEGA PROCESA PRI TOKU V KANALU

Mentor: red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ

Somentor: izr. prof. dr. RAVNIK JURE

LESTAN ZORAN

RAZVOJ INTELIGENTNEGA SISTEMA ZA MODELIRANJE NANAŠANJA MATERIALA Z UPORABO LASERJA

Mentor: red. prof. dr. BREZOČNIK MIRAN

Somentor: red. prof. dr. BALIČ JOŽE

FRIŠČIČ DARKO

ANALIZA UČINKA BIČA V OSKRBOVALNIH VERIGAH Z NIVOJSKIMI OMEJITVAMI

Mentor: red. prof. dr. BUCHMEISTER BORUT

Somentor: doc. dr. PALČIČ IZTOK

STEINACHER MATEJ

KOVINSKO-KERAMIČNI MATERIAL Z INFILTRIRANO MAGNEZIJEVO ZLITINO

Mentor: red. prof. dr. ZUPANIČ FRANC

Somentor: izr. prof. dr. MRVAR PRIMOŽ

DOKTORATI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU STROJNIŠTVO

BRAJLIH TOMAŽ

RAZVOJ METODE PRILAGAJANJA PARAMETROV SELEKTIVNEGA LASERSKEGA SINTRANJA OBLIKOVNIM ZNAČILNOSTIM IZDELKOV

Mentor: izr. prof. dr. DRSTVENŠEK IGOR

Somentor: red. prof. dr. BALIČ JOŽE

LAJQI SHPETIM

RAZVOJ OBES IN KRMILNEGA SISTEMA TERENSKEGA VOZILA S ŠTIRIMI GNANIMI IN ŠTIRIMI KRMILJENIMI KOLESJI

Mentor: izr. prof. dr. PEHAN STANISLAV

Somentor: red. prof. dr. FLAŠKER JOŽE

FIKE MATEJ

EKSPERIMENTALNA IN NUMERIČNA RAZISKAVA TOKOVNIH POJAVOV V AKSIALNEM VENTILATORJU

Mentor: red. prof. dr. HRIBERNIK ALEŠ

Somentor: red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ

GÖNCZ PETER

RAČUNSKI MODEL ZA DOLOČITEV NOSILNOSTI VELIKIH AKSIALNIH TRIREDNIH VALJČNIH LEŽAJEV

Mentor: red. prof. dr. GLODEŽ SREČKO

Somentor: izr. prof. dr. ULBIN MIRAN

LUPŠE JANEZ

NUMERIČNI MODEL ROBNIH ELEMENTOV ZA NESTACIONARNE TURBULENTNE TOKOVE

Mentor: red. prof. dr. ŠKERGET LEOPOLD

Somentor: izr. prof. dr. RAVNIK JURE

NOČ IZTOK

MOŽNOSTI PRILAGODITVE POŠKODBENIH KRITERIJEV POPULACIJI OTROK Z UPORABO NUMERIČNEGA ANATOMSKEGA MODELA OTROKA IZBRANE STAROSTI

Mentor: red. prof. dr. FLAŠKER JOŽE

Somentor: izr. prof. dr. KEGL MARKO

PETRUN TOMAŽ

RAZVOJ MATEMATIČNEGA MODELA TRENJA ZA SIMULACIJO DINAMIKE TORNE SKLOPKE V SISTEMU TELES

Mentor: *red. prof. dr. FLAŠKER JOŽE*

Somentor: *izr. prof. dr. KEGL MARKO*

POTOČNIK DAVID

INTELENTNI RAČUNALNIŠKI SISTEM ZA PODPORO POSTOPKU KONSTRUIRANJA ORODIJ ZA HLADNO PREOBLIKOVANJE PLOČEVIN

Mentor: *izr. prof. dr. ULBIN MIRAN*

Somentor: *izr. prof. dr. DOLŠAK BOJAN*

REIBENSCHUH MARKO

INTELENTNI SISTEM ZA KOREKCIJO REZALNIH PARAMETROV PRI FREZANJU GRAVUR ORODIJ

Mentor: *red. prof. dr. ČUŠ FRANCI*

Somentor: *doc. dr. ŽUPERL UROŠ*

SEVER PETER

RAZISKAVA SELEKTIVNIH PROSTORSKIH STRUKTUR IN RAZVOJ ANALITIČNEGA MODELA LAHKIH NOSILCEV

Mentor: *izr. prof. dr. DRSTVENŠEK IGOR*

Somentor: *izr. prof. dr. GOTLIH KARL*

ŠENVETER JERNEJ

RAZVOJ METODE ZA INTELENTNO NAPOVEDOVANJE TEHNOLOŠKIH PARAMETROV UPOGIBANJA PLOČEVINE V DVEH STOPNJAH

Mentor: *red. prof. dr. BALIČ JOŽE*

Somentor: *doc. dr. FICKO MIRKO*

TIČ VITO

INTELENTNI SISTEM ZA ODDALJENO SPREMLJANJE STANJA MINERALNIH HIDRAVLIČNIH OLJ

Mentor: *izr. prof. dr. LOVREC DARKO*

Somentor: *red. prof. dr. BALIČ JOŽE*

VAJDA BLAŽ

VPLIV BIOGORIV NA TOKOVNE POJAVE V VBRIZGALNI ŠOBI DIZELKEGA MOTORJA

Mentor: *red. prof. dr. KEGL BREDA*

Somentor: *red. prof. dr. ŠKERGET LEOPOLD*

DOKTORATI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 3. STOPNJE TEHNIŠKO VARSTVO OKOLJA**FILIPČ JASMINA**

VPLIV MAGNETNEGA POLJA NA BAKTERIJE V BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAVAH IN NA PRETVORBO DUŠIKA

Mentorica: *izr. prof. dr. KOKOL VANJA*

Somentorica: *red. prof. dr. INES MANDIČ MULEC*

DOKTORATI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU TEHNIŠKO VARSTVO OKOLJA**mag. EKART JANEZ**

RAZVOJ METODOLOGIJE IN POSTOPKOV PROIZVODNJE TRDNIH GORIV IZ ODPADKOV

Mentor: *red. prof. dr. SAMEC NIKO*

Somentor: *izr. prof. dr. GRILC VIKTOR*

ROMIH NADJA

VPLIV POVEČANE KONCENTRACIJE KOVIN V RASTLINAH NA NJIHOVO SNOVNO IN ENERGIJSKO IZRABO

Mentorica: *doc. dr. RIBARIČ LASNIK CVETKA*

Somentor: *red. prof. dr. SAMEC NIKO*

MAGISTRI ZNANOSTI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU STROJNIŠTVO

ZVER ANDREJKA

TOPOLOGIJA DELOVNIH PROSTOROV INDUSTRIJSKIH ROBOTOV

Mentor: *izr. prof. dr. GOTLIH KARL*

Somentor: *red. prof. dr. ŠAFARIČ RIKO*

MAGISTRI ZNANOSTI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU TEHNIŠKO VARSTVO OKOLJA

IRGOLIČ RAMONA

PONOVNA UPORABA OBDELANE ODPADNE VODE V PROCESU BARVANJA

Mentorica: *red. prof. dr. MAJCEN LE MARECHAL* Somentorica: *izr. prof. dr. FAKIN DARINKA ALENKA*

JELEN VALENTINA

PRIMERJAVA USPEŠNOSTI RAZBARVANJA ODPADNE VODE Z OKSIDACIJSKIM IN REDUKCIJSKIM POSTOPKOM

Mentorica: *red. prof. dr. MAJCEN LE MARECHAL* Somentorica: *izr. prof. dr. FAKIN DARINKA ALENKA*

PRAJNC SUZANA

RAZVOJ POENOSTAVLJENE METODOLOGIJE ZA NADZOR EMISIJ CESTNEGA PROMETA V URBANEM OKOLJU

Mentorica: *doc. dr. TRČEK BRANKA*

Somentorica: *red. prof. dr. KEGL BREDA*

SPECIALISTI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU STROJNIŠTVO

KOPAČ KLEMEN

PRIMERJAVA TOPLOTNIH LASTNOSTI PLOŠČATIH SONČNIH KOLEKTORJEV S SONČNIMI KOLEKTORJI S TOPLOTNO CEVJO

Mentor: *izr. prof. dr. MARN JURE*

KOŠTOMAJ ERVIN

DIMENZIONIRANJE NOSILCEV MOTORJA LETALIŠKEGA AVTOBUSA MB 1431 LF

Mentor: *red. prof. dr. GLODEŽ SREČKO*

NOVAK TONI

OCENA UPORABNOSTI VODNEGA PRENOSA TISKA NA MALIH GOSPODINJSKIH APARATIH

Mentor: *izr. prof. dr. DOLŠAK BOJAN*

MAGISTRI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 2. STOPNJE STROJNIŠTVO

BERIČ SAŠO

OPTIMIZACIJA SCR SISTEMA

Mentorica: *red. prof. dr. KEGL BREDA*

Somentor: *izr. prof. dr. KEGL MARKO*

BRGLEZ ŠPELA

NUMERIČNA ANALIZA TOKOVNIH IN TOPLOTNIH RAZMER PRI ZAVIRANJU ZAVORNEGA DISKA

Mentor: *red. prof. dr. ŠKERGET LEOPOLD*

ČREŠNIK GREGOR

NAPOVED KARAKTERISTIK VETRNE TURBINE

Mentor: *red. prof. dr. HRIBERNIK ALEŠ*

Somentor: *dr. ZADRAVEC MATEJ*

PEŠAKOVIĆ UROŠ

VPLIV RAZLIČNIH GOSTOT IN TOPOLOGIJ MREŽ NA IZRAČUNANE KARAKTERISTIKE PROCESOV ZGOREVANJA PRI GDI MOTORJU

Mentorica: *red. prof. dr. KEGL BREDA* Somentor: *red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ*

PIŠOTEK BOŠTJAN

TEHNOLOGIJE ZAJEMANJA CO₂ TER PREUČEVANJE NJIHOVEGA VPLIVA NA DELOVANJE ENERGETSKIH SISTEMOV

Mentor: *red. prof. dr. HRIBERNIK ALEŠ*

Somentor: *red. prof. dr. SAMEC NIKO*

ŠTRUCL JURE

OBRAVNAVA ZAPRTEGA STANJA IGLE MED POSAMEZNIMI VBRIZGI V DIZELSKEM INJEKTORJU

Mentor: *red. prof. dr. ŠKERGET LEOPOLD*

Somentor: *dr. ŽUNIČ ZORAN*

URBAS SIMON

CFD SIMULACIJA CURKA VEČ-KOMPONENTNEGA BENCINSKEGA GORIVA

Mentor: *red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ*

BUKŠEK MARJAN

PRERAČUN VRTILNEGA STOLPA ZA KONTINUIRANO LITJE JEKLA

Mentor: *red. prof. dr. POTRČ IZTOK*

Somentor: *izr. prof. dr. LERHER TONE*

BUKŠEK MATJAŽ

PROJEKTIRANJE IN KONSTRUIRANJE PRESKUSNE NAPRAVE ZA PRESKUŠANJE ZOBNIKOV

Mentor: *red. prof. dr. GLODEŽ SREČKO*

Somentor: *doc. dr. KRAMBERGER JANEZ*

LEP DENIS

DIMENZIONIRANJE NOSILCA HIDROLEŽAJA

Mentor: *red. prof. dr. GLODEŽ SREČKO*

Somentor: *doc. dr. KRAMBERGER JANEZ*

NOVAK TADEJ

IZBOLJŠAVA KVALITETE MREŽE KONČNIH ELEMENTOV Z VEČNAMENSKO OPTIMIZACIJO

Mentor: *izr. prof. dr. KEGL MARKO*

Somentor: *izr. prof. dr. PREDAN JOŽEF*

RUPNIK DAMIJAN

NUMERIČNO IN EKSPERIMENTALNO PREVERJANJE USTREZNOSTI TRANSPORTNE EMBALAŽE GOSPODINJSKIH APARATOV

Mentor: *red. prof. dr. REN ZORAN*

Somentor: *dr. BOROVIŠEK MATEJ*

ŠTREKELJ JURE

PARAMETRIČNO MODELIRANJE ARTIKULATORJA

Mentor: *izr. prof. dr. ULBIN MIRAN*

Somentor: *doc. dr. BELŠAK ALEŠ*

VREČIČ NIKO

PROCES PREMAZOVANJA LIVNIH FORM IN VPLIV LOČILNEGA SREDSTVA NA KAKOVOST POVRŠINE ULITKOV

Mentor: *izr. prof. dr. PREDAN JOŽEF*

ZEVNIK ALEŠ

KONSTRUIRANJE PREME ELEKTRIČNEGA AVTOMOBILA

Mentor: *red. prof. dr. GLODEŽ SREČKO*

ČERNIČ PRIMOŽ

UMERJANJE OPTIČNIH IN TIPALNIH TRIKOORDINATNIH MERILNIH NAPRAV

Mentor: *red. prof. dr. AČKO BOJAN*

Somentor: *doc. dr. GODINA ANDREJ*

GAJŠEK KLEMEN

RAZVOJ IZDELKA PO PRINCIPU SOČASNEGA INŽENIRSTVA

Mentor: *red. prof. dr. BALIČ JOŽE*

Somentor: *doc. dr. PALČIČ IZTOK*

JAVORNIK DAVID

UVEDBA SISTEMA KANBAN ZA PROIZVODNJO ODOČNIH VENTILOV TIPA 230 V PODJETJU GEBERIT - SANITARNA TEHNIKA, D.O.O.

Mentor: *red. prof. dr. BUCHMEISTER BORUT*

Somentor: *doc. dr. PALČIČ IZTOK*

MAJERIČ BERLOŽNIK MAJA

UVAJANJE KRMILJENJA GLEDE NA PORABO V OSKRBNI VERIGI AVTOMOBILSKEGA DOBAVITELJA

Mentor: *red. prof. dr. BUCHMEISTER BORUT*

MATJAŽ MITJA

PRIMER MODELIRANJA CNC OBDELOVALNIH STROJEV V VIRTUALNIH OBDELOVALNIH SISTEMIH

Mentor: *red. prof. dr. BALIČ JOŽE*

Somentor: *dr. KLANČNIK SIMON*

MLAKAR KARL

VPLIVI PROSTORSKEGA MODELIRANJA IZDELKOV NA RAČUNALNIŠKO INTEGRIRANO PROIZVODNJO

Mentor: *red. prof. dr. BALIČ JOŽE*

POGOREVC DANIJEL

UVEDBA SISTEMA KANBAN ZA PROIZVODNJO ODOČNIH VENTILOV TIPA 280 V PODJETJU GEBERIT - SANITARNA TEHNIKA D.O.O.

Mentor: *red. prof. dr. BUCHMEISTER BORUT*

Somentor: *doc. dr. PALČIČ IZTOK*

CVELBAR UROŠ

NUMERIČNA SIMULACIJA TOPLOTNO - TOKOVNIH RAZMER V UNIPOR CELIČNI STRUKTURI

Mentor: *red. prof. dr. HRIBERŠEK MATJAŽ*

Somentor: *izr. prof. dr. VESENJAK MATEJ*

PLANINŠEK PETER

IZDELAVA MODELA CNC-STRUŽNICE GF NDM16

Mentor: *doc. dr. FICKO MIRKO*

MAGISTRI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 2. STOPNJE MEHATRONIKA

KRAJNC DENIS

STROJ ZA RAZŠIRJANJE TANKOSTENSKIH CEVI

Mentor: *izr. prof. dr. PAHOLE IVAN*

izr. prof. dr. HACE ALEŠ

Somentor: *izr. prof. dr. GOTLIH KARL*

KRAMBERGER ALJAŽ

VODENJE Z UPORABO MERITEV MOŽGANSKIH VALOV

Mentor: *izr. prof. dr. GOTLIH KARL*

red. prof. dr. MILANOVIČ MIRO

Somentor: *doc. dr. RODIČ MIRAN*

PEINKIHER TOM

AKVARIJSKI RAČUNALNIK AQUABEE

Mentor: *doc. dr. ŽUPERL UROŠ*

izr. prof. dr. HACE ALEŠ

ŠARIČ MILJENKO

STROJ ZA ROBLJENJE TANKOSTENSKIH CEVI

Mentor: *izr. prof. dr. PAHOLE IVAN*

izr. prof. dr. HACE ALEŠ

Somentor: *izr. prof. dr. GOTLIH KARL*

MAGISTRI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 2. STOPNJE OBLIKOVANJE IN TEKSTILNI MATERIALI

GAŠPARIČ PETRA

ŠTUDIJSKI POSTOPKA ELEKTROPREDENJA KARBOKSIMETILCELULOZNIH VLAKEN Z NANO-HIDROKSIAPATITOM

Mentorica: *red. prof. dr. SFILIGOJ SMOLE MAJDA* Somentorica: *red. prof. dr. STANA KLEINSCHEK KARIN*

BALAŽIČ VALERIJA

MULTIFUNKCIONALNA ORIGAMI OBLAČILA

Mentorica: *doc. dr. RUDOLF ANDREJA*

BLAGOVIČ MATEJA

BARVE IN FUNKCIONALNE LASTNOSTI MATERIALOV

Mentorica: *izr. prof. dr. FAKIN DARINKA*

BRAČIČ EVA

KREATIVNA IGRAČA IZ POLSTENE VOLNE IN NJENA EMBALAŽA

Mentorica: *doc. dr. RUDOLF ANDREJA*

ŠVAGELJ MAJA

OBLIKOVANJE MODULARNIH TEKSTILIJ ZA INTERIER

Mentorica: *doc. dr. FUŽIR BAUER GABRIJELA*

MAGISTRI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 2. STOPNJE GOSPODARSKO INŽENIRSTVO SMER STROJNIŠTVO

GOLAVŠEK MATEJ

ANALIZA EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI IZLOČANJA PLASTIKE ZA ENERGETSKO ALI SNOVNO IZRABO ODPADKOV

Mentor(ica): *red. prof. dr. SAMEC NIKO*
red. prof. dr. TOMINC POLONA

HODNIK TOMAŽ

PREVERJANJE DOBAVITELJEV IN KAKOVOSTI MATERIALOV V PODJETJU ARCONT

Mentor: *red. prof. dr. AČKO BOJAN*
red. prof. dr. URŠIČ DUŠKO

JURJEC JAN

TEHNIČNO - POSLOVNI PRERAČUN ENERGIJSKE IZRABE PERUTNINSKEGA PERJA IN POSTAVITEV SISTEMA ZA SOPROIZVODNJO TOPLOTNE IN ELEKTRIČNE ENERGIJE

Mentor: *red. prof. dr. SAMEC NIKO* Somentor: *viš. pred. dr. KOKALJ FILIP*
doc. dr. VREČKO IGOR

KARAŽINEC ROK

ZASNOVA PROIZVODNJE IN ORGANIZACIJSKA OBLIKA PODJETJA ZA IZDELAVO INDIVIDUALIZIRANE OPREME

Mentor: *izr. prof. dr. DRSTVENŠEK IGOR* Somentor: *dr. BRAJLIH TOMAŽ*
doc. dr. JOVANOVIČ DUŠAN

KOCIJANČIČ TOMAŽ

VPLIV ORGANIZACIJSKIH KONCEPTOV NA INOVATIVNOST IN USPEŠNOST PROIZVODNIH PODJETIJ

Mentor: *doc. dr. PALČIČ IZTOK*
red. prof. dr. POTOČAN VOJKO

KOSTANJŠEK KARMEN

VPLIV ZNANJA NA INOVATIVNOST IN PRODUKTIVNOST V INDUSTRIJSKEM OKOLJU AVTOKONFEKCIJE

Mentor: *doc. dr. LEBER MARJAN*
red. prof. dr. POTOČAN VOJKO

KRAJNC LOVRO

RAZVOJ MODELA CENTRALNEGA NADZORA IN SPREMLJANJA RAZVOJNIH PROJEKTOV V SKUPINI GORENJE D.D.

Mentor: *doc. dr. PALČIČ IZTOK*
red. prof. dr. HAUC ANTON

STRAŠEK VITO

VPLIV UVAJANJA VITKE PROIZVODNJE NA KAKOVOST PROCESOV V PODJETJU

Mentor: *red. prof. dr. AČKO BOJAN* Somentorica: *doc. dr. VUJICA HERZOG NATAŠA*
red. prof. dr. TOMINC POLONA

MAGISTRI NA ŠTUDIJSKEM PROGRAMU 2. STOPNJE TEHNIŠKO VARSTVO OKOLJA

POLANEC KATJA

VPLIV SODOBNEGA RAVNANJA Z ODPADKI NA ZMANJŠEVANJE EMISIJ CO2

Mentor: *red. prof. dr. SAMEC NIKO*

Somentor: *viš. pred. dr. KOKALJ FILIP*

**LETNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH
PROGRAMOV V LETU 2013**

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0157
Naslov programa	Dinamični inteligentni in povezani tehnološki sistemi in naprave DIP-TSN
Vodja programa	4011 Jože Balič
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:5100
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

Program raziskav je sestavljen iz več sklopov, ki so medsebojno kompatibilni in povezani.

Inteligentni tehnološki stroji in naprave

Na področju smo v letu 2013 izvedli raziskave, ki vključujejo:

1. razvoj metodologije umetne inteligence za proučevanje in gradnjo inteligentnih strojev, naprav in izdelovalnih sistemov,
2. razvoj in uporabo najsodobnejše tehnologije za izdelavo oziroma izboljšavo izdelkov in
3. implementacijo razvite metodologije za optimalno zasnovano in delovanje sodobnih tehnoloških strojev in naprav.

Najpomembnejši realizirani cilji so:

- a. modeliranje CNC-obdelovalnih postopkov s pomočjo skupinske inteligence,
- b. samodejno programiranje CNC-strojev s pomočjo skupinske inteligence,
- c. nanašanje kovinskih prevlek z lasersko tehnologijo LENS za gradnjo objektov oziroma popraviljanje obstoječih izdelkov ali orodij v sodelovanju s podjetjem EMO Orodjarna v Celju,
- d. optimizacija laserskega nanašanja kovinskih prevlek z metodami umetne inteligence in nedominiranega sortiranja in
- e. optimizacija razmeščanja strojev in naprav v valjarni Štore Steel z evolucijskimi algoritmi.

Pri raziskavah smo uporabili sodobne raziskovalne metode in tehnologije, ki smo jih za potrebe naših raziskav dodatno razvili in pokazali upravičenost njihove uporabe, še posebej pa umetne nevronske mreže, genetsko programiranje, genetske algoritme, različne pristope skupinske inteligence (npr. optimizacijo z rojem delcev), mehko logiko, nedominirano sortiranje itd. Velik del dobljenih rešitev smo preizkusili oziroma vgradili v industrijska okolja.

V okviru raziskav na področju **inteligentnih proizvodnih sistemov** smo se v letu 2013 ukvarjali z razvojem sistema za napovedovanje mehanskih lastnosti materiala na podlagi metalografskih slik. Razvili smo učno bazo, ki je sestavljena iz mikroskopskih slik za posamezen vzorec in iz meritev mehanskih lastnosti tega vzorca. Nadgrajevali smo algoritem za pridobivanje značilik iz mikroskopske slike, in sicer v smeri, da bi dosegli čim večjo robustnost in natančnost razvitega sistema za segmentacijo mikroskopske slike. Glavni problem predstavlja nehomogenost znotraj grafitnih polj na metalografski sliki. V ta namen smo uporabili različne pristope, kot je Fourierova transformacija, barvna segmentacija ... Posamezne pristope smo testirali in rezultate med seboj primerjali. Prav tako je bil razvit algoritem, ki na metalografski sliki oceni porazdelitev posamezne faze.

Na področju **inteligentnih CAD/CAM-sistemov** smo nadaljevali z načrtanim raziskovalnim delom. V sistem za optimizacijo rezalnih parametrov obdelave smo vključili novo metodo umetne inteligence, in sicer optimizacija z gravitacijskim algoritmom (GSA). Na področju **preoblikovanja pločevin** je bila izvedena kalibracija simulacijskega programskega orodja, zasnovan je bil testni izdelek na katerem so bile izvedene meritve elastične izravnave po preoblikovanju. Meritve so bile uporabljene za korekcijo numeričnega modela elastične izravnave. Meritve so potrdile rezultate kalibracije simulacijskega paketa za ovrednotenje torzijskega elastičnega izravnavanja. Model je bil verificiran in rezultati bodo v kratkem objavljeni v znanstveni reviji.

Odrezovalni postopki, vodenje in nadzor mehatronskih sistemov

Planirane aktivnosti na področju so podane v naslednjih točkah:

1. dokončni razvoj inteligentnega adaptivnega sistema vodenja za visoko-hitrostno frezanje s težko opredeljivo dinamiko;
2. eksperimentalno testiranje kombiniranega sistema za posredno optimiranje in adaptivno nastavljanje rezalnih parametrov;
3. testiranje nevronske krmilne sheme;
4. izvedba primerjave nevronske sheme s klasičnimi adaptivnimi sistemi.

V nadaljevanju so povzeti kronološko najpomembnejši realizirani cilji in ugotovitve v letu 2013, ki so v skladu s planiranimi vsebinami, cilji in raziskovalnimi hipotezami. Raziskovalne hipoteze v letu 2013 se glasijo:

- 1./ Nevronska krmilna shema UNKS omogoča učinkovito vodenje kompleksnega procesa visoko-hitrostnega frezanja.
- 2./ Pri vodenju procesa frezanja je nevronska krmilna shema UNKS bolj učinkovita v smislu večje stabilnosti in odzivnosti kot klasični regulatorji in obstoječe sheme vodenje (Albusova, Psaltisova).
- 3./ Usmerjeno nevronske krmilne sheme je mogoče integrirati v sistem adaptivne regulacije rezalnih sil in tako preko digitalne adaptacije podajanja nadzirati-voditi proces.

Pri izdelavi kombiniranega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja s težko opredeljivo dinamiko so izvedene naslednje aktivnosti: Zaključena je izdelava adaptivne regulacije rezalne sile; V ta namen je izdelan regulacijski krog; V regulacijski krog je vključena: že izdelana merilna veriga, sistem za zajemanje

podatkov, algoritem za obdelavo/prikaz zajetih sil, referenčni člen, primerjalni člen, adaptivni regulator; Na osnovi eksperimentalno potrjenega modela frezanja so izbrani ključni parametri adaptivne regulacije; V regulacijski krog je integriran sistem posrednega optimiranja (program za optimalno izbiro frezal in priporočenih rezalnih parametrov, program za PSO optimiranje rezalnih parametrov); Testirana je hitrost RS-232 komunikacije med sistemom adaptivnega vodenja in CNC krmiljem stroja; Na osnovi testiranja so izvedene spremembe komunikacijskega protokola. V sistem je vgrajen algoritem korekcije vrednosti podajanja v NC programu krmilja; Zasnovan in izdelan je algoritem korekcije podajanja, ki je produkt programiranega podajanja in FRO podajanja; Za testiranje stabilnosti in ugaševanje parametrov zasnovanega regulatorja je preizkušen nastavek za vključitev simulatorja CNC frezanja; V tej fazi je uspešno dokončan CNC simulator. Posamezne komponente simulatorja so združene v Matlab simulacijskem okolju; S CNC simulatorjem so določeni optimalni parametri zasnovanega regulatorja. Testirane so različne izvedbe krmilnih shem še pred izvedbo eksperimentov na stroju. V omenjeni periodi smo pričeli s eksperimentalnim testiranjem sistema za adaptivno regulacijo rezalnih sil in ugaševanjem parametrov regulatorja; Testirane so različne adaptivne sheme vodenja; Zasnovana in fizično izvedena je nova krmilna shema UNKS, ki združi dobre lastnosti nevronske sheme in industrijskih regulatorjev; Razvita shema predstavlja inovacijo na področju vodenja in nadzora procesa odrezavanja; Z izdelanim sistemom je evidentiran 40% časovni prihranek v enem rezu: Pri konvencionalnem frezanju s konstantnim podajanjem stopnja odvzemanja materiala (MRR) doseže optimalno vrednost le v zadnjem odseku obdelave; Z adaptivnim frezanjem je dosežena optimalna vrednost obdelave po nekaj sekundah, nakar sistem vzdržuje konstantno MRR in rezalno silo tekom celotne obdelave; Rezultati eksperimentov potrdijo učinkovitost izdelanega sistema vodenja; Testi potrdijo, da sistem razbremeni programerja in odpravi potrebo po konstantnem nadzoru operaterja; S kotno obdelavo je testirana sposobnost sistema za kompenziranje nenadnih skokov obremenitev na rezalnem robu orodja; Izkaže se, da so skoki najbolj izraziti pri obdelavi konkavnih segmentov, kjer je velika kontaktna površina med orodjem in obdelovancem; Ugotovljeno je, da je za regulirano veličino primerneje izbrati podajanje; Sistem upošteva spremembe rezalnih razmer v coni rezanja in kompenzira napake modeliranja; S simulacijami so določeni vplivi parametrov na stabilnost in odzivnost sistema; S testi je ugotovljeno, da je optimalna korektura podajanja 0.2s;

Daljinski, on-line nadzor stanja hidravličnih tekočin

Aktivnosti na področju razvoja so se nadaljevale v smeri iskanja najprimernejšega postopka testiranja vzdržljivosti mineralnih olj. V okviru tega je bil zasnovan lastni termični test, ki zajema obravnavo vplivov vseh najpomembnejših faktorjev, ki pospešujejo degradacijo olja (povišana temperatura, prisotnost kisika, prisotnost katalizatorjev kot Cu in Fe, ...). Zasnovani test omogoča hkratno termično obremenjevanje treh vzorcev pod istimi pogoji testiranja, s količinami vzorcev, ki omogočajo izvedbo celotne palete nadaljnjih raziskav fizikalno kemičnih lastnosti vzorcev.

Na podlagi obsežnih primerjalnih testiranja je bil zasnovan model za napovedovanje preostale življenjske dobe različnih mineralnih olj, pri čemer model temelji na uporabi petih najpomembnejših fizikalno kemičnih parametrov olja, med katerimi so tudi parametri merljivi z on-line CM senzori. Razviti model je bil verificiran v praksi, na treh različnih hidravličnih pogonih.

V okviru iskanja alternativnih hidravličnih tekočin, so se nadaljevale tudi raziskave nadaljnjih variant ionskih tekočin, pri čemer so bile v ospredju osnovne lastnosti, kakršne mora zagotavljati hidravlična tekočina: dobre mazalne lastnosti, nizka korozivnost, minimalna stopnja obremenjevanja okolja, nizka stisljivost tekočine, ... Slednja lastnost je še posebej zanimiva za uporabo na napravah, kjer je zaželena velika togost pogona.

Implementacije robotov v proizvodno okolje

Na področju so bile raziskave v letu 2013 usmerjene v iskanje primerne parametra, s katerim bomo ovrednotili sposobnost robota ali skupine robotov za opravljanje predpisanih tehnoloških nalog. Kot najbolj obetaven se je izkazal parameter, ki preko instalirane moči

izračuna gibljivost. Parameter je dimenzijsko invarianten in fizikalno konsistenten glede na različne fizikalne enote za merjenje premih in kotnih hitrosti in tako omogoča upoštevanje vseh prostostnih stopenj mehanizma kar v primeru uporabe indeksa gibljivosti po Yoshikawi ni mogoče.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

Delo je na vseh segmentih potekalo skladno z zastavljenimi cilji, ki so bili tudi uspešno doseženi (v nekaterih segmentih celo preseženi).

Največji del dobljenih rezultatov na področju inteligentnih sistemov smo potrdili tudi v industrijski praksi (npr. s pomočjo leserske tehnologije LENS v EMO Orodjarni, na valjarski progi v podjetju Štore Steel) ali pa s pomočjo laboratorijske opreme (npr. 3-osnega laboratorijskega koordinatno vrtalno-frezalnega stroja, 4-osnega industrijskega obdelovalnega centra, industrijske robotizirane obdelovalne celice).

Raziskave v sklopu odrezovalnih postopkov in vodenja in nadzora mehatronskih sistemov so dosegle visoko stopnjo realizacije zastavljenih ciljev. Prvi cilj – pete faze izdelave inteligentnega adaptivnega sistema vodenja za visoko-hitrostno frezanje s težko opredeljivo dinamiko je bil nadvse uspešno realiziran. Razvili smo celovit postopek testiranja sistema vodenja visoko-hitrostnega frezanja. Testirana je stabilnost nevronske krmilne sheme (UNKS). Stabilnost vodenja je dosežena s pomočjo samo-učenja. Izvedena je primerjava s Psaltisovo in Albusovo shemo. Nevronska krmilna shema je uspešno integrirana v sistem regulacije rezalne sile. Nevronska krmilna shema se je izkazala za učinkovito in stabilno. V tem delu smo izpolnili plan. Tudi drugi cilj raziskav – Testiranje CNC simulatorja frezanja je zaključeno znotraj predvidenih terminskih planov. Uspešno je testirana zanesljivost in ergonomičnost nadzorno-upravljalne mase nadzorne plošče. Na osnovi poročila o realizaciji programa ter na osnovi raziskovalnih dosežkov članov skupine ocenjujemo, da je realizacija zastavljenih ciljev v skladu s prijavljenim časovnim planom raziskovalnega dela.

Realizacija raziskovalnih aktivnosti na področju nadzora **stanja hidravličnih tekočin** v celoti sovpadajo z zadanimi cilji raziskav. Na začetku zastavljen program vezan na razvoj on-line nadzora stanj hidravličnih tekočin je bil s snovanjem novega postopka testiranja presežen, in dopolnjen z raziskavami sorodnimi hidravličnimi tekočinami – turbinskimi olji. V okviru aktivnosti iskanja alternativnih hidravličnih tekočin so bile raziskave uspešno nadaljevane: razvite in testirane štiri nadaljnje vrste ionskih tekočin pri čemer imajo doseženi rezultati praktično uporabno vrednost – uporaba na industrijskih hidravličnih napravah.

Delo na področju implementacije robotov teče skladno z zastavljenimi cilji, razen pri projektu servo stiskalnice, kjer zaradi insolventnosti Litostroj Ravne d.o.o. delo poteka zgolj v okviru možnosti. Za nadaljnje delo bi bilo potrebno nabaviti opremo, ki pa stane po predračunu Siemens okvirno 235.000,00€ , ki jih naročnik projekta trenutno ne zmore. Vseeno je razvit matematični model pogonske verige in izvedene vse potrebne simulacije za pripravo robnih pogojev za dimenzioniranje nosilnih delov stiskalnice in elementov pogonske verige. Glede na dobavljeno opremo bomo pa pristopili k realizaciji algoritmov vodenja in implementaciji na realni stiskalnici.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

Iz programske skupine se izključijo naslednji člani;

Dr. Bogdan Valentan (štev. raziskovalca 27555), zaradi prekinitve delovnega razmerja na Fakulteti za strojništvo; ijn zaposlitvi v tujini

Doc. Dr. Edvard Detiček (štev. raziskovalca 05535), zaradi invalidske upokojitve;

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17379350	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Oblikovanje razporeditve na osnovi dodelane trikotne metode in genetskimi algoritmi
		ANG	Designing a layout using the modified triangle method, and genetic algorithms
	Opis	SLO	V članku je predstavljeno oblikovanje optimalne razporeditve naprav. Za oblikovanje razporeditve je uporabljena hevristična metoda, ki temelji na trikotniški predstavitvi razporeditve, ki je nadgrajena z gentskimi algoritmi. Rezultati so pokazali, da je sistem zelo učinkovit pri oblikovanju rešitve za razporeditve z večjim številom naprav.
		ANG	Article presents the designing of optimal layout of devices. Design is based on triangular representation which is used enhanced by genetic algorithms. The results have shown that the presented system is very efficient at design process of layout with larger number of devices
	Objavljeno v	DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, no. 4; str. 237-251; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Ficko Mirko, Palčič Iztok	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	16613654	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba platforme Bluetooth za brezžično merjenje z industrijskimi senzorji
		ANG	Bluetooth platform for wireless measurements using industrial sensors
	Opis	SLO	V zadnjem desetletju je opazen pomemben napredek na področju mobilnih naprav. Različne pametne naprave, kot so mobilni telefoni, tablice in dlančniki, so postale univerzalno orodje v vsakdanjem življenju. Njihova vsestranskost temelji na računski zmogljivosti, prenosljivosti in povezovanju z drugimi napravami in storitvami, kot so World Wide Web. Razen tega imajo omenjene pametne naprave še širši spekter uporabnosti. Lahko se uporabljajo tudi za izvajanje brezžičnih industrijskih meritev signalov z obstoječih senzorjev. Brezžična povezljivost obstoječih industrijskih senzorjev se doseže tako, da senzorje opremimo z Bluetooth modulom, kateri podatke digitalizira in jih prenese na poljubno pametno napravo z možnostjo Bluetooth povezave, na kateri se podatki beležijo, obdelajo in ovrednotijo. Članek opisuje izvedbo posebne Bluetooth platforme, namenjene za izvajanje brezžičnih meritev: od osnovnega koncepta, preko strojne opreme do programske opreme do izvedbe testov in meritev.
		ANG	The past decade has seen significant advancement in the field of mobile devices. Various smart devices such as cellular phones, tablets and PDAs have become universal tools in our everyday lives. Their versatility is based on their computing power, portability and their integration with other devices and services such as the World Wide Web. However, these smart devices have an even wider usability spectrum. They can also be used for wireless industrial measurements using existing sensors. The wireless connectivity of existing industrial sensors is achieved by equipping them with a Bluetooth module, which digitizes the data and passes it to any Bluetooth capable smart device for further processing, evaluation and logging. This paper describes the specially designed Bluetooth platform for wireless measurements all the way from

		the basic concept, through hardware, firmware and software implementation, to the sample tests and measurements.
	Objavljeno v	Institute for Production Engineering. Intelligent Manufacturing Systems. Vienna University of Technology; International journal of advanced robotic systems; 2013; Vol. 10; str. 1-9; Impact Factor: 0.821; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.293; WoS: RB; Avtorji / Authors: Tašner Tadej, Les Kristian, Lovrec Darko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	16252694 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Programiranje CNC-rezkalnega stroja z uporabo optimizacije z rojem delcev <i>ANG</i> Programming of CNC milling machines using particle swarm optimization
	Opis	<i>SLO</i> V članku je predlagan sistem za avtomatsko programiranje CNC-rezkalnega stroja z uporabo skupinske inteligence (PSO). V predstavljeni raziskavi vsak delec v roju predstavlja potencialni NC-program. Razviti sistem uporablja vokselski model za simulacijo obdelave. Za rasterizacijo poti rezov je bil implementiran Bresenhamov algoritem. Razviti sistem samodejno pripravi NC-program za optimalno obdelavo, in sicer tako, da optimalna izbira orodij za obdelavo in optimalna pot gibanja orodja pri delovnih in hitrih gibih, posledično pa je minimiziran čas obdelave. S takšnim sistemom se poveča produktivnost in zmanjšajo stroški proizvodnje. Testiranja razvitega sistema s tesnimi 2.5 D izdelki <i>ANG</i> This paper proposes a system for the automatic programming of a CNC milling machine by particle swarm optimization (PSO). In the presented research, each individual swarm particle presents a possible NC programme. Voxel representation of machining area was used. Bresenham's algorithm was implemented, for the rasterisation of the cuts. Optimisation with PSO was carried out within avoxelised machining area. The system automatically finds the NC programme for optimal machining. The NC programme guarantees an optimal selection of tools, the shortest possible work and rapid motions, and minimisation of the manufacturing time. Thus, achieving a reduction in machining costs and increased productivity. Testing using test work-pieces and 2.5 D milling confirmed the efficiency of the proposed approach. The proposed intelligent system is easily adaptable for programming other types of CNC machines, by PSO.
	Objavljeno v	Marcel Dekker; Materials and manufacturing processes; 2013; Vol. 28, iss. 7; str. 811-815; Impact Factor: 1.297; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; WoS: IK, PM; Avtorji / Authors: Klančnik Simon, Brezočnik Miran, Balič Jože, Karabegović Isak
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17247766 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Razvoj kombiniranega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja s težko opredeljivo dinamiko <i>ANG</i> Development of the combined system for off-line optimization and adaptive control of high speed milling with difficult dynamics.
		Predstavljen je izjemni znanstveni dosežek programske skupine v letu 2012. Za izjemni znanstveni dosežek je izbran razvoj mehatronskega

Opis	SLO	sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja. Rešitev problema izdelave transfernih orodij v orodjarnah je v uporabi inteligentnega sistema za korekcijo rezalnih parametrov.	
	ANG	Exceptional scientific achievement of the program group in year 2012 is presented. The development of machatronics system for off-line optimization and adaptive control of high speed milling is selected for exceptional scientific achievement. The problem solution for the development of transfer tools in tool making workshops is in the development of intelligent system of correction of cutting parameters.	
Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov		
Objavljeno v	Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije - ARRS; Izjemni znanstveni dosežki 2012; 2013; Str. [35]; Avtorji / Authors: Župerl Uroš, Čuš Franc		
Tipologija	1.25 Drugi sestavni deli		
2.	COBISS ID	2789115	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Optimizacija razmestitve strojev v valjarni z genetskimi algoritmi	
	ANG	Genetic algorithm rolling mill layout optimization	
Opis	SLO	Štore Steel d.o.o. je fleksibilna mini jeklarna, specializirana za dobavo jekel v manjših serijah. Pred dvema letoma je bil izveden zagon nove konti proge s tehnično letno kapaciteto 250.000 ton. Nova konti valjarska proga, poleg povišane produktivnosti, omogoča bistveno višji nivo kakovosti valjancev, obenem pa s sodobnejšo avtomatizacijo tudi bistveno višji nivo zbiranja in prenosa informacij o izvršeni proizvodnji. Cilj raziskave je bil doseči optimalno razporeditev strojne opreme v obratu adjustaže in posledično transportnih poti glede na obstoječ proizvodni program. Za reševanje problema razvrščanja strojev je bila uporabljena umetna inteligenca, in sicer genetski algoritem. Pri raziskavi se nismo omejili na nobene prostorske omejitve. Dosegli smo optimalno razmestitev strojev, ki je bila od predhodne boljša za 58.1 %, vendar zaradi prostorskih, finančnih in praktičnih omejitev, je bilo na koncu doseženo stanje razmestitve, ki je bilo – glede na prejšnjo postavitev – učinkovitejše za 13.6 %.	
	ANG	Štore Steel Ltd. is a small flexible steel plant in Slovenia. In 2010, the new continuous rolling mill, which has a technical capacity of 250,000 tons per year, was installed. The new continuous rolling mill, which entailed a corresponding reduction in space, required an urgent relocation of machinery. The genetic algorithm was used for the optimal rearranging of the machinery. Two-dimensional or three-dimensional representation of the machines without any kind of geometrical restrictions can be used in the proposed genetic algorithm. The layout efficiency after machinery relocation could be increased by 58.1%, but due to spatial, financial, and practical constraints, the layout efficiency is only 13.6 % higher.	
Šifra	F.04 Dvig tehnološke ravni		
Objavljeno v	Marcel Dekker; Materials and manufacturing processes; 2013; Vol. 28, no. 7; str. 783-787; Impact Factor: 1.297; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; WoS: IK, PM; Avtorji / Authors: Kovačič Miha, Rožej Urban, Brezočnik Miran		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
3.	COBISS ID	4650303	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Večnivojsko vrtno rapid prototyping vodilo	
		A multi-level rapid prototyping drill guide template reduces the	

	ANG	perforation risk of pedicle screw placement in the lumbar and sacral spine
Opis	SLO	V članku je opisana novo eazvita vrtalna priprava za medicnske namene.
	ANG	Introduction. The method of free-hand pedicle screw placement is generally safe although it carries potential risks. For this reason, several highly accurate computerassisted systems were developed and are currently on the market. However, these devices have certain disadvantages. We have developed a method of pedicle screw placement in the lumbar and sacral region using a multi-level drill guide template, created with the rapid prototyping technology and have validated it in a clinical study. The aim of the study was to manufacture and evaluate the accuracy of a multi-level drill guide template for lumbar and first sacral pedicle screw placement and to compare it with the freehand technique under fluoroscopy supervision. Materials and methods. In 2011 and 2012, a randomized clinical trial was performed on 20 patients. 54 screws were implanted in the trial group using templates and 54 in the control group using the fluoroscopy-supervised free-hand technique. Furthermore, applicability for the first sacral level was tested. Preoperative CT-scans were taken and templates were designed using the selective laser sintering method. Postoperative evaluation and statistical analysis of pedicle violation, displacement, screw length and deviation were performed for both groups. Results. The incidence of cortex perforation was significantly reduced in the template group; likewise, the deviation and displacement level of screws in the sagittal plane. In both groups there was no significantly important difference in deviation and displacement level in the transversal plane as not in pedicle screw length. The results for the first sacral level resembled the main investigated group. Conclusions. The method significantly lowers the incidence of cortex perforation and is therefore potentially applicable in clinical practice, especially in some selected cases. The applied method, however, carries a potential for errors during manufacturing and practical usage and therefore still requires further improvements.
Šifra	F.08	Razvoj in izdelava prototipa
Objavljeno v		Springer Internat.; Archives of orthopaedic and trauma surgery; 2013; Vol. 133, no. 7; str. 893-899; Impact Factor: 1.358;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.547; WoS: TC, YA; Avtorji / Authors: Merc Matjaž, Drstvenšek Igor, Vogrin Matjaž, Brajljil Tomaž, Rečnik Gregor
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

Dva člana programske skupine sta na svetovni lestvici objav s področja evlucijskih metod na 27 oziroma na 117 mestu med več kot 7500 raziskovalci z vsega sveta. <http://www.cs.bham.ac.uk/~wbl/biblio/gp-html/index.html> (datum poizvedbe 6. 3. 2014). Zelo pomemben rezultat opravljenih raziskav je integracija raziskovalnih dosežkov v pedagoški proces in seznanjanje študentov o aktualnih raziskavah, ki potekajo v laboratoriju, kjer se izvajajo laboratorijske vaje.

Objave raziskovalnih rezultatov služijo za ozaveščanje in seznanjenje slovenskih orodjarn z obravnavano problematiko ter možnost skupnega sodelovanja na industrijskih projektih. Katedra za proizvodno strojništvo izdaja mednarodno znanstveno revijo APEM (Advances in Production Engineering & Management), ki je uvrščena v številne mednarodne bibliografske baze. <http://apem-journal.org/>.

Journal of intelligent & robotic systems. Balič, Jože (urednik 2013, 2014). Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic Publishers, 1988-. ISSN 0921-0296.

International journal of design engineering. Balič, Jože (član uredniškega odbora 2007-2014): Inderscience Enterprises, 2007-. ISSN 1751-5874.

ISRN Artificial Intelligence (Online).. Balič, Jože (član uredniškega odbora 2011-2014). Cairo: Hindawi Publishing Corporation. ISSN 2090-7443.
 Advances in Production Engineering & Management. Brezočnik, Miran (glavni urednik 2013-). Maribor: Fakulteta za strojništvo, Inštitut za proizvodno strojništvo, 2006-. ISSN 1854-6250. <http://apem-journal.org/>.
 International journal of industrial engineering and management. Čuš, Franc (član uredniškega odbora 2010-). Novi Sad: University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, [COBISS.SI-ID 14128406]
 Strojniški vestnik. Čuš, Franc (član uredniškega odbora 2003-). Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.]: = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.], 1955-. [COBISS.SI-ID 762116]

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	31
bolonjski program - II. stopnja	13
univerzitetni (stari) program	012

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
30939	Marko Reibenschuh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36088	Vito Tič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32137	Jernej Šenveter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Andrejka Zver	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
31317	Peter Sever	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26248	Tomaž Brajlj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
30939	Marko Reibenschuh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
36088	Vito Tič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32137	Jernej Šenveter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo	
31317	Peter Sever	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
26248	Tomaž Brajlj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo

- C - javna uprava
- D - družbene dejavnosti
- E - tujina
- F - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Tadej Tašner	A - raziskovalec/strokovnjak	6	
1163	Milan Kambič	B - uveljavljeni raziskovalec	12	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C - študent - doktorand iz tujine
- D - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

Naslov projekta: Master Studies and Continuing Education Network for Product Lifecycle Management with Sustainable Production. Nosilec projekta: prof.dr. Franci Čuš;

Project title:

Re-MOULD: Vocational re-training of ageing technical employees towards the injection moulding industry. (Leonardo Transfer of Innovation)

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

Naslov industrijskega projekta: Razvoj in uporaba programske opreme za modeliranje in optimizacijo proizvodnega postopka nanašanja materiala s pomočjo laserja
 Naročnik projekta: EMO-Orodjarna d.o.o., Bežigradska cesta 10, 3000 Celje,
 Izvajalec projekta: Fakulteta za strojništvo, UM, Smetanova ulica 17, Maribor

Projekt je bil namenjen razvoju in izdelavi univerzalnega sistema za modeliranje in optimizacijo proizvodnih postopkov. Zasnovan je bil za reševanje poljubnega proizvodnega postopka, realiziran pa na primeru modeliranja in optimiranja proizvodnega postopka nanašanja materiala s pomočjo laserja. Zajemal je razvoj sistema, sestavljenega iz dveh glavnih modulov: 1) prvi omogoča modeliranje proizvodnega postopka, npr. laserskega nanašanja materiala, 2) drugi omogoča nedominirano sortiranje vseh mogočih nastavitvev strojnih parametrov (oziroma rezultatov dobljenih s pomočjo teh nastavitvev), in s tem optimiranje proizvodnega postopka

Projekt H.O.P.E. Development of Ionic Liquids for use within fluid power drives
 Partnerji v razvoju: Hawe GmbH – Olma d.d. – Prionic GmbH - Univerza v Mariboru
 Koordinator v projektu – Darko Lovrec

Izdelava zasnove, strukturne in vsebinske dispozicije prototipne servo stiskalnice 6300kN. Pogodba št. 02/2013 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo in Litostroj Ravne d.o.o., Ravne na Koroškem.

Izdelava opreme za merjenje kinetične energije na otroških igračah. Oprema je bila razvita za področje »izstrelkov večjih dimenzij« (letala, zmaji...) Projekt se je izvajal za javno ustanovo: Zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar" Mirogojska 16, 10 000 Zagreb; Račun Fakulteta za strojništvo Maribor: Številka / Number: 141357039-2215012033376 Datum / Date: 13.11.2013

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Doseženi rezultati so v veliki meri neposredno uporabni v praksi. Razvili in uporabili smo sodobno metodologijo in tehnologijo, velikokrat tudi v povezavi z industrijskimi okolji. Rešitve temeljijo na pristopih, ki vključujejo metode umetne inteligence za načrtovanje, modeliranje in optimiranje proizvodnih postopkov in sistemov. Največji del naših raziskav (npr. modeliranje in optimiranje proizvodnih postopkov, razvoj inteligentnih strojev in naprav, vodenje inteligentnih robotskih obdelovalnih sistemov, napredno evolucijsko programiranje CNC-strojev, inteligentno nanašanje kovinskih prevlek z lasersko tehnologijo LENS za gradnjo objektov ali popraviljanje obstoječih izdelkov in orodij v podjetju EMO Orodjarna, optimizacija razmeščanja strojev in naprav v valjarni Štore Steel in drugih obratih) smo že sedaj uspešno uporabili v industrijskem okolju. Del raziskav pa je bil narejen na laboratorijski opremi, primerljivi z industrijsko. Raziskave oziroma razvoj izvirne metodologije s področja inteligentnih strojev in naprav omogočajo zelo hitro adaptacijo za načrtovanje, modeliranje in optimiranje novih proizvodnih sistemov, saj temeljijo na univerzalnih pristopih.

Tehnološka zrelost vseh sklopov raziskav za implementacijo v prakso je na tako visokem nivoju, da smo že začeli s fazo uvajanja kompletnega mehatronskega sistema na trg (modelirni sistem, merilni sistem, optimizacijski modul, komunikacijski modul, regulacijski sistem, nadzorni sistem). V okviru te faze pozorno opazujemo reakcijo potencialnih kupcev in konkurence in se maksimalno angažiramo z ustrezno promocijo (direktni marketing) pri partnerskih orodjarnah. Uporabniki naših storitev so slovenske orodjarne. Delni rezultati raziskav programa izkazujejo ustrezno tehnološko zrelost, kar dokazujejo izvedene storitve za posamezne orodjarske družbe. To velja predvsem za programske in eksperimentalne rešitve na področju visoko-hitrostne obdelave s postopkom freziranja.

Z vodilno slovensko orodjarno smo že sklenili dogovor o testiranju novo razvitega sistema vodenja v realnem proizvodnem procesu. Pričeli smo z uglaševanjem mehatronskih komponent, testiranjem kompletnega sistema in rezalnih orodij, ki bodo ključnega pomena pri uvajanju adaptivnih nadzornih sistemov pri izdelavi komponent preoblikovalnih orodij. Do zdaj razvite komponente sistema, ki smo jih že zdaj neposredno uporabljali v praksi na industrijskem nivoju smo povezali v celoto. Rešitve so bile preizkušene na industrijskih CNC obdelovalnih strojih. S postopnim seznanjenjem kupca s posameznimi komponentami sistema, pričenjamo postopek izobraževanja in uvajanja uporabnikov na končno razviti sistem, spreminjamo obstoječo miselnost o konzervativni-posredni izbiri/nastavljanju rezalnih parametrov na obdelovalnih strojih in smiselnosti uporabe obstoječih, starejših obdelovalnih strojev.

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	30-000
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	Ocenjujemo, da bo eksperimentalna potrditev znanstvene hipoteze vodila do ustanovitve in razvoja spin-off podjetja na inštitutu, kasneje pa bi se lahko preko tehnološkega parka razvil v proizvodno organizacijo. Na ta način bi se izboljšala izkoriščenost drage raziskovalne opreme in njene amortizacije. Ocenjujemo, da je minimalni potreben vložek 25.000 EUR, kar zadostuje za 6 mesečno pokritje najemnine in opreme poslovnega prostora, 6 mesečno plačo 3 zaposlenih, instalacijo merilne, programske/strojne

opreme, izdelavo razvojnih/varnostnih dokumentov, stroške ustanovitve in registracije podjetja, stroške splošnega svetovanja (poslovni načrt, registracija podjetja), specialistična svetovanja (trženje, finančno poslovanje, pravo, zakonski predpisi ...), stroške razvoja in izdelave računalniško-informacijske infrastrukture, stroške nabave materiala/laboratorijske opreme, stroške izdelave prototipa.

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

TEHNIKA

Področje: 2.10 – Proizvodne tehnologije in sistemi

Testiranje kombiniranega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega freziranja s težko opredeljivo dinamiko. Vir: 1. Control strategy for assuring constant surface finish by controlling cutting forces, ČUŠ, F., ŽUPERL, U., Transactions of FAMENA, 2013, 37, 3, 17384470

Za izjemni znanstveni dosežek štejemo izdelan mehatronski sistem posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega freziranja. Rešitev problema izdelave transfernih in progresivnih orodij v orodjarnah je v izdelavi in uporabi inteligentnega sistema za korekcijo rezalnih parametrov, ki na podlagi izmerjenih rezalnih sil, v realnem času optimizira in prilagaja rezalne parametre na krmilju stroja.

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

Predvsem orodjarska industrija zahteva neprestane inovacije. Za doseganje ustreznih mehanskih lastnosti transfernih in progresivnih orodij razvijajo in uporabljajo najnovejše gradientne materiale, izdelane s slojevitimi tehnologijami. Zaradi različne kemične sestave in posledično različnih mehanskih lastnosti je obdelava komponent orodij iz gradientnih materialov in zagotavljanje ustreznih toleranc izjemno zahtevno opravilo. V ta namen smo naredili obsežno raziskavo in izdelali inteligentni sistem za korekcijo rezalnih parametrov za vodilno slovensko orodjarno, s čemer smo dosegli in izpolnili zastavljene cilje iz gospodarstva ter tako na inovativni način pripomogli h konkurenčnosti slovenskih podjetij na evropskem tržišču.

Vir 1. On line visual inspection of chip geometry and tool wear

V: 5th International Scientific Conference Management of Technology - Step to Sustainable Production, MOTSP 2013, 29-31 May 2013, Novi Vinodolski, Croatia 2013

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0196	
Naslov programa	Raziskave v energetske, procesnem in okoljskem inženirstvu	
Vodja programa	6428 Leopold Škerget	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:5610	
Cenovni razred	B	
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 263 TURBOINŠTITUT Inštitut za turbinske stroje d.d. 797 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.13 Procesno strojništvo	
Družbeno-ekonomski cilj	05. Energija	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

V letu 2013 smo nadaljevali delo na razvoju novih aproksimativnih metod za računalniško simulacijo prenosnih pojavov. Osnovno numerično shemo, Metode robnih elementov, smo nadgradili z razvojem zapisa integralnih enačb za numerično reševanje konvektivno difuzivnih problemov, pri katerih sta difuzivnost in hitrostno polje časovno in krajevno odvisna. Razvili smo nov zapis, ki omogoča numerično preprostejši zapis, saj ne vključuje gradienta neznanega polja, s tem pa tudi natančnejše izračune prenosnih spremenljivk. Na področju razvoja novih modelov turbulentnega toka, v okviru Metode robnih elementov, smo nadaljevali z delom na razvoju hibridnega modela turbulence, ki uporablja kombinacijo Metode velikih vrtljcev (LES) in metod Reynoldsovega povprečenja Navier-Stokes enačb (URANS). Kot kriterij preklopa je bilo uporabljeno Reynoldsovo število, definirano na osnovi turbulentne kinetične energije. Na področju numerične simulacije turbulentnih tokov v porozni snovi so osnovni matematični okvir predstavljale volumsko povprečene

Navier-Stokesove enačbe, pri čemer so vse funkcije polja časovno povprečene, vključeni pa so dodatni turbulentni modeli. Ukvarjali smo se s primerjavo rezultatov uporabe različnih turbulentnih modelov v programskem paketu Ansys-CFX na analitično rešljivih problemih oziroma standardnih "benchmark" rešitvah, za katere obstaja v strokovni literaturi veliko podatkov, npr.: naravna konvekcija v kotanji in dvojna difuzija v kotanji. Na področju razvoja numeričnih simulacij večfaznih tokov je bilo izvedeno nadaljevanje raziskovalnega dela in razširitev obstoječe ga numeričnega orodja za simulacijo razpršenih večfaznih tokov. Predlagali smo posplošen model za izračun vzgonske sile na nesferične delce v turbulentnem toku. Izdelali smo numerično metodo za razlikovanje vpliva nehomogenega magnetnega polja na tok tekočine z magnetno občutljivimi delci ter izvedli študijo hidravličnega in magnetnega izločanja delcev iz suspenzije v kanalu z bifurkacijo, ki je izpostavljen magnetnemu polju. Sama raziskava pomeni nadaljnji razvoj in dopolnjevanje lastnih programskih paketov Bemflow (3D tok viskozne tekočine) in Vreteno (3D sledenje gibanja delcev). V okviru raziskovalnega dela, na področju sledenja delcev, smo sodelovali z raziskovalci iz Univerze Udine, Italija, in univerze Erlangen-Nürnberg, ZRN. V okviru sodelovanja s podjetjem AVL smo razvili izboljšani model prehoda med filmskim in prehodnim režimom vrenja, ki je značilen za proces gašenja aluminijastih zlitin in je pomemben zlasti v avtomobilski industriji. Razvili smo tudi numerični algoritem za reševanje inverznih problemov toplote na osnovi MRE (Metode Robnih Elementov) in LM (Levenberg-Marquardt) optimizacije, za neinvazivno določitev prenosnega koeficienta smo nadgradili z L-Curve metodo, ki pomaga določiti optimalni regularizacijski parameter Tihonove regularizacije in s tem bolj natančne določitve iskanega parametra v primeru šuma meritev. Omenjeni pristop smo uporabili na primeru prenosa toplote v tkivu in iskanju perfuzijskega pretoka krvi, kot tudi pri iskanju parametrov emisijskega modela in modela zgorevanja za simulacijo motorjev z notranjim zgorevanjem ter na področju določitve difuzijskega koeficienta pri transportu vlage v steni. Nadaljevali smo sodelovanje s skupino prof. Ribitscha iz Univerze Karl-Franzens Graz, Avstrija, na področju uporabe surfaktantov in na področju uporabe tankoplastnih filmov. Na področju razvoja uporabniških programskih paketov smo v okviru sodelovanja s podjetji izvajali nadgradnje obstoječih modelov prenosa toplote, na področju modeliranja prenosa toplote z naravno konvekcijo v meglenki z LED izvorom ter prenosa toplote v ciklonskem izločevalniku delcev z dodanim katalizatorjem.

Znanstveno-raziskovalno delo na področju motorjev z notranjim zgorevanjem se je osredotočilo na eksperimentalne in numerične raziskave možnosti povečanja zmogljivosti motorjev, zmanjšanja porabe goriva in zmanjšanja emisij nezaželenih produktov zgorevanja. Raziskovalno delo je obsegalo:

- eksperimentalne in numerične raziskave vpliva uporabe biogoriv (biodizelsko gorivo, bioetanol) na karakteristike vbrizgavanja in curka goriva,
- razvoj in modifikacijo postopka optimalnega projektiranja vbrizgalnega sistema dizelskega motorja in dizelskega motorja pri uporabi biogoriv,
- numerično simulacijo procesov v vbrizgalni šobi,
- razvoj matematičnega podmodela za numerično simulacijo procesa zgorevanja dizelskega motorja ob uporabi biogoriv,
- sodelovanje z Univeristy of Jaen (Španija) in University of Niš (Srbija)

Raziskave delovanja toplotnih turbinskih strojev v neustaljenih razmerah smo osredotočili na obravnavo aksialnih ventilatorjev, v razmerah pojava vrtečega zastoja. Razvili smo metodo za rekonstrukcijo poteka te periodične motnje. V izbrani radialni ravnini ventilatorja smo z metodo PIV zajeli večje število naključnih posnetkov hitrostnega polja in jih z uporabo metode povprečevanja ob upoštevanju faznega zamika do referenčnega tlačnega signala razvrstili v urejen niz povprečenih posnetkov, ki prikazujejo prehodni pojav ob prehodu vrtečega zastoja. S tem smo rekonstruirali časovno odvisen potek hitrostnega polja v radialni ravnini med-lopatičnega kanala, ki omogoča boljše razumevanje pojava in nudi možnost za kalibracijo CFD metod za simulacijo delovanja turbinskih strojev v neustaljenih pogojih. Na osnovi metode PIV smo razvili merilni sistem za merjene hitrostnih profilov na izstopu iz zavornih diskov, kar je bilo izvedeno v sklopu sodelovanja s podjetjem Cimos. Sistem omogoča tudi ocenitev masnega toka in njegove porazdelitve po kanalu, glede na radialno hitrost in s tem primerjavo različnih izvedb diskov – glede na število in obliko lopatic. Značilni disk z ravnimi lopaticami smo predelali tudi za meritve s PIV v samem disku in opazovali tokovne strukture v kanalu med lopaticama. Identificirali smo območje povratnega toka, območje stabilnega toka zraka in območje, kjer nastajajo vrtinci. Prav tako smo razvili numerični model za simulacijo toplotno-tokovnih razmer pri zračno hlajenih zavornih diskih. S primerjavo

krivulj ohlajanja diska smo ugotovili, da je smiselno upoštevati realne snovne lastnosti zraka, saj se zrak pri prehodu skozi hladilni kanal segreje, pri tem ekspandira, kar ima velik vpliv na tokovno, kot tudi posledično na toplotne razmere v disku. Pri tem smo izvedli tudi evalvacijo numeričnega modela s PIV meritvami, ki je pokazala pravilni pristop pri razvoju metodologije za določitev učinkovitosti hlajenja zavornega diska. Pokazalo se je, da lahko diske z različnimi izvedbami lopatic s pomočjo numeričnih simulacij razvrstimo skladno z rezultati dobljenimi na testiranjih na dinamometru.

Na področju hidravličnih strojev smo nadaljevali z raziskavami numeričnega izračuna toka v aksialnih turbinah, s poudarkom na izboljšanju napovedi izkoristka turbine z naprednejšimi turbulentnimi modeli. Ugotovili smo, da je pri stacionarnih izračunih glavni problem pogoj med gonilnikom in sesalno cevjo. Pogoj, pri katerem vse količine povprečimo v obodni smeri (stage pogoj), je nerealen, ker izgubimo vse sence za lopaticami. Pri pogoju zamrznjenega gonilnika (frozen rotor condition) se položaj gonilnih lopatic, glede na mirujoče dele turbine, med izračunom ne spreminja, zato ni mešanja zaradi vrtenja in za gonilnimi lopaticami dobimo premočne sence. Tok v sesalni cevi je pojemajoč, zato iz teh senc v sesalni cevi pogosto nastanejo veliki vrtinci in posledično prevelike izgube v sesalni cevi. Poleg tega je tok v sesalni cevi močno nestacionaren. Stacionarni izračuni zato ne konvergirajo, vrednosti za izgube, izkoristek in pretok med izračunom nihajo. Nihanja so zlasti velika v točkah, ki ne ležijo na ovojnici delnih krivulj izkoristka (off design points) in pri velikih pretokih. Rezultati se zelo izboljšajo z nestacionarnimi izračuni, zlasti če namesto dvo-enačbenih modelov ($k-\epsilon$, $k-\omega$ SST) uporabimo naprednejše modele, kot sta SAS SST in zlasti območni LES (zonal LES), pri katerem samo v sesalni cevi uporabimo LES model, drugod pa SAS SST. Za bolj točne rezultate v območju gonilnika (izgube in navor na gred turbine) je pomembna uporaba centralno diferenčne sheme (namesto shem prvega reda) za aproksimacijo advektivnega člena v tokovnih enačbah.

Raziskave pojava kavitacije v turbinskih strojih, v neustaljenih razmerah, smo osredotočili na obravnavo razvoja in obnašanja pritrjene kavitacije in kavitacijskega oblaka v toku. Razvili smo optimizacijsko metodo za različne homogene kavitacijske prenosne modele, katerih izvorni členi temeljijo na Rayleigh-Plessetovi enačbi. Tako je bil definiran algoritem poteka izvedbe numeričnih simulacij neustaljenih kavitirajočih tokov v hidravličnih strojih. Poleg numeričnih raziskav je bila izvedena eksperimentalna študija pojava neustaljenega kavitacijskega oblaka, ki se širi v obliki von Karmanovega vrtinca v tokovni brazdi za valjasto oviro. V tem okviru je bila opravljena simultana analiza dinamike kavitacijskega pojava, z metodo vizualizacije kavitacijskih struktur in z meritvijo statičnega tlaka. Rezultati analize so pokazali podobnost med signaloma v časovni in v frekvenčni domeni ter povezavo med nizkofrekvenčnimi kavitacijskimi nestabilnostmi in visoko frekvenco fluktuacij znotraj kavitacijskega oblaka, ki se premika skozi tokovno brazdo.

V okviru raziskav na področju numerične simulacije zgorevanja smo nadaljevali z razvojem empiričnega ravnotežnega modela zgorevanja goriv, pridobljenih iz odpadkov, na rešetki kurilne naprave, s poudarkom na večjem številu zaporedno vezanih ravnotežnih con, kar omogoča bolj natančno določitev sestave sinteznega plina pri podstehiometrijskem zgorevanju. Na ta način smo pridobili robne pogoje za simulacijo zgorevanja v plinasti fazi, ki je bliže realnim razmeram, kar potrjujejo točkovne meritve temperatur in povprečne sestave dimnih plinov na realni kurilni napravi. Raziskan je bil tudi vpliv sestave iz odpadkov pridobljenih goriv na karakteristike zgorevanja. Izvedena je bila tudi raziskava vpliva vrtničnega števila na parametre zgorevanja večplamenskega gorilnika, za uporabo v kotlih večjih moči.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

V letu 2013 so bili zastavljeni naslednji cilji, ki so bili v celoti realizirani:

- Na področju razvoja aproksimativnih metod za izračun turbulentnih in večfaznih tokov z Metodo robnih elementov je bil glavni poudarek na izboljšanju stabilnosti numerične sheme izračuna difuzivno-konvektivnih prenosnih pojavov, vpeljavi novega hibridnega LES-URANS modela izračuna turbulentnega toka in nadgradnji fizikalnih modelov Lagrangevega sledenja delcev z vpeljavo rotacije delca.
- Razviti optimizacijski model za izračun inverznega problema v trdnini je bil razširjen na področje določanja parametrov emisijskega modela in modela zgorevanja za simulacijo motorjev z notranjim zgorevanjem ter na področje določitve difuzijskega koeficienta pri

- transportu vlage v steni.
- Na področju dinamike reaktivnega toka je bilo težišče raziskovalnega dela na študiju vpliva alternativnih goriv na delovanje značilnih energetskega strojev in naprav. Poudarek je bil na biodizlu in bioetanolu in njunem vplivu na karakteristike motorjev z notranjim zgorevanjem, predvsem optimizaciji delovnih parametrov. Na področju goriv iz komunalnih odpadkov in njihovi uporabi v procesih termične izrabe odpadkov v zgorevalnih napravah s premično rešetko je bila izvedena raziskava primernosti zaporedno vezanih ravnotežnih con.
 - Na področju dinamike turbinskih strojev je bila razvita PIV metoda vrednotenja tokovnih polj prirejena za analiz tokovnih razmer v zavornem disku. Izvedena je bila optimizacija modelov turbulentnega toka za analizo nestacionarnih tokov v vodnih turbinah ter študija primernosti prehodnih pogojev med domenami z različnimi fizikalno-matematičnimi modeli.
 - Na področju večfaznega toka je bil razvit učinkovit numerični algoritem za izračun izločanja delcev iz suspenzij pod vplivom hidrodinamičnih in magnetnih sil, ter razvita optimizacijska metoda za izračun kavitirajočih tokov na osnovi homogenih kavitacijskih modelov.

4.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

/

5.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17091350	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv biodizelskega goriva na karakteristike vbrizgavanja, karakteritike dizelskega motorja in tvorbo emisij
		ANG	The influence of biodiesel fuel on injection characteristics, diesel engine performance, and emission formation
	Opis	SLO	Predstavljeno delo obravnava numerično in eksperimentalno analizo vpliva biodizelskega goriva na karakteristike vbrizgavanja mehansko krmiljenega vbrizgalnega sistema in na delovne karakteristike velikega dizelskega motorja. V delu je bilo uporabljeno čisto mineralno dizelsko goriva in čisto biodizelsko goriva proizvedeno iz oljne ogrščice. Napravi za testiranje konvencionalnih vbrizgalnih sistemov je bila dodana steklena komora, katera je omogočala snemaje razvoja curka goriva s hitro kamero. Rezultati eksperimentalnih meritev na vbrizgalnem sistemu so bili primerjani z numeričnimi rezultati, kateri so bili pridobljeni z uporabo lastnega simulacijskega programa. Program omogoča numerično raziskavo vpliva lastnosti goriv na delovanje konvencionalnega vbrizgalnega sistema. Slike razvoja curka, posnete s hitro kamero, so bile primerjane z numeričnimi rezultati, katere smo pridobili z uporabo CFD programa AVL FIRE. Program AVL FIRE je bil uporabljen za numerično analizo vpliva lastnosti biodizelskega goriva na razvoj curka v različnih korakih vbrizgavanja goriva. Nadaljnje je bil raziskan vpliv uporabe čistega biodizelskega goriva na delovanje velikega dizelskega motorja in na formiranje škodljivih emisij. Raziskava je bila izvedena eksperimentalno na merilni progi za testiranje motorjev in numerično z uporabo programa AVL BOOST. Po pregledu rezultatov lahko zaključimo, da se testirano biodizelsko gorivo lahko uporablja kot alternativno gorivo v dizelskih motorjih, s podobni karakteristikami testnemu motorju.
			The presented work focuses on numerical and experimental analyses of biodiesel fuel's influence on the injection characteristics of a mechanically-controlled injection system, and on the operating conditions of a heavy-duty diesel engine. Addressed are mineral diesel

		fuel and neat biodiesel fuel made from rapeseed oil. The influence of biodiesel on mechanically controlled injection system characteristics was tested experimentally on an injection system test-bed. The injection test-bed was equipped with a glass injection chamber in order to observe the development of the fuel-spray by using a high-speed camera. The results of the experimental measurements were compared to the numerical results obtained by using our own mathematical simulation program. This program has been used to analyze the influences of different fuel properties on the injection system's characteristics. The photos taken with a high-speed camera were compared to the simulation results obtained by using the AVL FIRE 3D CFD simulation program. This software was used to simulate the fuel-spray development during different stages of the injection process. Furthermore, the influence of biodiesel fuel on the engine operating condition of a heavy-duty diesel engine and its' emission formation was tested experimentally on an engine test-bed, and numerically by using the AVL BOOST software. It was found out that the tested biodiesel could be used as an alternative fuel for heavy-duty diesel engines.
	ANG	
Objavljeno v	Applied Science Publ.; Applied energy; 2013; Vol. 111; str. 558-570; Impact Factor: 4.781; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.598; A': 1; WoS: ID, II; Avtorji / Authors: Lešnik Luka, Vajda Blaž, Žunič Zoran, Škerget Leopold, Kegl Breda	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	17444118 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vizualizacija vrtečega zastoja v aksialnem ventilatorju
	ANG	Visualisation of rotating stall in an axial flow fan
Opis	SLO	Prikazana je vizualizacija tokovnega polja v medlopaticnem prostoru aksialnega ventilatorja, ki je obratoval v področju formiranega vrtečega zastoja. S pomočjo PIV sistema smo posneli hitrostna polja na 80 % višine lopatice. Proženje PIV sistema smo uskladili s prehodi izbrane lopatice in posneli približno 1000 naključnih posnetkov tokovnega polja. Le-te smo nato povprečili ob upoštevanju faznega zamika do referenčnega tlačnega signala in razvrstili v urejen niz 36 povprečenih posnetkov. Zaporedje posnetkov prikazuje razvoj tokovnega polja s korakom 10 kotnih stopinj in omogoča analizo strukture in obnašanja toka v med-lopaticnem rotorskem kanalu pod vplivom vrtečega zastoja. Jasno je razviden potek nastajanja in razvoja tokovnega polja pod vplivom približujoče zastojne celice in ponovna stabilizacija in prehod v urejen tok po njenem umiku.
	ANG	Visualisation of a flow field was performed within the rotor blade passage of an axial flow fan operating under rotating stall conditions. A PIV system was used to capture the velocity field at an 80% span of the rotor blade. PIV triggering was synchronized with the observed blades passing, and over 1000 PIV images were obtained. These were then phase-locked averaged, and a sequence of 36 images was composed. The successive images represented the evolution of a flow field within the blade passage with 10° angular steps and made it possible for the structure and behaviour of the flow within the rotor blade passage to be analysed under rotating stall conditions. The initiation and development of flow distortion were clearly shown to be influenced by the advance of the rotating stall cell and the restoration of normal flow with the rotating stall cell moving away.
Objavljeno v	Elsevier; Experimental thermal and fluid science; 2013; 2014; 8 str.; Impact Factor: 1.595; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.171; A': 1; WoS: DT, IU, UF; Avtorji / Authors: Fike Matej, Bombek Gorazd, Hriberšek Matjaž, Hribernik Aleš	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

3.	COBISS ID	16725782	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Postopki priprave za proizvodnjo trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov
		<i>ANG</i>	The processes of preparation for the production of solid fuels from non-hazardous waste
	Opis	<i>SLO</i>	<p>Namen raziskovalnega dela v predstavljenem članku je bil z matematičnim modelom poiskati rešitev za pripravo trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov, ki se lahko predelajo v trdno gorivo v skladu z veljavno nacionalno zakonodajo. Nenevarni odpadki so definirani z DIREKTIVO 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Evropskega sveta (19. 11. 2008) - Priloga III1. Z uporabo matematičnega modela in njegovim orodjem občutljivosti, vezanim na posamezne lastnosti vhodnih odpadnih materialov, smo iz razpoložljivih odpadnih materialov z znanimi parametri njihovega organskega in anorganskega dela poiskali rešitev za njihovo najbolj optimalno izrabo. Iz razpoložljivih odpadnih materialov smo v maksimalnem masnem deležu pripravili zahtevano trdno gorivo z vsemi potrebnimi kakovostnimi lastnostmi z najvišjim mogočim kakovostnim razredom in iz preostanka razpoložljivih masnih tokov ostanek trdnega goriva slabše kakovosti, ki ga pa še vedno lahko plasiramo na trgu z možnostjo sosežiga v cementarnah ali sežigalnicah odpadkov. Pri ugotavljanju kakovosti nenevarnih odpadkov in trdnega goriva je bilo pomembno njihovo pravilno vzorčenje, ki se je izražalo v stopnji homogenizacije vzorcev, ki imajo vsak zase svoje kemijske, fizikalne in energijske lastnosti. Analiza kovinskega dela nenevarnih odpadkov je bila pomembna zaradi podatkov o pričakovanih emisijskih vrednostih v dimnih plinih, letečem pepelu, pepelu in žilindri, ki nastane pri sosežigu trdnega goriva v kurilni napravi. Analiza nekovinskega dela nenevarnih odpadkov je bila pomembna z vidika energijske vrednosti trdnega goriva in tehnoloških ter okoljskih posledic. Rezultati raziskovalnega dela so pokazali, da je mogoče iz razpoložljivih nenevarnih odpadkov doseči sorazmerno majhen masni delež visokokakovostnega trdnega goriva iz odpadkov glede na celotno razpoložljivo maso odpadkov, ki je sedaj v Sloveniji.</p>
		<i>ANG</i>	<p>The purpose of the research work in the presented article was to find a solution, by means of a mathematic model, to the problem of how to prepare solid fuels from non-hazardous waste that can be processed into solid fuels according to the national law in force. Non-hazardous waste is defined by the DIRECTIVE 2008/98/ES of the European Parliament and the Council (19.11.2008) - Annex III.1 With the application of a mathematical model and its sensitivity tool, depending on the individual characteristics of the input waste material, the optimal utilization of different waste streams at disposal based on organic and inorganic parameters for the most optimal solution for exploitation was calculated. From the waste material at disposal the desired solid fuel was made in the maximum mass amount with all the necessary qualitative characteristics with the highest quality class and from the rest of the available mass stream solid fuel of lower quality that can still be placed on the market for incineration at cement kilns or incinerators was made. When defining the quality of non-hazardous waste and solid fuel one of the most important tasks of the research was to sample the waste and the fuel correctly, which was reflected in the degree of sample homogenization to find out the chemical, physical and energy characteristics. The analysis of the metal part of the non-hazardous waste was important because of the data about the expected air-emission values of the flue gas, the fly ash, the ash and the slag that occurs when incinerating solid fuel in the heating system. The analysis of the non-metal part of the non-hazardous waste was important from the view of the calorific value of the solid fuel and of the technological and environmental impact. The results of the research showed that it is possible to achieve from the non-hazardous waste at disposal a</p>

		relatively small mass fraction of high-quality solid fuel from waste according to the whole amount of mass available in Slovenia at present.
	Objavljeno v	Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; Materiali in tehnologije; 2013; Letn. 47, št. 1; str. 29-35; Impact Factor: 0.571; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; WoS: PM; Avtorji / Authors: Ekart Janez, Samec Niko, Kokalj Filip, Polanec Brigita
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	16152342 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Ločevanje magnetnih delcev s pomočjo magnetnega polja z visokim gradientom
		<i>ANG</i> High gradient magnetic particle separation in viscous flows by 3D BEM
	Opis	<i>SLO</i> Z metodo robnih elementov smo raziskali obnašanje magnetnih delcev v toku tekočine pod vplivom nehomogenega zunanega magnetnega polja. Razvita formulacija uporablja kombinacijo hitrostno vrtilne formulacije Navier-stokesovih enačb in Lagrangevo sledenje delcev, kjer je upoštevan enostranski vpliv tekočine na gibanje delcev. Razviti numerični algoritem smo uporabili za preizkušanje naprave za analizo izvedbe magnetnega odstranjevanja delcev v polju visokih gradientov, ki se izvaja v ozkem kanalu, ob upoštevanju hidrodinamskih in magnetnih sil na delce in njihove trajektorije. Gradient magnetnega polja je bil ustvarjen s pomočjo ravnih žic, nameščenih zunaj kanala. Da bi ocenili učinkovitost izločanja magnetnih delcev v napravi so bile izvedene simulacije z različnimi jakostmi magnetnega polja. Rezultati kažejo, da učinkovitost izločanja linearno pada z naraščanjem pretoka suspenzije, narašča pa s povečevanjem jakosti magnetnega polja, vendar le do točke nasičenja. V primeru visokih pretokov ali šibkih magnetnih polj izločanje ni uspešno. Prispevek je zaokrožen z nekaterimi priporočili glede optimalne izbire zunanega magnetnega polja oz. pretoka suspenzije.
		<i>ANG</i> The boundary element method was applied to study the motion of magnetic particles in fluid flow under the action of external nonuniform magnetic field. The derived formulation combines the velocity-vorticity resolved Navier-Stokes equations with the Lagrange based particle tracking model, where the one-way coupling with fluid phase was considered. The derived algorithm was used to test a possible design of high gradient magnetic separation in a narrow channel by computing particles trajectories in channel flow under the influence of hydrodynamic and magnetic forces. Magnetic field gradient was obtained by magnetization wires placed outside of the channel. Simulations with varying external magnetic field and flow rate were performed in order to assess the collection efficiency of the proposed device. We found that the collection efficiency decreases linearly with increasing flow rate. Also, the collection efficiency was found to increase with magnetic field strength only up a saturation point. Furthermore, we found that high collection efficiently is not feasible at high flow velocity and/or at weak magnetic field. Recommendation for optimal choice of external magnetic field and flow rate is discussed.
	Objavljeno v	Springer; Dedicated to IABEM 2011; Computational mechanics; 2013; Vol. 51, iss. 4; Str. 465-474; Impact Factor: 2.432; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.369; A': 1; WoS: PO, PU; Avtorji / Authors: Ravnik Jure, Hriberšek Matjaž
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	17669398 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Simulacija pritrjene kavitacije in kavitacijskega oblaka s homogenimi transportnimi modeli

	ANG	Simulation of sheet and cloud cavitation with homogenous transport models
Opis	SLO	V prispevku so predstavljeni rezultati analize numeričnih modelov za popis kavitirajočih tokov. Tokovno polje pritrjene kavitacije in kvazi-periodičnih oscilacij nestacionarnega kavitacijskega oblaka je bilo obravnavano z različnimi homogenimi transportnimi modeli. Trije matematični modeli v obliki dodatnih transportnih enačb za volumski delež parne faze so bili implementirani v sistem RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) enačb in kalibrirani za primer kavitacije okoli NACA66 (MOD) krila. V drugi fazi so bili optimizirani modeli uporabljeni za opis nestacionarnega kavitirajočega toka v Venturijevem kanalu. Rezultati izračunani z optimiranimi modeli so primerljivi in se dobro ujemajo z razpoložljivimi eksperimentalnimi podatki, kar kaže, da je proces optimizacije priporočen kot splošni - prvi korak za potrjevanje matematičnih modelov.
	ANG	This paper introduces the results of correlated numerical models study carried out to analyse cavitating flows. The flow field of steady attached sheet cavitation and the case of unsteady cavitation behaviour with quasi-periodic fluctuations is analysed with different homogenous cavitation transport models. Three models in form of additional transport equations for water volume fraction are combined with the RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) equations and calibrated for the cavitating flow around the NACA66 (MOD) hydrofoil by means of an optimisation strategy. In the second stage, the optimised models are applied to the case of internal unsteady cavitating flow in Venturi type section. The results obtained using calibrated models are very close to each other, and agree well with the available experimental data, indicating that the optimisation process is recommended as a general - first step tool for mathematical models validation.
Objavljeno v		DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, iss. 2; str. 94-106; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Biluš Ignacijo, Morgut Mitja, Nobile Enrico
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17161494
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Analiza prenosa toplote z naravno konvekcijo v meglenki z LED izvorom sevanja
	ANG	Natural Convection Heat transfer analysis in fog lamp with LED lighting source
Opis	SLO	V okviru raziskovalnega sodelovanja s podjetjem Hella Saturnus so bile izvedene raziskave tokovnega in toplotnega polja v meglenkah, ki imajo kot izvor LED diode. Poseben poudarek je bil na interakciji med trdnino (LED dioda z elektronikom) in zrakom, ter vplivu spektralnih pasov na absorpcijo sevanja v plastični leči. Razviti modeli omogočajo hitrejši in natančnejši proces zasnove žarometov.
	ANG	In the framework of research collaboration with the company Hella Saturnus studies of flow and heat transfer fields in fog lamps with LED sources were performed. A special attention was devoted to interaction between solid (LED diode with electronics) and air, as well as to the influence of spectral zones on radiation absorption in plastic lens. The

		developed models enable faster and more accurate process of fog lamp design.
Šifra	F.11	Razvoj nove storitve
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Inštitut za energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo; 2013; 31 f.; Avtorji / Authors: Škerget Leopold, Hriberšek Matjaž, Ravnik Jure, Ramšak Matjaž, Zdravec Matej	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
2. COBISS ID	16760854	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Zgorevanje komunalnih odpadkov za namen proizvodnje energije
	ANG	Combustion of municipal solid waste for power production
Opis	SLO	Uporaba energije komunalnih trdnih odpadkov je mogoča z upoštevanjem integralnega sistema ravnanja z odpadki in uporabo primernih tehnologij. V procesu razvoja primerne tehnologije Odpadki-Energija (W-t-E) se izkaže, da bi morala biti uporaba modernih inženirskih simulacijskih orodij (CFD) standard vsake razvojne faze W-t-E tehnologije, saj CFD že daje rezultate, primerljive s testi na realnih napravah. Razviti postopki omogočajo hitrejše in cenejše uvajanje tehnologij izrabe komunalnih odpadkov.
	ANG	The energy utilization of municipal solid waste is possible with the appropriate integrated waste management system and utilization of appropriate technologies. In the process of development of a suitable Waste-to-Energy technology, the application of advanced engineering computer simulation tools (CFD) should become standard for every R&D in W-t-E technology design. CFD can provide results, comparable to tests on full scale equipment, and can therefore significantly shorten the development time of W-t-E technologies. The developed processes enable faster and more economical introduction of solid waste utilization technologies.
Šifra	F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	InTech; Advances in internal combustion engines and fuel technologies; 2013; Str. 277-309; Avtorji / Authors: Kokalj Filip, Samec Niko	
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
3. COBISS ID	16979222	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Izdelava idejnih rešitev optimizacije profila vtočnih rešetak na HE Vuzenica in HE Zlatoličje
	ANG	Intake grates optimization solutions for HPP Vuzenica and HPP Zlatoličje
Opis	SLO	S stališča zmanjšanja energijskih izgub smo primerjali tri oblike vtočnih rešetak. S 3 D simulacijo toka, ki je obsegala 200 m pas nad elektrarno vse do turbinskega vtoka, smo poizkusili kar najtočneje napovedati hitrostno polje tik pred rešetko. Nato smo v vsaki računski točki hitrostnega polja z uporabo empirične enačbe izračunali lokalne tlačne izgube in le-te integrirali po celotnem pretočnem preseku, da smo ocenili skupne tlačne izgube, ki jih povzroča posamezna oblika rešetak pri izbranem pretoku. Za izračun letnih izgub proizvedene električne energije smo izhajali iz eksperimentalno pridobljenih podatkov o letnem urnem pretoku reke. Sledila je ocena izgube profita, ki je omogočila analizo ekonomske upravičenosti izbrane oblike rešetke.
		Three different trashrack designs were examined and compared regarding energy losses. The river's flow from 200 m upstream of the hydropower plant to the turbine inlet was simulated by 3D CFD simulations in order to predict the correct velocity field ahead of the trashrack. The local head-losses caused by the trashrack were then

		ANG	calculated using an empirical formula at each point of the velocity field, and finally integrated to obtain the gross head-loss caused by the specific trashrack design operating under selected flow rate. Annual losses during electricity production were predicted using experimentally-obtained river flow-rate data and the net profit loss calculated which served for the final study of the particular trashrack design's economics.
	Šifra	F.11 Razvoj nove storitve	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Inštitut za energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo; 2013; 55 f.; Avtorji / Authors: Hribernik Aleš, Škerget Leopold, Ren Zoran, Ulbin Miran, Bombek Gorazd, Fike Matej	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
4.	COBISS ID	16897814	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Model obvladovanja sedimentov v akumulacijah HE na Dravi za ravnanje s sedimenti v akumulaciji ČHE Kozjak
		ANG	Sediment control model for HPP accumulations on river Drava for treatment of sediments in accumulation of Pumped Storage HPP
	Opis	SLO	Študija predstavlja izhodišča na osnovi katerih bo možno razviti model dolgoročnega in celovitega obvladovanja sedimentov HE na Dravi v Sloveniji ter konkretno v akumulaciji ČHE Kozjak. V študiji so zajeti podatki Agencije Republike Slovenije (ARSO) v povezavi s hidrološkim monitoringom površinskih voda v Sloveniji, priporočila Svetovne meteorološke organizacije WMO za izvajanje omenjenega monitoringa, detajlno so opisane standardizirane metode odvzemanja in analiziranja vzorcev suspendiranih sedimentov. Osnovni namen študije je predlagati in argumentirati ustrezne načine za obvladovanje sedimentov s katerimi bi bilo možno dolgoročno zmanjšati negativne vplive na akumulacijske bazene.
		ANG	The study presents the starting points for development of long term and integral management of sediments on Hydro power plants on river Drava in Slovenia, specifically in pumped storage HPP Kozjak. The study includes data of Slovenian Environment Agency in connection with hydrological monitoring of surface waters in Slovenia, recommendations of World Meteorological Organization for monitoring, detailed descriptions of standardized sampling and analysis methods of suspended sediments. The basic aim of the study is to propose and argument suitable means of sediment control, which would enable long term reduction of negative influences on accumulation reservoirs.
	Šifra	F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Objavljeno v	Fakulteta za gradbeništvo, Katedra za hidrotehniko; 2013; 86, [3] f. zganj. pril; Avtorji / Authors: Jecl Renata, Kramer Stajnko Janja, Nekrep Matjaž P., Grajfoner Blanka	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

--

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	8

bolonjski program - II. stopnja	11
univerzitetni (stari) program	4

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
28941	Ramona Irgolič	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Valentina Jelen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Suzana Prajnc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29577	Matej Fike	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30938	Janez Lupše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28327	Nadja Romih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30937	Blaž Vajda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12588	Janez Ekart	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33751	Jasmina Filipič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marko Klančičar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Teodor Štimatec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
29577	Matej Fike	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
30938	Janez Lupše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
30937	Blaž Vajda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
		<input type="text"/>		

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine

- C - študent – doktorand iz tujine
D - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

/

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

Gostol - T.S.T. d.o.o., Tolmin: Meritve izmetnih hitrosti abraziva peskalnih turbin serije 380; vodja dr. Aleš Hribernik

Messer Slovenija d.o.o.: Izdelava numerične simulacije tokovnih razmer v tehnološkem sklopu: ventil jeklenke-regulator po preloženi projektni nalogi; vodja dr. Ignacijo Biluš

Dravske elektrarne Maribor d.o.o.: Izdelava idejne rešitve optimizacije profila vtočnih rešetk na HE Vuzenica in HE Zlatoličje; vodja dr. Aleš Hribernik

Simbio d.o.o., Celje: Analiza učinkovitosti delovanja obstoječe tehnologije MBO v okviru CERO Celje-Bukovžlak in predlog njene dopolnitve za doseganje zakonsko predpisanih okoljskih parametrov; vodja dr. Niko Samec

Energetika Celje, javno podjetje, d.o.o.: Aplikativna raziskava in priprava študije izvedljivosti sistema stisnjene zemeljskega plina za uporabo v prometu motornih vozil; vodja dr. Niko Samec

Energetika Celje, javno podjetje, d.o.o.: Aplikativna raziskava in priprava študije za vzpostavitev deklaracije za Toplarno Celje za proizvodnjo naprave na obvljive vire energije; vodja dr. Niko Samec

Energetika Celje, javno podjetje, d.o.o.: Razvojno-raziskovalna in aplikativna raziskava z uporabo računalniške dinamike tekočin za Energetiko Celje v letu 2013; vodja dr. Niko Samec

WVTerm d.o.o.: Energijski preračun toplotnega prenosnika dimni plini - zrak; vodja dr. Niko Samec

Hella Saturnus Slovenija d.o.o.: Razvojno-raziskovalno sodelovanje; vodja dr. Leopold Škerget, koordinator dr. Matjaž Hriberšek

Lesna Vrata d.o.o.: Izdelava študije za celovito izkoriščanje energetskih potencialov odpadne biomase za izboljšanje učinkovitosti poslovanja podjetja Lesna Vrata d.o.o. na lokaciji Prevalje; vodja dr. Niko Samec

Nova Kreditna banka Maribor d.d.: Izdelava strokovnega mnenja na temo projekta "Okoljsko, tehnološko in ekonomsko mnenje o načrtovanih investicijah ter obratovanju podjetja Riag d.o.o., Maribor"; vodja dr. Niko Samec

Z.E.N. Energija, inženiring in proizvodnja zelene tehnologije, d.o.o.: Izvedba projektne naloge dimenzioniranja in tokovnega preračuna prototipne naprave za čiščenje sinteznih plinov; vodja dr. Leopold Škerget, koordinator dr. Matjaž Hriberšek

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Postopek pridobivanja trdnih goriv z določenimi fizikalno kemijskimi lastnostmi iz nenevarnih odpadnih materialov : patent št. SI 23896 A z dne 30. 4. 2013, patentna prijava št. P-201100389 z dne 29. 9. 2011. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013COBISS.SI-ID [16936726](#)]. Patentirani postopek je nastal na osnovi dolgoletnega raziskovalnega dela v podjetju Gorenje Surovina, pri katerem so pomembno sodelovali člani programske skupine, in je tehnološko gledano direktno uporaben v praksi. Postopek je uporaben tako na vseh tistih trgih, kjer tovrstne

tehnologije še niso ustrezno regulirane (npr. trgi bivše Jugoslavije).

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

Green Diesel Engines: Biodiesel Usage in Diesel Engines
Authors: Breda Kegl, Marko Kegl, Stanislav Pehan
ISBN: 978-1-4471-5324-5 (Print) 978-1-4471-5325-2 (Online)
V knjigi so prikazani prevladujoči trendi uporabe alternativnih goriv, lastnosti različnih vrst biodizelskih goriv in možnosti izboljšave karakteristik dizelskih motorjev z uporabo numeričnih optimizacijskih metod. Posebna pozornost je posvečena raziskavam vpliva uporabe biodizelskega goriva na karakteristike procesa vbrizgavanja, curka goriva, procesa zgorevanja, tribološkim karakteristikam in zmogljivostim motorja. Teoretične raziskave so potrjene z eksperimenti in ilustrirane s praktičnimi primeri sodobnih raziskav ter nazornimi ilustracijami. Knjiga nudi poleg temeljnega znanja tudi sveže ideje za inženirje in raziskovalce na področju uporabe alternativnih goriv v dizelskih motorjih, prav tako pa je koristen pripomoček za dodiplomski in podiplomski študij.

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0190	
Naslov programa	Napredni koncepti menedžmenta proizvodnje in dimenzionalnega meroslovja	
Vodja programa	6673 Bojan Ačko	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2550	
Cenovni razred	B	
Trajanje programa	01.2013 - 12.2017	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 585 Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi	
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

Proizvodni menedžment

V letu 2013 smo zaključili z izvedbo anketne raziskave o proizvodni dejavnosti v SLO proizvodnih podjetjih (European Manufacturing Survey), kjer smo spraševali o značilnostih njihove proizvodnje (tehniški in organizacijski koncepti, selitev proizvodnje, razvoj izdelkov, uvedba storitev, vezanih na izdelke, energetska učinkovitost, na izdelke vezane storitve, projektni način dela, ekonomski kazalci podjetij ...). Rezultati: proizvodna podjetja nadpovprečno sodelujejo, zaostajajo pri tehniških in organizacijskih inovativnih konceptih, energijsko učinkovite tehnologije ugodno vplivajo na ekološko učinkovitost, slabo na finančno. V drugi polovici leta 2013 je potekala analiza rezultatov ankete, ki so bili objavljeni do sedaj v strokovnih publikacijah, v letu 2014 pa bodo pripravljeni za objavo v znanstvenih publikacijah. Prav tako so izsledki raziskav temelj za pripravo doktorske disertacije s

predvidenim zaključkom v letu 2015.

V letu 2013 so nas iz evropskega združenja za proizvodni menedžment EUROMA povabili k sodelovanju pri izvedbi anketne raziskave IMSS. Izvedba raziskave sicer ni bila predhodno načrtovana, vendar področje, ki ga obravnava raziskava, sovпада s področjem delovanja Laboratorija za načrtovanje proizvodnih sistemov, zato smo se odločili za sodelovanje. Anketni vprašalnik se v enaki obliki izvaja v 27 državah sveta (večinoma evropske države, pa tudi nekaj držav iz drugih kontinentov) že šesto leto zapored od leta 1992, vsake štiri leta. Slovenija pri izvedbi te raziskave sodeluje prvič. Koordinator anketne raziskave izvedene v letu 2013 je Univerza iz Bergama, Italija. Anketna raziskava poteka v skladu z vnaprej predpisanim protokolom, ki smo ga morali upoštevati. Anketne vprašalnike smo v sodelovanju z GZS poslali v 253 podjetij, ki imajo vsaj 50 zaposlenih in dejavnost razvrščeno v področja 25 do 30 po Nace kodi. Odziv podjetij je bil slab. Končni izplen je bil 17 pravilno in v celoti izpolnjenih vprašalnikov. Slab odziv je verjetno posledica splošnega slabega stanja našega gospodarstva v letu 2013 in morda tudi dejstva, da je bil vprašalnik v podjetja poslan v izvorni obliki v angleščini. Kljub slabemu odzivu podjetij bodo rezultati raziskave, izvedene v slovenskih podjetjih, vključeni v analizo skupaj z vsemi ostalimi državami. Konec marca nam bodo koordinatorji raziskave posredovali skupno bazo rezultatov, ki jo bomo lahko uporabili za različne primerjalne analize in rezultate raziskave tudi objavili.

V okviru raziskav na področju vodenja posamične proizvodnje smo raziskovali vpliv razvrstitve delovnih nalogov na stroškovno-časovni vložek (SČV). Ta namreč odraža časovno vrednost sredstev. Za prikaz uporabljamo diagram stroškovno-časovnega profila (kot dopolnitev prikaza toka vrednosti), ki je v bistvu funkcija akumulacije skupnih stroškov v odvisnosti od časa. Optimizacija profila je možna s prihranki pri stroških dela (ceneje, hitreje), pri stroških materiala (ceneje, manj) in skrajšanju čakalnih časov med operacijami oz. ležanja materiala pred porabo. Glede zadnjega sklopa možnosti je ključna optimizacija vrstnega reda izvajanja nalogov. S tem uvajamo novo merilo (cilj optimizacije): minimizacija stroškovno-časovnega vložka. Merilo je novost in originalni prispevek v svetovnem obsegu. Že na testnem, manjšem vzorcu 7 nalogov je simulacija različnih razvrstitev nalogov pokazala do 30 % razlike pri novem merilu, kar izpostavlja pomen razvite optimizacijske metode pri vzdrževanju ustreznega denarnega toka v podjetju. Najboljše rezultate po tem merilu dajejo razvrstitve nalogov, ki bazirajo na časovni zračnosti aktivnosti.

Študij obnašanja oskrbovalnih verig je bil usmerjen na ugotavljanje vpliva nivojskih omejitev (proizvodnih kapacitet ali možnosti skladiščenja) pri partnerjih verige in sprememb obsega naročil na pojav učinka biča (ta se kaže v skokovitem spreminjanju obsega proizvodnje in zalog). Izvirno zasnovan simulacijski model v Excel okolju omogoča analizo obnašanja oskrbovalne verige v prihodnjem obdobju. Model uporablja različne karakteristike časovnih vrst (možnost izločitve sezonskega vpliva). Simulirani primeri 3- in 4-členske oskrbovalne verige so pokazali na ključno vlogo izbrane politike vzdrževanja varnostnih zalog. Največji učinek biča se lahko pojavlja na različnih nivojih verige, a ne vselej na mestu, kjer je največja omejitev. V določenih primerih lahko omejitev celo zadušijo učinek biča, ne pa ojačajo. Opažamo problem, da je učinkovitost oskrbovalne verige odvisna od uspešnosti vsakega od partnerjev, ti pa imajo za svoj ključni cilj zgolj lastno individualno učinkovitost.

Dimenzionalno meroslovje

Na področju dimenzionalnega meroslovja smo v letu 2013 zaključili naslednje znanstveno-raziskovalne aktivnosti:

- Na osnovi kratkoročnih in dolgoročnih eksperimentalnih raziskav (»beat-frequency« meritve) smo izvedli periodično ovrednotenje senzitivnostnih koeficientov vplivnih obratovalnih parametrov primarnega etalona MIRS1. Primernost ugotovljenih koeficientov smo validirali z izvedbo poenostavljenega umerjanja frekvence dveh sekundarnih laserjev.
- Pri Slovenski akreditaciji smo prijaviili širitev obsega akreditacije na postopek kalibracije frekvenc laserskih sevanj; akreditacija bo pridobljena v letu 2014 (v skladu z običajnim postopkom – redni nadzor).
- Zasnovali in konstruirali smo optični sistem z dvema interferometroma in zrcaloma za eliminacijo Abbejevega pogreška na integriranem merilnem sistemu koordinatna merilna naprava (KMN)-laserski interferometer (LI). Konstrukcija je prilagojena izdelavi z dodatnimi tehnologijami (zelo pomembna je masa sistema).
- Izvedli smo justiranje merilne proge za primerjalno kalibracijo laserskih interferometrov (LI) z

meritvami premosti ter izvedbo mehanskih nastavitev. Izdelali smo osnovni koncept metode in postopka primerjalne kalibracije LI.

Projektni menedžment

Na področju projektnega menedžmenta smo v letu 2013 nadaljevali z raziskavami o uveljavljanju projektnega menedžmenta 3. generacije in narekovali trende razvoja projektnega menedžmenta 4. generacije. Naš prispevek v zvezi s 3. generacijo projektnega menedžmenta je predvsem v zvezi z doseganjem celovitosti v projektnem in projektno usmerjenem strateškem odločanju. Tako smo v letu 2013 zaključili z raziskavo vloge zadostne celovitosti kot dela sistemske teorije in sistemskega razmišljanja v projektnem menedžmentu za doseganje širšega družbeno odgovornega obnašanja poslovnih sistemov; izsledki raziskave so bili objavljeni v članku revije iz SSCI. Nadalje smo raziskovali vlogo izobraževanja in raziskovanja na področju projektnega menedžmenta za doseganje celovite projektne družbe znanja, tudi s ciljem doseganja širšega družbeno odgovornega delovanja vseh, ki odločajo o razvojnih projektih ali sodelujejo pri njihovi zasnovi in izvajanju. Izsledki te raziskave bodo predstavljeni v že sprejetem članku revije iz SSCI, ki čaka na objavo v letu 2014. Prispevki v zvezi s 4. generacijo projektnega menedžmenta so bili usmerjeni predvsem v izvirno iskanje možnosti aplikacije projektnega menedžmenta na področju razvoja občin in turizma. Slednje predstavlja eno najhitreje rastočih svetovnih panog zadnjih dveh desetletij. Izsledki naših raziskav glede 4. generacije projektnega menedžmenta v turizmu bodo predstavljeni v dveh že sprejetih člankih revij iz SSCI, ki čakata na objavo v letu 2014. O aplikaciji projektnega menedžmenta na področju razvoja občin raziskava še poteka in se bo zaključila v letu 2014.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

Ocenjujemo, da smo zastavljene raziskovalne cilje na vseh raziskovalnih področjih (proizvodni menedžment, projektni menedžment ter dimenzionalno meroslovje) dosegli in delno celo presegli. Poudariti velja, da smo določene cilje sproti nadgrajevali glede na spremembe zahtev okolja ter na dinamiko raziskav.

Naša ocena o uspešnosti izvedenega raziskovalnega programa temelji na merljivih znanstvenih rezultatih ter aplikativni vrednosti rezultatov, ki jo potrjujejo številni uporabniki iz industrije in ostalih panog.

V letu 2013 smo objavili 5 SCI izvirnih znanstvenih člankov, od tega so vsi v zgornji polovici kategorizacije revij na svojem področju, 4 članki so celo v zgornji četrtini kategorizacije revij. Zraven tega smo izdali dve znanstveni monografiji pri mednarodni založbi DAAAM na Dunaju.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

Na nobenem raziskovalnem področju (proizvodni menedžment, projektni menedžment ter dimenzionalno meroslovje) ni bilo vsebinskih sprememb programa raziskovanja.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17102870	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optimiranje kalibracije interferometrijskih HeNe laserjev s simulacijo periode vzorčenja
		ANG	Optimization of calibrating HeNe laser interferometers by sample-period simulation
			Opisan je postopek kalibracije frekvence interferometrijskih HeNe laserjev, ki se uporabljajo pri meroslovju dolžin. Predstavljena je visoka sledljivost Urada Republike Slovenije za meroslovje (MIRS), ki je skladna z vzajemnim dogovorom Mednarodnega odbora za uteži in mere (CIPM MRA). Podane so analize frekvence sevane svetlobe glede na čas

	Opis	SLO	stabilizacije ter ponovljivosti in obnovljivosti za primer industrijskega in laboratorijskega interferometrijskega HeNe laserja. Izračuni Allanove deviacije so omogočili postavitve optimalne periode vzorčenja in potrdili, da je za enodnevno kalibracijo najprimernejši niz 100 000-ih vzorcev pri sekundni periodi ali niz 10 000-ih vzorcev pri 10-sekundni dolgi periodi vzorčenja.
		ANG	The calibration procedure for the frequency determination of HeNe laser interferometers used for length metrology is described and high-level traceability at the Metrology Institute of the Republic of Slovenia (MIRS) consistent with the Mutual Recognition Arrangement drawn up by the International Committee for Weights and Measures (CIPM MRA) is presented in the article. The analyses of radiation frequency regarding stabilization time, repeatability and reproducibility are given for a case of an industrial and of a laboratory HeNe laser interferometer. Allan-deviation calculations at different sampling periods provided information for setting the optimal sampling period and proved that 100 000 samples at one-second or 10 000 samples at ten-second long period are usually the most appropriate sets for one-day calibration measurements.
	Objavljeno v		DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, No. 3; str. 154-163; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Črepinšek-Lipuš Lucija, Matus Michael, Ačko Bojan
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16816150	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv magnetne obdelave vode na lastnosti tkanin
		ANG	Influence of magnetic water treatment on fabrics' characteristics
	Opis	SLO	Sistem trajnih magnetov, kakršni se uporabljajo za preprečevanje vodnega kamna med procesiranjem vode, je bil testiran za možne izboljšave postopka pranja tekstilij. Izvedeni so bili štiri nizi 25-tih pranj standardnih bombažnih tkanin ob ponovljivih pogojih pranja: niz pranja le z vodovodno vodo, potem z uporabo standardnega pralnega sredstva IEC; niz z magnetno obdelano vodo brez pralnega sredstva in še v kombinaciji obeh obdelav. Izvedena je bila analiza morfologije tkanin z elektronskim mikroskopom, mineralnega odlaganja z rentgensko difraktometrijo ter lastnosti standardnih tkanin, kot je predpisano za vrednotenje pralnih učinkov: sprememba dimenzij, pretržna trdnost, vsebnost pepela in barvne karakteristike. Pokazano je bilo, da je magnetna obdelava vode spremenila sposobnost pralnega sredstva in mineralno odlaganje tako, da je povečala belino bombažne tkanine. Vplivala je tudi na znižanje pretržne trdnosti, vendar je ta še znotraj okvirjev zahtevane kakovosti.
		ANG	A system of permanent magnets, similar to those used for scale prevention during water processing, was tested as an alternative to induce some improvements during the textile laundering procedure. In this comparative study, four sets of 25 runs of standard laundering were performed on white cotton under repeatable conditions: a set washed only with tap water, then with added standard IEC detergent, a set with magnetically treated water without the detergent, and then a set in a combination of both. Samples were analyzed on texture morphology by scanning electron microscopy, mineral fouling by X-ray diffractometry, and fabric characteristics, as prescribed by the standard procedure for the laundering effects' evaluation, i.e. dimensional change, breaking-strength, incineration residue, and color characteristics. It was indicated that magnetic water treatment modified the detergency and the mineral fouling, resulting in increased whiteness of cotton. It also slightly increased the reduction in the breaking strength, but this was still inside

		the standard quality requirements.
	Objavljeno v	Elsevier; Journal of cleaner production; 2013; Vol. 52; str. 374-379; Impact Factor: 3.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.077; A': 1; WoS: IH, JA; Avtorji / Authors: Črepinšek-Lipuš Lucija, Ačko Bojan, Neral Branko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	17379094 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Simulacija stroškovno-časovnega profila pri terminiranju delavniške proizvodnje
		ANG Cost-Time Profile Simulation for Job Shop Scheduling Decisions
	Opis	<p>SLO Proizvajalci morajo nenehno iskati nove strateške pristope in orodja za izboljšave procesov, znižanje stroškov in povečanje produktivnosti in učinkovitosti. Terminiranje proizvodnje je eden od odločilnih elementov proizvodnje, saj vpliva na dobavne roke in proizvodne procese v smislu izkoriščenosti. Po drugi strani je optimizacija toka vrednosti izjemnega pomena v prizadevanjih za vitko proizvodnjo. Namen članka je raziskati vpliv terminiranja proizvodnje pri optimizaciji toka vrednosti in znižanju stroškovno-časovnega vložka. Prikaz toka vrednosti predstavlja zelo učinkovito orodje za vizualizacijo aktivnosti vzdolž toka proizvodnje, orientirano na trajanje aktivnosti, s ciljem izločitve tistih, ki ne dodajajo vrednosti. Vrednotenje stroškov po toku vrednosti temelji na opazovanem toku vrednosti in ne potrebuje določitve oz. izračuna režijskih stroškov. Stroškovno-časovni profil je zmogljivo orodje za vizualizacijo in preračun akumuliranja stroškov v celotnem proizvodnem toku izdelka. V članku sta uporabljeni programski orodji: Lekin – za izdelavo terminskih planov s 4 različnimi prednostnimi pravili, in Cost-Time Profiler – za simulacijo vpliva terminskih planov na skupne proizvodne stroške in stroškovno-časovni vložek, ki predstavlja časovno vrednost kapitala. Stroškovno-časovni vložek predlagamo kot novo optimizacijsko merilo pri terminiranju.</p> <p>ANG Manufacturers have to look constantly for new strategies and tools to improve processes, decrease cost and increase productivity and efficiency. Production scheduling is one of the crucial elements in manufacturing and has an impact on delivery deadlines and also on the production process in terms of its utilization. On the other hand, the value stream optimization is very important for lean manufacturing efforts. This paper is aimed to research the impact of job shop scheduling on value stream optimization and decreasing of cost-time investment. Value stream mapping represents a very efficient tool for visualization of activities within production flow focused on activity duration with the purpose to eliminate non-value added activities. Value stream costing is based on value stream and eliminates the need for overhead allocation and calculation. Cost-time profile is a powerful tool for visualization and calculation of cost accumulation during the time across the entire manufacturing flow. Software tools used in this paper are: Lekin scheduling system for constructing the schedules based on four different dispatching rules and Cost-Time Profiler software for simulating the impact of different schedules on total production cost and cost-time investment (representing the time value of money), which is proposed as a new scheduling objective function.</p>
	Objavljeno v	DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, no. 4; str. 213-224; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Gracanin Danijela, Lalić Bojan, Beker Ivan, Lalic Danijela, Buchmeister Borut
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

4.	COBISS ID	16834070	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Raziskava vpliva energetske prijaznih tehnologij na poslovanja proizvodnih podjetij	
	ANG	Exploring the impact of energy efficiency technologies on manufacturing firm performance	
Opis	SLO	<p>Namen prispevka je najprej prikazati uporabo tehnologij za zniževanje rabe energije in potrebne porabe virov v proizvodnji, nato pa testirati odnos med implementacijo teh tehnologij in kazalci poslovanja proizvodnih podjetij. Cilj je tudi prispevati k identifikaciji in razumevanju značilnosti proizvodnih podjetij, ki uporabljajo omenjene tehnologije, da bi lahko prispevali k oblikovanju okolju prijaznih politik. Naša raziskava temelji na podatkih iz največje evropske ankete o proizvodni dejavnosti in vključuje podatke iz Slovenije in Španije. Naši modeli pojasnjujejo pomen energetske učinkovitosti, in koliko variabilnosti v ekonomski in okoljski izvedbi projekta lahko pojasnimo z energetske učinkovitostjo. Rezultati kažejo, da uporaba tehnologij za zniževanje rabe energije in potrebne porabe virov v proizvodnji nima popolnoma jasnega in preveč značajnega vpliva na ekonomski vidik poslovanja podjetja. Po drugi strani pa smo našli izjemno pozitiven vpliv na odnos med tehnologijami za zniževanje rabe energije in potrebne porabe virov v proizvodnji in okoljskim vidikom poslovanja proizvodnih podjetij.</p>	
	ANG	<p>The first objective of this paper is to map the adoption of technologies for the reduction of energy and resource consumption in production and the second is to test the relationship between the implementation of those technologies and the performance of manufacturing firms. The aim is to contribute to the identification of the characteristics of the manufacturing firms that use this kind of innovative technology in order to help policy makers promote energy and resource efficiency in a suitable manner. Our research is based on the Spanish and Slovenian subsamples of a wider European manufacturing survey. Our suggested models explain how significant energy efficiency is, and how much of the variability in economic performance and environmental performance it can explain. The results show that the use of energy and material saving technologies does not have a clear and significant relationship with economic performance. On the other hand a significant positive relationship is found between energy and material saving technologies and environmental performance.</p>	
Objavljeno v	Elsevier; Journal of cleaner production; 2013; Vol. 52; str. 134-144; Impact Factor: 3.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.077; A': 1; WoS: IH, JA; Avtorji / Authors: Pons Marc, Bikfalvi Andrea, Llach Pages Josep, Palčić Iztok		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
5.	COBISS ID	16949782	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Analiza uporabe in uporabnikov okolju prijaznih tehnologij v proizvodnih podjetjih	
	ANG	Analysing energy and material saving technologies' adoption and adopters	
		<p>Namen prispevka je prikazati uporabo tehnologij za zniževanje rabe energije in potrebne porabe virov v proizvodnji. Cilj je tudi prispevati k identifikaciji in razumevanju značilnosti proizvodnih podjetij, ki uporabljajo omenjene tehnologije. Naša raziskava temelji na podatkih iz največje evropske ankete o proizvodni dejavnosti in vključuje podatke iz Slovenije in Španije. Rezultati kažejo, da je v povprečju uporaba tehnologij za zniževanje rabe energije in potrebne porabe virov v proizvodnji še zmeraj precej nizka. Ugotovili smo, da podjetja v visoko</p>	

Opis	SLO	tehnoloških industrijah posvečajo manj pozornosti energijski učinkovitosti kot podjetja iz nizko tehnoloških industrij. Statistične analize so tudi pokazale, da so energijsko bolj učinkovita tista proizvodna podjetja, ki v povprečju uporabljajo več okolju prijaznih tehnologij. Pri opazovanju zgolj tistih tehnologij z visokim nivojem izkoriščenosti, smo ugotovili, da so tehnologije bolje izkoriščene pretežno v podjetjih iz nizko tehnoloških industrij. To ponovno nakazuje na dejstvo, da podjetja v nizko tehnoloških industrijah posvečajo več pozornosti energijski učinkovitosti kot podjetja iz višje tehnoloških industrij.
	ANG	The main objective of this paper is to map the adoption of technologies for energy reduction and resources consumption in production. The aim is also to contribute to the identification and understanding of the characteristics of the manufacturing firms that use these kinds of energy and material saving technologies. Our research is based on data from the largest European manufacturing survey to date and it includes data from Spain and Slovenia. The results show that the use of specific energy saving technologies and material saving technologies in manufacturing firms is still modest. Dividing manufacturing firms based on technology intensity sectors and based on their relative energy efficiency we have concluded that firms in high technology industries focus less on energy efficiency than low technology firms. Some other specific relationships between the use of energy efficient technologies and adopters' characteristics (e. g. use of environmental management systems) are presented in this paper.
Objavljeno v	Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.] = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.]; Strojniški vestnik; 2013; Vol. 59, no. 6; str. 409-417; Impact Factor: 0.883; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.171; WoS: IU; Avtorji / Authors: Palčič Iztok, Pons Marc, Bikfalvi Andrea, Llach Pages Josep, Buchmeister Borut	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	8008982	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	glavni urednik mednarodne tuje SCI revije
		ANG	Editor-in-Chief of international foreign SCI journal
Opis	SLO	Izr. prof. dr. Borut Buchmeister je glavni urednik mednarodne znanstvene revije International Journal of Simulation Modelling (ISSN 1726-4529), ki sodi v kategorijo SCI na področju proizvodnega strojništva in industrijskega inženirstva, hkrati pa je indeksirana tudi v ostalih pomembnih bibliografskih bazah (SCOPUS, INSPEC, TEMA, METADEX, GALE itd.). Revija objavlja teoretične in praktično usmerjene članke, ki obravnavajo vprašanja tehnike simulacijskega modeliranja s poudarkom na simulaciji diskretnih dogodkov. Revijo izdaja Tehniška univerza na Dunaju (TU Wien) v okviru delovanja mednarodnega združenja DAAAM Int. Vienna, letno izidejo štiri številke.	
	ANG	Assoc. Prof. Dr. Borut Buchmeister is an Editor-in-Chief of the international scientific journal International Journal of Simulation Modelling (ISSN 1726-4529), indexed in SCI category for Manufacturing engineering and Industrial engineering, and in other important bibliographic databases SCOPUS, INSPEC, TEMA, METADEX, GALE etc.). The journal publishes theoretical and application oriented research papers, dealing with simulation modelling mainly within discrete event	

		simulation. The journal is published quarterly by University of Technology Vienna in the frame of DAAAM Int. Vienna society.
Šifra	C.04	Uredništvo mednarodne revije
Objavljeno v	International journal of simulation modelling. Buchmeister, Borut (glavni urednik 2002-). Vienna: DAAAM International Vienna, 2002-. ISSN 1726-4529. [COBISS.SI ID 8008982]	
Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
2.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
	ANG	Membership in foreign/international committees
Opis	SLO	Red. prof. dr. Bojan Ačko je kontaktna oseba za Republiko Slovenijo v Evropskem združenju nacionalnih metroloških inštitutov Euramet za veličino dolžina (TCL). Imenovan je s strani MGRT-MIRS (dodatne informacije na http://www.npl.co.uk/euromet/length/ ter na http://www.mirs.gov.si/si/mednarodno_sodelovanje/clanstva/euromet/); dosežek je pomemben s stališča zagotavljanja mednarodne meroslovne sledljivosti, kar predstavlja za slovensko industrijo ekonomičen dostop do boljših merilnih zmogljivosti in dokazovanja kakovostnih karakteristik najzahtevnejših proizvodov v mednarodnem prostoru.
	ANG	Prof. Bojan Ačko is a contact person for Republic of Slovenia in the European Association of National Metrology Institutes Euramet for quantity length (TCL). He is designated by MGRT-MIRS (additional information on http://www.npl.co.uk/euromet/length/ end http://www.mirs.gov.si/si/mednarodno_sodelovanje/clanstva/euromet/). The achievement is important for assuring international traceability, which is opening the SLO industry an economic way of reaching better measurement capabilities and as a consequence proves of quality characteristics of most pretentious products in international market.
Šifra	D.03	Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
Objavljeno v	ni objave	
Tipologija	3.25	Druga izvedena dela
3.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Vodenje mednarodnega IPMA programa certificiranja projektnih menedžerjev v Sloveniji
	ANG	Management of international international competence testing and certification of of project managers programs according to the IPMA
Opis	SLO	Doc. dr. Igor Vrečko je vodja programa mednarodnega preverjanja in certificiranja usposobljenosti projektnih menedžerjev pa programu IPMA – International Project Management Association na štirih nivojih in sicer: IPMA nivo A (Certified Projects Director), IPMA nivo B (Certified Senior Project Manager), IPMA nivo C (Certified Project Manager) in IPMA nivo D (Certified Project Management Associate). Gre za pomemben program, ki utrjuje in spodbujajo kakovost v procesih projektnega menedžmenta, s čimer prispeva k večanju dolgoročne konkurenčnosti slovenskega gospodarstva.
	ANG	Doc. dr. Igor Vrečko is director of the international competence testing and certification of of project managers programs according to the IPMA (International Project Management Association) program, being performed at four levels, namely: IPMA Level A (Certified Projects Director), IPMA Level B (Certified Senior Project Manager), IPMA Level C (Certified Project Manager) and IPMA Level D (Certified Project Management Associate). It is an important program that strengthens and promotes quality in project management processes, thereby contributing to increasing the long-term competitiveness of the

		Slovenian economy.
Šifra	D.01	Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v	ni objave	
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
4. COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	akreditacijska ocenjevanja
	ANG	assessments of calibration
Opis	SLO	Prof. dr. Bojan Ačko je za Slovensko akreditacijo izvedel 11 ocenjevanj v kalibracijskih laboratorijih in kontrolnih organih v Sloveniji ter na osnovi tega posredoval 11 izvedenskih mnenj o tehnični usposobljenosti ocenjenih organov.
	ANG	Prof. dr. Bojan Ačko has performed 11 assessments of calibration laboratories and inspection bodies for Slovenian Accreditation (SA). 11 expertizes on technical competence of assessed bodies were issued to SA.
Šifra	F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	<p>AČKO, Bojan. ALBA trgovina in proizvodnja, d.o.o., Lava 7, 3000 Celje : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025 in SIST EN ISO/IEC 17020] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redno ocenjevanje s širitvijo. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17691670]</p> <p>AČKO, Bojan. ALBA trgovina in proizvodnja, d.o.o., Lava 7, 3000 Celje : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : izredni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17689622]</p> <p>AČKO, Bojan. Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., Področje daljinskega ogrevanja, Laboratorij za toplotne števce, Verovškova ulica 62, 1000 Ljubljana : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025 in SIST EN ISO/IEC 17020] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17691926]</p> <p>AČKO, Bojan. LOTRIČ Meroslovje d.o.o., Selca 163, 4227 Selca = LOTRIČ Metrology l.t.d., : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : izredni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17689878]</p> <p>AČKO, Bojan. Meritve SI, kalibracije in overjanje, d.o.o., Britof 412, 4000 Kranj : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17690902]</p> <p>AČKO, Bojan, REP, Karmen. MIKRO + POLO d.o.o., Kalibracijski laboratorij, Zagrebška cesta 22, 2000 Maribor : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redno ocenjevanje s širitvijo. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17689366]</p> <p>AČKO, Bojan. MPT sistemi d.o.o., PE Dobja vas, Čečovje 17b, 2390 Ravne na Koroškem : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17691414]</p> <p>AČKO, Bojan. Sistemska tehnika podjetje za proizvodnjo namenskih proizvodov in tehnološko strojne opreme d.o.o., Kalibracijski laboratorij, Koroška cesta 14, 2390 Ravne na Koroškem : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redni nadzor. Maribor: [B. Ačko], 2013. 1 f. [COBISS.SI-ID 17693206]</p> <p>AČKO, Bojan. Sistemska tehnika podjetje za proizvodnjo namenskih proizvodov in tehnološko strojne opreme d.o.o., Koroška cesta 14, 2390 Ravne na Koroškem : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN</p>	

	ISO/IEC 17025:2005 in SIST EN ISO/IEC 17020:2012] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redno ocenjevanje s širitvijo. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17692182] AČKO, Bojan. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za metrologijo in kakovost, Tržaška cesta 25, 1000 Ljubljana : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO/IEC 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redno ocenjevanje s širitvijo. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17692438] AČKO, Bojan. Zavod za gradbeništvo Slovenije, Laboratorij za metrologijo, Dimičeva cesta 12, 1000 Ljubljana : [ocena usposobljenosti po standardih SIST EN ISO 17025] : mnenje eksperta/ocenjevalca : redno ocenjevanje s širitvijo. Maribor: [B. Ačko], 2013. [2] f. [COBISS.SI-ID 17690134]
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

V letu 2013 smo zaključili z dvoletnim bilateralnim projektom znanstveno-raziskovalnega sodelovanja med Republiko Slovenijo in Republiko Srbijo v letih 2012 – 2013. Rezultat plodnega sodelovanja je večje število izvirnih znanstvenih člankov, znanstvenih monografij in samostojnih poglavij v znanstvenih monografijah v letih 2012 in 2013. Vodja projekta: doc. dr. Iztok Palčič

Doc. dr. Iztok Palčič je glavni urednik revije Projektna mreža Slovenije.

Doc. dr. Iztok Palčič je postal član Pomurske akademsko znanstvene unije.

Doc. dr. Iztok Palčič je član izvršilnega odbora EUROMA največjega evropskega združenja za proizvodni management kot predstavnik Slovenije ter podpredsednik Slovenskega združenja za projektni management.

Člana programske skupine doc. dr. Iztok Palčič in doc. dr. Igor Vrečko sta koordinatorja največjega interdisciplinarnega študijskega programa Gospodarsko inženirstvo na Univerzi v Mariboru.

Doc. dr. Igor Vrečko je glavni in odgovorni urednik revije Our Economy (Naše gospodarstvo). Doc. dr. Igor Vrečko je podpredsednik Slovenskega združenja za projektni management in vodja programa mednarodnega certificiranja usposobljenosti projektnih menedžerjev pa programu IPMA – International Project Management Association.

Doc. dr. Nataša Vujica Herzog je predsednica nadzornega odbora Društva za operativno odličnost.

V laboratoriju za tehnološke meritve smo izvedli preko 400 umerjanj dolžinskih etalonov in merilnih instrumentov za kalibracijske laboratorije, raziskovalne institucije in industrijo. Uporabljeni postopki umerjanja so rezultat večletnega raziskovalnega dela v okviru tega raziskovalnega programa in ostalih raziskovalnih projektov in programov.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	29
bolonjski program - II. stopnja	09
univerzitetni (stari) program	07

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Darko Friščič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij

Dr. - Doktorat znanosti

MR - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi

B - gospodarstvo

C - javna uprava

D - družbene dejavnosti

E - tujina

F - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Danijela Pezer	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	4	
0	Danijela Gračanin	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	1	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja

B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine

C - študent - doktorand iz tujine

D - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

CEEPUS - Intelligent Automation for Competitive Advantage: Več kot 10 let smo partner v CEEPUS mreži, 6 let v CII-RS-0065. CEEPUS je regionalni program s ciljem vzpostaviti in spodbujati mobilnosti študentov in profesorjev med sodelujočimi državami ter izkoristiti povezave in možnosti za oblikovanje skupnih študijskih programov. Vodja projekta doc. dr. Iztok Palčič.

European Manufacturing Survey: Raziskava o proizvodni dejavnosti v slovenskih in evropskih proizvodnih podjetjih. Koordinator projekta Fraunhoferjev inštitut iz Nemčije. Vodja projekta doc. dr. Iztok Palčič.

Product Innovation Project: Sodelovanje s Tehniško Univerzo v Gradcu pri izvedbi skupnih mednarodnih študentsko-raziskovalnih projektov v avstrijskih podjetjih (Philips). Partner še Aalto Univerza iz Helsinkov. Vodja projektov doc. dr. Iztok Palčič.

Know-how Exchange on the Consequences and Challenges of the Integration of Key Enabling

Technologies in European Manufacturing for the Danube Region (DanKETwork) - pričetek mednarodnega projekta na pobudo Fraunhoferjevega inštituta iz Nemčije. Vodja projektov doc. dr. Iztok Palčič.

Kot partnerji smo vključeni v dveletni projekt "ERGO WORK – Joining academia and business for new opportunities in creating ERGOmics WORKplaces" je evropski projekt vse življenjskega učenja, podprograma ERASMUS. Projektni konzorcij vključuje 10 partnerjev, ki ga sestavljajo podjetja, akademska sfera in raziskovalne organizacije iz Slovenije, Poljske, Velike Britanije, Italije, Španije in Belgije. V okviru projekta želimo pridobiti poglobljen vpogled v metode, pristope in rešitve pri oblikovanju ergonomsko prilagojenih delovnih mest za osebe s fizičnimi omejitvami, slepe in slabovidne, gluhe in naglušne, osebe s težavami v duševnem zdravju in/ali osebe z intelektualnimi težavami. Eden od ciljev projekta je posodobiti obstoječe učne načrte o ergonomiji na partnerskih univerzah. Partner: doc. dr. Marjan Leber.

V novembru smo kot eden izmed 15 partnerjev iz EU in Balkana pričeli s triletnim projektom TEMPUS IV, Join Projects / Curricular Reform "MAIN – Mastering innovation in Serbia through development and implementation of interdisciplinary post-graduate curricula in innovation management". Poglavitni cilj projekta je oblikovanje magistrskega in doktorskega študijskega programa v srbskem visokem šolstvu, ki bo pripomogel k dvigu inovativnosti in povečanju visoko kakovostnega strokovnega kadra. Partner: doc. dr. Marjan Leber.

2 EU projekta EMRP (European Metrology research Programme – v sklopu 7. FP)

- EMRP NEW06: Traceability for Computationally-Intensive Metrology (trajanje od 1.6.2012 do 31.5.2015); vodja projekta prof. dr. Bojan Ačko
- EMRP IND62: Traceable in-process dimensional Measurement (trajanje od 1.6.2013 do 31.5.2016); vodja projekta prof. dr. Bojan Ačko

Dodeljena sredstva iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja n a podlagi poziva za EU vpetost 2013 smo porabili za najem računalniške opreme in programov (delež, namenjen za pokrivanje stroškov blaga in storitev) ter za delno avtomatizacijo proge za kalibracijo laserskih interferometrov (delež, namenjen za pokrivanje stroškov amortizacije).

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

Dr. Igor Vrečko je bil v letu 2013 vodja projekta »Priprava izhodišč za prenovo programa Produkti in storitve in za izdelavo Strategije prenove in razvoja_2013-2020 Obrtno-podjetniške zbornice Slovenije«.

Dr. Igor Vrečko je v letu 2013 pričel z dogovarjanjem z naročnikom o projektu »Razvoj organizacijskega projektnog sistema i osposabljanje voditelja projekata u Hrvatskoj banki za obnovu i razvitak«, katerega formalen zagon je bil narejen s podpisom pogodbe v začetku leta 2014.

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Proizvodni menedžment

Rezultati ankete o proizvodne dejavnosti imajo velik pomen za SLO proizvodno industrijo - za podjetja, zbornice in vladne institucije. Rezultati bodo posredovani v podjetja, ki bodo dobila sliko o

trenutnem stanju slovenske industrije in o svoji poziciji v njej. Anketa omogoča primerjavo s tujimi državami, s čimer vidimo trende, ki obstajajo v evropski proizvodni industriji. Za zbornice in vladne institucije lahko služijo rezultati kot dobra osnova za pripravo nacionalnih strategij na področju proizvodne dejavnosti.

Rezultati sodelovanja v anketni raziskavi IMMS so zelo zanimivi za Slovenijo in slovenska podjetja, saj s sodelovanjem pridobimo možnost primerjave s podjetji iz celega sveta. V raziskavo 2013 je vključenih 27 držav (Avstralija, Belgija, Kanada, Kitajska, Hrvaška, Danska, Finska, Francija, Nemčija, Madžarska, Indija, Irska, Italija, Japonska, Malezija, Nizozemska, Norveška, Portugalska, Romunija, Slovenija, Španija, Švedska, Švica, Tajska, Turčija, Velika Britanija in ZDA).

Poznavanje stroškovno-časovnega profila omogoča postavitev nove ciljne funkcije za optimizacijo terminiranja proizvodnje: minimalen stroškovno-časovni vložek (SČV). Gre za popolno novost pri doseganju ciljev vitke proizvodnje. Ideja je direktno uporabna pri svetovnih razvijalcih programske opreme za vodenje proizvodnje, saj lahko v svojih rešitvah z dodatkom simulacije stroškovno-časovnega profila vključijo omenjeno funkcijo SČV kot eno od meril učinkovitosti terminiranja.

Kvantitativni model analize učinka biča v oskrbovalni verigi z nivojskimi omejitvami omogoča boljši vpogled na gibanje toka materiala in informacij pri srednjeročnem planiranju oskrbovalne verige. S simulacijskimi orodji smo omogočili izdelavo napovedi potreb, tako da lahko partnerji verige, primerno zahtevam globalnega trga, izboljšajo svoje proizvodne procese.

Dimenzionalno meroslovje

Na področju laserskih frekvenc smo uspešno objavili CMC v bazi KCDB pri BIPM, vse je pripravljeno za akreditacijo postopka umerjanja komercialnih laserjev. Optični sistem z dvema zrcaloma bomo v letu 2014 izdelali in uporabljali (postopki že obstajajo) neposredno za odjemalce meroslovnih storitev. Postopek primerjalne kalibracije laserskih interferometrov na merilni progi 13 m bomo začeli konkretno uporabljati v drugi polovici leta 2014. Postopek bomo akreditirali pri Slovenski akreditaciji. Posledično se bo zmanjšala potreba laboratorijev po kalibracijah v tujini.

Projektni menedžment

Predvsem zaključevanje raziskave o vlogi in možnostih projektnega menedžmenta na področju razvoja občin predstavlja velik potencial za neposredno implementacijo v praksi in doseganje večje učinkovitosti, s tem pa potencialne uspešnosti izvajanja strateškega načrtovanja in razvoja občin in širših regij.

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

--

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

Izr. prof. dr. Borut Buchmeister je glavni urednik tuje mednarodne znanstvene revije International Journal of Simulation Modelling (ISSN 1726-4529), ki sodi v najvišjo kategorijo

(A1) SCI revij na področju proizvodnega strojništva in industrijskega inženirstva. Revijo izdaja Tehniška univerza na Dunaju (TU Wien) v okviru mednarodnega združenja DAAAM International Vienna; letno izidejo štiri številke.

V reviji so objavljani teoretični in praktično usmerjeni članki, ki obravnavajo vprašanja tehnike simulacijskega modeliranja s poudarkom na simulaciji diskretnih dogodkov, širše pa tudi iz drugih inženirskih področij (konstrukcije, energetika).

Dr. Buchmeister je ob izvajanju funkcije glavnega urednika bistveno prispeval k uvrstitvi revije v ključne mednarodne bibliografske baze (Web of Science, Current Contents – Engineering, Computing & Technology, SCOPUS, INSPEC, TEMA, METADEX, ProQuest – CSA, GALE, INIST – PASCAL, CABELL's, EBSCO itd.).

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0120
Naslov programa	Tehnologije metastabilnih materialov s kovinsko osnovo
Vodja programa	10369 Ivan Anžel
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:3060
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2013 - 12.2016
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.04 Materiali 2.04.02 Kovinski materiali
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

V okviru razvoja tehnologij izdelave biomedicinskih nanostrukturnih materialov so bili v letu 2013 na inštitutu IME, RWTH Aachen v Nemčiji z uporabo ultrazvočne razpršilne pirolize izdelani nanodelci zlata in nanodelci spominske zlitine Ni-Ti. Nanodelci so bili sintetizirani z ultrazvočno atomizacijo klorid-nitratnih raztopin. temu je sledila dekompozicija raztopine pri temperaturah 300°C in 800°C v atmosferi vodika in dušika. Aerosol, dobljen pri frekvenčnem vzbujanju 2.5 in 0.8 MHz je bil transportiran z nosilcem z t.i. redukcijskim plinom v vroč reaktor, kjer so bile kapljice aerosola podvržene sušenju in krčenju, precipitaciji topljenca, termolizi ter sintranju. Rezultat te sinteze so bili sintetizirani delci različnih oblik. Pri tem se je pokazalo, da se že pri zelo kratkem času zadrževanja (manj kot eno minuto pri temperaturi pod 300°C) ustvarijo pogoji, ki zagotovijo nastanek želenega sferičnega nano-

prahu. Preiskave USP sinteze pri 260°C in frekvenci 0.8 MHz je pokazala, da je sinteza nanodelcev možna tudi pri nižjih temperaturah. Pri tem nastanejo trikotni in okrogli delci ter delci nepravilnih oblik. Povišanje temperature na 280°C poveča delež cilindričnih delcev. Rezultati raziskav kažejo da je velikost delcev odvisna od premera kapljic in začetne koncentracije raztopine. Povečanje ultrazvočne frekvence od 0.8 do 2.5 MHz, pri konstantni koncentraciji prekursorja pomeni zmanjšanje velikosti kapljic in vodi do višjega števila manjših nanodelcev v končnem produktu. Eksperimentalno delo je tudi pokazalo da povišanje temperature do 500°C pri isti frekvenci povzroči nastanek različnih oblik delcev in poveča njihovo aglomeracijo.

Na področju izdelave metastabilnih materialov z uporabo ekstremne plastične deformacije smo raziskovali vpliv stopnje deformacije na razvoj mikrostrukture in lastnosti izdelanega nanostrukturnega kompozita. Pri tem smo sledili mikrostrukturnim spremembam v disperzijsko utrjenem bakru, s ciljem, da se razišče sinergija disperzijskega in deformacijskega utrjanja. V prvem delu raziskovalnega dela je bila raziskana možnost doseganja velikih globin cone notranje oksidacije (CNO). Z modificiranim Rhinesovim paketom je bila dosežena zadostna globina cone notranje oksidacije za študij obnašanja disperzijsko utrjene zlitine med ECAP (Equal channel angular pressing) postopkom. Preučeno je bilo tečenje materiala na makro nivoju pri delno notranje oksidiranem preizkušancu in homogenem referenčnem vzorcu iz modelirne mase z namenom, da se ugotovi vpliv oksidnih delcev v CNO na tečenje materiala med ECAP postopkom in določi porazdelitev deformacije in stopnjo deformacijskega utrjanja po volumnu preizkušanca. Ugotovljeno je bilo, da na makroskopskem nivoju oksidni delci ne vplivajo na tečenje materiala, zato ni razlike v tečenju cone notranje oksidacije in trdne raztopine. S primerjavo razvoja mikrostrukture med ECAP postopkom v disperzijsko utrjenem materialu in trdni raztopini je bil ovrednoten vpliv oksidnih delcev na mehanizem plastične deformacije. Ugotovljeno je bilo, da oksidni delci povečajo fragmentacijo zrn med ekstremno plastično deformacijo, kar privede do nastanka nanometrskih enakoosnih zrn, ki so obdana z amorfnim mejnim področjem. Na osnovi rezultatov je bil postavljen model plastičnega tečenja nanostrukturnega kompozita v katerem se predpostavlja, da plastično tečenje poteka z drsenjem vzdolž mej zrn.

Na področju raziskav vpliva napetostnega stanja na mikrostrukturo in funkcionalne lastnosti spominskih zlitin iz sistema Ni-Ti je bil v letu 2013 analiziran vpliv večosnega napetostnega stanja na začetek in potek superelastičnega področja pri spominski zlitini Ni-Ti. Za raziskovalno delo je bila uporabljena komercialno dostopna ortodontska žica Ni-Ti z vsebnostjo 50,6 at.% Ni. V prvem delu raziskav je bila izvedena karakterizacija izbranega materiala. Določene so bile transformacijske temperature M_s , M_f , A_s , A_f , moduli elastičnosti, napetosti in deformacije na začetku in koncu superelastičnega območja ter analizirana mikrostruktura v izhodnem nedeformiranem stanju. Z in-situ merjenjem električne upornosti med obremenjevanjem pri enoosnem nategu na napravi za simulacijo enoosnega napetostnega stanja smo potrdili uporabnost te metode za določitev prehoda v superelastično stanje oziroma za spremljanje napetostno inducirane avstenitno martenzitne fazne transformacije. Na osnovi teh rezultatov smo v drugem delu raziskav razvili napravo za simulacijo večosnega napetostnega stanja z možnostjo in situ mejenja električne upornosti in mikrotrdote. Z upogibom, torzijo ter kombinacijo torzije in upogiba smo simulirali obremenitve, ki so prisotne pri ortodontskem zdravljenju. S sočasnim merjenjem električne upornosti smo za ta večosna napetostna stanja določili prehod v superelastično področje. Z analizo mikrostruktur pred in po obremenitvah smo identificirali spremembe in postavili modele razvoja mikrostrukture za različna napetostna stanja.

Na področju visokotrdnostnih metastabilnih materialov so bile v letu 2013 raziskave usmerjene k optimiranju postopka enovaljnega litja (single-roll casting), ki ga je izvajal profesor Haga (*Osaka Institute of Technology*, Department of Mechanical Engineering, Japan) in toplotni obdelavi zlitine Al-Mn-Be-Cu, ki je bila gravitacijsko lita v bakreno kokilo. Temu je sledila ustrezna karakterizacija z različnimi metodami, med njimi tudi XRD (sinhrotron Elettra, Trst,

Italija) in presevna elektronska mikroskopija (Karlsruhe Institute of Technology, Germany ter Austrian Centre for Electron Microscopy, Graz, Avstrija).

Po enovaljčnem litju je bila zlitina sestavljena iz aluminijeve osnove, v kateri je bila tudi kvazikristalna faza. Navzoča je bila tako v obliki primarnih delcev kot tudi v okviru kvazikristalnega evtektika. To je pomemben rezultat, saj še ni nihče na ta način izdelal Al-zlitin utrjenih s kvazikristali. Ta pristop ima tudi potencial za izdelavo takšnih in podobnih zlitin v velikih količinah, kar bi lahko bilo ekonomično za industrijsko izdelavo.

Raziskava toplotnoobdelane zlitine Al-Mn-Be-Cu je pokazala, da se lahko s toplotno obdelavo dosežejo dobre trdnostne lastnosti, ki se ohranijo od okoli 400 °C. S presevno elektronsko mikroskopijo smo ugotovili zaporedje izločanja faz pri različnih temperaturah. Poleg faz, ki so znane iz sistema Al-Cu, nastajajo tudi izločki kvazikristalne faze, medtem ko pri litju nastala kvazikristalna faza ostane v mikrostrukturi do 400 °C. Nad to temperaturo se začne pretvarjati v stabilno fazo t_1 .

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

V letu 2013 so bili realizirani vsi osnovni cilji na področju raziskav metastabilnih materialov s kovinsko osnovo. Nadaljevali smo z raziskavami na področjih izdelave biomedicinskih nanostrukturnih materialov na osnovi zlata in titana, ugotavljanja vpliva ekstremne plastične deformacije pri izdelavi termodinamsko metastabilnih nanostrukturnih kovinskih kompozitov, vrednotenja vpliva napetostnega stanja na mikrostrukturo in funkcionalne lastnosti spominskih zlitin iz sistema Ni-Ti in optimiranja postopka enovaljčnega litja za izdelavo visokotrčnih Al zlitin utrjenih z kvazikristali.

Na področju karakterizacije metastabilnih materialov s kovinsko osnovo smo se v letu 2013 posvetili predvsem določanju stopnje čistosti nanodelcev in iskanju vzrokov za prisotnost nečistoč. Pridobljena znanja z eksperimentalnim delom so pripeljala do spremenjenega koncepta reaktorja za obdelavo aerosolnih kapljic. Z moduliranjem reaktorja na tri samostojno vodene cone bo proces tvorbe nanodelcev voden s kontroliranim potekom treh osnovnih procesov (sušenje, dekompozicija, sintranje). Med ogrevalnimi območji bodo delni produkti ocenjeni z merjenjem velikosti aerosola s pomočjo sistema LLS - sipanje svetlobe laserja. Z merjenjem velikosti bomo dobili vpogled v nastanek delcev pri teh procesih, kar bo omogočilo optimizacijo procesa za potrebe izdelave nanodelcev za industrijske partnerje v večjem obsegu. Takšno spremljanje procesa bo tudi omogočilo postavitev natančnejšega modela nastanka nanodelcev od obstoječega. Z dosedanjim raziskovalnim delom pridobljena znanja na tem področju so omogočila poglobitev sodelovanja z industrijskimi partnerji, ki kažejo velik interes za sodelovanje pri izdelavi novega reaktorja za kontrolirano sintezo kovinskih nanodelcev.

Aktivnosti programske skupine so bile v preteklem letu usmerjene v predstavitev rezultatov raziskovalnega dela v znanstvenih publikacijah, v predstavitve rezultatov na domačih in mednarodnih znanstvenih in strokovnih konferencah, ter v informiranje javnosti o dosežkih preko sporočilih za javnost na spletnih straneh in drugih notranje ustvarjenih podporah.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

Raziskovalno delo programske skupine je v letu 2013 potekalo v skladu s načrtom raziskovalnega programa.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17450518	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kontinuirno litje spominske zlitine Cu-Al- Ni - lastnosti v litem stanju
		ANG	Continuously cast Cu-Al-Ni shape memory alloy - Properties in as-cast condition
	Opis	SLO	Glede na ceno komponent lahko zlitine Cu - Al -Ni uvrstimo med spominske zlitine nizkega cenovnega razreda. Ker je njihova mehanska obdelava zelo draga zaradi krhkosti ulitkov bi bilo bolje izdelati polizdelke, neposredno iz taline s pomočjo ustreznih tehnologij . Za eksperimentalno izdelavo polizdelkov spominske zlitine Cu - 13 %Al - 4 %Ni smo uporabili laboratorijsko napravo za vertikalno kontinuirano litje direktno iz vakuumske indukcijske talične peči. Za litje palic premera 16mm smo uporabili vodno hlajen bakreni kristalizator z grafitnim vložkom . Opravili smo niz različnih testiranj upoštevajoč parametre litja, pri čemer so se povprečne hitrosti litja gibale v območju od 250 mm min - 1 do 625 mm min - 1 . Livnost zlitine je bila pri uporabi te tehnike dobra. Preučili smo področja litega stanja in pri tem ni bilo odkritih razpok ali drugih napak . Uporaba srednjih hitrosti ulivanja se je odrazila v dobri kakovosti površine , in pri tem smo dobili popolnoma martenzitno mikrostrukturo tudi na najnižji povprečni hitrosti ulivanja . Prispevek predstavlja in obravnava kakovost površine , mikrostrukture in mehanskih lastnosti.
		ANG	In respect to the cost of constituents, Cu-Al-Ni alloys can be regarded as low-cost shape memory alloys. However, the processing is quite costly due to the brittleness of the ingots. Therefore it would be advantageous to produce semi-finished products directly from the melt via highly productive technique. A laboratory device for vertical continuous casting directly from the vacuum induction melting furnace was experimentally employed for continuous casting of the Cu-13 wt.% Al-4 wt.% Ni shape memory alloy. A water-cooled copper crystalliser with a graphite insert was used to cast Ø 16 mm strands. Diverse sets of casting parameters were tested, the average casting speeds being within the range from 250 mm min ⁻¹ to 625 mm min ⁻¹ . The castability of the alloy using this technique was good. Strands were examined in the as-cast condition, and no cracks or other defects were discovered. Medium casting speeds resulted in good surface quality, and a fully martensitic microstructure was obtained even at the lowest average casting speed. The paper presents and discusses the surface quality, microstructures and mechanical properties.
	Objavljeno v	Elsevier Sequoia; Journal of alloys and compounds; 2013; Vol. 580; str. 497-505; Impact Factor: 2.390;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.8; A': 1; WoS: EI, PM, PZ; Avtorji / Authors: Lojen Gorazd, Gojić Mirko, Anžel Ivan	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	16722966	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Laminarna naravna konvekcija ne-Newtonovih nanofluidov na kvadratnem omejenem prostoru z neenakomerno ogrevanimi stranskimi stenami
		ANG	Laminar natural convection of non-Newtonian nanofluids in a square enclosure with differentially heated side walls
		Predloženo delo obravnava laminarno naravno konvekcijo v kvadratnem prostoru z neenakomerno ogrevanimi stranskimi stenami izpostavljenimi konstantnim temperaturam in napolnjenimi s homogeno 0,4 % vodno raztopino karboksimetil celuloze (CMC) z Au , Al ₂ O ₃ , Cu in TiO ₂ nano delci, ki se podreja reološkemu modelu Newtonovega fluida. Glavne diferencialne enačbe so bile rešene s standardno metodo končnih	

Opis	SLO	volumov. Hidrodinamična ter toplotna polja so bila povezana z uporabo Boussinovega približka. Glavni cilj te študije je bil raziskati vpliv volumskega deleža nanodelcev ($0\% = \phi = 10\%$) na karakteristike prenosa toplote nanofluidov na osnovi CMC (karboksimetilceluloznih) v širokem razponu Raylejevega števila ($10^3 = Ra_{nf} = 10^6$) za nanofluide. Rezultati so podani v obliki brezdimenzijskih numeričnih vrednosti temperaturnega in hitrostnega nihanja, izoterm, povprečnega Nusseltovega števila in dviga prenosa toplote. Rezultati kažejo, da na karakteristiko prenosa toplote in momenta vpliva le Raylejevo število, medtem ko vrsta nanodelcev (npr. termo-fizikalne lastnosti) in njihov volumski delež vplivata le na povečanje količine prenosa toplote.
	ANG	The present work deals with the laminar natural convection in a square cavity with differentially heated side walls subjected to constant temperatures and filled with homogenous 0,4 wt. % aqueous solution of carboxymethyl cellulose (CMC) based Au, Al ₂ O ₃ , Cu and TiO ₂ nanofluids obeying the Power law rheological model. The governing differential equations have been solved by the standard finite volume method and the hydrodynamic and thermal fields are coupled together using the Boussinesq approximation. The main objective of this study is to investigate the influence of the nanoparticles f volume fraction ($0\% = \phi = 10\%$) on the heat transfer characteristics of CMC based nanofluids over a wide range of nanofluid Rayleigh number ($10^3 = Ra_{nf} = 10^6$). Accurate numerical results are presented in the form of dimensionless temperature and velocity variations, isotherms, mean Nusselt number and heat transfer enhancement. The results indicate clearly that the heat and momentum transfer characteristics are affected only by the nanofluid Rayleigh number, while the type of nanoparticles (i.e. thermo-physical properties) and their volume fraction have effect only on the heat transfer enhancement.
	Objavljeno v	DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, iss. 1; str. 5-16; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Ternik Primož, Rudolf Rebeka
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	17274390 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Sinteza Au nanodelcev izdelanih z ultrazvočno razpršilno pirolizo in naknadno redukcijo z vodikom
	ANG	Synthesis of Au nanoparticles prepared with ultrasonic spray pyrolysis and hydrogen reduction
Opis	SLO	Zlate nanodelce različnih velikosti in oblik (sferični, cilindrični, trikotni in okrogli) smo pripravili s sintezo zlata z uporabo ultrazvočne razpršilne pirolize (USP) in redukcije. Eksperimentalne raziskave USP-metode so bile izvedene z ultrazvočnim izvirom s frekvenco med 0,8 MHz in 2,5 MHz z delovanjem na vodno raztopino HAuCl ₄ , kjer je prišlo do formiranja aerosolov z mikro- in nanovelikostjo kapljic. Rezultati preiskav kažejo, da je oblika in velikost nastalih Au-delcev odvisna od karakteristik raztopine in od frekvence ultrazvoka. Drugi proces sinteze Au-nanodelcev je vključeval kasnejšo toplotno dekompozicijo kapljic aerosola. Izveden je bil v vodikovi atmosferi med 260°C in 500°C. Preiskave so pokazale, da so tako izdelani Au-delci bolj homogeni in manjši.
		Golden nanoparticles of different sizes and shapes (spherical, cylindrical, triangular and round) where prepared during a synthesis of gold with ultrasonic spray pyrolysis (USP) and hydrogen reduction. The experimental investigations of the (USP) method were performed with an ultrasonic source of 0.8 MHz and 2.5 MHz, acting on the water solution of HAuCl ₄ forming aerosols with micron-sized and nanosized

		ANG	droplets. The results of the investigation show that the final shape and size of the Au particles depend on the characteristics of the solution and the frequency of the ultrasound. The second step of synthesizing the Au nanoparticles includes the subsequent thermal decomposition of the aerosol droplets in a hydrogen atmosphere between 260°C and 500°C. The investigations showed that the Au nanoparticles prepared in this way are smaller and more homogeneous.
	Objavljeno v		Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; Materiali in tehnologije; 2013; Letn. 47, št. 5; str. 577-583; Impact Factor: 0.571; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; WoS: PM; Avtorji / Authors: Stopić Srečko, Rudolf Rebeka, Bogovic Jelena, Majerič Peter, Čolić Miodrag, Tomić Sergej, Jenko Monika, Friedrich Bernd
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	16580118	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Študije treninga z upogibanjem, transformacijskih temperatur in stabilnosti dvosmernega oblikovnega spomina trakov zlitine NiTi
		ANG	Investigation of bending trainings, transformation temperatures, and stability of two-way shape memory effect in NiTi-based ribbons
	Opis	SLO	Prispevek obravnava uporabo hitrega strjevanja z metodo melt spin tehnike za pripravo tankih trakov na osnovi niklja in titana. V splošnem uporaba hitrega strjevanja s to tehniko močno spremeni mikrostrukturo, pripomore k izboljšanju žilavosti, izboljša oblikovni spomin ter vodi do vzorcev majhnih dimenzij. Za trening spominskega efekta smo uporabili več tisoč toplotnih ciklov s pomočjo postopka upogibnega deformiranja in pri tem nenehno opazovali spremembe oblikovnega spomina in mehanizem transformacije. Te spremembe nastale z uvedbo termičnega vpliva, so posledica pojava vmesne faze, ki je bila verjetno stabilizirana zaradi povečane koncentracije napak. Vpliv treninga in toplotnih ciklov na lastnosti trakov smo preučevali z rentgensko difrakcijo, TEM mikroskopijo in DSC kalorimetrijo. Rezultati so prikazali, da je bil trening z upogibanjem uporaben postopek za razvoj dvosmernega oblikovnega spominskega učinka (TWSME). Vsi vzorci izkazujejo učinek oblikovnega spomina takoj po procesu brez dodatne toplotne obdelave. Dodatek bakra zlitinam niklja in titana je učinkoval na zmanjšanje histerezne transformacije. Dodatek W je izboljšal stabilnost TWSME in njegove mehanske lastnosti. TWSME (učinek dvosmernega oblikovnega spomina) trakov in njegova stabilnost sta primerna za številne aplikacije, kot so mikro-senzorji in mikro-aktuatorji.
		ANG	

		and microactuators.
	Objavljeno v	ASM International; Journal of materials engineering and performance; 2013; Vol. 22, iss. 5; str. 1443-1452; Impact Factor: 0.915; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; WoS: PM; Avtorji / Authors: Mehrabi Kambiz, Brunčko Mihael, Kneissl Albert C.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	16965910 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Razmerje med aktivnostjo tankih plasti SiO ₂ in gostoto celičnih mest
		<i>ANG</i> Relationship between activity of silica thin films and density of cells occupation
	Opis	<i>SLO</i> Tanke plasti SiO ₂ smo nanесли na površine trakov iz nerjavnega jekla in njihovo aktivnost raziskovali zlasti z vidika gostote števila hidroksilnih skupin na njihovi površini. Postopek izračuna gostote aktivnih OH skupin vključuje določitev povprečne dolžine verig SiO ₂ , ki tvorijo delce silicijeve soli skoraj enakih velikosti, na osnovi TGA (Termo gravimetrične analize) analize. Velikost SiO ₂ delcev je analizirana s pomočjo TEM mikroskopije in metode dinamičnega sipanja svetlobe. Gostoto celic fibroblasta (L929) na površini teh filmov smo raziskali z uporabo fazne kontrastne mikroskopije. Izkazalo se je, da obstaja razmerje med gostoto OH skupin in gostoto priloženih celic. Poleg tega smo proučevali in primerjali citotoksični učinek za različno termično obdelane tanke plasti SiO ₂ .
		<i>ANG</i> The SiO ₂ thin films were deposited on the surfaces of stainless steel tapes and their activity was particularly investigated from the aspect of the number density of hydroxyl groups on their surfaces. The calculation procedure of density of active OH groups includes determination of average length of silica chains that constitute silica sol particles with almost uniform size, on the base of TGA analysis. The size of SiO ₂ particles is analyzed by TEM microscopy and dynamic light scattering method. Fibroblast (L929) cell densities on the surfaces of these films were investigated using phase contrast microscopy. It was shown that there is a relationship between OH group densities and density of attached cells. Besides, the cytotoxicity effect was studied and compared for various thermally treated SiO ₂ thin films.
	Objavljeno v	John Wiley & Sons; Journal of biomedical materials research; 2013; Impact Factor: 2.834; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.961; A': 1; WoS: IG, QE; Avtorji / Authors: Jokanović Vukoman, Čolović B., Jokanović B., Rudolf Rebeka
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	16906774 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Zlati nanodelci – lastnosti, sinteza in aplikacija
		<i>ANG</i> Gold nanoparticles - properties, synthesis and application
	Opis	<i>SLO</i> V tem prispevku je predstavljena metoda sinteze nanodelcev zlata z ultrazvočno razpršilno pirolizo in redukcijo v vodni raztopini. Ultrazvočna razpršilna piroliza je najpogostejše uporabljena metoda za sintezo nano delcev s kontrolirano velikostjo in morfologijo ter ozkim območjem velikostne porazdelitve. Pri tem procesu potekata hladna atomizacija tekočih raztopin, ki vsebujejo kovine in tvorba aerosola. V prispevku je posebna pozornost posvečena tvorbi nanodelcev zlata iz raztopine vodikovega tetrakloroaurata uporabo natrijevega citrata kot reducenta v

		vodni raztopini pri atmosferskem in pri višjih tlakih.	
	ANG	This study provides the newest information regarding the synthesis of gold nanoparticles via the ultrasonic spray pyrolysis method and reduction in aqueous solution. Ultrasonic spray pyrolysis (USP) is the mostly used method for the synthesis of particles with controlled and uniform particle size because of easy powder morphology control and the availability of cheap precursor solutions. In the USP process a metal-containing solution is cold atomized forming an aerosol. Special attention is given in this paper to the formation of Gold nanoparticles from gold auric acid solution using sodium citrate as the reducing agent in an aqueous solution under atmospheric and high pressure.	
Šifra	B.04 Vabljeno predavanje		
Objavljeno v	Association of Metallurgical Engineers of Serbia (AMES) = AMES; Proceedings and book of abstracts; 2013; Str. 25-34; Avtorji / Authors: Rudolf Rebeka, Anžel Ivan, Stopić Srečko, Friedrich Bernd, Čolić Miodrag		
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)		
2.	COBISS ID	16891670	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sinteza in karakterizacija nanodelcev zlata
		ANG	Synthesis and characterization of gold nanoparticles
	Opis	SLO	Prispevek obravnava sintezo nanodelcev zlata s postopkom ultrazvočne razpršilne piroлизe. To je metoda kemijske redukcije, ki omogoča na preprost način kontrolo velikosti in morfologije delcev z uporabo cenених izhodnih komponent. Izdelava nanodelcev zlata poteka pri tej metodi z atomizacijo raztopine vodikovega tetrakloroaurata in redukcijo Au ₂ Cl ₆ z vodikom. Hladna atomizacija razredčene raztopine vodikovega tetrakloroaurata je potekala z ultrazvočno frekvenco 0,8MHz in 2,5 MHz. Temperature termičnega razpada raztopine so bile 260 in 500 °C. Tehnika je omogočala izdelavo različnih frakcij nanodelcev zlata s sferično, cilindrično, trikotno in okroglo obliko, pa tudi delce nepravilnih oblik s porazdelitvijo velikosti v območju med 10 in 260 nm. Raziskave so pokazale, da vplivata na velikost in obliko nanodelcev koncentracija izhodne raztopine in frekvenca ultrazvočnega razprševanja. Za karakterizacijo nanodelcev so bile uporabljene metode SEM, TEM in EDS analiza.
		ANG	This paper deals with the synthesis of gold nanoparticles, which was carried out by a process called Ultrasonic Spray Pyrolysis (USP). This is a chemical reduction method with a relatively easy particle morphology control and availability of cheap precursors. In order to obtain gold nanoparticles with this method, a decomposition of H ₂ AuCl ₄ , followed by a hydrogen reduction of Au ₂ Cl ₆ takes place. The experiments were conducted with an atomization of a diluted solution of tetrachloroauric acid with an ultrasonic frequency of 0.8 MHz and 2.5 MHz. The temperatures for thermal decomposition of the solution were between 260 °C and 500 °C. This technology allowed us to prepare different fractions of gold nanoparticles with spherical, cylindrical, triangular, round and irregular shapes, with sizes ranging from 10 to 260 nm. The research revealed the role of precursor concentration and selection of proper ultrasonic frequency which influenced finally the size and shape of the produced gold nanoparticles. For the purpose of characterization, we used SEM and TEM with EDS analysis.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Faculty of Metallurgy; Innovative foundry processes and materials; 2013; Str. 222-231; Avtorji / Authors: Majerič Peter, Rudolf Rebeka, Anžel Ivan, Stopić Srečko, Čolić Miodrag, Friedrich Bernd	

	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	16907798	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spremembe v mikrostrukturi ekstremno plastično deformirane z oksidi disperzijsko utrjene bakrove zlitine
		ANG	Determination of microstructural changes by severely plastically deformed oxide dispersion strengthened copper alloy
	Opis	SLO	V naši raziskavi smo se ukvarjali z tehnologijo izdelave kovinsko-keramičnega nanostrukturnega kompozita z uporabo procesov notranje oksidacije in ekstremne plastične deformacije. Za ta namen je bila uporabljena Cu-Al zlitina z 0,4 ut.% Al. Notranja oksidacija je v prvem koraku izdelave omogočila fino disperzijo nano-velikih oksidnih delcev v kovinski matici. Tako izdelan kovinsko-keramičen kompozit je bil podvržen ekstremni plastični deformaciji, kar je omogočilo izdelavo nanostrukturnega materiala. Ekstremno plastična deformacija je bila izvedena z uporabo ECAP postopka, ki omogoča da z uporabo čistega striga dosežemo plastično deformacijo preizkušanca. Razvoj mikrostrukture v disperzijsko utrjenem materialu in trdni raztopini je bil analiziran v delno notranje oksidiranem Cu-0,4 ut.% Al preizkušancu. Naš namen je bil analizirati mikrostrukturne značilnosti po ECAP postopku zato smo uporabili metodo XRD (difrakcija rentgenskih žarkov). Rezultati kažejo na strukturne spremembe. Rezultati XRD analize v vzorcih po ECAP postopku kažejo na prisotnost faz Cu, Cu ₂ O, Cu ₄ O ₃ ali Al ₂ O ₃ , odvisno od vrste vzorca.
		ANG	Our research work deals with the problem of producing a complex metal-ceramic nanostructural composite using the processes of internal oxidation and severe plastic deformation. For this purpose, Cu-Al alloy with 0.4 wt.% of Al was used. The internal oxidation (IO) of the sample serves in the first step of the processing as a means for attaining a fine dispersion of nano-sized oxide particles in the metal matrix. The production technology continues with repeated application of severe plastic deformation (SPD) of the resulting metal-matrix composite to produce the bulk nano-scaled structural material. SPD was carried out with equal channel angular pressing (ECAP), which allowed that the material could be subjected to an intense plastic strain through simple shear. The microstructural evolution of one phase and multiphase material was studied on internally oxidized Cu-0.4%wt. Al sample composed of one phase copper-aluminum solid solution in the core and fine dispersed oxide particles in the same matrix in the mantle region. Our purpose is to identify the microstructural features resulting in the microstructure after the ECAP process. In this manner X-ray diffraction was used. The results reflect structural changes completely. Local structures in plastically deformed samples registered with X-ray diffraction reflect the presence of Cu, Cu ₂ O, Cu ₄ O ₃ or Al ₂ O ₃ structural characteristics, depending on the type of sample.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Association of Metallurgical Engineers of Serbia (AMES) = AMES; Proceedings and book of abstracts; 2013; Str. 355-361; Avtorji / Authors: Kos Matija, Anžel Ivan, Rudolf Rebeka, Gilić Matina, Romčević Maja J., Petrović Damjanović Milica, Ralević Uroš, Hadžić Branka, Mitrić Miodrag, Romčević Nebojša	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
4.	COBISS ID	16907286	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metode raziskav napetostno inducirane martenzita v ortodontski žici iz spominske zlitine NiTi pri različnih napetostnih stanjih
		ANG	Methods of investigation of the stress-induced martensite in the orthodontic wire from shape memory alloy NiTi under different stress

		states
Opis	SLO	V komercialno dostopni ortodontski žici smo izmerili transformacijske temperature in izveden je bil natezni preizkus, kjer smo določili napetost za začetek in konec fazne transformacije v trdnem stanju. Naše eksperimentalne metode za preiskavo napetostno povzročene martenzita na različnih napetostnih stanjih, vključujejo merjenje električnega upora in določitve trdote. Za doseg različnih napetostnih stanj v ortodontski žici smo uporabili naprave za simulacijo enoosne napetosti in večosnih napetosti. S tema dvema napravama smo deformirali ortodontsko žico tako, da smo ustvarili različne napetosti v žici kot so: natezne, upogibne, torzijske in kombinacije torzijske in upogibne. Rezultati naše preiskave so lahko uporabni za boljše razumevanje funkcionalnega obnašanja NiTi žice v ustnem okolju.
	ANG	In commercially available orthodontic wire we measured the transformation temperatures and we performed tensile tests where we determined the stress at both the start and end of solid state transformation. Our experimental methods for instigation of stress-induced martensite in different stress state included measurements of electrical resistance and determination of the hardness. To achieve different stress states on orthodontic wire we used devices to simulate uniaxial and multi-axial stresses. With these devices we deformed orthodontic wire so that we created different stresses on the wire, such as tension, bending, torsion and combinations of these. The results of our investigation can be used to provide better understanding of the functional behaviour of NiTi wire in the oral environment.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
Objavljeno v	Association of Metallurgical Engineers of Serbia (AMES) = AMES; Proceedings and book of abstracts; 2013; Str. 147-153; Avtorji / Authors: Ferčec Janko, Rudolf Rebeka, Anžel Ivan, Pulko Irena, Marković Evgenija, Stamenković Dragoslav, Glišić Branislav	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID	17513750 Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Multiregresijska analiza krivulje tečenja s torzijskim preizkusom
	ANG	Multi regression analysis of flow curve obtained by torsion test
Opis	SLO	Prispevek prikazuje določitev krivulje tečenja za jekla z uporabo multiregresijske analize, ki temelji na osnovi majhnega števila eksperimentalno dobljenih vrednosti pri torzijskem preizkusu. Poznavanje krivulj tečenja je nujno za uspešno načrtovanje postopkov preoblikovanja kovinskih materialov. Najpogosteje se za te namene uporabljata natezni in torzijski preizkus. V prispevku je opisana uporaba torzijskega preizkusa za določitev krivulj tečenja. Pri torzijskem preizkusu je vzorec cilindrične oblike ukrivljen s torzijo okrog njegove osi. Eksperimentalni podatki torzijskega preizkusa so bili obdelani z določitvijo statističnih karakteristik eksperimentalnih vrednosti.
	ANG	This paper presents determination of flow curve of steel by using multi regression analysis based on only few experimental points of torsion test. It is necessary to know the flow curve of the formed metal and the best way to obtain one are different experiments such as tensile, upsetting or torsion tests. In the paper torsion test was used for obtaining the flow curve. In torsion test a cylindrical specimen is twisted by torque acting around its axis. Experimental data of torsion test were processed by determination of statistical characteristic of experimental results.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Material Science and Engineering Technology II : selected, peer	

Objavljeno v	reviewed papers from the 2013 2nd International Conference on Material Science and Engineering Technology (ICMSET 2013), November 16-17, 2013, London, United Kingdom, (Advanced materials research, ISSN 1022-6680, ISSN 1662-8985, vol. 856). Durnten-Zurich: Trans Tech Publications, cop. 2014, str. 159-163, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.856.159.Avtorji / Authors: Gusel Leo
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

Dr. Rebeka Rudolf - Razvoj in vodenje raziskovalne skupine Zlatarne Celje; Šifra 1716-001; Vodenje projektov v Zlatarni Celje d. d.
Dr. Mihael Brunčko - Vodenje projektov v podjetju Magneti d.d. Ljubljana;

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	3
bolonjski program - II. stopnja	0
univerzitetni (stari) program	0

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
31992	Matej Steinacher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
31992	Matej Steinacher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
		<input type="text"/>		

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C - študent – doktorand iz tujine
- D - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

Eureka Cell-Ti E! 5831 (vodja prof. dr. Ivan Anžel)

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

Magneti d.d.: Razvoj novih magnetnih materialov (doc. dr. Mihael Brunčko)
Magneti d.d.: Razvoj postopka recikliranja odpadnih SmCo magnetov (prof. dr. Ivan Anžel)
RC SIMIT, razvojni center za sodobne materiale in tehnologije, d.o.o.: Razvoj vezivnega sistema brusnih plošč superabrazivov za čiščenje ulitkov (doc. dr. Mihael Brunčko)

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Dosedanji rezultati raziskovalnega dela na področju izdelave biomedicinskih nanostrukturnih materialov na osnovi zlata s tehnologijo ultrazvočne razpršilne pirolize so zelo vzpodbudni. Kažejo velik potencial uporabe te tehnologije za izdelavo zlatih nanodelcev in realne možnosti za prenos te tehnologije v industrijsko okolje. Rezultati so zelo vzpodbudni tudi s stališča uporabnosti tako izdelanih nanodelcev v biomedicinske namene. Ker je cena nanodelcev zlata približno petkrat višja od cene delcev zlata mikrometerske velikosti se tudi v ekonomskem smislu kažejo zelo pozitivne smernice. Nadaljnje raziskovalno delo raziskovalne skupine bo zato povezano s prenosom te tehnologije v industrijsko okolje. Potencialni partner in investitor prenosa v industrijo je Zlatarna Celje d.d., ki je pokazala velik interes za ta produkt.

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

V letu 2013 raziskovalna skupina ki dela na programu P2-0120 ni zabeležila izjemnih znanstvenih dosežkov.

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

V letu 2013 raziskovalna skupina ki dela na programu P2-0120 ni zabeležila izjemnih družbeno-ekonomskih dosežkov.

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0137
Naslov programa	Numerična in eksperimentalna analiza nelinearnih mehanskih sistemov
Vodja programa	10470 Nenad Gubelj
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2678
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2013 - 12.2016
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.05 Mehanika 2.05.02 Eksperimentalna mehanika
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

V prvem letu raziskav smo se osredotočili na analizo napetostno-deformacijskega in lomnega obnašanja mehanskih sistemov, ki bodo predmet analize vpliva heterogenih lastnosti na lomno obnašanje. Problematika je bila analizirana večplastno in sicer na:

- področju aplikacije komponent, ki so bile podvržene deformiranju kot so vzvojne palice, segmenti cevovoda kot laboratorijski preizkušane za določitev lomne žilavosti. Utrujanje metastabilnih avstenitnih materialov med katerimi prihaja do faznih transformacij mikrostruktur zaradi nastanka in utrujenostne rasti razpok,
- optimizacija oblike konstrukcijskih komponent
- razvoj senzorskih tehnik za opazovanje rasti razpoke na osnovi relaksacije na površini materiala
- razvoj in numerično modeliranje gonilne sile razvoja razpoke v nehomogenih materialih
- razvoj eksperimentalne opreme in preizkušanje obnašanja materiala izpostavljenega dinamičnim in monotno naraščajočim obremenitvam.

V skladu z najavljenimi vsebinami programa smo kombinirali eksperimentalne meritve in numerično modeliranje lomnega obnašanja v heterogenih mikrostrukturah, kot so zvarni spoj. Pri čemer smo raziskovali vpliv razpoke v vmesni plasti z linijo spajanja. Zaradi uporabnosti tudi na ostalih zlitinah, ki se uporabljajo za implantate smo ocenjevali vpliv posameznih legirnih elementov na tvorbo heterogenih mikrostruktur v Ti-Al zlitini z dodatkom Zr namesto V. Raziskovalno delo je potekalo tudi v okviru dveh bilateralnih projektov z ZDA in Rusko federacijo. Z Univerzo v Princetonu sodelujemo na razvoju novih senzorjev s pomočjo katerih je možno spremljati deformacijsko obnašanje komponent. Razvite metode kombinirajo globalno opazovanje obnašanja senzorjev, ki so porazdeljeni po konstrukciji kot tudi lokalno deformacijsko analizo, ki sloni na rezultatih analiz po metodi končnih elementov. Z namenom da se na konstrukciji določijo kritična mesta za nastanek utrujenostnih razpok in napove obnašanje teh točk in njihov vpliv na preostanek življenjske dobe so bili razviti novi optični senzorji kot tudi senzor sestavljen iz merilnih lističev (ang. »Strain gauges«). Princeton univerza na področju opazovanja obnašanja konstrukcije uporablja optične senzorje z porazdelitveno občutljivostjo, ki so vgrajeni v Sreicker most v univerzitetnem kampusu. To je senzor s porazdelitveno občutljivostjo, ki v vsaki vzdolžni točki meri enodimenzijsko deformacijsko polje. Porazdelitveni senzorji 1D in 2D se lahko montirajo na velikih razponih tudi na različnih konstrukcijskih komponentah kot so (jeklne vrvi, palični nosilci, ločne konstrukcije, ..). Tako vgrajeni omogočajo celovito opazovanje, ki povezuje neposredno detekcijo in karakterizacijo lokalnih sprememb deformacije, ki bi povzročila poškodbo konstrukcije. Na Univerzi v Mariboru v Laboratoriju za strojne elemente in konstrukcije je bilo opravljeno testiranje spremembe deformacij na površini. Osem merilcev deformacij je bilo uporabljeno, in sicer 7 v liniji in en kot referenčni na površini štiri točkovnega upogibnega preizkušanca. Tako postavljeni merilci so bili uporabljeni za določitev kalibracijske krivulje, ki kaže odvisnost med spremembo deformacije in dolžino razpoke. Tehnika temelji na zakonitosti rasti utrujenostne razpoke in opazovanju spremembe amplitude deformacije na površini. V primeru različne amplitude obremenjevanja je potrebno deformacijo normalizirati z napetostjo. Med utrujenostno rastjo razpoke nastopa prerazporeditev deformacij na površini preizkušanca. S pomočjo sprememb deformacij na površini je možno spremljati rast razpoke, njeno obliko in položaj v globini preizkušanca. Na osnovi spremljanja deformacij je možno oceniti rast razpoke. Eksperimentalni rezultati kažejo, da so senzorji deformacij občutljivi na rast razpoke glede na položaj senzora na površini. To otežuje ločitev med iniciacijo in utrujenostno rastjo razpoke v odvisnosti od števila ciklov. Zaradi tega je možno oceniti le približno število ciklov med dvema različnima utrujenostnima režimoma za začetek rasti utrujenostne razpoke. Vendar eksperimentalne raziskave kažejo možnost uporabe kontinuiranega spremljanja rasti razpoke med obratovanjem na kritičnih mestih mehanske konstrukcije, kot je most. V primeru očitnih odstopanj od normalnih obratovalnih pogojev je možno ukrepati za preprečitev porušitve.

Z Akademijo za znanost Ruske federacije sodelujemo na razvoju in uvajanju novih tehnik preizkušanja materiala cevovoda. In sicer v sedanji fazi enoplastne cevi, v naslednji pa večplastnih cevi z aksialno razpoko. Z namenom, da se razvijejo alternativne tehnike preizkušanja že dobavljenih cevovodov smo predložili novi preizkušavec, ki se izdelava kot prstan iz cevi in se na robovih naredijo zareze oz. razpoke kot mesta koncentracije napetosti, na katerih je možno izmeriti lomno obnašanje. Za normalizacijo obremenitve, glede na stopnjo plastifikacije je potrebno določiti mejno obremenitev. Mejna obremenitev je odvisna od geometrije preizkušanca in načina obremenjevanja. Predpostavljeno je, da mejna obremenitev nastopi, ko pride do plastifikacije preostalega nezlomljenega ligament prstana. Za določitev plastifikacije nezlomljenega ligament je uporabljena metoda končnih elementov. V okviru projekta so dane rešitve za prstanasti obroč z dvema diametralno simetričnima razpokama enake globine za območje od $0.45 \leq a/W \leq 0.55$. Numerično dobljeni rezultati za mejno obremenitev, ki so bili primerjani z eksperimentalnimi, kažejo dobro ujemanje tudi z izpeljano analitično rešitvijo do meje tečenja materiala.

Za določanje napetostno-deformacijskega stanja v kritičnem prerezu se običajno uporabljajo empirične enačbe za vztrajnostne in odpornostne momente s številčnimi koeficienti, saj poleg prostorsko upogibnih, nastopajo tudi strižne in vzvojne napetosti. Namen raziskave je ugotoviti, ali lahko z inženirskimi trdnostnimi enačbami dovolj natančno določimo napetosti v kritičnih prerezih obroča. V našem primeru se je, na aksialno upogibno obremenjenem obroču, opravila analiza deformacijsko napetostnega stanja po MKE s programom ABAQUS. S pomočjo empiričnih koeficientov določeni, analitična in numerična rešitev sta se primerjali z eksperimentalno izmerjenimi deformacijami obroča. Deformacije so bile na zunanji površini neposredno izmerjene s pomočjo stereo - optičnega sistema ARAMIS

V okviru nadaljnjega raziskovalnega dela na projektu smo določili razlike v lomnem obnašanju standardnega upogibnega preizkušanca in prstanestega obroča. Pri prstanestem obroču nastane napravnostna utrujenostna razpoka zaradi nepravilne oblike fronte razpoke. Napetostno-deformacijski pogoji so bili analizirani s pomočjo metode končnih elementov. Kritično odpiranje konice razpoke v trenutku iniciacije stabilne rasti razpoke je bilo določeno na osnovi relaksacije deformacij na površini, ki je bila opazovana s stereo-optičnim sistemom. Primerjava med CTOD-R odpornostnimi krivuljami obeh vrst preizkušancej je pokazala podobnosti v gonilni sili razvoja razpoke, s čemer je možno prstanasti obroč z diametralno zarezo uporabiti kot preizkušavec za določitev lomne žilavosti materiala cevovoda. V drugi fazi raziskav bomo analizirali večplastne konstrukcijske komponente in izboljšanje trdnosti in lomne odpornosti s prostorskim spreminjanjem mehanskih lastnosti. Pravtako bomo eksperimentalno verificirali povečanje utrujenostne odpornosti materiala na nastanek in rast razpok, kot tudi kontaktirali partnerje v domačem prostoru za proizvodnje in novih večplastnih materialov.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

Stopnja realizacije na področju analiz utrujenostnega obnašanja komponent ih homogenih materialov, oz. materialov z preddeformirano mikrostrukturo, je v celoti izpolnjena. V sedanj fazi načrtujemo aplikacijo večplastnih materialov v teh komponentah z namenom poboljšati trdnosti in lomno odpornost komponent. Zaradi zmanjšanja dolžine trajanja program s predlaganih 6 na 4 leta je bilo potrebno bolj aktivno začeti na numeričnih aplikacijah na področju optimiranja konstrukcijskih komponent, za katere pričakujemo rezultate v letu 2014.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

Sprememb raziskovalnega programa ni bilo.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	16794390	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določitev kalibracijske funkcije za utrujenostno rast razpoke z meritvijo deformacij na površini
		ANG	Determination of calibration function for fatigue crack propagation by measurment[!] surface deformation
	Opis	SLO	Komponente in konstrukcije, ki so izpostavljene elastičnim dinamičnim obremenitvam se odzovejo z elastičnimi deformacijami na površini materiala. Mehanski odziv teh parametrov se lahko spremlja s elektorničkim merilci za sistem kontinuiranega opazovanja, ki ga nadzira računalniški sistem. V primeru nastanka utrujenostne razpoke in njene propagacije pod ciklično obremenitvijo nastopajo odstopanja od običajenega deformacijskega obnašanja (ko ni razpok). Implementacija primerne sistema, ki je računalniško podprt za ocenjevanje, analizo in aktiviranje na ukrepanje je pomemben element za zagotovitev varnega obratovanja konstrukcijske komponente oz. celotne konstrukcije. Za oceno globine rasti razpoke so bili uporabljeni linijsko pozicionirani merilni lističi. Na osnovi relaksacije na površini se je ocenjevala globina rasti razpoke. Tako je spremljanje rasti razpoke v globino povezano s relaksacijskim obnašanjem na površini preizkušanca. Pokazalo se je, da opazovanja obnašanja material pod ciklično obremenitvijo je možno prikazati s tki. kalibracijsko krivuljo, ki predstavlja spremembo deformacije na površini v odvisnosti od rasti razpoke v globino. V okviru članka je opisano oprema za elektronično spremljanje kalibracijske krivulje.
		ANG	Components and structures exposed to elastic dynamic loading respond with elastic strains on the surface of the material. Mechanical response could be monitored by deformations on the surface. The measurements and monitoring of these parameters could be performed with electronic devices for on-line measurements, controlled by computerized systems. In the case of fatigue crack initiation and propagation the cyclic strain amplitude deviated from initial strain response (mean value and amplitude). Implementation of appropriate monitoring system supported by computerized programs for evaluation, analyses and activation represent important means to safe service component or construction. To evaluate flaw depth growth, the strain gauge measuring sensors could be used. These sensors measure surface deformation relaxation due to flaw depth growth. The monitoring of the material under cyclic loading could be performed with experimentally determined calibration curve, representing deformation on the surface and depth of the semi-elliptical crack growth on the surface or cross section of the material. The

		goal of this paper is describe electronic device and experimental procedure in order to determine calibration function.
	Objavljeno v	Universiteit Gent; Sustainable construction & design; 2013; Vol. 4, no. 1; [8] str.; Avtorji / Authors: Glaser Bruno, Gubeljak Nenad, Predan Jožef, Gubeljak Patrik, Veg Aleksandar
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	17203990 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Določite mejnih obremenitev za nov prstanasti preizkušane
		<i>ANG</i> Determination of limit loads for new pipe - ring specimens
	Opis	<p><i>SLO</i> Za ceno celovitosti cevovoda je potrebno poznati mejno obremenitev za različne globine razpoke. Standardno lomno-mehansko preizkušanje tankostenih cevovodov je pogosto težavno, ker ni možno izpolniti standardnih zahtev. Z namenom, da se razvijejo alternativne tehnike preizkušanja že dobavljenih cevovodov smo predložili novi preizkušane, ki se izdelata kot prstan iz cevi in se na robovih naredijo zareze oz. razpoke kot mesta koncentracije napetosti, na katerih je možno izmeriti lomno obnašanje. Za normalizacijo obremenitve, glede na stopnjo plastifikacije je potrebno določiti mejno obremenitev. Mejna obremenitev je odvisna od geometrije preizkušanca in načina obremenjevanja. Predpostavljeno je, da mejna obremenitev nastopi, ko pride do plastifikacije preostalega nezlomljenega ligament prstana. Za določitev plastifikacije nezlomljenega ligament je uporabljena metoda končnih elementov. V okviru članka so dane restive za prstanasti obroč z dvema diametralno simetričnima razpokama enake globine za območje od $0.45 \leq a/W \leq 0.55$. Numerično dobljeni rezultati za mejno obremenitev so bili primerjani z eksperimentalnimi.</p> <p><i>ANG</i> Structural integrity assessment of pipeline requires limit load solutions for variety of crack depth in order to predict loading capacity of pipeline or resistance to initiation and crack growth. Standard fracture toughness testing of thin walled pipeline is often difficult to perform in order to complete standard requirements. In order to find alternative technique for measurement fracture toughness of already delivered pipeline segment, the new pipe-ring specimen has been proposed. In order to determine normalized fracture toughness of pipe-ring specimens the limit load is necessary to determine. The limit load is dependent on geometry of specimen and loading manner. It is assumed that ligament at the deepest point of crack is fully yielded. The ligament yielding of pipe-ring specimens containing through thickness axial crack under combined loads is going to be calculated by the finite element method. Paper provides limit load solutions for pipe-ring containing two diametric symmetrical cracks with same depth ratio in range of $0.45 \leq a/W \leq 0.55$. To validate the proposed limit load expressions, the results of finite elements analyses are compared with experimental results.</p>
	Objavljeno v	Verlag der Technischen Universität Graz; High strength steels for hydropower plants; 2013; Str. 283-289; Avtorji / Authors: Gubeljak Nenad, Likeb Andrej, Matvienko Yury G.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	16553750 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Analiza lomne žilavosti duktilnega jekla z spremljanjem 3D deformacij na površini
		<i>ANG</i> Fracture toughness analysis of a ductile steel by means of 3D surface displacements
		Standardi za določevanje lomne žilavosti kovin so osredotočeni na preračun lomnih parametrov na pomike le v eni ravnini. Vendar je lom duktilnih materialov tri dimenzionalen problem s pomiki izven ene

	Opis	SLO	ravnine, kar pa ni zastopano v standardih. Danes razpolagamo z tridimenzionalno merilno opremo, tako da je možno raziskati potencialno uporabnost 3D tehnike meritev za lomne preizkuse. V članku je opravljena ocena lomne žilavosti konstrukcijskega jekla na standardnih preizkušanjih z meritvijo 3D polja pomikov na površini preizkušanca. Vpeljana je alternativna tehnika meritev CTOD parametra. Ugotovljeno je da med monotono naraščajočim obremenjevanjem z zaznamovanjem skokovite spremembe pomika v smeri debeline lahko določimo točko iniciacije rasti razpoke in s tem dobimo dobro ujemanje z CTOD-R odpornostno krivuljo materiala.		
		ANG	The standards for characterization of fracture toughness of metals are focused on the calculation of fracture parameters based only on in-plane displacements of the specimen tested. Although fracture is a three-dimensional problem, out-of-plane displacements of the specimen tested are not mentioned in those documents. Since three-dimensional displacement measurement is available, it is worth investigating its potential uses in fracture tests. In this work, the fracture toughness of a structural steel was assessed through standard tests, measuring three-dimensional surface displacements. An alternative Crack Tip Opening Displacement calculation was introduced. The fracture initiation was inferred from the out-of-plane displacements, finding good agreement with results from R-curves.		
	Objavljeno v	Pergamon Press.; Engineering fracture mechanics; 2013; Vol. 98; str. 109-121; Impact Factor: 1.413; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.369; WoS: PU; Avtorji / Authors: Paolinelli L. D., Carr G. E., Gubeljak Nenad, Predan Jožef, Chapetti Mirco D.			
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek			
4.	COBISS ID	16841238	Vir: COBISS.SI		
	Naslov	SLO	Faktor intezitete napetosti za obodno pol-eliptično površinsko razpoko v votlem cilindru, ki je podvržen čistem vzvoju		
		ANG	Stress Intensity Factors for circumferential semi-elliptical surface cracks in a hollow cylinder subjected to pure torsion		
	Opis	SLO	Faktor intezitete napetosti za obodno pol-eliptično površinsko razpoko v votlem cilindru, ki je izpostavljen vzvojni obremenitvi je določen s pomočjo metode končnih elementov. Analiza je bila opravljena za običajna standardna razmerja za pol-eliptično razpoko. Podan je zbornik rešitev za faktor intezitete napetosti za način I in II, ter kombiniran način obremenjevanja za različna razmerja globine razpoke in doložine razpoke na površini, ki do zdaj niso bila dostopna. Analiza je pokazala na magnituda faktorja intezivnosti napetosti za način II v bližini površine je bolj odločilna za stabilno rast razpoke kot način II v katerikoli točki vzdolž fronte pol-eliptične razpoke.		
		ANG	The Stress-Intensity Factor for the circumferential semi-elliptical surface cracks in a hollow cylinder's cross section under torsion is calculated using a finite-element technique. The configuration of the semi ellipse follows the standard notation of the outer surface crack-lengths and the crack depths. The compendia for the Stress-Intensity Factor solutions for Mode II, Mode III and both mixed modes are given for the broader aspect ratios and relative crack-depths than previously available. The magnitude of the Stress-Intensity Factor of Mode II near the free surface becomes more significant for stable crack-initiation than that of Mode III at any point along semi-elliptical crack.		
Objavljeno v	Pergamon Press.; Engineering fracture mechanics; 2013; Vol. 105; str. 152-168; Impact Factor: 1.413; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.369; WoS: PU; Avtorji / Authors: Predan Jožef, Močilnik Vinko, Gubeljak Nenad				

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	17160982	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Topološka optimizacija z uporabo nelinearnih končnih elementov in kontrolirano parametrizacijo po točkah.
		ANG	Topology optimization using nonlinear finite elements and control-point-based parametrization
	Opis	SLO	V članku je predstavljen pristop opitimizacije oblike in topologije zveznih konstrukcij. Metoda zajema uporabo nivojske funkcije in projektne elementa, s pomočjo katerega se lahko parametrizirajo tako oblika konstrukcije kot topološki parametri. Uporabljeni so nelinearni končni elementi, s pomočjo katerih lahko opišemo polni material, vmesno stanje in praznine. Optimizacija topologije na takšen način še ni bila predstavljena. Prednost v primerjavi z drugimi pristopi je v neuporabi Hamilton-Jacobijeve diferencialne enačbe. S to metodo smo lahko združili optimizacijski topološki postopek z napetostno analizo konstrukcije. Tudi formulacija optimizacijskega problema je drugačna od konvencionalnega pristopa. Rezultate raziskave ilustrira več numeričnih zgledov.
		ANG	This paper presents an approach to shape/topology optimization of continuous structures. The proposed approach combines the design element technique and the level set function in order to obtain an efficient topology parameterization of the domain under consideration. The shape and the level set function are both parameterized by the control points and corresponding blending functions of the design elements. For the sake of generality, nonlinear finite elements are employed, which have to be adapted adequately in order to be able to describe full material, void, and any intermediate state. In this way the design element technique has not yet been used for topology optimization, partially because it requires that the domain geometry and finite element mesh have to be defined by utilizing control-point-based design elements. In spite of this drawback, the proposed approach offers several attractive benefits. Namely, in contrast to other level set methods, the proposed approach does not make any use of the Hamilton-Jacobi differential equation. Consequently, the boundary evolution stage of the process need not to be treated separately, but is integrated with the strain/stress analysis stage into a rather conventional optimization scheme. Furthermore, the proposed approach allows for any type of finite elements (linear/nonlinear) to be implemented into the procedure if adjusted adequately. The formulation of the optimization problem is also completely arbitrary. The properties of the proposed approach are illustrated by several numerical examples.
	Objavljeno v	de Gruyter; International journal of nonlinear sciences and numerical simulation; 2013; Vol. 14, iss. 5; str. 275-283; Impact Factor: 0.622;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.936; WoS: IF, PN, PU, UR; Avtorji / Authors: Kegl Marko, Harl Boštjan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

6.Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	17013270	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Poskus inovativnega monitoringa daljnovoda s pomočjo analize vibracij na stebri
		ANG	The trial of an Innovative Monitoring Power Lines Aided by Strain-Vibration Detection of Tower

Opis	SLO	Referat predstavlja raziskavo možnosti ocene povesa/temperature/nateznih napetosti v vrveh daljnovoda na osnovi diagnostike mehanskih lastnosti razbremenilnega stebra. Gre za indirektni pristop določanja zmogljivosti voda, ko se dejansko merijo vibracije stebra in na podlagi teh določajo vrhne napetosti oz. spremembe nateznih obremenitev. Iz tega podatka je možno izračunati poprečno temperaturo vodnika v razpetini in povese vodnikov. V referatu se obravnavajo podatki, ki so pridobljeni iz terenskih raziskav na stebru št. 111 daljnovoda 220 kV Podlog - Obersielach (Avstrija), ki ima največji kot spremembe trase. Tak steber je lahko indikator spremembe povesa vodnikov v obeh sosednjih razpetinah. Ugotovljeno je, da sta lastni frekvenci stebra v območju 4,8 do 5,2 Hz oz. 13,3 do 13,6 Hz. Obe lastni frekvenci sta relativno blizu ena drugi. Značaj teh frekvenc izhaja iz podobnega načina obremenjevanja, ki je blizu upogibanju ter upogibno vzvojni obremenitvi. Za bolj natančne zaključke rezultatov je potrebno opraviti meritve z nihanjem stebra in pri različnih poveseh vodnika, saj se v tem primeru spremeni lastna frekvenca in deformacije. Določitev spremembe frekvenc in deformacij pri spreminjajočih robnih pogojih, kot so tok in temperatura vodnika, predstavlja predmet potekajočih raziskav.	
	ANG	The article presents a study of the evaluation options sag / temperature / tensile stresses in the conductors of the OHL on the basis of diagnostics of mechanical properties of the tension tower or angle tower. It comes to so called indirect approach of the determination of overhead lines ratings aided by actually measured the vibrations of the observed tower, and on the basis of these measurements the changes of tensile loads in conductors. From this information it is possible to calculate the average temperature of the conductor in the span and sag, respectively. In the paper are treated data, which are extracted from the field research on the angle tower number 111 at the overhead line 220 kV Podlog - Obersielach (Austria), which has a maximum angle of route. This tower can be an indicator of changes in sag of conductor in both neighbouring spans. It has been found that both its fundamental frequency there are in the range of 4.8 to 5.2 Hz as well as 13.3 to 13.6 Hz. Both their frequency are relatively close to one another. The character of these frequencies is derived from a similar method of loading, which is close to the bending and bending threaded loads. For more precise conclusions the results of the measurements, it is necessary to do measurements with swinging the tower as well as with different conductor's spans. It is obvious that in this case the natural frequency and deformation would be changed. The determination of changes in the frequencies and deformities of towers in the changing boundary conditions, such as the current flow intensity and temperature of the conductor presents a subject of ongoing research.	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	Slovensko društvo elektroenergetikov CIGRÉ - CIREĐ]; Enajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 27.-29. maj 2013; 2013; Str. 1-4; Avtorji / Authors: Gubeljak Nenad, Jakl Franc, Bakić Krešimir, Maruša Robert, Ulaga Marjan, Veg Aleksandar, Predan Jožef		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
2.	COBISS ID	16995862	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Aplkacija koncepta konfiguracijskih sil v zvarnih spojih za celovitost konstrukcij modela	
	ANG	Application of configurational forces concept in structure integrity of welded joints	
		Zvarni spoji so značilni element za analizo trdnostne nehomogenosti materiala saj vsebujejo globalne razlike v mehanskih lastnostih med	

Opis	SLO	osnovnim materialom, toplotno vplivnim področjem in zvarom. Dodatne lokalne razlike v mehanskih lastnostih nastopijo zaradi trdnostne neenakosti med posameznimi pasovi zvarnega spoja. Lokalne trdnostne razlike so posledica metalurških in termičnih procesov med več pasovnim varjenjem, ki se odraža v različnih nastalih mikrostrukturah. Torej meja tečenja, eksponent deformacijskega utrjevanja in modul elastičnosti se lokalno spreminjajo v zvarnem spoju. Makro nehomogenost zvarnega spoja je dosežena s polovico zvara v območju nižje trdnosti in s polovico v območju višje trdnosti. Namen raziskave je bil uporabiti koncept konfiguracijskih sil kot inženirskega orodja za oceno spremembe gonilne sile razvoja razpoke v območju prehoda med dvema materialoma. Pokazalo se je da razdalja med konico razpoke in linijo zlitja ima odločilni pomen za stabilno rast razpoke skozi linijo zlitja. Poleg tega s prehodom razpoke iz območja nižje trdnosti v območje višje trdnosti nastopa zaščitni učinek proti rasti razpoke.
	ANG	A welded joint is a typical example for a material inhomogeneity: Global differences in the mechanical properties appear between base metal, heat affected zone (HAZ), and weld metal(s). In addition, local variations of the mechanical properties, a so-called local mis-match, can appear between the different passes of a multipass welded joint and even within a single weld pass. This local mis-match occurs as a consequence of metallurgical and re-heating processes during multipass welding which yields different microstructures. Therefore, the yield stress, σ_y , the strain hardening exponent, n , and the elastic modulus, E , exhibit global and local variations within a welded joint. Macro inhomogeneous weld metals have been welded by half undermatch and half overmatch consumables. The aim of work is to apply the configurational force concept as an engineering tool for estimating the near-tip crack driving force (CDF) for different locations of the crack tip within the welded joint. Local variation of CDF depends on distance between crack tip and fusion line of two weld metals and crack propagation direction from overmatch-to-undermatch or undermatch-to-overmatch weld metal. The reason is that the material inhomogeneity induces an additional crack-driving force term, called the material inhomogeneity term, which leads to a shielding or anti-shielding of the crack tip. As a consequence, the local near-tip CDF becomes different from the nominally applied far-field J-integral value. The experimental investigation includes fracture mechanics tests of standard bend specimens machined from the inhomogeneous welded joints with varying distances between the crack tip and the perpendicular fusion line of the different weld materials. The numerically obtained results of the near-tip CDF and nominally applied far-field J-integral value are used in order to explain the fracture behavior of specimens with fatigue pre-cracks in the middle of inhomogeneous welded joint.
Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
Objavljeno v	Brno University of Technology; Abstract booklet; 2013; Str. 157; Avtorji / Authors: Gubeljak Nenad, Predan Jožef, Kolednik Otmar	
Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljeno predavanje)	

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

Sodelovanje začeto v okviru SLO-ZDA bilateralnega projekta z University of Princeton se nadaljuje na operativni ravni na razvoju novih senzorjev, ki so vgrajeni med plasti pločevne, kakor tudi z sodelovanjem partnerja iz ZDA na pravkar prijavljenem EU projektu H2020: Welded Joints of dissimilar materials and Innovative alloys for aviation industry: InnoJoint, ki ga koordinira CALEF (Italia).

Na osnovi dosedanjih rezultatov smo povabljeni k skupni prijavi Slovensko-Flamanskega

bilateralnega projekta z Univerzo v Gentu. Namen projekta je razviti procedro za oceno celovitosti heterogenih zvarnih spojev.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	3
bolonjski program - II. stopnja	2
univerzitetni (stari) program	

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij

Dr. - Doktorat znanosti

MR - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi

B - gospodarstvo

C - javna uprava

D - družbene dejavnosti

E - tujina

F - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
		<input type="text"/>		

Legenda sodelovanja v programski skupini:

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja

B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine

C - študent – doktorand iz tujine

D - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

Mednarodno sodelovanje poteka v okviru KOMET 2 projekta, ki ga sofinancira Avstrijska Akademija Znanosti. Na Avstrijski strani projekt vodi Material Center Leoben. Del

programske skupine je v okviru pogodbe vključen v raziskovalno skupino na Erich-Schmid Institute v Leobnu, ki jo vodi prof. dr. Otmar Kolednik. Program dela je skladen z razvojnimi nalogami programske skupine. Raziskave v okviru programske skupine so eksperimentalno-aplikativno naravnane, med tem, ko raziskave v okviru projekta kOMET 2, potekajo na teoretični osnovi z numerično verifikacijo. Skupni rezultati bodo objavljeni na kongresih in v mednarodnih časopisih.

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

GUBELJAK, Nenad, MOČILNIK, Vinko, PREDAN, Jožef, KRESNIK, Anton. *Določitev dinamičnega faktorja na pogonu mlina št.7 v podjetju Calcit d.o.o.*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, Inštitut za konstrukterstvo in oblikovanje, 2013.

GUBELJAK, Nenad, PREDAN, Jožef, LIKEB, Andrej, KRESNIK, Anton. *Fatigue testing of bended specimens of structural steels quality S1100 : final report no. 1-NG/13*. Maribor: Faculty of Mechanical Engineering, Institute for Structures and Machine Design, 2013. 33 f., ilustr

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

V prvem letu financiranja odobrenega raziskovalnega programa se pripravljajo osnovna izhodišča za karakterizacijo lomnega obnašanja različnih konstrukcijskih komponent iz homogenih materialov, kot so upogibno obremenjeni nosilci, vzvojno prednapete palice in lomno obnašanje profilov z zaostalimi napetostmi. Pravtako poteka razvoj teretičnega modela vpliva trdnostne heterogenosti na lomno obnašanje. V naslednjih letih bo potekalo zedinjenje obeh pristopov v katerega bo vključeno tudi optimiranje oblike za zagotovitev višje nosilnosti konstrukcijskih komponent. Verifikacija izboljšav bo opravljena z uvajanjem novih mikrosenzorjev med plasti kot tudi na konstrukcijske komponente, ki so podvržene dinamičnim obremenitvam. Programska skupina je osposobljena in tehnološko zrela za opisan izziv. Vsekakor pričakujemo dodatna spoznanja in odpiranje novih raziskovalnih področij med uresničitvijo zastavljenih ciljev.

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	450.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	Razvojni laboratorij za industrijsko diagnostiko oprt na laboratorijske meritve na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru: Nakup mobilne opreme za meritev zaostalih napetosti na površini (x-stresstech oprema: 125.000 EUR) Nakup opreme za natančno površinsko termično obdelavo z računalniškim vodenjem procesa (125.000 EUR). Razvoj naprave za vrstične merilce deformacij na površini konstrukcij (50.000 EUR) Ultra zvočna oprema za diagnostiko in odkrivanje napak v konstrukciji (150.000 EUR)

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

Laboratorijske meritve deformacijskega obnašanja vzorcev, ki so bili izpostavljeni dinamičnim obremenitvam kažejo da je proces spremljanja rasti razpok možno kontinuirano spremljati

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

V okviru bilateralnega sodelovanja z Rusko Akademijo za znanost je podana procedura za meritev lomne žilavosti na vzorcu z vzdolžno razpoko iz cevovoda. Rezultati raziskovalnega dela rešujejo problem meritev lomne žilavosti materiala že dobavljenih cevovodov, obenem tudi omogočajo enostavno izvajanje meritev na terenu med samo gradnjo cevovoda. Pričakujemo, da bo procedura prispevala zagotovitvi varnega obratovanja cevovodov, ki predstavljajo glavni način transporta energentov v Evropi.

LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0118
Naslov programa	Tekstilna kemija
Vodja programa	7814 Karin Stana Kleinschek
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:5950
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

Z raziskavami, ki smo jih izvedli v letu 2013, smo realizirali načrtovani program četrtega in petega leta raziskav PS Tekstilna kemija. Raziskave, ki so zajemale razvoj visokozmogljivih polimernih materialov in tehnologij ter študij ekoloških tekstilnih procesov, lahko razdelimo v nekaj sklopov:

1) Površinska modifikacija modelnih in vlaknatih polimernih površin, uporaba nano delcev ter sodobnih tehnik oblikovanja vlaken za doseganje specifične funkcionalnosti:

Površinsko modifikacijo celuloznih modelnih filmov smo proučevali z »layer by layer« tehniko. Z regeneracijo trimetilsilil celuloze smo pripravili modelne celulozne površine, ki smo jih nato modificirali s hitozanom za specifično vezavo proteinov. Kot modelne substance smo uporabili fluorescentno označene različne proteine, npr. Bovine Serum Albumin (FITC-BSA, TRITC-BSA). Količino vezanih proteinov smo določali s kremenovo mikrotehniko (QCM) kot funkcijo pH medija, ki ima na adsorpcijo proteinov velik vpliv.

Površinska modifikacija modelnih celuloznih filmov regeneriranih iz trimetilsilil celuloze s kationskim biopolimerom znatno poveča količino adsorbiranih testnih proteinov. QCM tehniko smo uporabili tudi za raziskavo depozicije hitozana (CS) in *N,N,N*-trimetil hitozana (TMC) na modelne celulozne površine. Proučili smo vpliv pH, ionske jakosti, koncentracije in stopnje kvarternizacije ter vpliv pozitivno nabitih funkcionalnih skupin, topnosti hitozana in viskoelastičnih lastnosti na adsorpcijsko kapaciteto. Rezultati kažejo, da se CS adsorbira na modelne celulozne površine v večji meri pri pH vrednostih pod mejo topnosti. Učinek zasenčenja naboja z elektrolitom poveča adsorpcijo CS in TMC na celulozne površine. TMC se prav tako v večji meri odlaga pri višjih ionskih jakostih, višjih pH vrednostih in nižji stopnji kvarternizacije, kar so faktorji, ki prispevajo k manjši topnosti polimera. Disperzije nanodelcev omogočajo boljšo adsorpcijo v primerjavi z raztopinami zaradi manjše topnosti. Pokazalo se je, da med hitozanom in celulozo prevladujejo ne-elektrostatske interakcije. Spoznanja o interakcijskih sposobnostih celuloznih modelnih filmov smo prenesli na vlaknate sisteme. Vlakna, ki smo jih modificirali s hitozanom, so izkazala dober protimikrobni učinek. Za doseganje optimalne protimikrobne zaščite tekstilnega substrata pa obdelava s hitozanom vedno ne zadostuje, zato smo hitozan kombinirali še drugimi naravnimi protimikrobno delujočimi spojinami, na primer eugenolom. Razen uspešne sinteze kopolimera hitozan/eugenol je pomembna tudi temperatura obdelave/sušenja s kopolimerom obdelane tekstilije, saj je s pravilno izbiro temperature možno zagotoviti pogoje za optimalno vezavo kopolimera na izbrani substrat. V raziskavi smo uporabili viskozno tkanino. Rezultati raziskave kažejo, da se deležaminskih skupin znatno spreminja glede na izbrano temperaturo sušenja in velja, da z naraščajočo temperaturo narašča.

Celulozne vlaknate materiale smo površinsko modificirali z neravnovesno plinsko plazmo (kisikovo, amonijevo). Z obdelavo smo dosegli specifično super hidrofilnost in visoko protimikrobnost, ki je potrebna za materiale, ki se uporabljajo v modernih medicinskih oblogah za zdravljenje kroničnih površinskih ran. Učinek površinske modifikacije smo preučevali z različnimi analiznimi metodami, kot so XPS, AFM, SEM, tenziometrija, titracijske tehnike in s standardnimi testi za določanje protimikrobnosti. Količina s plinsko plazmo vnesenih funkcionalnih skupin (karboksilnih, karbonilnih in aaminskih) znatno vpliva na povečan učinek hidrofilnosti (stični koti manjši kot 20°) in poveča protimikrobnost materiala na nekatere tipične mikroorganizme, ki so značilni za kronične rane.

Raziskave nanovlaken smo vključili v razvoj materialov, uporabnih za biomedicinske aplikacije. Oblikovali smo elektrospredena karboksimetilcelulozna CMC nanovlakna z vključenimi delci nano-hidroksiapatita za uporabo na področju tkivnega inženiringa. Postopek oblikovanja CMC nanovlaken smo definirali na osnovi proučevanja vplivnih parametrov elektrospredanja, kot so koncentracija in molska masa polimera, viskoznost, površinska napetost in prevodnost polimerne raztopine, razdalja med rotirajoči elektrodo in zbiralom, geometrija in hitrost rotirajoče elektrode, hitrost prehajanja nosilnega materiala ter parametri okolja (temperatura, vlažnost in hitrost pretoka zraka). Nanodelce hidroksiapatita smo oblikovali z obarjalno metodo in jih okarakterizirali. Proučili smo vpliv parametrov elektrospredanja karboksimetilceluloznih nanovlaken z vključenimi delci nano-hidroksiapatita na lastnosti kompozitnih vlaken ter postopek optimirali.

Vlaknate materiale smo funkcionalizirali še z oblikovanjem nanoprevlek na vlaknih. Iz TiO₂ oplaščenih (core-shell) delcev (rutilne in anatasne oblike) smo z različnimi plemenitilnimi tehnologijami oblikovali nanoprevleke na neobdelanih in s plazmo predobdelanih (uporabili smo mešanico plinov kot so CF₄ in O₂) tekstilijah različne surovinske sestave. Funkcionalno učinkovitost s TiO₂ modificiranih tekstilij smo vrednotili z določanjem UV zaščitnih lastnosti, samočistilnih sposobnosti in vpliva obdelave na spremembo barvnega tona oziroma beline. UV zaščitni faktor obdelanih tekstilij se pomembno poveča, medtem ko analiza samočistilnih sposobnosti kaže na omejeno učinkovitost. Površinska aktivnost in hidrofilnost vlaken, ki smo ju okarakterizirali s polielektrolitsko titracijo, merjenjem elektroforetične mobilnosti in stičnega kota ter s tenziometrijo se z obdelavo pomembno spremeni. Morfološke lastnosti vlaken smo ovrednotili s SEM in TEM. Prav tako smo določili spremembo v belini tekstilij po CIE. TiO₂ nanoprevleka na PES obarvanih tekstilijah ščitijo barvo pred bledenjem zaradi UV vplivov le omejeno v odvisnosti od uporabljenega barvila in TiO₂ obdelave, medtem ko lahko za PA vlakna zaključimo, da različne (anatasne in rutilne) TiO₂ nanoobdelave zaščitijo obarvanost tkanin pred bledenjem.

Funcionalne lastnosti tekstilij smo dosegli še z vezavo kapsul na tekstilni substrat. Pripravili smo etilcelulozne in poli(metil metaakrilne) nanokapsule, ki vsebujejo spirooksozinska fotokromna barvila. Z dodajanjem različnih fotostabilizatorjev smo izboljšali odpornosti kapsul na razgradnjo ter raziskali postopek vezave kapsul na tekstilno podlago.

2) Razvoj naravno obnovljivih materialov in polifunkcionalnih reagentov: Z namenom raziskave uporabnosti alternativnih polisaharidov in lignina smo glukuronoksilane,

pridobljene iz lesa in arabinoksilane, pridobljene iz ovsy kemično modificirali in v strukturo uvedli aminske, sulfatne in karboksilne skupine. Preučevali in optimizirali smo adsorpcijo in vezavo modificiranih ksilanov na modelne površine z uporabo QCM ter analizirali površinske lastnosti novih funkcionaliziranih površin. Rezultati so pokazali bistveno izboljšanje protitrombogenosti sulfatiranih ksilanov, kakor tudi hidrofilitnosti sintetičnih polimernih površin obdelanih s karboksimetiliranimi ksilani. Nadalje smo definirali mehanizma kinetike in termodinamike delovanja (t.j. radikalske/elektronske aktivnosti in oksidacijsko-redukcijske sposobnosti) bakterijske in glivne lakaze na kemijsko in strukturno različnih fenolnih monomerih ter ligninih izoliranih iz različnih lignoceluloznih vlaken. Prav tako smo določili mehanizem vezave (in morebitne polimerizacije) obeh substratov na površini lignoceluloznih vlaken ter definirali njihove funkcionalne lastnosti (predvsem protimikrobno aktivnost, ognjevarnost in UV zaščito).

Nadaljevali smo raziskave naravno obnovljivih, biološko razgradljivih lignoceluloznih vlaken, ki jih izoliramo iz različnih kmetijskih odpadkov. Proučevali smo vlakna, ki smo jih izolirali iz stebel kinoe, določili njihovo strukturo in mehanske ter sorpcijske lastnosti.

3) Senzorji: Pričeli smo z razvojem optičnih dendritskih polimerov za pripravo senzorskega sistema. Osredotočili smo se na sintezo PAMAM dendrimera z etilendiaminskim jedrom ter vezavo absorpcijskih barvil, kot sta 2,3-dikloro-1,4-naftokinon in 2-kloro-1,4-benzokinon ter fluorescentnih barvil, kot sta rodamin B in aminofluorescein.

4) Ekologija (razbarvanje, čiščenje, recikliranje): Nadaljevali smo z raziskavami recikliranja tekstilnih odpadnih mešanic z namenom pridobivanja produktov z višjo dodano vrednostjo. Raziskave so bile namenjene optimizaciji procesa in izkoristka reakcije. Raziskave so bile izvedene z čisto bombažno in volneno prejo ter mešanico bombaž/poliester ter volna/poliester. Prvi korak postopka je bila kislá hidroliza naravnih vlaken (uporaba različnih kislin različnih koncentracij) v temperaturnem področju od 55 °C do 120 °C, nato je sledila nevtralna hidroliza preostalega poliestra. Dosegli smo visoko stopnjo ločitve naravnih vlaken in poliestra. Kislá hidroliza se je pokazala kot možen način stopne ločitve bombaža in volne, saj le-ta pri bombažu poteče pri milejših pogojih. Produkte razgradnje bombaža je mogoče uporabiti v papirništvu, cementni industriji, za proizvodnjo kompozitov ali fermentacijo do etanola, medtem ko je produkte razgradnje volne možno predelati v gnojila. Z nevtralno hidrolizo smo uspešno razgradili poliester do tereftalne kisline in etilen glikola. Na področju čiščenja odpadnih vod smo raziskave razširili na področje dodatnih tehnologij, ki omogočajo doseganje koncepta čiščenja "zero discharge" (recikliranje vode in drugih komponent iz odpadne vode, npr. soli).

Na področju varstva okolja smo razvili posebne superparamagnetne nanodelce, površinsko modificirane z različnimi funkcionalnimi alkoksisilani za odstranjevanje Hg, Pb, Cd, Zn, Cr ionov. Posebna kristalna zgradba superparamagnetnih nanodelcev omogoča, da se le-ti namagnetijo v prisotnosti zunanjšega magnetnega polja in razmagnetijo, če zunanje magnetno polje odstranimo. Nanodelce lahko po adsorpciji ionov težkih kovin popolnoma odstranimo iz vodnega medija z uporabo permanentnega magnetá, jih regeneriramo in ponovno uporabimo. Posebno učinkoviti so se izkazali merkaptosilani. S superparamagnetnimi nanodelci, površinsko funkcionaliziranimi z merkaptosilani, v kratkem času (< 20min) odstranimo 99.9ut% Hg(II), okoli 65ut% Pb(II), 56ut% Cd(II), 4ut% Zn(II) v pH območju od 3 do 8. Razvoj teh materialov predstavlja osnovo za razvoj tankoslojnih tekstilnih nanosov za uporabo v okoljevarstvu.

5) Higiéna in nega tekstilij: V sodelovanju z raziskovalci FERI Univerze v Mariboru smo razvili magnetno napravo za obdelavo pralne vode gospodinjskih pralnih strojev. Uporaba magnetov med procesom pranja znižuje odlaganje vodnega kamna ter vpliva na kakovost primarnih in sekundarnih učinkov nege tekstilij. Za gospodinjsko strojno pranje smo ovrednotili Sinnerjeve prametre, ki vplivajo na učinek pranja (SIST 60456:2010). Proučili smo vpliv temperature, časa, kopelnega in polnilnega razmerja ter frekvence mečanja na učinke pranja bombažnih in PES tekstilij. Ugotovili smo, da vpihovanje zraka v pralno kopel in UZ zvišata učinek pranja za 10 do 17%. V okviru te raziskave smo raziskali tudi kakovost in sistem zagotavljana higiéné v slovenskih bolnišničnih pralnicah. Del aktivnosti je bil namenjen raziskavi primernosti in učinkovitosti metod vzorčenja mikroorganizmov na tekstilijah. Tako so bile razvite in modificirane metode eluiranja, ki skrajšajo proces identifikacije mikroorganizmov na tekstilijah iz nekaj dni na nekaj ur.

6) Barvna metrika: Barvnometrično smo raziskali nekaj muzealij Pokrajinskega muzeja Maribor in Slovenskega etnografskega Muzeja v Ljubljani. Digitalizirali smo modele ročnega tiska iz 19. in 20 stoletja ter modro-tiskane tekstilne muzealije iz 20. in 21. Stoletja. Tekstilne muzealije smo barvno metrično ovrednotili s spektrofotometričnimi meritvami

remisije in izračunali barvne vrednosti (SIST, CIE). S pomočjo CAD/CAP sistema smo vizualizirali in na predhodno pripravljene ploske tekstilije digitalno odtisnili raporte modelov ročnega tiska in replike vzorcev iz vzorčnikov. Metoda digitalizacije ročnih modelov in digitalnega tiska replik modro-tiskanih tekstilnih muzealij sta se izkazali kot uspešni in učinkoviti ne-destruktivni metodi.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

Cilje, ki smo jih določili v delovnem načrtu, smo v celoti dosegli. Vse načrtovane raziskovalne aktivnosti so bile realizirane. Izpostavljam nekaj najpomembnejših rezultatov, doseženih v 2013:

- Vpeljali smo litografsko tehniko vzorčenja modelnih biopolimernih slojev s pomočjo metode izmeničnega encimatskega in kislinsko hidrolitičnega strukturiranja celuloznih filmov, vezanih na ciklo-olefinske polimerne podlage, ki se lahko uporabljajo za pripravo bio senzorjev.
- Vpeljali smo metodo za spremljanje nastanka specifičnih radikalov pri lakazno-katalizirani oksidaciji fenolnih substratov z EPR spektroskopijo ob uporabi ustreznega lovilca radikalov ter metodo za spremljanje nastalih intermediatov na osnovi njihovega oksidacijsko-redukcijskega potenciala s ciklično voltometrijo in metodo za določanje sprememb njihove velikosti in naboja s kapilarno elektroforezo.
- Določili smo aktivnost TiO_2 nano pasti na različnih tekstilnih materialih in ugotovili njihovo učinkovitost pri UV zaščiti kot tudi na področju fotostabilnosti barv.
- Razvili smo superparamagnetne nanodelce, površinsko modificirane z različnimi funkcionalnimi alkoksasilani za odstranjevanje Hg, Pb, Cd, Zn, Cr ionov, kar predstavlja osnovo za razvoj tankoslojnih tekstilnih nanosov za uporabo v okoljevarstvu.
- Razvili smo digitalizirane modele ročnega tiska iz 19. in 20. stoletja Pokrajinskega muzeja Maribor ter modro-tiskane tekstilne muzealije iz 20. in 21. stoletja Slovenskega etnografskega Muzeja v Ljubljani.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

V preteklem letu ni prišlo do bistvenih odstopanj in sprememb pri realizaciji raziskovalnega programa.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	17276438	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kationsko modificirane biopolimerne površine za podporne matrice z visoko afiniteto do proteinov
		ANG	Cationically rendered biopolymer surfaces for high protein affinity support matrices
	Opis	SLO	V izvirnem znanstvenem članku je opisana uporaba kationskih biopolimernih površin za matrice z visoko afiniteto vezanja proteinov. Kot modelne proteine smo uporabili fluorescentno označene goveje serumske albumine (FITC-BSA, TRITC-BSA). Količino proteinov na teh kationskih površinah smo kvantitativno določali s QCM-D. V nadaljevanju smo pripravili fleksibilne, transparentne, vzorčaste COP filme, ki smo jih zapolnili s proteini v območju od 15 pM do 15 μM TRITC-BSA.
		ANG	The use of cationic biopolymer surfaces for high protein binding affinity matrices is described in the original research paper. As model proteins, fluorescently labeled bovine serum albumins (FITC-BSA, TRITC-BSA) have been employed. The amount of proteins on such cationically rendered surfaces was quantified by QCM-D. In addition, flexible, transparent,

		patterned COP slides have been prepared and loaded with proteins ranging from 15 pM to 15 μM TRITC-BSA.
	Objavljeno v	Royal Society of Chemistry; Chemical communications; 2013; Vol. 49, issue 98; str. 11530-11532; Impact Factor: 6,378; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3,175; A': 1; WoS: DY; Avtorji / Authors: Mohan Tamilselvan, Ristić Tijana, Kargl Rupert, Doliška Aleš, Köstler Stefan, Ribitsch Volker, Marn Jure, Spirk Stefan, Stana-Kleinschek Karin
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16816150 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv magnetne obdelave vod na lastnosti tekstilije
		<i>ANG</i> Influence of magnetic water treatment on fabrics' characteristics
	Opis	<i>SLO</i> Raziskan je bil vpliv sistem permanentnih magnetov na lastnosti tekstilij v procesu pranja. Izvedeni so bili štiri nizi po 25 ciklov pranj standardnih belih bombažnih tekstilij. V prvem nizu so bile prane tekstilije v vodi brez pralnega sredstva, v drugem nizu je bilo pralni kopeli dodano pralno sredstvo IEC, v tretjem je bila uporabljena magnetno obdelana pralna voda, kateri je bilo v zadnjem nizu pranj dodano še pralno sredstvo IEC. Ugotovljeno je bilo, da magnetna obdelava pralne vode vpliva na izločanje vodnega kamna in pralni učinek, ki se odraža v dvigu stopnje beline prane bombažne tekstilije.
		<i>ANG</i> A system of permanent magnets, similar to those used for scale prevention during water processing, was tested as an alternative to induce some improvements during the textile laundering procedure. In this comparative study, four sets of 25 runs of standard laundering were performed on white cotton under repeatable conditions: a set washed only with tap water, then with added standard IEC detergent, a set with magnetically treated water without the detergent, and then a set in a combination of both. Samples were analyzed on texture morphology by scanning electron microscopy, mineral fouling by X-ray diffractometry, and fabric characteristics, as prescribed by the standard procedure for the laundering effects' evaluation, i.e. dimensional change, breaking-strength, incineration residue, and color characteristics. It was indicated that magnetic water treatment modified the detergency and the mineral fouling, resulting in increased whiteness of cotton. It also slightly increased the reduction in the breaking strength, but this was still inside the standard quality requirements.
	Objavljeno v	Elsevier; Journal of cleaner production; 2013; Vol. 52; str. 374-379; Impact Factor: 3.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.077; A': 1; WoS: IH, JA; Avtorji / Authors: Črepinšek-Lipuš Lucija, Ačko Bojan, Neral Branko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	16593686 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Lakazno katalizirana reakcija med fenolnimi kisljinami in hitozanom
		<i>ANG</i> Laccase-initiated reaction between phenolic acids and chitosan
	Opis	<i>SLO</i> Združitev dveh naravnih polimerov kot sta fenolne kisline, znane po proti-oksidativnem delovanju in hitozan, biokompatibilen polimer s širokim spektrom proti-mikrobnega delovanja predstavlja možnost razvoja novih materialov s številnimi potencialnimi aplikacijami. V tem delu je predstavljena študija funkcionalizacije hitozana s proti-oksidativno delujočimi fenolnimi kisljinami (kafična in galična kislina), ki je bila izvedena s pomočjo reakcijskega katalizatorja lakaz iz <i>Trametes versicolor</i> . Sledenje kinetike lakazno inducirane oksidacije fenolnih kislin je bilo izvedeno s pomočjo UV-vis spektroskopije, ciklične voltometrije in elektronske paramagnetne resonančne spektroskopije (ST-EPR).

		Rezultati prikazujejo velik vpliv pH medija na stopnjo polimerizacije med fenolnimi kisljinami kot posledico delovanja fenolatnega aniona pri formaciji polimeriziranih fenolnih produktov, kot tudi njihovih funkcionalnih proti-oksidativnih lastnosti. Proti-oksidativno ABTS radikalno delovanje se je močno izboljšalo za fenolno funkcionalizirane hitozanske polimere v primerjavi z neobdelanimi.
	ANG	Phenolic acids are known to possess antioxidant activities whilst chitosan is a biocompatible polymer with antibacterial activity against a broad spectrum of bacteria. Merging both types of molecules could therefore provide several potential applications. In this work, antioxidant properties of phenolic acid-functionalized-chitosan were investigated after being prepared from structurally-different phenolic acids (caffeic and gallic acids) and chitosan using the laccase from <i>Trametes versicolor</i> as the reaction initiator. A laccase-mediated oxidation kinetic of phenolic acids was monitored by UV-Vis spectroscopy and cyclic voltammetry, as well as spin-trapping electron paramagnetic resonance spectroscopy (ST-EPR). The pH was shown to have a significant effect on the degree of phenolic acid self-polymerization, indicating the involvement of phenolate anions within the formations of coupled polyphenol products, and their functionalities, i.e. antioxidant activity. All the phenolic acid-functionalized-chitosans displayed greatly improved ABTS radical cation scavenging capacities, compared with the untreated chitosan.
	Objavljeno v	Elsevier; Elsevier; Reactive & functional polymers; 2013; Vol. 73, iss. 10; str. 1377-1383; Impact Factor: 2.505; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.598; A': 1; WoS: DW, II, UY; Avtorji / Authors: Božič Mojca, Štrancar Janez, Kokol Vanja
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	17107990 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Fotokromni organski nanodelci ANG Organic nanoparticulate photochromes
	Opis	SLO Fotokromna organska barvila se na široko uporabljajo v materialih za optično shranjevanje podatkov, kot fotonska stikala, spominske kartice, senzorji ali aktuatorji. Velik napredek je bil dosežen z vgradnjo fotokromnih barvil v organske nanodelce s pomočjo samo-sestavljanja, s kovalentno vezavo ali kot disperzija barvila v polimer. Namen preglednega članka je prikazati načine priprave organskih nanodelcev s fotokromnimi barvili in njihovih tipičnih lastnosti. ANG Photochromic organic dyes can be widely used in materials for optically rewritable data storage, photonic switches, memories, sensors, or actuators. In recent years photochromic materials based on nanoparticles became particularly focused, since they can be dispersed in colloidal aqueous suspensions or incorporated in thin films, avoiding problems of light scattering or shallow light penetration in bulk materials. Spiropyrans, spirooxazines and diarylethenes were by far the most researched photochromes in nanoparticulate systems. Great effort was made to investigate photochromic dyes incorporated into organic nanoparticles via self-assembly strategies, covalent linkage or dispersion of the molecular species in polymers (doping). Nanoparticles composed of solely photochromic dyes were prepared by laser ablation and reprecipitation techniques. Photochromic dyes were microencapsulated by self-assembly, soap free-, emulsion/ microemulsion/ miniemulsion or free radical- (co)polymerization. Sol-gel processing from silane precursors to poly(organo)siloxane matrix is a common method to synthesize doped or core-shell photochromic organogels. Colored forms of some photochromes display fluorescence; however, a more effective strategy for fluorescence modulation with photochromic molecules is integrating them, covalently or noncovalently, with a separate

		fluorophore in the same nanoparticles. These photoresponsive nanoparticles may find applications particularly in biological fields such as cell labelling and bioimaging. The purpose of this review is to summarize the preparation methods of organic nanoparticles containing photochromic dyes and to investigate their typical properties derived from their nanoparticulate character.
	Objavljeno v	Bentham Science Publishers; Current organic chemistry; 2013; Vol. 17, no. 16; str. 1771-1789; Impact Factor: 3.039; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.608; A': 1; WoS: EE; Avtorji / Authors: Feczko Tivadar, Vončina Bojana
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	17236758 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Adsorpcija ionov težkih kovin Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , Zn ²⁺ iz vodnih raztopin s pomočjo merkaptomodificiranih SiO ₂ delcev
		<i>ANG</i> Adsorption of Mercury(II), Lead(II), Cadmium(II) and Zinc(II) from aqueous solutions using Mercapto-modified Silica particles
	Opis	<i>SLO</i> V članku je predstavljena priprava funkcionaliziranih nanodelcev SiO ₂ za adsorpcijo ionov težkih kovin. S Stoberjevo metodo smo pripravili monodisperzne nanodelce SiO ₂ z ozko porazdelitvijo velikosti (85±5) nm. Pripravljene nanodelce smo površinsko modificirali s kovalentno vezavo merkaptopropilnih skupin na površino SiO ₂ nanodelcev. Uspešnost vezave merkaptoskupin na površino SiO ₂ delcev smo potrdili z TEM/EDXS in FTIR analizami. Končni rezultati adsorpcije kažejo izrazito afiniteto merkaptofunkcionaliziranih SiO ₂ delcev do ionov težkih kovin v naslednjem zaporedju Hg ²⁺ (99.9%) > Pb ²⁺ (55.9%) > Cd ²⁺ (50.2%) > Zn ²⁺ (4%).
		<i>ANG</i> Article presents a novel systematic approach to the fabrication of highly functionalized SiO ₂ nanoparticles used for the adsorption of heavy-metal ions. Almost monodispersed silica (SiO ₂) nanoparticles with narrow particle size distributions of around 85 ± 5 nm were formed using the Stöber process. The prepared SiO ₂ nanoparticles were successfully surface-treated by the covalent attachment of mercaptopropyl groups onto the surfaces of the SiO ₂ nanoparticles. A FTIR spectra and TEM/EDXS analysis confirmed the binding of the mercaptosilane molecules. The final results for the heavy-metal adsorption showed the strongest affinity within the following sequence Hg ²⁺ (99.9%) > Pb ²⁺ (55.9%) > Cd ²⁺ (50.2%) > Zn ²⁺ (4%).
	Objavljeno v	American Ceramic Society; International journal of applied ceramic technology; 2013; str. 1-12; Impact Factor: 1.153; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.768; A': 1; WoS: PK; Avtorji / Authors: Košak Aljoša, Lobnik Aleksandra, Bauman Maja
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17076758 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Rastlinska vlakna za tekstilno in tehnično uporabo
		<i>ANG</i> Plant fibres for textile and technical applications
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku so opisane lastnosti biovlaknen iz konvencionalnih tekstilnih rastlin in kmetijskih odpadkov, kot so slama žitaric, listi ananasa, sladkorni trs, hmeljeva stebela, kinoa, itd. Poleg tega so opisana vlakna iz travniških rastlin, morske trave, itd. in možnosti njihove uporabe.

		ANG	Properties of biofibres from conventional fibre plants and agricultural by-products, e.g. wheat straw, quinoa stems and sugarcane bagasse, hop stems, sponge, Musaceae plants, etc are introduced. In addition to fibres from different terrestrial grass and legume species and from sea grass, etc. are presented. Potential utilization of fibres from different non-conventional origins is discussed
	Šifra	B.06	Drugo
	Objavljeno v	InTech; Advances in agrophysical research; 2013; Str. 369-397; Avtorji / Authors: Sfiligoj-Smole Majda, Hribernik Silvo, Stana-Kleinschek Karin, Kreže Tatjana	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
2.	COBISS ID	16880406	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	EPR spektroskopija biopolimerov
		ANG	EPR spectroscopy of biopolymers
	Opis	SLO	<p>Poglavje v knjigi podaja pregled aplikacij in nedavnih razvojev uporabe elektronsko paramagnetno resonančne (EPR) ali elektronsko-spin resonančne (ESR) spektroskopije v homo in heterogenih sistemih biopolimerov v zadnjem desetletju. Predstavljene so prednosti uporabe EPR metod pri študijah biopolimerne strukture, heterogenosti, zamreževanja kot tudi pri karakterizaciji biopolimernih mešanic. Ker se veliko teh aplikacij nanaša na gibalno občutljivost EPR spektroskopije, so predstavljene nedavne analize kompleksnih EPR spektrov in ustreznih vzorcev gibanja različnih spin sond in kovinskih centrov, kot tudi detekcija prostega volumna in njegove distribucije, fazna separacija, fazna morfologija in penetracija/difuzija majhnih molekul. Nenazadnje so naslovljene tudi radikalske reakcije s posebnim poudarkom na spin ujetju EPR-a, ki omogoča identifikacijo kratko-živečih, pa vendar tehnološko zelo pomembnih radikalskih vrst, ki lahko inducirajo cepljenje, vezavo in zamreženje polimernih verig.</p> <p>Poglavje zajema je širok razpon EPR aplikacij z ustrezno raziskovalno metodologijo, ki ponuja nove možnosti na področju raziskav in tehnologije, kot tudi visoko senzitivnost za molekularno ureditev in dinamiko preko ne-destruktivne detekcije zapletenih biopolimernih materialov.</p>
		ANG	<p>The review chapter compiles the applications and recent advances of electron paramagnetic resonance (EPR) or electron spin resonance (ESR) spectroscopy in homo and heterogeneous biopolymer systems over the past decade. The advantages of the EPR method in the study of biopolymer structure, heterogeneity, crosslinking as well as in characterization of biopolymer blends and interpenetrating networks are overviewed. Since many of these applications rely on the motional sensitivity of the EPR spectroscopy, recent analyses of complex EPR spectra and the corresponding motion patterns of various spin probes and metal centers are discussed, as well, with respect to detection of the free volume and free-volume distribution, phase separation, phase morphology and small molecule penetration/diffusion. Finally, radical reactions are addressed with special focus on spin trapping EPR which allows identification of short-living but technologically very relevant radical species that trigger breaking, grafting and crosslinking of the polymers chains.</p> <p>The wide ranges of EPR applications with appropriate research methodology are shown, offering new possibilities in research and technology and expanding the limits as well as sensitivity to molecular arrangements and dynamics via non-destructive detection in complex biopolymer materials.</p>
	Šifra	B.06	Drugo

	Objavljeno v	Wiley; Handbook of biopolymer-based materials; 2013; Vol. 2; str. 443-472; Avtorji / Authors: Štrancar Janez, Kokol Vanja	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
3.	COBISS ID	17585942	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nano funkcionalizirani tamponi za ginekološko uporabo
		ANG	Nano-functionalised tampons for gynaecological use
	Opis	SLO	Z namenom kreiranja medicinskih tamponov je bil viskozni tamponski trak funkcionaliziran s raztopino hitozano in disperzijo hitozanskih nanodelcev . Imobilizacija različnih formulacij hitozana na viskozna vlakna je bila potrjena s številnimi fizikalno-kemijskimi metodami. Posebna pozornost je bila usmerjena k testiranju protimikrobnih lastnosti funkcionaliziranih vlaken. V ta namen sta bili uporabljeni dve različni metodi, standardna testna metoda ASTM 2149 in Time-kill metoda. Obe metodi sta pokazali, da imajo vlakna obdelana s hitozanom in hitozanskimi nanodelci širok spekter protimikrobnega delovanja.. Testiranje občutljivosti laktobacilov na tako.obdelana vlakna ni pokazalo, da bi takšna vlakna imela negativen učinek na mlečno-kislinske bakterije, ki kolonizirajo vagino. Vzorca, ki sta se zaradi fizikalnih in kemijskih lastnosti, kakor tudi mikrobioloških, pokazala za najboljša in sta bila testirana z in vitro citotoksičnimi testi v direktnem kontaktu s celicami, nista delovala citotoksično. Nadalje je bil v hitozanske nanodelce kot modelno zdravilo vpet klindamicin 2-fosfat (CDP). Vpenjanje oz. enkapsulacija CDP je bila potrjena z ATR-FTIR analizo, določena stopnja enkapsulacije pa je bila 87 %. Velikost delcev se je zaradi enkapsulacije zdravilne učinkovine povečala iz začetnih 230 nm na 900 nm. Vlakna obdelana na omenjene načine predstavljajo protimikrobni trdni agens oz. nove vaginalne dostavne sisteme za lokalno uporabo.
		ANG	The aim of this project was to develop a novel medical tampon for alternative gynaecological treatment using chitosan nanoparticles as an antimicrobial agent or as a drug delivery system. Immobilization of CS and TMC (in the form of solution and/or nanoparticles) onto cellulose viscose fibres was confirmed with several analytical methods. The attachment of chitosan onto fibres was reversible, as endorsed with desorption studies mimicking the conditions of vaginal usage. Evaluation of antimicrobial properties was performed using two different techniques, both revealing a high inhibition of the tested microorganism. In addition, Lactobacillus susceptibility testing has shown that chitosan-coated fibres do not have any negative influence on the resident microbiota. Assessment of in vitro cytotoxicity demonstrated that samples do not cause a cytotoxic effect in direct contact. Additionally, model drug was incorporated into chitosan nanoparticles and subsequently attached onto fibres in order to create modern, vaginal drug delivery systems. Antimicrobial medical textiles investigated in the scope of this project show the potential for their exploitation in gynaecological field as preventive or curative treatment without triggering any adverse effects for the user.
	Šifra	D.06 Zaključno poročilo o tujem/mednarodnem projektu	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo; 2013; [34] str.; Avtorji / Authors: Fras Zemljič Lidija, But Igor, Ristić Tijana, Zabret Andrej, Kralj Kunčič Marjetka, Seme Katja, Poljak Mario, Bele Marjan, Maver Uroš, Strnad Simona, Šauperl Olivera, Kreže Tatjana, Hribernik Silvo, Bračič Matej, Žižek Vida, Kos Tanja	
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav	
4.	COBISS ID	16975638	Vir: COBISS.SI

Naslov	SLO	Optični senzorji za obrambne namene na osnovi nanomaterialov	
	ANG	Nanomaterial-based optical sensors for defence applications	
Opis	SLO	Občutljivo in selektivno zaznavanje bojnih nevarnosti je zelo pomembno za vojaško kot tudi za državno varnost. Članek obravnava pregled uporabe optičnih kemijskih senzorjev, ki temeljijo na nanomaterialih, v obrambnih aplikacijah. Poudarek je na zaznavanju eksplozivov (EXP) in kemičnih bojnih strupov (CWA). Naveden je pregled principov, ki se uporabljajo v optičnih nano-senzorjih za zaznavanje EXP in CWA, in dela, ki so bila objavljena v zadnjem času na to temo. Še vedno ni razvitega optičnega nano-senzorja, ki hkrati obeta hitrost, selektivnost in občutljivost.	
	ANG	The sensitive and selective detection of warfare threats is very important for military as well as for homeland security. This article gives a brief overview on the use of optical chemical sensors and probes based on nanomaterials for defence applications. The emphasis is on the detection of explosives (EXPs) and chemical warfare agents (CWAs). The detection transduction schemes that are used in optical nanosensors for EXPs and CWAs are overviewed and recently published works are described. However, there is still not a single nano-based sensor that promises a combination of speed, selectivity and sensitivity.	
Šifra	B.06 Drugo		
Objavljeno v	Studium Press LLC; Nanotechnology; 2013; Str. 55-92; Avtorji / Authors: Turel Matejka, Viltušnik Branka, Korent Urek Špela, Lobnik Aleksandra		
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji		
5.	COBISS ID	1912484	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Pomen higiene bolnišničnih tekstilij za zdravje	
	ANG	The importance of hospital textiles hygiene for health	
Opis	SLO	V raziskavi smo v treh pralnicah bolnišničnih tekstilij izvedli sanitarno-mikrobiološko preiskavo na različnih kontrolnih točkah v čistem delu pralnice in rezultate primerjali s tolerančnimi vrednostmi za bolnišnične tekstilije, ki jih je izdal RAL, nemški inštitut za zagotavljanje kakovosti in izdajanje certifikatov, in temeljijo na predpisih Robert-Koch inštituta iz Nemčije. Pri tem smo določili razkuževalni učinek postopkov pranja z uporabo standardnih bioindikatorjev in vzeli odtise zlikanih in zloženih bolnišničnih tekstilij z RODAC agar ploščami. Kemijsko-termični razkuževalni učinek postopkov pranja smo potrdili le v eni pralnici. Na odtisih zlikanih in zloženih bolnišničnih tekstilij smo našli naslednje mikroorganizme: Enterococcus spp., Bacillus spp., Corynebacterium spp., koagulazno negativne stafilokoke, saprofitne Gram negativne bacile, plesni. Diskusija in zaključki: Iz rezultatov je razvidno, da je le ena bolnišnična pralnica dosegla zahtevano stopnjo higiene tekstilij. Doseganje primerne stopnje higiene bolnišničnih tekstilij odvisno od razkuževalnega učinka postopka pranja in od rednih ukrepov čiščenja in razkuževanja vseh površin, prostorov in tehnične opreme v bolnišnični pralnici, ki pridejo v stik z opranimi tekstilijami in rednega izobraževanja osebja o pravilni higieni rok pri vzdrževanju higiene v bolnišnični pralnici.	
		In this research we conducted a sanitary-microbiological research on various control points in the clean area of three hospital laundries and compared the results to the tolerance values for hospital textiles published by RAL the German Institute for quality assurance and quality marks. The disinfection effect of the laundering procedures was determined using standard bioindicators and surface sampling of ironed and folded hospital textiles was conducted using RODAC agar plates. The chemo-thermal disinfection effect of the laundering procedures was confirmed in only one laundry. Surface sampling of ironed and folded	

	ANG	hospital textiles yielded the following microorganisms: Enterococcus spp., Bacillus spp., Corynebacterium spp., coagulase negative staphylococci, saprophytic Gram negative bacilli, fungi. Discussion and conclusion: From the results it is obvious that only one hospital laundry reached the required level of textile hygiene. Achieving the appropriate hygiene level of hospital textiles depends on the disinfection effect of the laundering procedure and on regular cleaning and disinfection measures of all surfaces, areas and technical equipment in the clean area of the hospital laundry that come into contact with laundered textiles as well as regular education of personnel on proper hand hygiene in maintain hygiene in the hospital laundry.
Šifra	B.04	Vabljeno predavanje
Objavljeno v	Fakulteta za zdravstvene vede; Zbornik predavanj; 2013; Str. 169-173; Avtorji / Authors: Fijan Sabina, Šostar-Turk Sonja	
Tipologija	1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

<p>Organizacija konferenc: Znanstvena delavnica "Innovative Flame Retardant Systems ". 27-28.3.2013 Konferenca z mednarodno udeležbo 9th Eco day, 11.12.2013 Mednarodna delavnica NanoFuture- (www.nanofuture.si) Mednarodna znanstvena konferenca Nanomaterials & Application-NanoApp, 22-26.9.2013</p> <p>Patenti: VILTUŽNIK, Branka, at all. : Patent 24123 Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013. HRIBERNIK, Silvo, at all., Patent SI 23971 A Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013.</p> <p>Patentne prijave: NEDELJKO, Polonca, at all. : patentna prijava št. P-201300060 z dne 14. 3. 2013. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013. PIVEC, Tanja, at all., European patent application no. EP13151727.8, 17. January 2013 (reference P003373EP), : Europäisches Patentamt: 2013. STANA-KLEINSCHEK, Karin, at all., patentna prijava EP13002404.5-1564, 24. 5. 2013. Munchen: European Patent Office, 2013. ZUPANČIČ, Gregor Drago, at all. : patentna prijava št. P-201300133 z dne 28. 5. 2013. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013. OJSTRŠEK, Alenka, at all. : patent št. 23901 z dne 30. 4. 2013, patentna prijava št. P-201100412 z dne 25. 10. 2011. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013.</p> <p>Mednarodno sodelovanje: Ekspert Evropske tekstilne tehnološke platforme: - TEG 1: »New speciality fibres & fibres composites for innovative textile products« - Majda Sfiligoj Smole - TEG 2- Bojana Vončina - TEG 4: New textile products for human performance (medical, protective, sports) Horizontal - Tatjana Kreže - TWG3 (Technical Working Group Water and Industry), – Alenka Majcen Le Marechal</p> <p>AUTEX (združenje tekstilnih univerz), član vodstva - Alenka Majcen Le Marechal, Majda Sfiligoj Smole Član tehničnega komiteja CEN/TC 248 WG25 - Bojana Vončina</p> <p>Namestnica Slovenskega predstavnika v MC – COST FP1205 Innovative applications of regenerated wood cellulose fibres 2013-17 – Vanja Kokol</p>
--

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	6
bolonjski program - II. stopnja	7
univerzitetni (stari) program	4

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Gerald Findenig	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Ramona Irgolič	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Velentina Jelen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
		<input type="text"/>		

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SLO

VPETOST V EU PROGRAME - 7OP:

- Vanja Kokol: FP7-NMP-2011-LARGE-5-280759-

- **NanoBarrier**; <http://www.sintef.no/Projectweb/NanoBarrier/>
- Vanja Kokol: FP7-NMP-2011-SMALL-5-280519-**NanoSelect** ;<http://nanoselect.eu/>
- Karin Stana Kleinschek: FP7-NOE Ga.N. 290486: Expanding EPNOE leadership towards Food and Health related materials, and oncreasing industrial participation - **EPNOE CSA**; <http://www.epnoe.eu/>
- Karin Stana Kleinschek: FP7Ga. N. 264115: Strenghtening the Romanian research capacity in Multifunctional Polymeric Materials; regpot- **STREAM**; <http://www.regpot-stream.ro/>
- Bojana Vončina: **FP7-NMP-2011-CSA-5 2BFUNTEX**; predstavnica AUTEXA

Sredstva (12.730,92 €), prejeta na osnovi vpetosti članov programske skupine v projekte okvirnega programa EU smo namenili za plačilo **fiksni stroškov (12%)**, **materialnih stroškov (64,01 %)** in za **amortizacijo (23,99 %)**.

Iz **materialnih stroškov (8.149,63 €)** smo krili predvsem stroške poti članov programske skupine na konference (Mednarodna konferenca Autex 2013, Dresden – Nemčija, Int. Conference of Natural Fibers, Guimaraes - Portugalska, itd.), kjer smo predstavili rezultate raziskav, ki so potekale v okviru raziskovalnega programa P2-0118 oziroma projektov v okviru PS, za sestanke vodne platforme v Bruslju, za AFM in SEM analize na Kemijskem inštitutu Ljubljana, za določanje površinskih lastnosti modelnih filmov na Karl Franzes Universität Graz – Avstrija. S povečanim obsegom financiranja smo izvedli tudi nekaj raziskav. Preučili smo možnosti uporabe kapilarne elektroforeze v analizi celuloznih nanovlaken in kristalov z vidika spremembe njihovega površinskega naboja in/ali velikosti ter posledično agregiranja v odvisnosti od pH medija oz. prisotnosti elektrolitov. Metoda se kaže uporabna, vendar je še zmeraj v fazi razvoja.

Sredstva amortizacije (3.053,58 €) smo namenili za nakup literature, plačilo revij, nakup računalnikov, telefonov.

VPETOST V DRUGE MEDNARODNE PROGRAME:

EUREKA

- E!5852 : Nanofuntampons : izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič
- E!4952 : Razvoj bioaktivne embalaže; Biopacking : izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič
- E!5851 : FeVal : izr.prof.dr. Simona Strnad

MNT- ERA.Net II

- 3211-12-000022 : nPOSSCOG : izr.prof.dr. Vanja Kokol
- 3211-12-000023 : WoundSens : prof.dr. Karin Stana Kleinschek
- 3211-10-000458 : Tabana : izr.prof.dr. Vanja Kokol
- 3211-10-000369 : Antimicrob peptides : izr.prof.dr. Vanja Kokol

COST

- COST Action CM1302: European Network on Smart Inorganic Polymers (SIPs): prof.dr. Karin Stana Kleinschek
- COST Action MP1105 ; Sustainable flame retardancy for textiles and related materials based on nanoparticles substituting conventional chemicals – FLARETEX: prof.dr. Bojana Vončina
- COST Action MP 1206: Electrospun Nano-fibres for Bio Inspired Composite Materials and Innovative Industrial Applications : prof.dr. Majda Sfiligoj Smole

BILATERALNO SODELOVANJE

- Slovenija – Argentina; BI-AR/12-14-011; Priprava okolju in človeku prijaznih tekstilnih materialov obdelanih s sredstvi proti mrčesu: prof.dr.Bojana Vončina
- Slovenija - Finska; BI-FI/11-12-017 : Protimikrobna funkcionalizacija celuloznih materialov : izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič
- Slovenija – Indija; BI-IN/10-12-004 : Priprava tekstilnih filtrov za selektivno filtriranje odpadnih vod : prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal

- Slovenija – Madžarska; BI-HU/11-12-016 : Kemijski senzori za detekcijo aminov : prof.dr. Aleksandra Lobnik
- Slovenija – Romunija; BI-RO/12-13-008 : Funkcionalizacija sintetičnih polimerov za razvoj nove protimikrobne embalaže : izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič
- Slovenija – Srbija; BI-RS/12-13-031 : Modeliranje termomehanskih pogojev in dimenzioniranje reaktorjev za hidrolizo lignoceluloznih substratov pri postopku pridobivanja bioplina : prof.dr. Aleksandra Lobnik
- Slovenija – Turčija; BI-TR/11-13-006 : Uporaba ultrazvoka in UV sevanja za obdelavo medicinskih tekstilij : prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal
- Slovenija – Turčija; BI-TR/10-12-002 : Priprava UV/VIS zaščitnih tekstilnih materialov s pomočjo mikro in nano enkapsuliranje fotokromnih barvil : prof.dr. Bojana Vončina
- Slovenija – Združene države Amerike; BI-US/12-13-037 : Razvoj tehnologije za zaprti krog recikliranja potrošniških in industrijskih tekstilnih poliestrskih odpadkov : prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

- NATO – *Sfp 984398*; Removal of heavy metals and radionuclides from water using ceramic and polymer membranes, Aleksandra Lobnik
- Karakterizacija površinskih lastnosti modelnih filmov pripravljenih iz papirne celuloze; Mondi, Avstrija, Karin Stana Kleinschek, Silvo Hribernik
- Karakterizacija poroznih materialov, Swaty; Karin Stana Kleinschek,
- Analiza površinskih lastnosti visoko funkcionalnih prej za uporabo v medicinske namene, Predilnica Litija; Karin Stana Kleinschek, Manja Kurečič
- Razvoj postopka priprave tekstilij z nano-enkapsuliranimi naravnimi eteričnimi olji, Majda Sfiligoj Smole.
- Delovna obleka in službena oblačila, Tehnična specifikacija za Pošto Slovenije d.o.o. Maribor, ŠAUPERL Olivera.
- Oblačila za osebje ljubljanskih parkirišč in tržnice, Tehnična specifikacija za LPT d.o.o. Ljubljana, ŠAUPERL Olivera.
- Osebna varovalna oprema, Tehnična specifikacija za Ljubljanski potniški promet d.o.o. Ljubljana, ŠAUPERL Olivera.
- Optimiranje pogojev pranja bombažnih tekstilij v gospodinjstvem pralnem stroju, Branko Neral
- Primerjava sekundarnih parametrov pranja tekstilij opranih v gospodinjstvih pralnih strojih Bosch - Gorenje, Branko
- Končno poročilo o rezultatih raziskav:
LOBNIK, Aleksandra, at all. : Kemijski senzori za detekcijo aminov : zaključno poročilo o rezultatih znanstvenoraziskovalnega sodelovanja. Maribor: Fakulteta za strojništvo; Pecs: Dpt. of General and Physical Chemistry, South-Transdanubian Coop Res. Center University of Pecs, 2013. 9 f.
LOBNIK, Aleksandra, at all. Senzorsko zaznavanje roka uporabe pakiranih mesnih izdelkov : zaključno poročilo raziskovalnega projekta. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2013. 19 f.

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Rezultati so zreli za naslednjo stopnjo tehnološkega razvoja in njihovo implementacijo, predvsem tisti rezultati raziskav, ki se navezujejo na patentne prijave v letu 2013 opisane v točki 7.

Izpostavljam naslednje tehnološke rezultate, ki so v fazi prenosa v prakso:

- Protimikrobne medicinske tekstilije (viskozni trak modificiran s hitozanom in hitozanskimi nanodelci) raziskane v sklopu te disertacije kažejo potencialno uporabo na ginekološkem področju, kot preventiva ali kurativa, brez neželenih stranskih učinkov za

uporabnika. Tosama d.o.o. je že izvedla prve demonstracijske poskuse izdelave tovrstnih tamponov.

- Pri analizi kompatibilnosti barvalnega procesa in nanosa TiO₂ nano past smo ugotovili, da je postopka mogoče združiti, saj pri tem dosežemo enakomerno obarvanje, dobre barvne obstojnosti, medtem, ko se barva nekoliko spremeni vendar je v toleranci DE* 1,5 kar je v procesu mogoče optimirati in uporabiti v praksi.
- Rezultati raziskav in optimiranja pogojev pranja sintetičnih in bombažnih tekstilij so bili takoj preneseni v razvoj gospodinjskih pralnih strojev podjetja Gorenje d.d.. Razvito znanje omogoča podjetju ohranjanje konkurenčnosti ter prispeva k varovanju okolja (energijska nalepka, skrajšanje časa in temperature pranja, visok učinek nege).

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	500.000,00 evro
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	pilotna naprave za pripravo visoko- funkcionalnih vlaknatih materialov (mokra obdelava) z ustreznimi priključki (el. tok, voda, regulacije); ultra-centrifuga za pripravo in stabilizacijo nano delcev; pilotni reaktor za obdelavo z neravnovesno plinsko plazmo z vso kontrolno in računalniško opremo, pH meter, konduktometer, spektrofotometer, hitri testi za določanje ionov, bi-distilator, laboratorijski inventar, specifične kemikalije, črpalke, rezervoarji, hladilna komora, posode za hrambo vzorcev, transportni voziček.

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

Izvirni znanstveni članek: KARGL, Rupert, et al. Functional patterning of biopolymer thin films using enzymes and lithographic methods. *Advanced functional materials*, ISSN 1616-301X, Jan 21, 2013, vol. 23, iss. 3, str. 308-315, doi: 10.1002/adfm.201200607. [COBISS.SI-ID 16217878]; Faktor vpliva 2012/1616-301X; 9.765; A"

Razviti sta litografski tehniki strukturiranja modelnih biopolimernih filmov. Razviti metodi omogočata mikrostrukturiranje nano slojev biopolimerov regenerirane celuloze, ki se lahko v naslednji fazi funkcionalizirajo in uporabijo kot bio senzorji.

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

Organizacija mednarodne konference NANOAPP s področja Nanomaterialov in njihove uporabe z 8 plenarnimi predavanji svetovno znanih vodilnih raziskovalcev in profesorjev na tem področju. V štirih dneh se je zvrstilo več kot 50 predavanj. <http://nanoapp.ios.si/>



LETNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA ZA LETO 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0112	
Naslov programa	Raziskave atomov, molekul in struktur s fotoni in delci	
Vodja programa	11854 Matjaž Žitnik	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:8840	
Cenovni razred	C	
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	106	Institut "Jožef Stefan"
	795	Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
	1540	Univerza v Novi Gorici
	1554	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1	NARAVOSLOVJE
	1.02	Fizika
Družbeno-ekonomski cilj	13.01	Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1	Naravoslovne vede
	1.03	Fizika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu v letu 2013¹

SLO

V začetku leta 2013 je naša skupina v sodelovanju z ekipo žarkovne linije LDM ter s skupino mednarodno uveljavljenih raziskovalcev izvedla eno izmed prvih meritev na novem laserju na proste elektrone Fermi (Trst), potem ko je bila naprava odprta za mednarodno znanstveno delo. Analiza poskusa prvič pokaže spektralna profila dvojno vzbujenih resonanc pri nelinearnem vzbujanju s svetlobo VUV. Sprejet je že naš novi predlog za poskus, s katerim želimo študirati stimulirano emisijo dvojno vzbujenih stanj v He. Na žarkovni liniji GAPH (Elettra) smo izvedli izboljššan poskus, s katerim smo raziskovali efekte električnega in magnetnega polja na enojno vzbujenih stanjih He na kontroliran način. V letu 2013 smo tesno sodelovali s francoskimi raziskovalci z instituta LCPMR v Parizu: objavili smo primerjalno študijo razpada sinhrotronsko vzbujenih vrzeli na atomih ogljika v C₂H₂, C₂H₄ in C₂H₆ ter potrdili staro tezo o večji kemijski občutljivosti absorpcijskih meritev z dvema vrzelima na različnih atomih v molekuli. Jeseni 2013

smo sodelovali pri poskusu z magnetno steklenico na sinhrotronu Soleil, kjer smo začeli raziskovati tvorbo parov vrzeli K-L v CCl_4 . Udeležili smo se poskusa na žarkovni liniji Galaxies, kjer smo merili Augerjeve spektre pri resonantni vzbuditvi lupine K Cl v CH_3Cl . Visokoločljivi elektronski spektrometer je omogočil tudi prvo preliminarno detekcijo "trojnega" Augerjevega razpada, pri katerem sodelujejo trije elektroni v atomu argona. Na področju molekularne fizike smo v letu 2013 objavili prvo lastno teoretično podkrepljeno študijo o disociaciji klorometanov po vzbuditvi σ^* resonance iz lupine K v kloru. Zagotovili smo si poskus na finski žarkovni liniji I411 na švedskem sinhrotronu MAX-lab v Lundu, kjer bomo 2014 merili Augerjeve elektrone v koincidence z ioni (PEPICO) pri vzbujanju lupine Cl 2p v klorometanih. Konec leta 2013 smo se vključili v akcijo COST CM1204: XUV/X-ray light and fast ions for fast chemistry (XLIC).

Na področju raziskav z visokoločljivo rentgensko spektroskopijo smo v letu 2013 na žarkovni liniji ID26 sinhrotrona ESRF v Grenoblu opravili tri sklope meritev. V prvem delu smo v sodelovanju z Univerzo iz Leuvena opravili in-situ meritve RIXS L3M5 kationskih gruč srebra znotraj zeolita. V drugem eksperimentu, ki je potekal v sodelovanju z Univerzo Helsinki, smo s spektroskopijo RIXS na žveplovem K robu preučevali elektronsko strukturo razredčene žveplove kisline v vodi. V tretjem sklopu smo v sodelovanju s Kemijskim inštitutom opravili preliminarne meritve RIXS na žveplovem K robu nekaterih vzorcev polisulfidov, ki nastopajo v LiS baterijah. Opravili smo tudi meritve KMM RAE spektrov v argonu v okolici praga za dvojne vzbuditve 1s3p in meritve neresonančnih P K XES spektrov za različne fosforjeve spojine. Dosežke spektroskopije RIXS na plinskih tarčah smo na povabilo predstavili na veliki mednarodni konferenci XXVIII ICPEAC v Langzhou, Kitajska. V letu 2013 smo objavili rezultate meritev resonančnega nelastičnega sipanja na Xe v okolici absorpcijskega roba L3 pri fiksni energiji vzbujanja globoko pod absorpcijskim robom. V sodelovanju z raziskovalci z inštituta Paul Scherrer (Švica) smo objavili rezultate in-situ meritev RIXS v okolici absorpcijskega roba Pt L3. Meritve z visoko energijsko ločljivostjo so omogočile identifikacijo kemijskega stanja klora v vzorcih in potrdile primernost metode HR-PIXE za določevanje kemijskega stanja klora v aerosolih.

Skupina za rentgensko absorpcijsko spektroskopijo je s predlaganimi projekti pridobila merilni čas v sinhrotronskih centrih ESRF (Grenoble) ter Elettra (Trst), kjer je v letu 2013 izvedla šest poskusov na žarkovnih linijah ID21, BM23 ter XAFS. V sodelovanju s centrom odličnosti CO NOT v okviru projekta EUROLIS smo izvedli in-situ meritve XANES in EXAFS na Li-S baterijah, na referenčnih spojinah in na ustreznih elektrolitih. V dveh enotedenskih merilnih časih na postaji XAFS pri sinhrotronu ELETTRA smo izvedli in-operando meritve XAS med polnjenjem in praznjenjem baterije z dinamiko C/15 na različnih katodnih materialih in pri različnih elektrolitih. V sodelovanju s KI (Ljubljana) smo nadaljevali večletni projekt razvoja različnih katalizatorjev (mezoporozna sita, dopiranih s Ca, Cr, Mn, Fe, Ni in Cu kationi ter organo-metalne spojine s temi elementi, in CuPd katalizatorji). V sodelovanju s sodelavci iz Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani smo izvedli štiri sklope meritev XAS, namenjena določitvi porazdelitve polutantov (Se, Hg, Cd, Zn, Ni, Cr, Fe) in esencialnih elementov (Zn, Cr, Fe) v različnih tkivih rastlin na celičnem nivoju. Objavili smo rezultate raziskave porazdelitve in vezave kadmija v celicah rastlin, ki to kovino hiperakumulirajo ter raziskavo porazdelitve železa v zrnih žita pri različnih genotipih žitaric. Meritve smo izvedli s submikronskim žarkom monokromatske rentgenske svetlobe s prečno ločljivostjo 0.3 mikrometra. Identificirali smo možne načine transporta teh kovinskih kationov iz korenin v stebela, liste in druga tkiva in razložili mehanizme na celičnem in molekularnem nivoju, ki omogočajo rastlinam tolerančnost do nevarnih kationov. O teh raziskavah smo objavili obsežno poglavje v znanstveni monografiji. V sodelovanju z Laboratorijem za raziskave materialov UNG smo objavili rezultate raziskav nastanka in izvora feromagnetizma v keramiki BaTiO_3 , dopirani z Fe. V sodelovanju z oddelekom za molekularne znanosti in nanosisteme Univerze Ca' Foscari iz Benetk smo opravili mikro-XAS analize nanostrukturnih železo/paladijevih polisaharidov, ki jih tvori sev bakterije *Klebsiella oxytoca* v anaerobnih pogojih. Na področju atomske fizike smo objavili raziskavo absolutnega preseka za fotoefekt v bariju v okolici robov L.

Delo članov programa v okviru EU programa za razvoj fuzije se je v letu 2013 nadaljevalo v okviru dveh projektov pri Slovenski Fuzijski Asociaciji (SFA - Združenje EURATOM - MESCO): »Procesi z nevtralnimi atomi in molekulami vodika« in »Uporaba ionski analiznih metod za študij interakcije plazme s steno v tokamakih« oba s področja interakcije plazme s stenami. Raziskovalne dejavnosti so bile pretežno osredotočene na tri prednostno podprte naloge v EFDA: "Analiza zadrževanja devterija v mešanih materialih" (WP13-IPH-A01-P3-01/MESCO/PS v sodelovanju z INFLPR, Bukarešta, Romunija), "Interakcija atomov in nizko-energijske vodikove plazme s poškodovanim volframom" (WP13-IPH-A03-P1-01/MESCO/PS v sodelovanju z IPP, Garching, Nemčija), in "D re-adsorpcija/re-saturacija s površin W izpostavljenimi helijevi RF-razelektrivni kot tehniki za odstranjevanje goriva" (WP13-IPH-A03-P2-01/MESCO/PS v sodelovanju s PIIM, Univ.

Aix-Marseille, Francija). Pri vseh teh študijah smo za globinsko profiliranje devterija v materialih uporabili protone, ki nastanejo pri jedrski reakciji devterija s hitrimi ^3He ioni ($\text{D}(^3\text{He},\text{p})^4\text{He}$), ki smo jih pripravili s tandemskim pospeševalnikom 2 MV na MICu. Te in-situ NRA študije so bile opravljene med termodesorpcijo devterija iz vzorcev s kodeponiranim ali implantiranim devterijem ali med izpostavitvijo vzorcev devterijevemu atomskemu žarku. Študirali smo tanke plasti različnih kombinacij W, C, Al in Be. Študirali smo zadrževanje devterija v poškodovanem volframu z visokoenergijskimi ioni, pri kateri so ioni ustvarimo poškodbe materiala, ki so podobne poškodbam z nevtroni, ki bodo neizbežne pri obratovanju prihodnjih fuzijskih reaktorjev. Opravili smo in-situ NRA študijo pri različnih temperaturah vzorcev izpostavljenih atomskemu žarku in tako pridobili pomembne informacije o zadrževanju devterija v poškodovanem volframu. Zaradi pomembnosti tega vprašanja je IAEA, Dunaj, Avstrija v letu 2013 odprla poseben CRP na isto temo, kjer smo bili povabljeni k sodelovanju. V programu za oceno RF razelektritve kot tehnike za odstranjevanje goriva (D in T), so bile izvedene pomembne začetne študije časovne stabilnosti adsorbiranega devterija v čistih W vzorcih izpostavljenim D ionom. V sodelovanju z The Open University, Milton Keynes (Anglija) izmerili presek za tvorbo anionov v acetilenu (C_2H_2) v območju energije elektronov od 0 do 90 eV. Z obravnavo primera atmosfere Titana smo opozorili na pomemben prispevek dipolne disociacije k celotni produkciji anionov v planetarnih ionosferah.

V sodelovanju pri raziskavah na žarkovni liniji ALOISA (Laboratorio IOM-CNR TASC) tržaškega sinhrotrona Elettra smo preučevali elektronsko strukturo hetero-organskih in hibridnih stičnih mej in nanostrukturiranih materialov ter vpliv jakosti molekulskih interakcij na hitrost prenosa naboja. Opazovali smo ultrahitro dinamiko vzbujenih elektronov na različnih mestih prototipske molekule 1,4-diaminobenzena (BDA), ki na površini Au(111). Oblikovno prilagajanje molekul v donorsko akceptorskih (D/A) sestavih predstavlja zamečke nove smeri v razvoju organskih fotovoltaičnih elementov, ki po učinkovitosti za red velikosti prekašajo sorodne elemente s ploščatim donorjem. Meritve kažejo, da omogoča oblikovno usklajen molekulski stik c-HBC/C60 bistveno hitrejši prenos naboja oziroma, bistveno hitrejšo disociacijo vzbujenega excitona ob heteroorganskem stiku.

Raziskovali smo lastnosti materialov z meritvami notranjih magnetnih in električnih hiperfinih polj z Mössbauerjevo spektroskopijo. Posebno pozornost smo namenili lastnostim katodnih materialov za litijeve baterije. Večina naših raziskav je usmerjena na elektronske in strukturne lastnosti nanodelcev in na študij interakcije med njimi. V tem letu smo merili mikroskopske lastnosti katodnih materialov in situ na pospeševalnikih Petra v Hamburgu in APS v Chicagu.

S sistemom dveh rež smo izvedli meritev svetlosti visokoenergijskega protonskega žarka za novi ionski izvor in dosegli daleč najvišjo vrednost normalizirane svetlosti protonskega žarka (14), ki so jo kadarkoli izmerili na tandemskih pospeševalnikih (4). Skupaj z uporabniki smo objavili rezultate raziskav mikro-PIXE na področju elementne sestave žita in ajde. Na področju nanotoksikologije smo objavili rezultate raziskav transporta kobalta v organizmu po vnosu nanodelcev CoFe_2O_4 . V sodelovanju z dr. Carlo lochims in Paulom Jobimom iz "Universidade Federal do Rio Grande do Sul", Porto Alegre, Brazilija, smo merili elementne porazdelitve v možganskih tkivih podgan, Aleksandra Wandzilak z Univerze v Krakovu pa je določala elementno sestavo v možganskih tumorjih različnih stadijev pri človeku. Na doma zgrajenem masnem spektrometru z merjenjem časa preleta (angl. Time-Of-Flight, TOF) smo pri MeV SIMS tehniki dosegli ločljivost 300 in predvideli poti, kako dosegati masne ločljivosti, večje od 1000. Do konca avgusta smo izvajali program mednarodnega dostopa v okviru projekta 7. OP EU »SPIRIT« (www.spirit-ion.eu). V sodelovanju z dr. Magali Schnell-Ramos z Univerze v Vidmu smo preučevali obogatitev pridelka z železom pri pridelavi žita sorte durum. Z metodo mikro-PIXE smo pri tem izmerili kvantificirane elementne zemljevide prereзов žitnih zrn tretiranih rastlin. Raziskovalca Camille Larue z Univerze v Bochumu in Hiram Castillo-Mitchell iz ESRF (Grenoble), sta z metodo mikro-PIXE preučevala homeostazo cinka in železa v rastlini *Arabidopsis thaliana*.

V Laboratoriju za rentgensko fluorescenčno analizo je bila v letu 2013 realizirana analiza vsebnosti P, S, Mn, Fe, in Zn v 150 vrstah slovenske pšenice, zato da bi izbrali vrste z najvišjo vsebnostjo esecialnih elementov. Ukvarjali smo se z RF analizo kovinskih muzejskih predmetov, predvsem orožja in oklepov, razvijali pa smo tudi metode za hitro identifikacijo plastike na osnovi meritev koherentnega in nekoherentnega sipanja skupaj z EDXRF analizo vzorcev plastike. Pri tem smo uporabili lasten računalniški program za kvantifikacijo porazdelitvenih map elementov ter za umeritev in validacijo te metode. Posebej smo se posvetili izpopolnjevanju našega programa za kvantifikacijo porazdelitvenih map elementov v prosojnih rastlinskih vzorcih, ustrezni kalibraciji in validaciji micro-XRF sistemov. Dr. Peter Kump s sodelavci je razvil in izdelal prototip rentgenskega analizatorja PDZ-01 in sicer za potrebe laboratorija ter za Ekološki Laboratorij z Mobilno Enoto na IJS (ELME).

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013²

SLO

Uspešen eksperiment, ki ga je naša skupina izvedla z laserjem na proste elektrone Fermi nam je olajšal dostop do nadaljnjih raziskav s tem novim orodjem na področju EUV svetlobe. Vključitev v akcijo COST CM1204 nam omogoča stik z raziskavami na področju atomske in molekularne fizike s femtosekundnimi laserskimi pulzi. Dobri preliminarni rezultati na področju Augerjeve spektroskopije pri višjih energijah nam v prihodnosti ponujajo več možnosti za tovrstne meritve. Sodelovanje pri poskusih z magnetno steklenico nam ponuja možnost za preizkus njenega delovanja pri obstreljevanju tarč s protonskim žarkom. Objava prvega lastnega dela s področja kvantne molekularne fizike kaže, da smo na tem področju prerasli otroško dobo in se enakovredno vključili v svetovne raziskave. Vsaj iz dveh stališč so pomembni naši rezultati na robu L v Li-S baterijah: s tehniko rentgenske fotoabsorpcije smo uspeli slediti strukturnim spremembam pri delovanju baterije in vivo, visokoločljive meritve v emisiji (RIXS) pa so pokazale potencial, ki ga imajo visokoločljive spektralne meritve glede občutljivosti na majhne strukturne efekte pred robom, ki najbolj specifično izdajajo stanje baterije. Na področju fizike površin še naprej izjemno uspešno sodelujemo pri raziskavah sklopitev posameznih organskih plasti s substratom z vidika hitrosti prenosa naboja. Z metodo CHC preučujemo sklopitve v materialih, da bi povečali učinkovitost sončnih celic, pridobili pa smo tudi nove rezultate o sklopitvah, ki jih posreduje vez Au-N. Izjemno dobro sodelujemo z raziskovalci z Oddelka za Biologijo Fakultete za Biotehnologijo UL. Skupaj izvajamo meritve s protonskim mikrožarkom, podobne vzorce pa študiramo tudi z rentgensko svetlobo na sinhrotronskih žarkovnih linijah Elettra in ESRF. Leta 2013 smo tako poleg dela na tekočih fuzijskih projektih aktivno pripravljali predloge za naše dolgoročno sodelovanje v tem EU programu. Ob koncu leta je bil dober del naših predlogov sprejet v nadaljnje financiranje. Povečan interes za proces disociativnega zajetja elektronov v molekulah zaradi njegovega pomena v biofiziki in pri nanotehnologijah je bil razlog za ustanovitev posebne delovne skupine, »DEA klub« v letu 2013. Na ustanovnem sestanku v Mednarodnem Centru za Teorijsko Fiziko »Abdus Salam« v Trstu smo bili navzoči z vabljenim predavanjem in posterjem. Leto 2013 je na ionskem pospeševalniku IJS zaznamoval pričetek uspešnega obratovanja ionskega izvora "multicusp", ki smo ga nabavili v okviru Paketa nabave velike raziskovane opreme št. 14. Zaradi večje svetlosti sedaj dosegamo mnogo boljše krajevne ločljivosti pri aplikacijah z visokoenergijskim fokusiranim protonskim žarkom. Metodo mikro-PIXE na bioloških tkivih lahko tako sedaj izvajamo z žarkom premera 800 nm. V kombinaciji s tehnologijo vnosa in vzdrževanja zamrznjenih hidriranih tkiv med meritvami mikro-PIXE, ki smo jo razvili v zadnjih dveh letih, sedaj nudimo vrhunske raziskovalne razmere za kvantitativno elementno slikanje bioloških tkiv. Pomemben korak naprej smo dosegli pri razvoju metode MeV SIMS, kjer desorpcijo nefragmentiranih molekul dosežemo z vpadom hitrih težkih ionov.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013³

Nobenih sprememb.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine v letu 2013⁴

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	27420199
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Enofotonska dvojna ionizacija notranjih lupin v C _n H _{2n} , CO in N ₂ kot potencialno novo orodje za kemijsko analizo.
	ANG	Single photon K ^{[sup](-2)} and K ^{[sup](-1)} K ^{[sup](-1)} double core ionization in C _{[sub]2} H _{[sub](2n)} (n=1-3), CO, and N _{[sub]2} as a potential new tool for chemical analysis
Opis	SLO	Gre za primerjalno študijo, pri kateri pokažemo, da je spektroskopija K ₁ K ₁ , ki jo izvedemo s koincidenčnim meritvijo med fotoelektroni ter Augerjevi elektroni, precej bolj občutljiva na dolžino in naravo vezi kot običajna nekoincidenčna spektrometrija, pri kateri opazujemo energijski premik robu preko energijskega premika fotoelektrona pri izbitju iz lupine K ₁ . Rezultati potrjujejo veljavnost modela, po katerem izbiti elektron iz lupine K ₁ izbije

	Znanstveni dosežek	
		elektron iz lupine K1 na drugem atomu v molekuli; čeprav so razmerja med procesi subtilno odvisna od elektronske gostote (vezi) med atomoma.
	ANG	We have observed single photon double K-shell photoionization in the C ₂ H _{2n} (n = 1–3) hydrocarbon sequence and in N ₂ and CO, using synchrotron radiation and electron coincidence spectroscopy. Our previous observations of the K ₂ process in these molecules are extended by the observations of a single photon double photoionization with one core hole created at each of the two neighboring atoms in the molecule (K ₁ K ₁ process). In the C ₂ H _{2n} sequence, the spectroscopy of K ₁ K ₁ states is much more sensitive to the bond length than conventional electron spectroscopy for chemical analysis spectroscopy based on single K-shell ionization. The cross section variation for single photon K ₁ K ₁ double core ionization in the C ₂ H _{2n} sequence and in the isoelectronic C ₂ H ₂ , N ₂ and CO molecules validates a knockout mechanism in which a primary ionized 1s photoelectron ejects another 1s electron of the neighbor atom. The specific Auger decay from such states is clearly observed in the CO case.
	Objavljeno v	American Physical Society; Physical review letters; 2013; Vol. 110, issue 16; str. 163001-1- 163001-5; Impact Factor: 7.943; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A ^{''} : 1; A ['] : 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Nakano M., Žitnik Matjaž
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	26897191 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Manipulacija molekul z magnetnim poljem na nemagnetni površini katalizatorja ANG Magnetic manipulation of molecules on a non-magnetic catalytic surface
	Opis	SLO Članek v kvalitetni reviji je naletel na lep odziv s strani uredništva, ki so z njim povezani ilustraciji namenili hrbtno stran revije. Pokažemo, da je moč vplivati na katalizatorske lastnosti platine z zunanjim magnetnim poljem. Če se platino vežemo na z ogljikom oblečene magnetne nanodelce Co. Magnetno polje modificira elektronsko gostoto naboja na platini, to pa posledično vpliva na adsorpcijsko geometrijo CO in s tem na učinkovitost katalitične reakcije. ANG Non-magnetic Pt catalysts, supported on carbon coated magnetic Co nanoparticles, changed catalytic performance in the presence of an external magnetic field. This behavior relates to an electronic change of Pt induced by a localized magnetic field, which modifies the CO adsorption geometry. In situ resonant inelastic X-ray scattering (RIXS) experiments and theory reveal the change of atop CO adsorption geometry on the Pt catalyst to bridged geometry under an external magnetic field. This observation opens the possibility of catalytic control by means of an external magnetic field.
	Objavljeno v	RSC Publishing; Nanoscale; 2013; issue 18, Vol. 5; str. 8462-8465; Impact Factor: 6.233; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; A ^{''} : 1; A ['] : 1; WoS: DY, NS, PM, UB; Avtorji / Authors: Sá Jacinto, Szlachetko Jakub, Sikora Marcin, Kavčič Matjaž, Safonova Olga V., Nachttegaal Maarten
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	27146535 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Študij disociacije klorometanov z neelastičnim sipanjem sipanjem rentgenske svetlobe na območju sigma* resonance. ANG Dissociation of chloromethanes upon resonant [sigma][ast] excitation studied by x-ray scattering
	Opis	SLO

		Znanstveni dosežek	
			Gre za naš prvi članek na področju teoretične kvantne mehanike molekul, kjer se ukvarjamo z opisom neelastičnega sipanja na molekulah klormetanov pri vzbuditvi disociativnega vzbujenega stanja σ^* . Ker disociacija poteče sorazmerno hitro, se lahko iz elektronskih prostostnih stopenj načrpa nekaj energije v kinetično energijo fragmentov, kar povzroči specifične efekte v emisijskih spektrih izsevane rentgenske svetlobe, recimo nelinearno disperzijo ter anomalno razširitev črt. Iz zaporedja emisijskih spektrov posnetih pri različnih energijah vpadne rentgenske svetlobe je bilo mogoče določiti Frank-Condonove širine za različne molekularne tarče, ki smo jih potem primerjali z izračunanimi.
		ANG	The dissociation process following the Cl K-shell excitation to σ^* resonances is studied by high resolution spectroscopy of resonant elastic and inelastic x-ray scattering on CH ₃ Cl, CH ₂ Cl ₂ , CHCl ₃ , and CCl ₄ molecules. Calculations employing the transition potential and Delta-Kohn-Sham DFT approach are in good agreement with the measured total fluorescence yield and show the presence of a second quasidegenerate group of states with σ^* character above the lowest σ^* unoccupied molecular orbital for molecules with more than one Cl atom. A bandwidth narrowing and a nonlinear dispersion behavior is extracted from the K α spectral maps for both σ^* resonances. The fitted data indicate that the widths of the Franck-Condon distributions for the first and second σ^* resonances are comparable for all the molecules under study. In addition, an asymmetric broadening of the emission peaks is observed for resonant elastic x-ray scattering with zero detuning on both σ^* resonances. This is attributed to the fast dissociation, transferring about 0.15 of the scattering probability into higher vibrational modes.
Objavljeno v		American Institute of physics; The Journal of chemical physics; 2013; Vol. 139, no. 13; str. 134302-1-134302-11; Impact Factor: 3.164; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.348; A': 1; WoS: UH; Avtorji / Authors: Bohinc Rok, Žitnik Matjaž, Bučar Klemen, Kavčič Matjaž, Journel L., Guillemin R., Marchenko T., Simon M., Cao W.	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	26934567	Vir: COBISS.SI
Naslov		SLO	Ultrahitri prenos naboja v molekulskih sistemih preko nekovalentne sklopitve N-Au
		ANG	Ultrafast charge transfer through noncovalent AuN interactions in molecular systems
Opis		SLO	Pri študiju transporta naboja prek praznih molekulskih orbital organskih molekul smo proučevali vpliv jakosti molekulskih interakcij na hitrost prenosa naboja. Opazovali smo ultrahitro dinamiko vzbujenih elektronov na različnih mestih prototipske molekule 1,4-diaminobenzena (BDA), ki na površini Au (111) tvori dve monoplastni fazi s komplementarno adsorpcijsko geometrijo molekul. Iz meritev resonančne rentgenske spektroskopije in povezanih teoretičnih izračunov v okviru teorije gostotnih funkcionalov smo določili delokalizacijsko dinamiko vzbujenih elektronov na različnih mestih plosko- in pokončno- ležečih molekul. Z visoko prostorsko in orbitalno resolucijo smo določili mesta v molekuli BDA, ki omogočajo ultrahitro delokalizacijo naboja in jih povezali s specifično kemično vezavo molekul na substrat. Kvantitativno smo izmerili čase delokalizacije vzbujenih elektronov, ki jih omogočajo donorsko/akceptorska sklopitve N-Au, vodikova vez in šibka sklopitve orbital aromatskega obroča BDA s površino Au. Dobljeni rezultati kažejo, da za ultrahiter prenos naboja z organskih molekul ni nujno potrebna močna kovalentna vez s substratom.
		ANG	Charge transfer through noncovalent interactions is crucial to a variety of chemical phenomena. These interactions are often weak and nonspecific and can coexist, making it difficult to isolate the transfer efficiency of one

		Znanstveni dosežek
		type of bond versus another. Here, we show how core-hole clock spectroscopy can be used to measure charge transfer through noncovalent interactions. We study the model system 1,4- benzenediamine molecules bound on an Au surface through an Au–N donor–acceptor bond as these are known to provide a pathway for electronic conduction in molecular devices. We study different phases of the molecule/Au system and map charge delocalization times from carbon and nitrogen sites on the molecule. We show that charge delocalization across Au–N donor–acceptor bond occurs in less than 500 as. Furthermore, the Au–N bond also enhances delocalization times from neighboring carbon sites, demonstrating that fast charge transfer across a metal– organic interface does not require a covalently bonded system.
	Objavljeno v	American Chemical Society; The journal of physical chemistry; 2013; Vol. 117, issue 32; str. 16477-16484; Impact Factor: 4.814; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; A': 1; WoS: EI, NS, PM; Avtorji / Authors: Kladnik Gregor, Cvetko Dean, Batra Arunabh, Dell'Angela Martina, Cossaro Albano, Kamenetska Maria, Venkataraman Latha, Morgante Alberto
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	26471975 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Kotna porazdelitev počasnih fotoelektronov pri dvofotonski resonantni ionizaciji helija <i>ANG</i> Near-threshold photoelectron angular distributions from two-photon resonant ionisation of He
	Opis	<i>SLO</i> Raziskovali smo dvofotonsko resonantno ionizacijo helija s teoretičnega in eksperimentalnega gledišča. Atome v osnovnem stanju smo vzbudili v stanja 1s4p, 1s5p in 1s6p s sinhrotronsko svetlobo, od tam pa smo elektrone dvignili v kontinuum z aplikacijo infrardečega pikosekundnega pulznega laserja. Kotno porazdelitev fotoelektronov smo izmerili s spektromerom VMI (velocity imaging spectrometer). Iz izmerjenih parametrov asimetrije smo določili fazne razlike in amplitude dipolnih matričnih elementov, odgovornih za prehod. Eksperimentalni rezultat smo reproducirali z modelom, ki temelji na mešanju konfiguracij v Coulomb-Sturmianovi bazi. <i>ANG</i> Two-photon resonant photoionization of helium is investigated both experimentally and theoretically. Ground state helium atoms are excited to the 1s4p, 1s5p and 1s6p 1P states by synchrotron radiation and ionized by a synchronized infrared pulsed picosecond laser. The photoelectron angular distributions of the emitted electrons are measured using a velocity map imaging (VMI) spectrometer. The measured asymmetry parameters of the angular distribution allow the phase differences and the ratios of the dipole matrix elements of the 1ss and 1sd channels to be determined. The experimental results agree with the calculated values obtained in a configuration–interaction calculation with a Coulomb–Sturmian basis set. The effects of the radiative decay of the intermediate state and the static electric field of the VMI spectrometer on the measurements are discussed.
	Objavljeno v	Institute of Physics Publishing; Deutsche Physikalische Gesellschaft; New journal of physics; 2013; Vol. 15; str. 013023--013023-19; Impact Factor: 4.063; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: O'Keeffe P., Mihelič Andrej, Bolognesi Paola, Žitnik Matjaž, Moise Angelica, Richter R., Avaldi Lorenzo
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine v letu 2013⁵

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	7578745	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Relevanca prostorsko razločenih elementnih profilov pšeničnih (<i>Triticum aestivum</i>) zrn za prehransko znanost	
	ANG	Relevance for food sciences of quantitative spatially resolved element profile investigations in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain	
Opis	SLO	Pomembno delo za področje prehranske industrije in procesiranja hrane, ki analizira efekte rasti pšenice v s cinkom bogati prsti. Poleg povečanja vsebnosti določenih elementov v zrnju (Ca, Fe, Zn) in zmanjšanja drugih (Na, P, Mo), pride pri rasti glede na normalne razmere do prostorske prerazporeditve elementov, kar je lahko pomembno spremeni razmerja med elementi, ki se odstranijo v toku mletja in poliranja zrnja.	
	ANG	Bulk element concentrations of whole grain and element spatial distributions at the tissue level were investigated in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain grown in Zn-enriched soil. Inductively coupled plasma mass spectrometry and inductively coupled plasma optical emission spectrometry were used for bulk analysis, whereas micro-proton-induced X-ray emission was used to resolve the two-dimensional localization of the elements. Soil Zn application did not significantly affect the grain yield, but did significantly increase the grain Ca, Fe and Zn concentrations, and decrease the grain Na, P and Mo concentrations; bulk Mg, S, K, Mn, Cu, Cd and Pb concentrations remained unchanged. These changes observed in bulk element concentrations are the reflection of tissue-specific variations within the grain, revealing that Zn application to soil can lead to considerable alterations in the element distributions within the grain, which might ultimately influence the quality of the milling fractions. Spatially resolved investigations into the partitioning of the element concentrations identified the tissues with the highest element concentrations, which is of utmost importance for accurate prediction of element losses during the grain milling and polishing processes.	
Šifra	F.04 Dvig tehnološke ravni		
Objavljeno v	The Royal Society; Journal of the Royal Society interface; 2013; Vol. 10, no. 84; str. 1742-5662; Impact Factor: 4.907; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.514; A ^{''} : 1; A ['] : 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Pongrac Paula, Kreft Ivan, Vogel-Mikuš Katarina, Regvar Marjana, Germ Mateja, Vavpetič Primož, Grlj Nataša, Jeromel Luka, Eichert Diane, Budič Bojan, Pelicon Primož		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	26861095	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Temperaturna odvisnost adsorpcije devterija na polikristaliničnem volframu.	
	ANG	Temperature dependence of D atom adsorption on polycrystalline tungsten	
Opis	SLO	Gre za pomemben prispevek na področju fuzijske problematike, saj je predvideno, da bodo iz volframa deli novega fuzijskega generatorja ITER, tako da je izjemno pomembno preučevati dinamiko adsorpcije vodika na njegovi površini pri različnih temperaturah. Z metodo detekcije elastičnega odziva (ERDA) smo spremljali koncentracijo vodika in devterija na površini med ohlajanjem na 750 K segretega vzorca volframa, ki je bil ves čas izpostavljen curku atomarnega devterija. Ob tem smo opazili tri različna vezavna različna vezavna mesta, ki smo jim določili vezavne energije s primerjavo rezultatov simulacije ter izmerjenega temperaturnega odziva.	
	ANG	Temperature dependence of D atom adsorption on polycrystalline tungsten was studied by in situ ion beam method Elastic Recoil Detection Analysis (ERDA). A new procedure named thermoadsorption (TA) was developed for this study, where the sample is first exposed to a deuterium atom beam at high temperature and then, while being continuously exposed to the atom	

		Družbeno-ekonomski dosežek	
		<p>beam, is slowly cooled down. H and D concentrations are determined during this cooling by ERDA. A stepwise increase of the surface areal density was observed starting from $(1.2 \pm 0.3) \times 10^{15} \text{ D cm}^{-2}$ at sample temperature around 750 K, to $(2.2 \pm 0.3) \times 10^{15} \text{ D cm}^{-2}$ when temperature was around 600–500 K and final increase to $(6.8 \pm 0.6) \times 10^{15} \text{ D cm}^{-2}$ when sample temperature was below 440 K. From this, three individual binding states were identified for the studied polycrystalline tungsten. We present a numerical model adequate to our experimental procedure which was developed by taking into account all relevant surface processes. The binding energies for desorption/adsorption were derived by modeling the TA data with the numerical model and were determined to be: $1.05 \pm 0.06 \text{ eV}$, $1.7 \pm 0.08 \text{ eV}$ and $>2.2 \text{ eV}$. Isotope exchange at 485 K sample temperature was also measured and modeled. An estimate of the reflection coefficient for 0.2 eV hydrogen atoms on polycrystalline W was obtained from modeling the isotope exchange data and was determined to be 0.96 ± 0.02.</p>	
	Šifra	F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja
	Objavljeno v	<p>North-Holland; Applied Surface Science; 2013; Vol. 282; str. 478-486; Impact Factor: 2.112; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.172; A": 1; A': 1; WoS: EI, QG, UB, UK; Avtorji / Authors: Markelj Sabina, Ogorodnikova Olga, Pelicon Primož, Schwarz-Selingerb Thomas, Čadež Iztok</p>	
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	DOI: 10.1002/cphc.20	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Študij Li-S baterije in njenih komponent z jedrsko magnetno resonanco in rentgensko absorpcijsko spektroskopijo
		ANG	X-ray Absorption Near-Edge Structure and Nuclear Magnetic Resonance Study of the Lithium-Sulfur Battery and its Components
	Opis	SLO	<p>Gre za pomembno področje študija zmogljivih baterij, ki smo mu v letu 2013 namenili več raziskovalne pozornosti kot prej. Čeprav bo prispevek objavljen v letu 2014, je bil članek pripravljen za objavo že sredi leta 2013. V njem prikazani rezultati so sprožili dodatne poskuse, ki smo jih konec leta 2013 izvajali na sinhrotronu ESRF (Grenoble) in s katerimi smo poskušali še izboljšati občutljivost strukturnih analiz preko meritve neelastičnega resonančnega sipanja rentgenske svetlobe. Na osnovi testnih meritev smo že pripravili resen eksperimentalni projekt, ki je bil poslan na ESRF na zadnjem razpisu merilnega časa.</p> <p>Gre za spremljanje koncentracije polisulfidnih verig LiSx različnih dolžin, ki se tvorijo v elektrolitu v različnih fazah delovanja baterije in določajo njene lastnosti. Poleg absorpcijske spektrometrije in jedrske magnetne resonance, ki ju za spremljanje koncentracije predlaga spodnji članek, utegne imeti potencialno uporabnost na tem področju tudi uporaba resonančnega neelastičnega sipanja rentgenskih žarkov.</p>
		ANG	<p>Understanding the mechanism(s) of polysulfide formation and knowledge about the interactions of sulfur and polysulfides with a host matrix and electrolyte are essential for the development of long-cycle-life lithium-sulfur (Li-S) batteries. To achieve this goal, new analytical tools need to be developed. Herein, sulfur K-edge X-ray absorption near-edge structure (XANES) and $6,7\text{Li}$ magic-angle spinning (MAS) NMR studies on a Li-S battery and its sulfur components are reported. The characterization of different stoichiometric mixtures of sulfur and lithium compounds (polysulfides), synthesized through a chemical route with all-sulfur-based components in the Li-S battery (sulfur and electrolyte), enables the understanding of</p>

		Družbeno-ekonomski dosežek	
		changes in the batteries measured in postmortem mode and in operando mode. A detailed XANES analysis is performed on the different battery components (cathode composite, and separator). The relative amounts of each sulfur compound in the cathode and separator are determined precisely, according to the linear combination fit of the XANES spectra, by using reference compounds. Complementary information about the lithium species within the cathode are obtained by using ⁷ Li MAS NMR spectroscopy. The setup for the in operando XANES measurements can be viewed as a valuable analytical tool that can aid the understanding of the sulfur environment in Li-S batteries.	
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka	
Objavljeno v	Chemphyschem. 2014 Apr 4;15(5):894-904. doi: 10.1002/cphc.201300972. Epub 2014 Feb 4: Patel M.U., Arčon I., Aquilanti G., Stievano L., Mali G., Dominko R.		
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	27109159	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Novi rezultati z visokoločljivo rentgensko spektroskopijo
		ANG	New results in high-resolution X-ray fluorescence spectroscopy
	Opis	SLO	Gre za prvo slovensko predavanje sploh na že XVIII konferenci ICPEAC, veliki bienalni konferenci za področje trkov atomov in molekul s fotoni elektroni in ioni. Ob tej priliki smo predstavili naše rezultate na področju visokoločljive rentgenske spektroskopije, ki smo jih v glavnem dosegli na žarkovni liniji ID26 na sinhrotronu ESRF (Grenoble), kamor smo za meritve transportirali domač spektrometer. Govora je bilo o neelastičnem Ramanskem sipanju, ki omogoča rekonstrukcijo fotoabsorpcijskih spektrov brez moteče spektralne širine vmesnega stanja, o snemanju celega absorpcijskega spektra pri eni sami fotonski energiji, o ločevanje dvoelektronskih vzbuditev od primarne enoelektronske ionizacije ter o študiju resonančnega Radiativnega Augerjevega pojava, pri katerem si foton deli razpoložljivo vzbuditveno energijo z Augerjevim elektronom.
		ANG	The Progress Report deals with results in X-ray and Auger spectroscopy that emerged from our efforts in the last few years. In the field of the high resolution X-ray spectroscopy we concentrate on the so-called tender 2-5 keV energy region. A high brilliance monochromatic X-ray beam @ID26 at ESRF synchrotron (Grenoble, France) coupled to our all-in-vacuum high resolution X-ray spectrometer of Johansson type with an off-Rowland target was found suitable for efficient experimentation with low density atomic and molecular targets, as in such spectrometer set-up practically no loss of spectral resolution occurs over target lengths as large as a few mm.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	s. n.]; Conference program; 2013; 6 str.; Avtorji / Authors: Žitnik Matjaž, Kavčič Matjaž, Bučar Klemen, Mihelič Andrej, Bohinc Rok	
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	2762063	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Meritve Mikro-PIXE na tankih ZMRZNJENIH vzorcih rastlinskih tkiv
		ANG	Micro-PIXE on thin plant tissue samples in frozen hydrated state
	Opis	SLO	Pred kratkim smo opremo merilne postaje s protonskim mikrožarkom dopolnili s kriostatom, ki omogoča vstavljanje in vzdrževanje zamrznjenih vzorcev med meritvijo brez zaznavnega taljenja. Sistem je dodelan tako da ohranja vzorce v praktično nedotaknjenem stanju vsaj še 10 ur po vstavitvi,

Družbeno-ekonomski dosežek	
	<p>kar zadošča za solidne meritve elementnih zemljevidov. Dosežek je pomemben za biološko problematiko, ker se je z analizo zmrznjenih vzorcev mogoče izogniti poškodbam rastlinskih tkiv zaradi sušenja vzorcev.</p>
ANG	<p>Recently we completed a construction of a cryostat at Jožef Stefan Institute (JSI) nuclear microprobe enabling us to analyze various types of biological samples in frozen hydrated state using micro-PIXE/STIM/RBS. Sample load-lock system was added to our existing setup to enable us to quickly insert a sample holder with frozen hydrated tissue samples onto a cold goniometer head cooled with liquid nitrogen inside the measuring chamber.</p> <p>Cryotome-cut slices of frozen hydrated plant samples were mounted between two thin silicon nitride foils and then attached to the sample holder. Sufficient thermal contact between silicon nitride foils and sample holder must be achieved, as well as between the sample holder and the cold goniometer head inside the measuring chamber to prevent melting of the samples. Matrix composition of frozen hydrated tissue is consisted mostly of ice. Thinning of the sample as well as water evaporation during high vacuum and proton beam exposure was inspected by the measurements with RBS and STIM method simultaneously with micro-PIXE.</p> <p>For first measuring attempts a standard micro-PIXE configuration for tissue mapping was used with proton beam cross section of $1.2 \times 1.2 \mu\text{m}^2$ and a beam current of 100 pA. The temperature of the cold goniometer head was kept below 130 K throughout the entire proton beam exposure. First measurements of thin plant tissue samples in frozen hydrated state show minute sample degradation during the 10 h period of micro-PIXE measurements.</p>
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	North-Holland; Nuclear instruments & methods in physics research; 2013; 4 str., [in press]; Impact Factor: 1.266; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.844; A': 1; WoS: OA, RY, UH, UN; Avtorji / Authors: Vavpetič Primož, Pelicon Primož, Vogel-Mikuš Katarina, Grlj Nataša, Pongrac Paula, Jeromel Luka, Ogrinc Nina, Regvar Marjana
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Drugi pomembni rezultati programske skupine v letu 2013⁶

V novembru 2013 smo začeli z delom na enoletnem mednarodnem projektu "Integrated Multifunctional Systems for Energy Conversion, Energy Storage and Energy Usage by Multi-Scaled Materials (iMuseum)", ki naj bi vodil do prijave za projekt v okviru programa Horizon.

Znova poudarjamo uspešno pripravo 20(!) eksperimentalnih predlogov, s katerimi smo si v mednarodni konkurenci leta 2013 zagotovili skupno nekaj mesecev merilnega časa na veliki infrastrukturi, ki jo podpira tudi EU preko programa financiranja obiskov CALIPSO. Kot v vsakem poročilu dosedaj znova predlagamo, da se tovrstne dosežke primerno ovrednoti tudi iz gledišča pridobivanja "zunanjih" projektnih sredstev, ker so obratovalni stroški infrastruktur, kjer si priborimo meritve veliki - cena izvajanja naših poskusov, če preračunamo ure sinhrotronskega žarka po tarifi za zunanje uporabnike (nekaj sto EUR/uro), dosega okrog pol milijona EUR. V letu 2013 nam je znova uspelo na sinhrotron ESRF pripeljati veliko lastno opremo - spektrometer za rentgenske žarke, s katerim smo tam izvajali poskuse z tujimi raziskovalnimi skupinami, pa tudi poskuse s problematiko slovenskih uporabnikov. Pod točko 11. je naveden spisek odobrenih in izvedenih sinhrotronskih projektov, pri katerih so v letu 2013 sodelovali člani raziskovalnega programa.

Zaradi aktualnosti problema zadrževanju devterija v poškodovanem volframu je IAEA, Dunaj, Avstrija začela v letu 2013 poseben CRP na to temo, kamor smo bili povabljeni k sodelovanju. V programu za oceno RF razelektritve kot tehnike za odstranjevanje goriva (D in T), so bile

izvedene pomembne začetne študije časovne stabilnosti adsorbiranega devterija v čistih W vzorcih izpostavljenim D ionom.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v letu 2013⁷

8.1. Diplome v letu 2013⁸

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	
bolonjski program - II. stopnja	
univerzitetni (stari) program	3

8.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti v letu 2013⁹

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

9. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju v letu 2013¹⁰

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value=""/>	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

10. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v letu 2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Antti Kettunen	C - študent - doktorand	1	
0	Aleksandra Wandzilak	C - študent - doktorand	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

11. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v letu 2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi poziva za EU vpetost 2013.¹¹

SFA Projekti v okviru slovenske fuzijske asociacije (Združenje EURATOM - MESCS):

- 1) 1.4.1, "Procesi z nevtralnimi atomi in molekulami vodika",
 - 2) 1.4.3, "Uporaba ionski analiznih metod za študij interakcije plazme s steno v tokamakih".
- Raziskovalne dejavnosti so bile pretežno osredotočene na tri prednostno podprte naloge v EFDA:

- 1) "Analiza zadrževanja devterija v mešanih materialih",
(WP13-IPH-A01-P3-01/MESCS/PS v sodelovanju z INFLPR, Bukarešta, Romunija),
- 2) "Interakcija atomov in nizko-energijske vodikove plazme s poškodovanim volframom",
(WP13-IPH-A03-P1-01/MESCS/PS v sodelovanju z IPP, Garching, Nemčija),
- 3) "D re-adsorpcija/re-saturacija s površin W izpostavljenimi helijevi RF-razelektrivti kot tehniki za odstranjevanje goriva",
(WP13-IPH-A03-P2-01/MESCS/PS v sodelovanju s PIIM, Univ. Aix-Marseille, Francija).

Dodeljena sredstva iz naslova EU-vpetost za raziskave v zvezi s fuzijsko problematiko so bila porabljena za dodelavo dveh eksperimentalnih postavitvev: spektrometra za vibracijsko selektivno spektrometrijo na osnovi zajetje elektronov ter komore za časovno ločljive meritve ERDA na kontrolirano segreth vzorcih v vodikovi atmosferi.

SPRITE: "LIVING - Supporting Postgraduate Research with Internships in Industry and Training Excellence, Marie-Curie scholarship": doc. dr. Matjaž Kavčič.

Sredstva iz naslova EU-vpetost smo namenili povrnitvi dela stroškov, ki so nastali pri pripravi projekta ter delno za nakup potrebne opreme, ki je potrebna za izvedbo doktorskega projekta.

7.OP. SPIRIT: "Support of public and industrial research using ion beam technology (SPIRIT).

Sredstva iz naslova EU-vpetost smo namenili za nakup opreme, ki je potrebna za dopolnitev postavitve z ionskim mikrožarkom in za izvedbo raziskovalnih projektov TNA.

Bilateralna Italija-Slovenija: BI-IT/11-13-011: "Dinamika na nanometerski skali.", doc.dr. M. Žitnik (projekt je posebnega pomena za Italijo).

COST CM1204: "XUV/X-ray light and fast ions for fast chemistry (XLIC)". doc.dr. M. Žitnik

Projekti na sinhrotronih:

- 1) ELETTRA proj. ID: 20130548: "Quantifying charge transport at molecular interface".
- 2) ELETTRA proj. ID: 20125039: "Probing Quantum Interference in Charge Transfer Processes".
- 3) ELETTRA proj. ID: 20120267: "Interplay between the TiO₂(110) Defect State and overlayers of perylene-derivative acceptors".
- 4) ELETTRA proj. ID: 20120173: "Local coordination of Si atoms in graphene-like two-dimensional silicon sheets".
- 5) ELETTRA proj. ID: 20130168: "Contact doping and semiconductor templating on graphene electrodes for organic photovoltaic devices".
- 6) ELETTRA proj. ID: 20130544: "Exfoliated graphene: correlation between morphology and electronic properties".
- 7) ESRF proj. ID: LS-2225: "Studies of localization and speciation of iron in vegetative and seed tissues of rice and wheat to enhance biofortification and improve crop yields",
28. 2. do 5. 3. 2013 (merilne ure: 96).
- 8) ESRF proj. ID: LS 2209 "Studies of thiol mediated cadmium and mercury uptake in plants for enhancing phytoextraction efficiency",
18. 6. do 24. 6. 2013 (merilne ure: 120)
- 9) ESRF proj. ID: EV-25: "Understanding Cr(VI) reduction and Cr transport in sunflower plants",
16. 7. do 23. 7. 2013 (merilne ure: 96).
- 10) ESRF proj. ID: LS/2270: "Investigation of chemical form of iron in grain tissues of diverse wheat genotypes",
9. 11. do 12. 11. 2013 (merilne ure: 96)
- 11) ELETTRA proj. ID: 20120044: "In situ XAS studies on Li-sulfur batteries",
29. 5. do 3. 6. 2013, (merilne ure: 120).
- 12) ELETTRA proj. ID: 20120044: "In situ XAS studies on Li-sulfur batteries",
2. 12. do 6. 12. 2013, (merilne ure: 120)

- 13) APS proj ID: 28934: "Mössbauer Microscopic Investigation of Charge-Discharge Kinetics of Li Batteries".
- 14) PETRA proj. ID: I-20130249 EC, "In-situ NRS mapping of LiFePO₄ electrode material for Li-ion batteries"
- 15) ELETTRA proj. ID: 20130104: "He atom in electric and magnetic field - high resolution study of avoided crossings by means of the metastable atom detection".
- 16) FERMI proj. ID: 20124009, "Multi-photon excitation of He doubly excited states".
- 17) ESRF proj. ID: CH-3910, "In situ time resolved study of the electronic properties of highly luminescent Ag cationic clusters in LTA and FAU zeolites performed with off-resonant RIXS spectroscopy".
- 18) ESRF proj. ID: CH-3914, "X-ray absorption and inelastic scattering from sulfuric acid - water solutions".
- 19) SOLEIL proj. ID: 20130309, "Study of ultrafast relaxation processes in core-excited (Cl 1s- \rightarrow σ^*) CH₃Cl."
- 20) SOLEIL proj. ID: 20130180, "MULTIDIMENSIONAL PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY WITH HERMES EXPERIMENT: Studies of Core Double Photoionization".

12. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v letu 2013 potekali izven financiranja ARRS¹²

SLO

13. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹³

SLO

Program je tehnološko zrel s stališča izvajanja analitike, ki je potrebna za napredne raziskave novih in obstoječih materialov in drugih vzorcev bodisi z ionskimi žarki, kjer je poudarek na elementnem mapiranju rastlinskih tkiv in profiliranju fuzijsko zanimivih materialov, ali na sinhrotronih, kjer so pogosto potrebne analize (lokalnih) kemijskih okolic z absorpcijo in emisijo rentgenskih žarkov. Rezultate programa tako ves čas implementimo v praksi, saj nas skupaj z domačo infrastrukturo potrebujejo raziskovalci iz drugih raziskovalnih skupin doma in po svetu, hkrati pa z našo ekspertizo lajšamo njihov dostop do sinhrotronskih virov svetlobe v tujini.

14. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	300.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁴	Prenosni vzorčevalniki, testna oprema in kalibracijski poskusi

15. Izjemni dosežek v letu 2013¹⁵

15.1. Izjemni znanstveni dosežek v letu 2013

Uspešni poskus na laserju na proste elektrone Fermi. Na podlagi našega predloga, ki ga je odobril znanstveni svet institutije FERMI v letu 2012 smo člani raziskovalnega programa februarja 2013 izvedli poskus na žarkovni liniji Low Density Matter, kjer nam je uspelo prvič pomeriti spekter dvojno vzbujenih stanj helijevega atoma pri dvofotonski absorpciji iz osnovnega stanja. Gre za drugi poskus sploh na tej napravi, potem ko je bila odprta za mednarodne projekte. Poskus smo izvedli ob pomoči raziskovalne skupine na žarkovni liniji, udeležilo pa se ga je še okrog 20 eminentnih raziskovalcev iz Nemčije, Švedske, Francije in Italije. Poleg priprave in vodenja poskusa, smo člani programa analizirali podatke, izvedli modeliranje in pripravili članek za objavo, ki je zdaj v zadnji fazi usklajevanja. Na podlagi te uspešne raziskave smo že pripravili nov predlog za poskus, ki je bil medtem odobren in bo izveden predvidoma konec tega ali v začetku naslednjega leta.

15.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek v letu 2013

Gre za temeljito raziskovalno delo na področju hiperakumulatorskih rastlin, ki v svojih delih nabirajo strupene snovi, ki jih črpajo iz tal in tako pospešujejo remediacijo poškodovanega okolja brez radikalnih "komunalnih" rešitev. Poleg očitne koristnosti rezultatov na tem področju raziskav za širše družbene potrebe, gre tudi za zgleden primer sodelovanja med programskimi skupinami na dveh različnih področjih naravoslovja: fizika in biologija. Skupne raziskave na korektno biološko tretiranih vzorcih z modernimi fizikalnimi metodami nudijo odgovore na vprašanja o tem kam in kolikšni meri se pretočijo snovi iz substrata v posamezne rastlinske dele - in odgovori na to vprašanje, če ga postavimo za element Cd, so še posebej zanimivi.

Š. Koren, I. Arčon, P. Kump, M. Nečemer, K. Vogel-Mikuš, "Influence of CdCl₂ and CdSO₄ supplementation on Cd distribution and ligand environment in leaves of the Cd hyperaccumulator *Noccaea (Thlaspi) praecox*", *Plant Soil*, DOI 10.1007/s11104-013-1617-0

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Institut "Jožef Stefan"

Matjaž Žitnik

Jadran Lenarčič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	14.4.2014
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-LP-2013/149

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2013, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb v letu 2013 ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa v letu 2013. Raziskovalni dosežek vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka - sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁵ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa v letu 2013. Družbeno-ekonomski dosežek vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka - sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

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

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

**ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH
RAZISKOVALNIH PROGRAMOV V LETU 2009 – 2013**

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0063
Naslov programa	Konstruiranje poroznih struktur
Vodja programa	8779 Zoran Ren
Obseg raziskovalnih ur	31280
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2013
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 589 Univerza v Mariboru, Pedagoška fakulteta 797 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo 2547 Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.11 Konstruiranje
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Temeljna usmeritev raziskovalnega programa v obdobju 2009-2013 je bila razvoj metodologije ciljno usmerjenega inteligentnega računalniškega konstruiranja aplikacij s sodobnimi inženirskimi gradivi, ki se uporabljajo v avtomobilski in letalski industriji, medicini, robotiki in na drugih področjih. V okviru raziskovalnega programa so bila določena izbrana gradiva (visokotrnostna jekla, gradiva s celično strukturo) obravnavana z analitičnih, numeričnih in eksperimentalnih metodami. Na osnovi teh raziskav so bile podane osnovne smernice za njihovo uporabo pri konstruiranju, dimenzioniranju, vzdrževanju in razgradnji strojnih delov in konstrukcij. Poseben poudarek je bil namenjen predvsem naslednjim raziskovalnim aktivnostim:

- Dimenzioniranje statično in dinamično obremenjenih strojnih delov in konstrukcij iz visokotrnostnih jekel.
- Razvoj metod, algoritmov in modelov za izvajanje najzahtevnejših inženirskih simulacij deformabilnih procesov raznih celičnih gradiv pri statičnih, dinamičnih in

udarnih obremenitvah.

- Proučevanje kontaktnih problemov oziroma triboloških sistemov v strojništvu.
- Razvoj zobniških dvojic iz nekovinskih gradiv in ustreznih računskih modelov za njihovo dimenzioniranje.
- Razvoj inteligentne platforme za podporo ciljno usmerjenemu konstruiranju.
- Razvoj postopkov 3D-digitalizacije z namenom izvajanja celostnih meritev in primerjalnih analiz orodij in drugih elementov, izdelanih na podlagi CAD-modelov (postopki vzvratnega inženiringa).
- Raziskave aktivnih mehanizmov in haptičnih naprav ter implementacija le-teh v industrijska in druga okolja.
- Proučevanje porozne strukture klasičnih in nano-strukturiranih tekstilij in načrtovanje optimalnih konstrukcij tkanin za zaščito pred ultravijoličnim sevanjem.

ANG

The research programme was in the period 2009-2013 focused on development of target-oriented intelligent computer-aided engineering methodologies to support design of new applications with modern engineering materials, which are being used in automotive and aircraft industry, medicine, robotics and other fields. The main objective of the research programme was to acquire detailed knowledge and understanding of behaviour of some particular materials (high-strength steels, materials with cellular structure), to determine their mechanical properties and to develop basic guidelines for use of these materials in relation to design rules, dimensioning, maintenance and dismantling of mechanical components and assemblies. Special attention was dedicated to the following research activities:

- Design of statically and dynamically loaded machine parts and assemblies made of high-strength steels.
- Development of methods, algorithms and models for advanced computational engineering simulations of components made of cellular materials and subjected to static, dynamic and impact loading conditions.
- Research of contact problems and tribological systems in mechanical engineering.
- Development of gear pairs made of non-metallic materials and appropriate computational models for their design.
- Development of intelligent computer platform to support the target-oriented design process.
- Development of methods for accurate 3D-digitalisation with purpose to carry out thorough measurements and comparison analyses of tools and other machine elements, produced from CAD-models (reverse engineering).
- Research of active mechanisms and haptic devices and their implementation in industrial and other environments.
- Study of porous structure of classical and nano-structured textiles and planning of the optimal woven fabric design regarding the ultraviolet protection.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu²

SLO

Realizacija zgoraj navedenih raziskovalnih aktivnosti je bila v obdobju 2009-2013 zelo zadovoljiva. Na področju dimenzioniranja dinamično obremenjenih strojnih delov in konstrukcij je bil narejen znaten napredek pri razvoju računskega modela za določitev utrujenostnega obnašanja jekel z visoko trdnostjo. Določeni so bili potrebni materialni parametri malocikličnega in visokocikličnega utrujanja visokotrdnostnih jekel, ki so potrebni za dimenzioniranje strojnih delov in konstrukcij z napetostno ali deformacijsko metodo. V ta namen je bilo tudi razvito in izdelano namensko preskuševališče za določitev parametrov malocikličnega utrujanja. Dimenzioniranje dinamično obremenjenih elementov i z visokotrdnostnih jekel je bilo razširjeno na analize utrujanja toplotno rezanih elementov konstrukcij z martenzitno strukturo. Razvit model je zasnovan na Tanaka-Mura modelu iniciranja utrujenostnih razpok, ki je izboljššan v naslednjih segmentih: obravnava večih drsnih ravnin znotraj kristalnih zrn, združevanje mikro razpok, segmentacija drsnih ravnin. Na področju kontaktnih problemov je bil razvit računski model za določitev statične in dinamične nosilnosti velikih aksialnih ležajev.

Prav tako je bilo zelo uspešno znanstveno-raziskovalno delo na področju analize poroznih gradiv, še posebej zaradi multi-internacionalnega sodelovanja, kar je razvidno in številnih znanstvenih objav. V preteklem raziskovalnem obdobju smo analizirali tako urejene kot

neurejene vrste celičnih gradiv z odprto- in zaprto celične strukture (npr. m.pore pene, lotus celična gradiva, UniPore strukture, pene z napredno morfologijo por, strukture iz votlih kovinskih kroglic) s pomočjo kvazi-statičnih in dinamičnih testov in parametričnih računalniških simulacij. V okviru te raziskave so bili ovrednoteni številni parametri (npr. vpliv osnovnega gradiva, hitrost deformacije, smer deformacije, anizotropnost, vrsta polnila), ki vplivajo na odziv poroznih gradiv. Razviti numerični modeli so bili potrjeni s pomočjo izvedenih eksperimentov pri različnih obremenitvenih pogojih.

V okviru razvoja inteligentne platforme za podporo konstruiranju s sodobnimi gradivi so bile v obdobju 2009-2013 raziskovalne metode osredotočene predvsem na nadgradnjo temeljnih konstrukcijskih znanj s specialnimi znanji s področja ciljno vodenega konstruiranja predvsem na področju izbire sodobnih (lahkih) gradiv in z njimi povezanih izdelovalnih postopkov, ter s posebnimi priporočili in smernicami za konstruiranje izdelkov iz teh gradiv. V tem obdobju smo se posvetili predvsem razvoju baze znanja inteligentnega svetovalnega sistema za konstruiranje izdelkov iz umetnih mas in celičnih gradiv. Za ustrezno obvladovanje tega področja so potrebna specialna znanja, ki jih večina inženirjev praviloma obvlada slabše, zato je razvoj inteligentne podpore na tem področju potreben in zaželen, obsežni podatki in znanje pa so razpršeni in neurejeni. Zbiranje in urejanje relevantnih podatkov in znanja je bilo zato dokaj težavno in tudi časovno kompleksno.

Na področju načrtovanja porozne strukture nanostrukturiranih tekstilij so bili razviti modeli napovedovanja parametrov poroznosti (volumen por, specifična površina por, premer por, volumenska poroznost) na podlagi temeljnih konstrukcijskih parametrov netkanih tekstilij (finost vlaken, gostota vlaken, debelina koprene, masa koprene, gostota koprene), živosrebrne porosimetrije ter nedeterministične metode napovedovanja, tj. genetskih algoritmov. V preteklem raziskovalnem obdobju smo analizirali tudi vpliv konstrukcije tkanin na faktor zaščite tkanin pred ultravijoličnim sevanjem in prav tako razvili modele napovedovanja faktorja zaščite tkanin, ki so uporabni v fazi razvoja novega izdelka.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

SLO

Na osnovi raziskovalnih aktivnosti, predstavljenih pod točko 3, lahko zaključimo, da je stopnja realizacije programa glede na zastavljene cilje relativno visoka. Na področju dimenzioniranja dinamično obremenjenih strojnih delov in konstrukcij je bilo objavljenih 8 izvirnih znanstvenih člankov v uglednih mednarodnih revijah s faktorjem vpliva. Na tem področju je bil razvit računski model za analizo utrujanja dinamično obremenjenih elementov iz visokotrnostnih jekel. Naslednji dosežek s področja dimenzioniranja dinamično obremenjenih elementov je namensko preskuševališče za določitev parametrov malo cikličnega utrujanja, ki je bilo patentirano. Dodatnih 7 člankov s faktorjem vpliva je bilo objavljenih s področja kontaktnih problemov, kjer je bila posebna pozornost namenjena velikim aksialnim ležajem.

Stopnja realizacije programa na področju analize odprtih in zaprtih celičnih struktur je zelo visoka. Doseženi so bili vsi predvideni cilji, kar je tudi razvidno iz večjega števila objav. V okviru raziskovalnega dela je bilo za doseganje ciljev poglavitno sodelovanje s tujimi univerzami in institucijami, kar je omogočilo še bolj dovršeno mehansko karakterizacijo omenjenih gradiv. Doseženi cilja pa so prav tako nakazali smernice za nadaljnjo geometrijsko in mehansko karakterizacijo poroznih gradiv, ki bo ključnega pomena za njihovo uspešno uporabo v inženirstvu.

Na področju razvoja inteligentne platforme za podporo konstruiranju s sodobnimi gradivi so bili v obdobju 2009-2013 doseženi vsi predvideni cilji. Zgrajen je bil prototip svetovalnega inteligentnega sistema za podporo odločitev v procesu izbire ustreznega materiala pri razvoju novih izdelkov iz umetnih mas. Prototip sistema je podrobno predstavljen v doktorski disertaciji, ki jo je uspešno zagovarjala MR Urška Sancin, in je navedena med najpomembnejšimi družbeno-ekonomsko relevantnimi rezultati programske skupine v tem obdobju. Poleg tega smo na to temo objavili tudi nekaj člankov v visoko rangiranih revijah s faktorjem vpliva in tudi poglavje v znanstveni monografiji.

Na področju konstruiranja tekstilij so bili v raziskovalnem obdobju 2009-2013 objavljeni trije izvirni znanstveni članki v revijah s faktorjem vpliva (v zgornji polovici ustrezne kategorije), dva samostojna poglavja v znanstveni monografiji, dva vabljena predavanja ter trije znanstveni prispevki na mednarodnih konferencah. V tem obdobju sta bila izdana dva univerzitetna učbenika, povezana s tematiko raziskovanja. Sodelovali smo v Eureka projektu (E!3776 Nanotex) ter se povezali z realnim sektorjem, v katerem se je usposabljala mlada raziskovalka za pridobitev magisterija.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁴

V obdobju 2009-2013 ni bilo bistvenih sprememb raziskovalnega programa v njegovi vsebini in obsegu, razen normalne spremembe sestave, ki je odražala vključitev novih mladih raziskovalcev in občasno vključitev nekaterih zunanjih raziskovalcev glede na potrebe in naravo dela raziskovalnega programa.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	13864982	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razširitiv Tanaka-Mura modela za iniciranje utrujenostnih razpok v toplotno rezanih martenzitnih jeklih
		ANG	Extension of the Tanaka-Mura model for fatigue crack initiation in thermally cut martensitic steels
	Opis	SLO	V prispevku je predstavljen numerični model za evalvacijo iniciranja razpok v toplotno rezanih elementih iz jekel z martenzitno strukturo. Numerična simulacija iniciranja mikro razpok je zasnovana na Tanaka-Mura modelu, kjer so posamezna kristalna zrna simulirana z Voronojevo tesalacijo. Omenjenemu modelu so dodane tri izboljšave, in sicer: simuliranje večih drsnih ravnin, združevanje mikro razpok, segmentacija drsnih ravnin. Rezultati predstavljenega modela kažejo dobro ujemanje z razpoložljivimi eksperimentalnimi rezultati.
		ANG	A numerical approach for evaluation of crack initiation in thermally cut structural elements made of martensitic steel is presented. A numerical simulation of micro-crack initiation is based on the Tanaka-Mura model, where individual grains of synthetic microstructure are simulated using the Voronoi tessellation. Three improvements are added to this model (multiple slip bands, micro-crack coalescence and segmented micro-crack generation). The results of the proposed computational model show a reasonable correlation with the experimental results.
	Objavljeno v	Elsevier; International Conference on Crack Paths 2009; Engineering fracture mechanics; 2010; Vol. 77, iss. 11; str. 2040-2050; Impact Factor: 1.571; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.214; A': 1; WoS: PU; Avtorji / Authors: Kramberger Janez, Jezernik Niko, Göncz Péter, Glodež Srečko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	16367894	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba genetskih metod za napovedovanje poroznosti ploskih tekstilij
		ANG	The usage of genetic methods for prediction of fabric porosity
	Opis	SLO	Poglavje v znanstveni monografiji predstavlja teorijo poroznosti ploskih tekstilij. V prvem delu je predstavljen idealni model porozne strukture tkanin, na podlagi katerega so definirani nekateri parametri poroznosti, v drugem delu pa idealni model porozne strukture netkanih tekstilij. Naslednja poglavja se osredotočajo na možnost modeliranja porozne strukture tekstilij s pomočjo nedeterminističnih metod (genetsko programiranje, genetski algoritmi) kot orodje v rokah konstrukterjev pri razvoju novih konstrukcij za specifičen namen uporabe. Takšna orodja namreč omogočajo zniževanje stroškov raziskav, kakor tudi poskusnih serij izdelave, v fazi razvoja novega izdelka.
			The chapter in scientific monograph presents the theory of flat fabric porosity. In the first part, the ideal geometric model of fabric porous structure on which some porous parameters of woven fabrics can be defined, is presented. The second part deals with the ideal model of porous structure of non-woven fabrics with theoretically defined porous

		ANG	parameters. Further sub-chapters are focused on the possibility of porous structure modelling by non-deterministic modelling tools (genetic programming, genetic algorithms) as "tools" for fabric engineers in a process of a new product development for specific applications. Such tools namely allow the reduction of research costs as well as sample production costs in the phase of a new fabric development.
	Objavljeno v		InTech; Genetic programming - new approaches and successful applications; 2012; Str. 171-198; Avtorji / Authors: Dobnik-Dubrovski Polona, Brezočnik Miran
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
3.	COBISS ID	14672406	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Inteligentna podpora odločitev pri inženirskih analizah
		ANG	Intelligent decision support for structural design analysis
	Opis	SLO	Članek obravnava ogrodje za inteligentno podporo odločitev pri inženirskih analizah z uporabo metode končnih elementov. Predstavljeno inteligentno okolje je sestavljeno iz več modulov, ki temeljijo na znanju. Namen je uporabniku pomagati pri obravnavi najpomembnejših ozkih grl v procesu izboljševanja konstrukcije na podlagi rezultatov inženirskih analiz. V članku so predstavljeni štirje prototipi takšnih inteligentnih modulov, in sicer: inteligentni modul za podporo pri začetnih odločitvah v procesu inženirske analize, inteligentni modul za izbiro ustreznih končnih elementov, inteligentni modul za pomoč pri izgradnji ustrezne mreže končnih elementov in inteligentni modul za podporo pri interpretaciji rezultatov analize. Glede na odzive strokovnjakov, ki so te module strokovno evalvirali, lahko ugotovimo, da je predstavljeno inteligentno ogrodje uporabno kod podpora za neizkušene inženirje v procesu razvoja izdelkov, kot je to prikazano tudi v nekaterih primerih, predstavljenih v članku.
		ANG	This paper discusses a framework for intelligent decision support for structural design analysis using a finite element method. The intelligent environment presented is composed of several knowledge-based modules in order to address some major bottlenecks within the analysis-based design improvement process. The prototypes of four intelligent modules are presented within this context. These are: an intelligent module for supporting some initial decisions within the design analysis process, an intelligent module for finite elements' selection, an intelligent module for finite element mesh design, and an intelligent module for supporting the results' interpretation process. According to the feedbacks of those experts who participated in the evaluation process, these prototypes could be applied as useful supporting tools for inexperienced designers in design practice, as shown in certain examples presented in this paper.
	Objavljeno v		Elsevier Science; Advanced engineering informatics; 2011; Vol. 25, iss. 2; str. 330-340; Impact Factor: 1.489; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.881; A': 1; WoS: EP, IF; Avtorji / Authors: Dolšak Bojan, Novak Marina
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	17097494	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Strukturna karakterizacija elementov z napredno morfologijo por (APM)
		ANG	Structural characterisation of advanced pore morphology (APM) foam elements
			Prispevek obravnava strukturno karakterizacijo poroznih elementov z napredno por morfologija (APM). APM elementi imajo krogličasto obliko s povrhnjico in kompleksno notranjo porozno strukturo. Razumevanje

	Opis	SLO	lastnosti med strukturo in lastnostmi je odvisna od natančne opredelitve in karakterizacije zapletene porozne geometrije. V ta namen je bilo izvedeno zajemanje slik APM elementov z mikro računalniško tomografijo. Slike so bile nato analizirane z novo metodologijo za določanje porazdelitve in velikosti por.
		ANG	The paper addresses the structural characterisation of advanced pore morphology (APM) foam elements. APM foam elements have a sphere-like shape with solid skin and a complex internal porous structure. The understanding of structure-property relations depends on accurate characterisation of this complex porous geometry. To this end, micro-computed tomography scanning of APM foam elements is conducted and obtained images are analysed using a novel methodology for determination of spatial and size distribution of pores.
	Objavljeno v	North-Holland; Materials letters; 2013; Vol. 110; str. 201-203; Impact Factor: 2.224; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; A': 1; WoS: PM, UB; Avtorji / Authors: Vesenjaj Matej, Borovinšek Matej, Fiedler Thomas, Higa Yoshikazu, Ren Zoran	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	17274902	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Karakterizacija neenakomerne odprtocelične strukture s silikonskim polnilom por
		ANG	Characterization of irregular open-cell cellular structure with silicone pore filler
	Opis	SLO	Članek podaja rezultate raziskave vpliva silikonskega polnila v porah kovinske pene za namen povečanja sposobnosti absorpcije deformacijske energije. S pomočjo kvazi-statičnih in dinamičnih tlačnih eksperimentov ter termografije je bil analiziran vpliv velikosti celic, deformacijske hitrosti in vpliv polnila na odziv ter mehanske lastnosti kovinskih pen.
		ANG	The paper presents the results of studying the influence of silicone polymer pore filler on the mechanical energy absorption capacity of aluminium foam. Based on quasi-static and dynamic compression tests supported by thermography the influence of pore size, strain rate and the influence of the silicone pore filler on the mechanical properties of metal foams has been analysed.
Objavljeno v	Applied Science Publishers Ltd; Polymer testing; 2013; Vol. 32, iss. 8; str. 1538-1544; Impact Factor: 1.646; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.757; A': 1; WoS: QF, UY; Avtorji / Authors: Vesenjaj Matej, Krstulović-Opara Lovre, Ren Zoran		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	13647638	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Naprava za določevanje parametrov malo-cikličnega utrujanja z rotirajočim upogibnim preizkusom
		ANG	Device for determination of low cycle fatigue parameters using rotating bending test
		Navedeno preskuševališče je uporabno za določitev parametrov malocikličnega utrujanja s klasičnim upogibnim preskusom. Za doseg tega cilja je bila razvita metoda za določevanje materialnih parametrov,	

	Opis	SLO	ki temelji na uporabi cilindričnih preskušancev, ki jih obremenimo s čistim upogibnim momentom in izpostavimo rotaciji. Na osnovi izmerjenih vrednosti momentov, zasukov in sil, ki se med preskušanjem pojavijo na preskušancu, določimo parametre malocikličnega utrujanja z uporabo razvitega matematičnega modela.
		ANG	The presented device can be used to determine the low-cycle fatigue parameters using classical rotating bending testing procedure. To achieve this goal, a new method for determination of low-cycle fatigue parameters has been developed. The new method is based on cylindrical specimens loaded with pure bending moment and exposed to the rotation. According to the measured values of moments, distortions and forces, which are induced on the specimen during the test, low-cycle fatigue parameters can be determined using the developed mathematical model.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa	
	Objavljeno v	Minsitrstvo za gospodarstvo, Urad RS za intelektualno lastnino; 2009; 1 mapa (loč. pag.); Avtorji / Authors: Knez Marko, Glodež Srečko, Kramberger Janez	
	Tipologija	2.24 Patent	
2.	COBISS ID	17408534	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	SymPorMat / Simpozij o poroznih materialih, 17. december 2013, Maribor, Slovenia ; [urednika] Zoran Ren, Matej Vesenjajk
		ANG	SymPorMat / Symposium on Porous Materials, December 17th, 2013, Maribor, Slovenia ; [Editors] Zoran Ren, Matej Vesenjajk
	Opis	SLO	Namen simpozija je bil povezati domače in tuje strokovnjake, ki raziskujejo različne vidike izdelave, karakterizacije, modeliranja in uporabe poroznih materialov, z inženirji iz industrije in jim ponuditi forum za razpravo o trenutnem stanju in prihodnosti razvoja in uporabe poroznih materialov. Na simpoziju je sodelovalo 24 znanstvenikov iz 8 držav, ki so predstavili svoje prispevke. Srečanja se je udeležilo skupno 65 udeležencev.
		ANG	The aim of the symposium was to bring together the international professional community consisting of researchers from academia, engineers from industry and commercial solution providers to give an overview of advances in state-of-the-art production technologies, methods of characterisation, computer modelling and simulation of porous materials and to discuss the current status and to drive the future of porous materials development and application. 24 scientists from 8 different countries presented their work at the symposium. The total number of participants was 65.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	zbornik SymPorMat	
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
3.	COBISS ID	251739392	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Statična nosilnost in življenjska doba velikih aksialnih dvorednih krogličnih ležajev
		ANG	Static load capacity and service life of large double row slewing ball bearing
		V doktorski disertaciji je predstavljen računski postopek za določitev kontaktnih obremenitev v velikih aksialnih krogličnih ležajih. Računski postopek je zasnovan na vektorskem pristopu opisa geometrije ležaja z upoštevanjem glavnih zunanjih obremenitev ležaja (radialna obremenitev, aksialna obremenitev, prekucni moment). Tak pristop	

	Opis	SLO	omogoča analizo ležajev s poljubno geometrijo in predstavlja osnovo za preračun ležajev z upoštevanjem vnaprej predpisanih deformacij obročev. Na podlagi tako določenih kontaktnih obremenitev ter statične in dinamične nosilnosti tečine je določena statična in dinamična nosilnost celotnega ležaja. Celoten računski postopek je vgrajen v računalniški program, ki ga lahko uporabimo za preračun dvo ali štiri-točkovnih eno- ali dvorednih velikih aksialnih krogličnih ležajev.	
		ANG	Within this doctorate thesis, a calculation procedure to determine contact load distribution in large slewing ball bearings was developed. The procedure is based on a vector description of the bearing geometry considering the main external loads of bearing (radial forces, axial forces, tilting moment). Such an approach allows for a definition of any geometry of a bearing and presents a basis for simulation of the influence of the bearing deformations. On the basis of the contact load distribution, as well as the static and dynamic capacity of the raceway, the static and dynamic capacity of the large axial double-row slewing bearing was defined. The calculation procedure was implemented in a computer programme, which can be used to analyze two- and four-contact point single- and double-row large slewing ball bearings.	
	Šifra	D.09	Mentorstvo doktorandom	
	Objavljeno v	R. Potočnik]; 2010; XXI, 131 str.; Avtorji / Authors: Potočnik Rok		
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija		
4.	COBISS ID	262505728	Vir: COBISS.SI	
Opis	Naslov	SLO	Model inteligentnega sistema za podporo odločanju pri izbiri polimernih materialov v procesu razvoja izdelkov	
		ANG	Intelligent decision support system model for polymer material selection within a product development process	
	SLO	<p>Proces razvoja izdelka je kompleksen proces, znotraj katerega mora inženir sprejemati mnogo pomembnih odločitev, ki se ne nanašajo le na konstrukcijo, ampak na vse faze dobe trajanja izdelka. Izbira materiala je v sklopu procesa konstruiranja izrednega pomena, saj izbrani material v začetnih fazah razvoja izdelka znatno vpliva na vse prihodnje aktivnosti v procesu, ter na posledice, ki jih ima izdelek na okolico v njegovi celotni dobi trajanja. Pri svojem delu konstrukterji mnogokrat naletijo na dileme v procesu odločanja, pri čemer so mladi, neizkušeni inženirji na začetku kariere, kot tudi mala in srednje velika podjetja, v zapostavljenem položaju, saj pomanjkanje izkušenj posledično pomeni slabši izdelek ali najem strokovnjaka.</p> <p>Vpliv izdelka na okolje je definiran z različnimi parametri ekološkega spektra, ki jih lahko nadzorujemo v procesu izbire materiala. Eden takih je recikliranje, ki je pereča problematika polimernih materialov, saj je delež reciklirane plastike bistveno manjši od deleža drugih materialov. Kvarni vpliv človeka na okolje in izkoriščanje neobnovljivih virov tako kažeta na pomembnost težnje k trajnostnemu razvoju. Z razvojem modela sistema za podporo odločanju pri izbiri polimernih materialov z upoštevanjem okoljskega vidika smo v sklopu doktorske disertacije skušali doprinesti k znanosti tega področja ter predvsem razviti računalniško podporo pri konstruiranju okolju prijaznih izdelkov iz polimernih materialov v inženirski praksi.</p>		
ANG	Product development process is a complex process and also decision-making process, which is not related only to product design but to all phases of product's life cycle. Material selection within design process is of great importance as preliminary material selection in early stages of design influences activities to follow and define the impact that product has on the environment through its life cycle. Young and inexperienced designers as well as small and medium sized enterprises are often in arduous position as they face dilemmas in decision-making due to lack of			

		<p>experience consequentially resulting as a bad design or a need for hiring an expert.</p> <p>Product's environmental impact is defined with various ecological parameters, which could be controlled in material selection process. Recyclability is one of problematic ecological parameters for polymer materials as their recycle fracture in current supply is quite low in comparison to other materials. Negative human influence on the environment and exploitation of non-renewable resources are pointing out the importance of sustainable development. Intelligent decision support system model for polymer material selection considering environmental impact developed and presented in this doctoral thesis is an original contribution to scientific society. Moreover, system model is computer support for designing environment-friendly polymer products in engineering practice.</p>
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	U. Sancin]; 2012; X, 91 f., [51] f. pril.; Avtorji / Authors: Sancin Urška
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
5.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<p><i>SLO</i> članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih</p> <p><i>ANG</i> membership in foreign/international committees</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Izr. prof. dr. Polona Dobnik Dubrovski je članica znanstvenega odbora mednarodne konference Smartex, katere organizatorja sta Kafrelsheikh University Egypt in Ivanovo State Textile Academy Russia, kar je razvidno iz spletne strani organizatorja mednarodne konference (http://www.kfs.edu.eg/smartex2/display.aspx?topic=7305).</p> <p><i>ANG</i> Associate Professor Polona DObnik Dubrovski is a member of the scientific committee of international textile conference Smartex, which organisers are Kafrelsheikh University Egypt and Ivanovo State Textile Academy Russia. This is evident from the following website http://www.kfs.edu.eg/smartex2/display.aspx?topic=7305.</p>
	Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
	Objavljeno v	http://www.kfs.edu.eg/smartex2/display.aspx?topic=7305
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁷

Vzpostavitev raziskovalnega sodelovanja z National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) v Tokyu na Japonskem, kjer je MR Gregor Harih leta 2013 izvedel zelo uspešno trimesečno raziskovalno gostovanje.

Vzpostavitev znanstvenega sodelovanja z "University of Brescia (Italija), kjer je MR Peter Goncz leta 2013 izveden enomesečno izpopolnjevanje na področju kotalno kontaktnega utrujanja. Bil je prijavljen tudi skupen evropski projekt "Marie Curie".

Vzpostavitev stalnega raziskovalnega sodelovanja z Univerzo v Kumamotu na Japonskem, kjer raziskovalni program izvaja vse eksperimentalne preizkuse materialov pri velikih hitrostih obremenjevanja.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

V okviru raziskovalnega programa so bili razviti povsem novi postopki za usmerjeno inteligentno podprto računalniško konstruiranje s sodobnimi (lahkimi) inženirskimi gradivi, ki

se uporabljajo v letalski in avtomobilski industriji, medicini, robotiki in na drugih področjih. Izvedeno znanstveno-raziskovalno delo je prispevalo k razvoju znanosti in stroke na področju računalniškega konstruiranja v širšem (svetovnem) merilu z originalnimi znanstvenimi rešitvami na področju konstruiranja in oblikovanja inženirskih konstrukcij z uporabo sodobnih inženirskih gradiv. Razvita so bila nova inteligentna programska orodja, izvirne numerične metode, algoritmi in modeli za računalniške simulacije najzahtevnejših inženirskih problemov s področja konstruirana sodobnih strojnih konstrukcij.

Razviti modeli omogočajo natančnejše in zanesljivejše rezultate opisa odziva urejenih in neurejenih celičnih gradiv pod vplivom udarnih obremenitev. Razvoj novih konstitutivnih in računalniških modelov zagotavlja natančnejše rezultate in omogoča razvoj inovativnih in konkurenčnih rešitev za povečanje varnosti pri trkih v različnih industrijskih panogah in aplikacijah.

Za dimenzioniranje najzahtevnejših konstrukcij iz visokotrdnostnih jekel so bili razviti novi postopki za določitev dobe trajanja le-teh pri kompleksnih dinamičnih obremenitvah in izvedene ustrezne eksperimentalne raziskave za določitev potrebnih materialnih parametrov tovrstnih gradiv. Fundamentalne raziskave nestabilnih lomnih procesov visokotrdnostnih jekel predstavljajo bistven prispevek k razvoju znanosti predvsem pri uveljavitvi dvoparametrične mehanike loma kot orodja za popolnejši opis lomnega obnašanja za oceno celovitosti dejanskih konstrukcijskih komponent. Izvedene raziskave na področju mehanizmov in haptičnih naprav in razvite metodologije omogočajo bistveno boljši vpogled v sposobnosti robotov v delovnem prostoru in optimizacijo njihovih strukturnih parametrov s ciljem doseči homogenejšo hitrostno polje v delovnem prostoru. Razvoj učinkovitih adaptivnih baznih funkcij projektnega elementa pomeni bistven prispevek k razvoju postopkov za optimizacijo topologije tako ravninskih kot prostorskih robotov.

Rezultati raziskav na področju projektiranja in konstruiranja ploskih tekstilij predstavljajo nova temeljna znanja, povezana z vplivom konstrukcijskih parametrov netkanih tekstilij na njihovo porozno strukturo ter vplivom konstrukcijskih parametrov tkanin na UPF (faktor zaščite tkanin pred ultravijoličnim sevanjem) ter predstavljajo orodje za optimalno načrtovanje uporabnih lastnosti ploskih tekstilij.

ANG

The entirely new procedures for dedicated intelligent computer-aided design of machine elements made of modern (light-weight) engineering materials, used in airspace and automotive industry, medicine, robotics and in other fields of application, were developed in the framework of the research programme, which will then be used. The conducted scientific research work contributed to the development of science in the field of engineering design of modern engineering structures made of modern engineering materials. New intelligent software tools, original computational methods, algorithms and models for computer simulations of the most complex engineering problems were developed for this purpose.

The developed computer models enable more precise and more reliable simulations of behaviour of components made from ordered and non-ordered cellular materials under the influence of impact loads. New constitutive and computer models ensure more accurate simulation results and enables development of innovative and competitive solutions to increase impact safety in different industrial fields and applications.

New procedures to define the lifetime of most complex engineering structures made from high-strength steel and subjected to dynamic load were also developed together with relevant experimental testing programme to determine required material parameter. Fundamental research of instable fracture processes of high-strength steels represent an essential contribution to science development, primarily in relation to the introduction of two-parametric fracture mechanics method as a tool for better description of fracture behaviour and direct integrity estimation of the actual design components.

In the field of mechanisms and haptic devices, the conducted research and developed methodologies enable better understanding of the robot capabilities in its working

environment and provide tools for efficient optimisations of their structural parameters with the objective to achieve homogeneity of a robot speed field. The development of effective adaptive basic functions of project elements contributes to further the procedures for topology optimization of planar and spatial robots.

The research results in the field of flat fabric engineering and construction represent a new fundamental knowledge regarding the influence of non-woven fabric constructional parameters on the porous structure and the influence of woven fabric constructional parameters on UPF (ultraviolet protection factor of fabrics). This knowledge is a useful "tool" for optimal planning of fabric's end-usage properties.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Nova znanja in rezultati raziskav raziskovalnega programa zagotavljajo večjo konkurenčnost tako raziskovalne, kakor tudi družbeno-ekonomske sfere oziroma podjetij, ki to znanje v neposredni ali posredni obliki izrabljajo. Uspešen prenos novih znanj v industrijsko okolje je osnova za povečanje dodane vrednosti izdelkov in s tem večjo konkurenčnost slovenskih podjetij na evropskem in svetovnem trgu. Člani raziskovalnega programa že vrsto let uspešno sodelujejo s številnimi podjetji v Sloveniji in v nekaterih sosednjih državah na področjih svojega raziskovalnega delovanja. S prenosom razvitih metodologij, modelov in rešitev v okviru raziskovalnega programa v podjetja le-le-tem omogočen dostop do uporabe najsodobnejših orodij za dimenzioniranje in konstruiranje najzahtevnejših inženirskih konstrukcij, s čimer lahko bistveno povečajo svojo konkurenčno sposobnost. Predvsem proizvajalci bele tehnike vse več uporabljajo moderna inženirska gradiva (npr. umetne mase, kovinske in nekovinske pene), pri čemer za učinkovito konstruiranje s temi gradivi uporabljajo nekatera aplikativna orodja razvita v okviru raziskovalnega programa, ki prispevajo k učinkovitejši in bolj ekonomični izdelavi posameznih konstrukcijskih komponent. Vpeljava v okviru programa razvitih inteligentnih računalniških sistemov za namene razvoja novih izdelkov, njihove izdelave, trženja, uporabe in vzdrževanja omogoča slovenskim podjetjem učinkovitejši razvoj optimalnih izdelkov in s tem tudi lažje nastopanje na domačem in zahtevnih svetovnih tržiščih.

Izsledki raziskovalnega programa na področju modeliranja dinamičnih udarnih problemov se uporabljajo tudi za razvoj novih cestnih varnostnih elementov, ki zagotavljajo zmanjšanje in ublažitev posledic prometnih nesreč. Povečanje varnosti in zmanjšanje števila poškodb ter žrtev udeležencev v prometu posredno vpliva na krajšo odsotnost zaposlenih z delovnega mesta, zmanjševanje obsega bolniških izostankov in posledično na upadanje motenosti delovnih procesov ter obsega stroškov zaradi odškodnin, kar se odraža v prihrankih v gospodarstvu in zdravstvu.

Na področju razvoja mehanizmov in haptičnih naprav rezultati izvedenih raziskave nudijo podporo podjetjem, ki se ukvarjajo z robotskimi aplikacijami ter projektiranjem in izvedbo robotiziranih proizvodnih sistemov. Razvita programska orodja predstavljajo strateško prednost na področju realnega in virtualnega projektiranja in konstruiranja robotiziranih proizvodnih sistemov.

Razviti modeli napovedovanja parametrov porozne strukture netkanih tekstilij in UPF faktorja tkanin omogočajo tekstilnim podjetjem lažje in hitrejše razvijanje novih konstrukcij ploskih tekstilij v fazi razvoja novega izdelka in hkrati znižujejo stroške raziskav ter poskusnih serij izdelave tekstilij.

ANG

Newly developed knowledge and research results generated within the research programme contribute to competitiveness increase of research and socio-economic sphere e.g. companies that make use of this knowledge in direct and indirect way. The successful transfer of new knowledge in an industrial environment is the basis for the increase in value added products and to improve the competitiveness of Slovenian companies on the European and world market. Members of the research programme have been successfully working with many companies in Slovenia and in some neighboring countries in the areas of their research activities for many years. Transfer of knowledge in form of developed methodologies, models and solutions developed within the research programme into

industrial businesses enables them access to use the cutting-edge tools for design and construction of the most complex engineering structures, which significantly increase their competitiveness. Specifically home appliances manufacturers are increasingly using modern engineering materials (e.g. plastics, metal and non-metallic foams) and they are using some applicative tools developed within the research programme for the efficient design of these materials, contributing to a more efficient and economical manufacturing of engineering components. The introduction of the developed intelligent computer systems for the purpose of developing new products, manage their production, marketing, use and maintenance allows Slovenian companies development of more efficient products and thus facilitates their competitive access to the domestic and demanding world markets.

The results of the research program in the field of modeling dynamic impact problems are also used to develop new road safety elements designed to minimize and mitigate the consequences of accidents. Increased safety and reduction of the number of injuries and casualties in traffic accidents will indirectly shorten the absence of employees from work and the number of days of sick leave; as a result, the disturbances of working processes will be less frequent, and compensation costs will decrease. This is reflected in savings in the economy and in the health care system.

In the field of mechanisms and haptic devices, the research results are used to support companies in planning and implementation of robotised productions systems. The results in form of developed computer tools present strategic advantage to companies in actual and virtual planning of robotised production systems.

Newly developed prediction models of nonwoven's porosity parameters and woven fabric's UPF allow textile companies easier and faster development of a new fabric constructions within the phase of a new product development and at the same time reduce costs of research and experimental batches of textile production.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2013¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	84
bolonjski program - II. stopnja	8
univerzitetni (stari) program	81

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
29566	Urška Sancin	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25791	Marko Knez	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25799	Matej Borovinšek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27557	Rok Potočnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27723	Niko Jezernik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27726	Matej Rajh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24100	Jasmin Kaljun	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29576	Franci Gačnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28665	Melita Jovan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33728	Mihael Volk	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

30955	Peter Goncz	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32713	David Potočnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
1379	Vinko Močilnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32923	Iztok Noč	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Tomaž Petrun	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Lajqi Shpetim	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
23891	Sašo Lenart	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Matej Ozebek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marjan Potočan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
3701	FRANČIŠEK TAŠNER	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
Dr. - Doktorat znanosti
MR - mladi raziskovalec

11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
29566	Urška Sancin	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
25791	Marko Knez	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
25799	Matej Borovinšek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
27557	Rok Potočnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
27723	Niko Jezernik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
27726	Matej Rajh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
29576	Franci Gačnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
30955	Peter Goncz	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
B - gospodarstvo
C - javna uprava
D - družbene dejavnosti
E - tujina
F - drugo

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Zoran Domitrov	C - študent – doktorand	5	
0	Takuya Nishi	C - študent – doktorand	3	
0	Soichiro Hanashiro	C - študent – doktorand	2	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent – doktorand iz tujine
- D** - poddoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi pozivov za EU vpetost.¹⁵

SLO

Bilateralni projekti:

1. Slovenija - Bosna in Hercegovina; BI-BA/12-13-020 (prof. dr. Bojan Dolšak)
Naslov: Inteligentno orodje za ergonomski in estetski razvoj izdelkov
2. Slovenija - Hrvaška; BI-HR/12-13-042 (doc. dr. Matej Vesenjajk)
Naslov: Eksperimentalno in računalniško testiranje APM krogel z napredno morfologijo por
3. Slovenija - Japonska; BI-JP/12-14-002 (prof. dr. Zoran Ren)
Naslov: Karakterizacija mehanskega obnašanja naprednih celičnih materialov pod vplivom udarnih obremenitev
4. Slovenija - Japonska; BI-JP/11-13-004 (doc. dr. Matej Vesenjajk)
Naslov: Eksperimentalno in numerična določitev dinamičnih mehanskih lastnosti kovinskih pen z napredno morfologijo por
5. Slovenija - Koreja; BI-KR/11-12-005 (prof. dr. Zoran Ren)
Naslov: Večfizične simulacije visokoenergijskih celičnih gradiv
6. Slovenija - Bosna in Hercegovina; BI-BA/10-11-007 (prof. dr. Bojan Dolšak)
Naslov: Inteligentna podpora razvoja izdelkov iz umetnih mas s sklepanjem na podlagi rešenih primerov
7. Slovenija - Japonska; BI-JP/09-11-001 (prof. dr. Zoran Ren)
Naslov: Eksperimentalna in računalniška analiza širjenja udarnih valov v celičnih gradivih
8. Slovenija - Hrvaška; BI-HR/09-10-033 (prof. dr. Srečko Glodež)
Naslov: Dinamična trdnost toplotno rezanih elementov konstrukcij

EUREKA projekti:

1. E!3776 Nanotex (prof. dr. Polona Dobnik Dubrovski)
Naslov: Razvoj multifunkcionalnih nanostrukturiranih tekstilij

Sodelovanje v evropskih projektih:

- HPC-EUROPA
- HPC-EUROPA2 (št. projekta: 228398)

Mednarodno sodelovanje:

- Kumamoto University, Japonska – odziv celičnih gradiv pri eksplozijskih obremenitvah in razvoj novih celičnih gradiv z vzdolžnimi porami (prof. Itoh, prof. Hokamoto),
- Univerza v Splitu, Hrvaška – karakterizacija različnih vrst celičnih gradiv z mehanskimi eksperimenti in termografijo (prof. Krstulović-Opara, prof. Domazet),
- The University of Newcastle, Avstralija – razvoj novih računalniških modelov neurejenih celičnih materialov (dr. Fiedler, prof. Murch, prof. Belova),
- University of Aveiro, Portugalska – karakterizacija zaprto-celičnih gradiv pri tlačnih in upogibnih obremenitvah (prof. Gracio, dr. Duarte),
- Karlsruhe Institute of Technology, Nemčija – karakterizacija celičnih gradiv s pomočjo intenzivnega paralelnega procesiranja (prof. Schweizerhof),
- Okinawa National College of Technology, Japonska – analiza deformiranja poroznih elementov z napredno morfologijo por na osnovi μ CT slik (prof. Higa, prof. Shimojima, prof. Masaki),
- IFAM Fraunhofer, Nemčija – mehanska in geometrijska karakterizacija poroznih elementov z napredno morfologijo (dr. Lehmus),
- Universität Bayreuth, FAN, Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD - sistemi za podporo

odločanja pri razvoju izdelkov (Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg)
- Osaka University, Japonska – geometrijska rekonstrukcija in določitev mehanskih lastnosti lotus poroznih struktur (prof. Nakajima),

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

- Računalniške simulacije testov enostranske jeklene cestne varnostne ograje LOSCO-N2W2-O za nivo zadrževanja N2 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Računalniške simulacije cestne varnostne ograje JDO/1,33m-H za nivo zadrževanja H2 (EN-1317).
- Računalniške simulacije cestne varnostne ograje JDO/2m-H1 za nivo zadrževanja H1 (EN-1317).
- Računalniške simulacije cestne varnostne ograje JO/4m-N2 za nivo zadrževanja N2 (EN-1317).
- Poročilo o preizkusu mehanskih lastnosti akustičnega elementa vertikalne protihrupne ograje K-UIET S.
- Računalniške simulacije testov cestne enostranske jeklene varnostne ograje LOSCO-H2W4-O za nivo zadrževanja H2 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Računalniške simulacije testov cestne jeklene varnostne ograje LOSCO-KVEDER-H1W5-OBJEKT za nivo zadrževanja H1 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Računalniške simulacije testov dvostranske jeklene cestne varnostne ograje LOSCO-H2W4-D za montažne prehode za nivo zadrževanja H2 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Računalniške simulacije testov jeklene cestne varnostne ograje LOSCO-H1W5 za montažne prehode za nivo zadrževanja H1 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Računalniške simulacije testov lesene cestne varnostne ograje K-SAFE N2 LO za montažo na objekt za nivo zadrževanja N2 v skladu s standardom SIST EN 1317-2.
- Trdnostni preračun konstrukcije nosilcev odbojnikov.
- Računalniške simulacije cestne varnostne ograje AC-H1 za nivo zadrževanja H1 (EN-1317).
- Računalniške simulacije skopa kontejnerjev pri potresni obremenitvi.
- Računalniške simulacije cestne varnostne ograje z enojnim profilom za nivo zadrževanja H2 (EN-1317).
- Testiranje mehanskih lastnosti nateznih preizkušancev iz pločevine za cestne varnostne ograje.
- Eksperimentalna analiza vijakov M10x25-4.6, M10x30-5.8, M16x30-6.8 i M16x40-8.8.
- Optimizacija konstrukcije nosilca zadnjega sedeža osebnega vozila.
- Računalniška simulacija "drop" testa kontejnerja.
- Poročilo o analizi mehanskih lastnosti vijakov cestne varnostne ograje K-SAFE N2-L.
- Poročilo o preizkušanju nateznih preizkušancev izdelanih iz pločevine cestne varnostne ograje K-SAFE N2-L.
- Predlagana merilna mesta za merjenje deformacij in napetosti turbinskega pokrova agregata 2 HE Zlatoličje.
- Primerjava izmerjenih in izračunanih vrednosti povosov sklopa turbinskega pokrova in zgornjega vodilniškega obroča agregata 2 HE Zlatoličje.
- Računalniške simulacije obnašanja obremenjenega turbinskega pokrova in zgornjega vodilniškega obroča agregata 2 HE Zlatoličje.
- Računalniške simulacije testov lesene cestne varnostne ograje K-SAFE N2 L za nivo zadrževanja N2 v skladu s standardom SIST EN 1317-2
- Preračun revizijskih odprtih tlačnega cevovoda.
- Tehniška dokumentacija poštna opreme
- Trdnostni preračun adapterjev priprave za zamenjavo izolacijskih členov U 160 SEDIVER
- Konceptna zasnova avtodvigalke
- Razvoj koncepta multifunkcijskih mehanskih prijemal in njihove hitre menjave
- Razvoj novega koncepta za izdelavo lesnih sekancev
- Razvoj nastavljivega podstavka za bankomatne blagajne

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁷

SLO

Na področju dimenzioniranja strojnih delov in konstrukcij člani programske skupine že vrsto let uspešno sodelujejo s številnimi podjetji. Z razvitimi modeli bo tem podjetjem omogočen dostop do najsodobnejših orodij za dimenzioniranje in konstruiranje najzahtevnejših konstrukcij, s čimer bodo lahko bistveno dvignila svojo konkurenčno sposobnost. Tukaj izpostavljam predvsem naslednja razvita orodja, ki so neposredno uporabna v praksi:

- Računski model za analizo utrujanja strojnih delov in konstrukcij iz

visokotrnostnih jekel (razpoložljiv računalniški program).

- Računski model za preračun statične in dinamične nosilnosti velikih aksialnih ležajev (razpoložljiv računalniški program).
- Namensko preskuševališče za določitev parametrov malocikličnega utrujanja.
- Programska koda, namenja pripravi rekonstruiranih poroznih gradiv za nadaljnjo karakterizacijo in analizo.

Prav tako je bil natančno ovrednoten odziv številnih različnih vrst celičnih gradiv z različno topologijo in morfologijo s pomočjo eksperimentov in računalniških simulacij pri različnih obremenitvenih pogojih. Rezultati teh analiz se lahko direktno uporabijo v praksi, saj predstavljajo smernice za učinkovito uporabo različnih vrst celičnih gradiv.

Razvoj inteligentne platforme za podporo konstruiranju s sodobnimi gradivi je potekal v sodelovanju s podjetjem Gorenje Velenje d.d., ki je prepoznalo potencial takšnega ogrodja, ki je bilo tudi testirano na primeru iz podjetja. Razvit koncept pa ni uporaben samo v večjih sistemih, temveč je še posebej primeren tudi za mala in srednje velika podjetja, ki pa v mnogih primerih nimajo dovolj lastnih kadrov in sredstev za razvoj in implementacijo inteligentnih računalniških sistemov v svoj razvojni proces. Takšna podjetja prevladujejo tudi v Sloveniji. Temeljne raziskave s področja računalniškega inženiringa podprtega z ekspertnim znanjem, katerih rezultati predstavljajo podporo pri razvoju novih sodobno zasnovanih proizvodov, so zato za našo družbo zelo pomembne, še posebej v času, ko slovensko gospodarstvo nujno potrebuje ponoven zagon in novo dodano vrednost za premostitev trenutne krize in enakovreden konkurenčen boj z razvitim svetom, kar je mogoče le z inovativnim pristopom in z inovativnimi izdelki.

Raziskave na področju načrtovanja porozne strukture nano-strukturiranih tekstilij so bile opravljene v sodelovanju s konkretnim proizvajalcem netkanih tekstilij, in so bile torej ciljno usmerjene. Podjetje je na tak način bilo deležno transfera znanj, rezultate raziskav, tj. modele napovedovanja parametrov poroznosti, pa je možno neposredno implementirati v prakso, saj omenjeni modeli predstavljajo orodje v rokah konstrukterja pri razvijanju novih konstrukcij netkanih tekstilij z želeno poroznostjo.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	50.000 EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	- najem prostorov - nakup strojne in programske inženirske opreme - dostop do baz podatkov

17. Izjemni dosežek v 2013¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

HARIH, Gregor, DOLŠAK, Bojan. Recommendations for tool-handle material choice based on finite element analysis. Applied Ergonomics, Available online 20 August 2013, COBISS.SI-ID 17081110

Izvirni znanstveni članek predstavlja raziskavo, ki je temeljila na računalniško podprti analizi kontakta med človeško roko (prstom) in podlago (ročajem), pri čemer je bila analiza ob ustreznem modeliranju mehkih tkiv prsta izvedena za različne materiale ročaja. Rezultat analize so priporočila o izbiri najprimernejšega materiala ročaja, ki zagotavlja ustrezen krepak oprijem, hkrati pa ne povzroča bolečin ali poškodb mehkega tkiva.

Članek je objavljen v priznani mednarodni znanstveni reviji s področja ergonomije, ki je po faktorju vpliva uvrščena na 2. mesto v svoji kategoriji.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Organizacija znanstvenega srečanja SymPorMat / Symposium on Porous Materials, 17.12.2013, Maribor, Slovenia ; [Editors] Zoran Ren, Matej Vesenjaj, COBISS-ID 17408534

Namen simpozija je bil povezati domače in tuje strokovnjake, ki raziskujejo različne vidike izdelave, karakterizacije, modeliranja in uporabe poroznih materialov, z inženirji iz industrije in jim ponuditi forum za razpravo o trenutnem stanju in prihodnosti razvoja in uporabe poroznih materialov. Na simpoziju je sodelovalo 24 znanstvenikov iz 8 držav, ki so predstavili svoje prispevke. Srečanja se je udeležilo skupno 65 udeležencev.

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0123
Naslov programa	Oblačilno inženirstvo in tekstilni materiali
Vodja programa	4628 Jelka Geršak
Obseg raziskovalnih ur	11050
Cenovni razred	B
Trajanje programa	01.2009 - 12.2013
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Raziskovalno delo na področju RP Oblačilno inženirstvo in tekstilni materiali temelji na treh povezanih sklopih:

- študij obnašanja tkanin pri podajanju,
- raziskava podajanja oblačil, njihovega pristajanja in 3D dinamična simulacija oblačil,
- raziskava in razvoj modela za vrednotenje toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil.

V okviru prvega sklopa so bile realizirane raziskave kompleksnih deformacij tkanin in njihovega asimetričnega podajanja. Poglobljene raziskave so pokazale, da izkazujejo tkanine kompleksno tridimenzionalno deformacijo, ki je odraz odziva posamezne tkanine na sile gravitacije, ko se le-ta povesi zaradi lastne teže tako, da zavzema lego z

najnižjo potencialno energijo. Specifična geometrija podajanja tkanin je pogojena z anizotropnimi lastnostmi materiala. Na nastale 3D deformacije tkanine pri podajanju ima poleg strukturnih in konstrukcijskih parametrov tkanine neposredni vpliv smer vitja preje. Ugotovljeno je, da se pri natezni obremenitvi nastala deformacija ne prenaša le med sistemoma niti vezave pri medsebojnem raztezanju/stiskanju v transversalni in longitudinalni smeri, ampak se zaradi usmerjenosti vlaken v preji istočasno prenaša tudi longitudinalno v smeri vitja preje (rezultati so predstavljeni v monografiji »Complex fabric deformation and clothing modeling in 3D« [COBISS.SI-ID [17388566](#)]).

Drugi sklop raziskav je bil usmerjen v študij virtualno simuliranih računalniških o skonstruiranih modelov oblačil in virtualno prototipiranje, kjer so bile izvedene simulacije 3D modelov oblačil. Rezultati verifikacije virtualno simuliranih računalniških o skonstruiranih in modeliranih krojev oblačil, glede na izdelane prototipe oblačil, so jasno nakazali dva problema: (1) problem definiranja t.i. geometrijskega modela oblačila, oblikovanega iz 2D skonstruiranih krojnih delov in (2) problem karakterizacije parametrov posameznih mehanskih lastnosti, ki bi dovolj dobro opisali podajanje tkanine v izdelanem oblačilu, kar zahteva dograditev zasnove opisa materialnih parametrov tkanin s pomočjo ustreznih reoloških modelov.

Tretji sklop raziskav je bil usmerjen v študij odnosa med snovnimi lastnostmi in posameznimi parametri toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil.

Tretji sklop raziskav je bil usmerjen v študij odnosa med snovnimi lastnostmi in posameznimi parametri toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil. Rezultati raziskave so pokazali, da so toplotno fiziološke obremenitve testnih oseb neposredno odvisne od vrste in strukture oblačil oz. snovnih lastnosti oblačilnih sistemov, ki jih so nosile testne osebe. Ugotovljeno je, da je korelacija med snovnimi lastnostmi vgrajenega materiala in toplotno fiziološkim udobjem zaznana le pri omejenih temperaturah okolice, in sicer v primeru nižjih hitrosti gibanja zraka, medtem ko je pri višji hitrosti gibanja zraka (v vetra) zaznan klimatsko odvisen učinek snovnih lastnosti materialov. Dobljena spoznanja so izhodišče za načrtovanje ustreznih oblačilnih sistemov za določeno toplotno okolje in so podlaga za razvoj modela za vrednotenje toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil.

ANG

Research on RP Clothing Engineering and Textile Materials is based on three related areas:

- a) study of the behaviour of fabrics draping,
- b) survey of garments draping, their fit and 3D dynamic simulation of clothing,
- c) research and development of a model for the evaluation of thermo-physiological wearing comfort.

Research on complex deformation of fabrics and their asymmetric draping behaviour was realized within the first area. In-depth studies have shown a complex three-dimensional deformation of fabrics, which reflects the response of a particular fabric on the force of gravity when deflecting under its own weight striving for a position with the lowest potential energy. The specific geometry of fabric draping is subject to anisotropic material properties. Resulting 3D deformation of fabrics are influenced by structural and design parameters, as well as yarn twist direction. It has been found out that deformation, caused by tensile load, is not transmitted only between the two yarn systems during mutual stretching/compression in the fabric's transverse and longitudinal directions. Moreover, because of fibre orientation in the yarn it is

simultaneously transmitted also to the longitudinal direction of the twist in the yarn (the results are presented in the monograph "Complex fabric deformation and clothing modelling in 3D" [COBISS.SI-ID [17388566](#)]).

The second set of research has been focused on the study of virtually simulated models of garments and virtual prototyping. Simulations of 3D garment models have been realised. The results of the verification of simulated virtually constructed and modelled garment patterns vs. manufactured garment prototypes clearly indicated two problems: (1) the problem of defining so-called geometric garment model designed from 2D patterns and (2) the problem of characterizing the parameters of fabric's mechanical properties that would adequately describe the fabric drape in the produced garment, which requires upgrading of the description of fabric's physical parameters by appropriate rheological models.

The third part of research has been focused on the study of the relationship between material properties and different parameters of thermo-physiological comfort related to wearing of clothes. The results showed that the thermo-physiological stress acting on test persons directly depends on the type and structure of garments, resp. material properties of clothing systems, worn by test subjects.

It was noted that correlation between material properties of the built-in materials and thermo-physiological comfort was detected only in limited temperature ranges and in the case of low-speed air movement. Climate-conditioned effect of material properties was detected at the higher air speed movement (in the wind). The knowledge obtained is a starting point for the design of appropriate clothing systems for a given thermal environment and a basis for developing a model for the evaluation of thermo-physiological wearing comfort.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu²

SLO

Temeljni cilji raziskovalnega programa *Oblačilno inženirstvo in tekstilni materiali*, ki je zasnovan na kompleksnih raziskavah študija mehanike tkanin, snovnih lastnosti ploskih tekstilij in toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil, so bili:

pridobiti nova teoretična spoznanja, ki bodo kot znanstveno in inženirsko orodje služila za analizo in opis obnašanja tkanin pri podajanju in realno simulacijo njihovega obnašanja.

zagotoviti teoretično in aplikativno podstat za oblikovanje, razvoj in izvedbo 3D simulacije oblačil, kot izhodišče za virtualno predstavitev posameznih modelov oblačil, zasnovano na realnih lastnostih tekstilnih materialov.

oblikovati bazo podatkov o toplotno fiziološkem udobju uporabnika, ki bo služila za razvoj modela za vrednotenje toplotno fiziološkega udobja uporabnika pri nošenju oblačil.

Realizacija raziskovalnega programa se je glede na zastavljene cilje odvijala v okviru treh med seboj povezanih sklopov:

- 1) študij obnašanja tkanin pri podajanju,
- 2) raziskava podajanja oblačil, njihovega pristajanja in 3D dinamična simulacija oblačil,
- 3) raziskava in razvoj modela za vrednotenje toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil.

V okviru prvega sklopa so bile izvedene raziskave kompleksnih deformacij tkanin in njihovega asimetričnega podajanja. Na podlagi rezultatov raziskave smo ugotovili, da izkazujejo tkanine kompleksno tridimenzionalno deformacijo, ki je odraz odziva posamezne tkanine na sile gravitacije, ko se le-ta povesi zaradi lastne teže tako, da zavzema lego z najnižjo potencialno energijo. Specifična geometrija podajanja tkanin, tj. drapirane površine, je pogojena z anizotropnimi lastnostmi materiala. Rezultati raziskav so potrdili, da se strukturni in konstrukcijski parametri tkanin neposredno odražajo na parametre njihovih mehanskih lastnosti. Ugotovili smo, da smer vitja preje neposredno vpliva na posamezne parametre mehanskih lastnosti in nastale 3D deformacije tkanine pri podajanju. Smer vitja preje določa namreč položaj vlaken na površini preje in preko teh nastalo trenje med veznimi točkami. To so potrdili tudi rezultati analize optične 3D deformacije, izvedene s pomočjo Aramis merilnega sistema, ki je pokazala, da se pri natezni obremenitvi nastala deformacija ne prenaša preko trenja med sistemoma niti vezave pri medsebojnem raztezanju/stiskanju le v transversalni in longitudinalni smeri, ampak se zaradi usmerjenosti vlaken v preji istočasno prenaša tudi longitudinalno v smeri vitja preje. Dobljena spoznanja kažejo na izrazito kompleksnost problema in so podlaga za proučevanje različnih odzivov ploskih tekstilij pri podajanju. Na tem področju se je razvilo aktivno sodelovanje z raziskovalno skupino na Fakulteti za strojništvo v Budimpešti, katerega rezultat je skupna znanstvena monografija »Complex fabric deformation and clothing modeling in 3D«, ki je izšla v decembru 2013 pri mednarodni založbi LAP Lambert Academic Publishing [COBISS.SI-ID [17388566](#)].

Drugi sklop raziskav je bil usmerjen v študij virtualno simuliranih računalniško skonstruiranih modelov oblačil in virtualno prototipiranje. Pomemben del aktivnosti je bil usmerjen tudi v študij kakovosti zajemanja dimenzij človeškega telesa in v rekonstrukcijo skenirane oblike človeškega telesa. Rezultati raziskave, ki sicer potrjujejo uporabnost 3D virtualnega prototipiranja za načrtovanje, razvoj in virtualno pomerjanje modnih in športnih oblačil kažejo, da so za realno virtualno načrtovanje oblačil potrebne nadaljnje raziskave kompleksnih deformacij ploskih tekstilij kot tudi metod in orodij za definiranje geometrijskega modela oblačila, ki bi zagotovil realno spajanje posameznih krojnih delov, tj. ploskih tekstilij v oblikovan virtualni model oblačila. Rezultati verifikacije virtualno simuliranih računalniško skonstruiranih in modeliranih krojev kažejo, glede na dejansko izdelane prototipe oblačil, na dva pomembna problema, to sta: (1) problem definiranja t.i. geometrijskega modela oblačila, oblikovanega iz 2D skonstruiranih krojnih delov in (2) karakterizacija parametrov posameznih mehanskih lastnosti, ki bi dovolj dobro opisali podajanje tkanine v izdelanem oblačilu.

Tretji sklop raziskav zajema študij odnosa med snovnimi lastnostmi in posameznimi parametri toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil. Za ta namen so bile izvedene biofizikalne analize specifičnih oblačil oz. oblačilnih sistemov in raziskave toplotno fiziološkega udobja pri nošenju oblačil (v vročem in hladnem okolju).

Na podlagi rezultatov raziskave smo ugotovili, da so toplotno fiziološke obremenitve testnih oseb neposredno odvisne od vrste in strukture oblačil oz. oblačilnih sistemov, ki jih so nosile testne osebe in njihovih snovnih lastnosti (toplotne lastnosti, sposobnost akumuliranja odvečne toplote in/ali znoja, zračna prepustnost). Snovne lastnosti tkanin neposredno vplivajo na toplotno-fiziološko udobje pri nošenju tako v vročem kot v hladnem okolju. Ugotovljeno je, da je korelacija med snovnimi lastnostmi vgrajenega materiala in toplotno fiziološkim udobjem zaznana le pri višjih temperaturah okolice (pri temperaturi okolice 35°C), in sicer v primeru nižjih hitrosti gibanja zraka, medtem ko je pri višji hitrosti gibanja zraka (v vetra) zaznan klimatsko odvisen učinek snovnih lastnosti materialov. Dobljena spoznanja so pomemben podatek za načrtovanje ustreznih oblačilnih sistemov za določeno toplotno okolje in so podlaga za določitev potrebnih snovnih lastnosti materialov za želeno toplotno okolje.

Kot pomemben dosežek na področju aktivnega znanstveno raziskovalnega dela je potrebno izpostaviti tesno sodelovanje s tujimi partnerji, in sicer na področju študija kompleksnih deformacij tekstilnih struktur (madžarski partnerji), toplotnega udobja v hladnem okolju (Indian Institute of Technology, Delhi) ter oblikovanje zveze znanja s partnerji iz Finske, Francije in Hrvaške, s katerimi smo prijaviли multilateralni projekt Knowledge Alliance of Clothing Education, Research and Innovation v okviru Lifelong Learning Programme.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

SLO

Realizacija raziskovalnega programa je potekala v skladu z zastavljenimi cilji, vendar v zmanjšanem obsegu. Zmanjšan obseg dela je posledica bistvenega skrčenja obsega financiranja (odobrenih 2.210 ur letno oz. 1.3 FTE) glede na načrtovano število raziskovalnih ur v prijavi raziskovalnega programa (3.967 ur).

Poleg tega je potrebno poudariti, da so bile raziskovalne aktivnosti za doseg zastavljenih ciljev načrtovane za šest letno obdobje, medtem ko se predloženo poročilo nanaša na realizacijo predloženega programa dela na raziskovalnem področju za pet letno obdobje.

V okviru raziskovalnega programa smo v letih od 2009 do 31. 12. 2013 realizirali okoli 75 odstotkov načrtovanih aktivnosti in zastavljenih ciljev prvega in tretjega sklopa raziskav glede na terminski plan, medtem ko smo v okviru drugega raziskovalnega sklopa realizirali okoli 35 odstotkov zastavljenih ciljev, kar je skladno z zmanjšanim obsegom financiranja raziskovalnega programa. Glede na naravo znanstveno-raziskovalnega dela in nadgradnjo rezultatov niso bile v okviru drugega raziskovalnega sklopa realizirane aktivnosti, ki se nanašajo na vrednotenje videza moških suknjičev (sklop B; aktivnosti c, d, e, f, i in j), oz. so bile le delno realizirane (sklop B; aktivnosti a, b, g in h).

Z realizacijo podanega smo realizirali zastavljene cilje in aktivnosti posameznih sklopov raziskav, opredeljenih s terminskim planom, v prilagojenem obsegu glede na obseg financiranja.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16688918	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Načrtovanje procesov izdelave oblačil
		<i>ANG</i>	Design of clothing manufacturing processes
	Opis	<i>SLO</i>	<p>Obsežna monografija Načrtovanje procesov izdelave oblačil: sistematični pristop k načrtovanju, vodenju in nadzoru nudi kritičen pogled in oceno o načrtovanju procesov izdelave oblačil, razumevanju razvoja izdelka in načrtovanja proizvodnje. Načrtovanje procesov izdelave oblačil zavzema ključno vlogo pri uvajanju novih izdelkov, predvsem v pogledu sposobnosti hitrega prilagajanja dinamičnim spremembam na globalnem trgu. Osem poglavij monografije izčrpno pokriva inženirsko načrtovanje izdelave oblačil, vodenje in nadzor.</p> <p>V prvem poglavju je predstavljen splošen pregled klasifikacije oblačil in terminologija za posamezne vrste oblačil. Poglavje 2 podaja pregled razvoja in analizo sistemov oblačilnih velikosti oblačil, medtem ko so v poglavju 3 opredeljena ključna vprašanja razvoja izdelka kolekcij. Ta poglavja so podlaga za inženirsko načrtovanje posameznih procesov izdelave oblačil. Poglavja 4 do 7 obravnavajo posamezne aspekte načrtovanja izdelave oblačil, od konstrukcijski in tehnoloških zahtev načrtovanja in vodenja do spremljanja in nadzora. Zadnje poglavje obravnava zahteve za kakovost materialov za oblačila, definicije in minimalne standarde kakovosti. Monografija je namenjena širokemu spektru bralcev, vključno s študenti, raziskovalci in akademiki, kot tudi strokovnjakom na področju oblikovanja oblačil in inženiringa.</p>
			The fully comprehensive monograph "Design of clothing manufacturing processes – A systematic approach to planning, scheduling, and control" provides a critical overview and appreciation of design of clothing manufacture

		<p>processes, and an understanding of product development and production planning. Design of clothing manufacturing processes plays an essential role in introducing new products, particularly in the ability to adapt quickly to dynamic changes in the global market. The eight chapters of the book provide detailed coverage of clothing-manufacture planning, management, and scheduling.</p> <p>Chapter 1 gives a general overview of clothing classification and terminologies for individual clothing types. Chapter 2 therefore provides an overview of the development and analysis of sizing systems of clothing. Chapter 3 reviews the key issues in product development - garment collection. These chapters provide the context for designing particular clothing manufacturing processes. Chapters 4 to 7 discuss particular aspects of clothing manufacturing engineering, ranging from engineering, planning, scheduling to monitoring and controlling. The last Chapter provides an overview of quality requirements for clothing materials, definitions and minimum quality standards.</p> <p>The monograph is intended for a wide spectrum of readers, including students, researchers and academics, as well as professionals in the field of clothing design and engineering.</p>
	Objavljeno v	Woodhead Publishing; 2013; XIV, 320 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Geršak Jelka
	Tipologija	2.01 Znanstvena monografija
2.	COBISS ID	17388566 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Kompleksne deformacije tkanin in 3D modeliranje oblačil</p> <p><i>ANG</i> Complex fabric deformations and clothing modelling in 3D</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Monografija podaja pregled kompleksnih deformacij tkanin. Vsebina je razdeljena v dva tematsko povezana dela. Prvi del obravnava temeljna vprašanja kompleksnih deformacij tekstilnih struktur, kjer prvo poglavje prikazuje študij kompleksnih deformacij tekstilnih struktur z vidika dvo- in tridimenzionalnega drapiranja in podaja splošen pregled drapiranja kot estetske performanse videza oblačil. Drugo in tretje poglavje obravnavata merjenje in simulacijo drapiranja ter obnašanje tkanin pri drapiranju v odvisnosti od nekaterih vplivnih parametrov, medtem ko četrto poglavje prikazuje problem asimetričnega obnašanja kompleksnih tekstilnih struktur. Drugi del monografije obravnava 3D modeliranje in simulacijo človeškega telesa in oblačil, kjer je v petem poglavju predstavljen splošni razvoj, medtem ko šesto poglavje obravnava merjenje in modeliranje človeškega telesa, zadnje poglavje pa je posvečeno 3D- oblikovanju oblačil s pomočjo razvitega t.i. Sylvie 3D sistema.</p> <p><i>ANG</i> The monograph provides an overview of complex fabric deformations. The contents are subdivided into two thematically-connected parts. Part I addresses the basic issues in the complex deformations of a textile structure. The first chapter provides a study of the complex deformations of a textile structure in view of the two- and three dimensional drape and outline of draping as an aesthetic performance of clothing appearance. The measuring and simulation of drape performance and fabric drape behaviour as the functions of some influential parameters are given in the two following chapters. The asymmetrical behaviour of complex textile structures is described in the fourth chapter. Part II places emphasis on the 3D modelling of the human body and clothing</p>

		simulation. Chapter five gives an overview of the reg-trade development, chapter six reports on the measuring and modelling of the human body, and the chapter seven reports on 3D clothing design using the Sylvie 3D system.
	Objavljeno v	LAP LAMBERT Academic Publishing; 2013; VIII, 254 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Geršak Jelka, Halász Marianna, Tamás Péter, Kokas Palicska Livia
	Tipologija	2.01 Znanstvena monografija
3.	COBISS ID	14311190 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv fizikalnih in sorpcijskih lastnosti tkanin na količino v oblačilu absorbirane znoja <i>ANG</i> Effect of physical and sorption properties of the fabric on the amount of the absorbed sweat in the garment
	Opis	<i>SLO</i> Da bi lahko pojasnili udobje pri nošenju oblačil v vročem okolju je bil raziskan vpliv fizikalnih in sorpcijskih lastnosti tkanina na količino v oblačilu absorbiranega znoja. V raziskavo je bilo vključenih pet po surovinskem sestavu različnih tkanin (lanena, bombažna, poliestrna in mešanice lan/PES in bombaž/PES), vendar približno enakih konstrukcijskih parametrov, namenjenih za ženska poletna oblačila. Cilj raziskave je bil odkriti odvisnost med raziskanimi karakteristikami tkanin, kot so masa, zračna prepustnost, sposobnost zadrževanja vode in količine absorbiranega znoja v oblačilih. <i>ANG</i> The paper explores the impact of physical and sorption properties of fabric on the amount of the absorbed sweat in clothing. For research five fabrics of different raw materials, but of the nearly identical structural characteristics (linen, cotton, polyester fabrics as well as fabrics made of line/PES and cotton/PES blends) were used to make women's summer clothing. The purpose of this study was to determine the appropriate relationship between the characteristics of fabrics, such as mass, air permeability, water retention capacity and amount of sweat absorbed in clothing.
	Objavljeno v	Hrvatski inženjerski savez tekstilaca; Tekstil; 2010; Vol. 59, no. 3; str. 68-79; Impact Factor: 0.050;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.788; WoS: QJ; Avtorji / Authors: Grujić Dragana, Geršak Jelka, Ristić Mihajlo
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	14466326 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Študij elastičnega obnašanja tekstilnih struktur <i>ANG</i> Study of elastic behaviour of textile structures
	Opis	<i>SLO</i> Z vidika uporabnih lastnosti je pomembno elastično obnašanje tekstilnih struktur v področju nižjih obremenitev, ki nastopajo med procesi predelave ali med nošenjem oblačil, to je v področju elastičnih deformacij. Glede na to je v okviru prispevka predstavljena študija elastičnega obnašanja tekstilnih struktur. Rezultati raziskave indicirajo na dejstvo, da nastale deformacije tkanin pri konstantni natezni obremenitvi (490,35 cN na enoto širine 1 cm preizkušanca), segajo na področje, kjer prihaja do izraza več ali manj zadržana elastičnost ali celo nepovratne deformacije.

		ANG	From point of view of end-use properties, of special interest is the elastic behaviour of textile structures at lower stresses, such that occur in processing or garment wearing, as well as in the area of elastic deformations. For this purpose the paper presents a study of elastic behaviour of textile structures. The results show that the deformations occurring in tested fabrics at constant tensile load (490.35 cN per unit width of 1 cm) often do not fall in the area of elastic deformation but reach in the area where more or less residual deformation is evident, or irrecoverable deformation.
	Objavljeno v	Faculty of Textile Technology, University of Zagreb; Magic world of textiles; 2010; Str. 588-593; Avtorji / Authors: Geršak Jelka, Marčič Milan	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID	16334102	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	3D virtualno prototipiranje oblačil
		ANG	3D virtual prototyping of clothing products
	Opis	SLO	Proizvajalci modnih in specialnih oblačil so danes usmerjeni k zmanjševanju stroškov in časa razvoja prototipov oblačil. Postopki 3D virtualnega prototipiranja, ki so se izkazali za zelo uspešne v nekaterih drugih industrijah, npr. v avtomobilski industriji, so se pričeli v zadnjih desetih letih pospešeno uvajati v tekstilno in oblačilno industrijo. Prispevek obravnava možnosti in zahteve pri uvajanju 3D virtualnega prototipiranja v procesu razvoja modnih in specialnih oblačil. V raziskavi sta najprej opisana postopka virtualnega prototipiranja ženskih modnih oblačil na primerih različnih modelov kril in jaken. V nadaljevanju je opisan razvoj tekmovalnega dresa smučarja skakalca. Pri obeh vrstah oblačil je bilo izvedeno pomerjanje prototipov na dveh vrstah 3D telesnih modelov. Za izvedbo računalniške simulacije videza oblačil so bili uporabljeni realni mehansko fizikalni parametri uporabljenih tekstilnih materialov. Izvedena je bila primerjava prileganja oblačil na digitalnih parametričnih in skeniranih telesnih modelih. Rezultati raziskave so potrdili uporabnost 3D virtualnega prototipiranja za načrtovanje, razvoj in virtualno pomerjanje modnih in športnih oblačil. V obeh primerih je za uspešno realizacijo postopka potrebno uporabiti dejanske lastnosti tekstilnih materialov in ustrezne virtualne telesne modele.
		ANG	Producers of fashion and special garments are nowadays oriented towards the reduction of development cost and prototype development time. 3D virtual prototyping, which has been recently introduced to clothing industry, become a topic of increasing interest of both computer graphics and clothing industry. Based on the results of many recent studies, we can claim that 3D virtual garment prototyping is a promising technique, which will due to its potential considerably replace conventional methods of clothing prototypes' development. These technologies are especially important when a garment prototype should be developed for special purposes such as competitive sports clothing, protective or special clothing.
	Objavljeno v	Technical University of Lodz Press; Innovations in clothing technology & measurement techniques; 2012; Str. 28-41; Avtorji / Authors: Stjepanović Zoran, Pilar Tanja, Rudolf Andreja, Jevšnik Simona	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	12870422 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Inteligentni funkcionalni jopič za detekcijo poškodb s funkcijo delne zaščite proti preboju
	ANG	Intelligent functional jacket for the detection of injuries featuring partial bullet protection
Opis	SLO	Inteligentni funkcionalni jopič za detekcijo poškodb s funkcijo delne zaščite proti preboju je trislojne izvedbe. Sestoji se iz vrhnjega, vmesnega in notranjega sloja. Vmesni sloj zagotavlja delno zaščito uporabnika proti vrezu ali vbodu hladnega orožja, medtem ko notranji sloj nudi antibakterijsko zaščito. Med notranjim in vmesnim slojem je vgrajen mrežni sistem vodnikov za detekcijo prebojev. Delovanje jopiča omogočata sklop senzorskega sistema in sklop merilnega sistema vhodnih parametrov, ki ob ustrezni programski podpori producirata značilne odzivno sporočilne parametre.
	ANG	The intelligent functional jacket for injury detection with a function of partial protection against the penetration has three layers. It consists of the top, intermediate and inner layer. The inner layer provides the wearer with partial protection against the cut or stab using side arms, while the internal layer assures antibacterial protection. Between the inner and intermediate layer there is an integrated network system for detection of possible penetrations. The activity of a jacket is enabled by sensor and measuring systems for detecting different input parameters, which produce characteristic response message parameters using special software.
Šifra	F.33 Patent v Sloveniji	
Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2009; 14, 3 f.; Avtorji / Authors: Geršak Jelka	
Tipologija	2.24 Patent	
2.	COBISS ID	15772950 Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Urednik mednarodne revije Journal of Fiber Bioengineering and informatics
	ANG	The Editor of Journal of Fiber Bioengineering and informatics
Opis	SLO	Journal of Fiber Bioengineering and Informatics (JFBI) (ISSN 1940-8676) je akademski znanstveni mednarodni časopis z recenzijo za spodbujanje multidisciplinarnih raziskav in povezovanja različnih področij raziskav kot so: nano znanost, nanotehnologija, kemija, fizika, biologija, medicinske znanosti, raziskave materialov, tribologija, tekstilna znanost in tehnologija, oblačilna znanost in tehnologija, matematika, računalništvo in informatika, humana fiziologija, antropologija, modni design in inženirsko oblikovanje vlaknatih proizvodov. Cilj JFBI je ustvariti mednarodni forum za izmenjavo novih idej za spodbujanje celokupnega vpliva raziskav na področju znanosti o vlaknih, tehnike in tehnologije.
	ANG	Journal of Fiber Bioengineering and Informatics (JFBI) (ISSN 1940-8676) is an academic peer-reviewed and fully refereed international journal to promote multidisciplinary research and collaborations across different fields such as nano science, nanotechnology, chemistry, physics, biology, medical science, material science, tribology, textile science and technology, clothing science and technology, mathematics, computer science and informatics, human physiology, anthropology, fashion design and engineering design of fiber products. JFBI aims to create an international forum for exchanging novel ideas to promote the overall impact of research in fiber science, engineering and technology.

	Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije	
	Objavljeno v	Journal of fiber bioengineering and informatics. Geršak, Jelka (urednik 2012-2013, 2014-2016). Danbury (CT): Binary Information Press, 2008-. ISSN 1940-8676. http://www.researchgate.net/journal/1940-8676_Journal_of_Fiber_Bioengineering_and_Informatics	
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
3.	COBISS ID	250398720	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv snovnih lastnosti tkanin na toplotno fiziološko udobje oblačil
		<i>ANG</i>	Influence of fabric properties of thermal physiological comfort of clothing
	Opis	<i>SLO</i>	<p>Za današnjega kupca ni dovolj, da oblačila izpolnjujejo le osnovne funkcije kot so zaščita telesa in funkcionalnost, ampak se od izdelanega oblačila pričakuje, da izpolnjuje modne zahteve, in to glede na obliko, barvo in material in da se človek v njem počuti udobno, privlačno in sproščeno. Udobnost pri nošenju je pomembna kvalitativna karakteristika oblačila, ki se sestoji iz treh komponent, katere je potrebno optimirati že pri konstrukciji tekstilij in oblačil. To so: toplotno fiziološka, ergonomska in mehanska udobnost pri nošenju. Na občutek udobja vpliva večje število dejavnikov, kot npr. vrsta materiala, iz katerega je izdelano oblačilo in njegove karakteristike (surovinski sestav, površinska masa, otip, mehanske, fizikalne in toplotne lastnosti) ter konstrukcija kroja in struktura oblačila. Udobnost pri nošenju oblačil je rezultat uravnoteženega procesa izmenjave toplote med telesom, oblačilom in okolico in je odvisna od toplotnih lastnosti oblačil, katere predstavljajo njihovo sposobnost prenosa toplote in vlage s površine človeškega telesa v okolico. Veličine, ki so odraz te sposobnosti, so toplotni upor ali toplotna izolacija oblačil R_c in upor oblačila proti prehodu vodne pare R_e. S tematskega vidika je v okviru disertacije obravnavan študij vpliva snovnih lastnosti tkanin za letna ženska oblačila na toplotno fiziološko udobje pri nošenju v toplem okolju, ki ustreza visokim letnim temperaturam. Za ta namen je bilo na podlagi plana raziskave in definiranih materialov (iz naravnih vlaken (lan, bombaž), sintetičnih (poliester) in njihovih mešanic) izdelanih pet tkanin približno enakih konstrukcijskih parametrov, vendar različne surovinske sestave. Na podlagi raziskave fizikalnih, toplotnih in mehanskih lastnosti izdelanih tkanin ter proučitve pokritosti telesa z oblačilom sta bila oblikovana dva modela ženskih oblačil za toplo okolje in izdelana prototipa oblikovanih modelov oblačil. Raziskava vpliva snovnih lastnosti tkanin na toplotno fiziološko udobje pri nošenju oblačil je bila izvedena pri različnih klimatskih pogojih, umetno vzdrževanih v klima-komori, tj. pri treh temperaturah okolice (25 °C, 30 °C in 35 °C) in hitrostih gibanja vetra (0,2 ms⁻¹, 0,5 ms⁻¹ in 1,2 ms⁻¹) ter pri konstantni relativni vlažnosti 40 %, kjer so testne osebe izvajale v naprej opredeljene aktivnosti (20 min aklimatizacija, 20 min hoja po ravnem v smeri vetra s hitrostjo 2,5 km h⁻¹, 5 min odmor in 20 min hoja s hitrostjo 3 km h⁻¹ v smeri vetra). Klimatski pogoji so bili določeni na podlagi podatkov Hidrometeorološkega zavoda v Banja Luki, in sicer za povprečne letne temperature štirih poletnih mesecev, zabeležene v zadnjih treh letih. Vpliv snovnih lastnosti v oblačila vgrajenih materialov na toplotno fiziološko udobje uporabnika je eksperimentalno določen kot sprememba treh fizioloških parametrov: ponderirane temperature kože, srčne frekvence in količine evaporiranega znoja oziroma vlažnosti kože in količine akumuliranega znoja v oblačilih, medtem ko je vpliv posameznih toplotnih lastnosti oblačil na subjektivni občutek udobja določen s pomočjo ocenjevalnih skal v obliki vprašalnikov, na katere so testne osebe odgovarjale pred, med in po raziskavi. Na podlagi rezultatov raziskave fizikalnih, mehanskih, toplotnih in sorpcijskih lastnosti v oblačila vgrajenih tkanin ter rezultatov raziskane količine akumuliranega znoja v analiziranih modelih pri nošenju oblačil je ugotovljeno, da je</p>

količina akumuliranega znoja odvisna od snovnih lastnosti tkanin (površinske mase, relativne vlažnosti tkanin, zračne prepustnosti in sposobnosti zadrževanja vode). Odvisnost količine v oblačilih akumuliranega znoja od snovnih lastnosti vgrajenih tkanin, tj. od mase in relativne vlažnosti tkanin, mase in sposobnosti zadrževanja vode ter zračne prepustnosti in sposobnosti zadrževanja vode, je statistično potrjena, in sicer za vse tri kombinacije analiziranih lastnosti v oblačila vgrajenih tkanin.

ANG

For today's buyer it is not enough that clothing satisfies only basic functions, such as body protection and functionality. It is expected that clothing satisfies fashion demands such as shape, colour and material. Furthermore, the clothing should assure us to feel comfortable, attractive and relaxed. Comfort while wearing is important clothing qualitative characteristic mainly consisting of these three components, which should be optimized according to textile and clothing construction: thermo-physiological, ergonomic and mechanical comfort while wearing. Various number of factors have impact on sense of a comfort as in an example: kind of the material, which is used in garment production (raw material, surface mass, treatment type, touch, physical, mechanical and thermal features), construction of the clothing cut and other. The comfort while wearing the clothing represents the result of a balanced process heat exchange between the body, clothing and environment and depends on special thermal characteristics of clothing that represent its ability to transfer heat and moisture from the surface of the human body in the environment. The measuring magnitudes, which are the reflection of those abilities, are thermal resistance or thermal insulation of the clothing R_c and clothing water vapour resistance R_e . With regard to the doctoral thesis the influence of the material properties for summer women's clothing on thermo-physiological comfort while wearing in warm environment was investigated. The warm environment corresponds to high summer temperatures. For this purpose five fabrics were manufactured according to the plan of experiment and defined materials (natural fibres (linen, cotton), synthetic (polyester) and mixtures there of), which have approximately equal surface mass, but different raw material. Based on the research of physical, thermal and mechanical properties of the manufactured fabrics, and research of the body covering with the clothing on thermophysiological comfort, the two models of women's clothing for warm environment were designed and manufactured. Investigation of the influence of fabrics properties on thermo-physiological comfort of clothing was performed at different climatic conditions that were artificially set up in climate chamber, i.e. at three ambient temperatures (25 °C, 30 °C and 35 °C), wind movement velocities (0,2 ms⁻¹, 0,5 ms⁻¹ and 1,2 ms⁻¹) and at constant relative humidity of 40 %, where the tested persons carried out the following activities (20 min acclimatization, 20 min flat walking in the direction of wind at velocity of 2,5 kmh⁻¹, 5 min rest and 20 min walking of velocity of 3 kmh⁻¹ in the direction of wind). Climate conditions were determined according to the data from Hydrometric institute of Banja luka. The average summer temperatures, noted for four months in the last three months, were applied. The influence of the clothing fabrics on thermo-physiological comfort was experimentally determined as a change of the three physiological parameters: average skin temperature, heart rate and amount of evaporated sweat, resp. skin humidity and amount of accumulated sweat in the clothing. The impact of the individual thermal clothing characteristics on subjective perception of the comfort was established by questionnaire with special scales by appreciation. The tested persons were answering before, during and after the investigation. Based on research results of the physical, mechanical, thermal and sorption properties of the clothing fabrics and results of the evaporated sweat amount in the analysed models while wearing the

		clothes it is established that evaporated sweat amount depends on the woven fabrics' properties (surface mass, fabrics' relative humidity, air permeability and water retention).
Šifra	D.09	Mentorstvo doktorandom
Objavljeno v	D. Grujić]; 2010; XIV, 379 str.; Avtorji / Authors: Grujić Dragana	
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	
4. COBISS ID	16051734	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Specifičnosti koncepta kompleksnega načrtovanja funkcionalnih zaščitnih oblačil
	ANG	The peculiarities of a complex design concept for functional protective clothing
Opis	SLO	<p>V zadnjih dveh desetletjih so potekale intenzivne raziskave na številnih ustanovah s ciljem razviti učinkovita zaščitna oblačila za delavce v industriji, kot tudi za oborožene sile. Osnovna zahteva za civilne kot obrambne namene je zaščita, oz. potreba po zaščiti, tj. zavarovanju ljudi, ki se soočajo z različnimi tveganji in vremenskimi razmerami. Pri tem je zlasti pomembno, da se razvije učinkovita osebna varovalna oprema in ovrednotijo morebitne nevarnosti znotraj področja kemičnih, bioloških in radioloških nevarnosti, ki pogosto niso zajete v standardnih opredelitvah in mednarodnih predpisih.</p> <p>V prispevku je predstavljena študija specifičnosti koncepta kompleksnega načrtovanja funkcionalnih zaščitnih oblačil, kot pomembnega dela osebne varovalne opreme v primeru onesnaženja s kemičnimi in biološkimi snovmi. Zahteve za zaščitna oblačila so predstavljene glede na namen, funkcijo, oz. vrsto zaščite, kot tudi z vidika sistematičnega pristopa k načrtovanju, razvoju in izvedbi zaščitnega funkcionalnega oblačila. Kompleksnost dizajna zaščitnih oblačil je zasnovana na sistematičnem, interdisciplinarnem pristopu objektivne karakterizacije materialov, z upoštevanjem preverjenih tehničnih specifikacij ter na razvoju novih metod in tehnik za izdelavo multifunkcionalnega zaščitnega oblačila. Poleg tega je treba spremljati in ocenjevati morebitne nevarnosti, s katerimi se srečujejo uporabnika.</p>
	ANG	<p>Over the last two decades extensive work has been carried out by a number of institutes with the aim of developing efficient protective clothing for industrial workers, as well as for the armed forces. The primary requirement for both civil and defence applications is protection, resp. need for protection - for saving valuable humans faced with various hazards and climatic conditions. It is particularly important to develop efficient personal protective equipment and to evaluate potential hazards within the domain of chemical, biological and radiological threats, which are often not covered by standard definitions and international regulations.</p> <p>This contribution presents certain peculiarities of a complex design concept for protective clothing, as an important component of personal protective equipment in case of contamination by chemical and biological agents. The requirements for protective clothing are given according to their purposes, functions, resp. type of protection, as well as the system's approach to the design, development, and implementation of protective functional clothing.</p> <p>The complex design of protective clothing should be based on a systematic, interdisciplinary approach, when considering the objective characterisation of materials, by taking into account verified technical specifications, and the development of new methods and techniques for the manufacturing of multifunctional protective clothing. Furthermore, it is necessary to monitor and evaluate any potential hazards encountered by the user.</p>
Šifra	B.04	Vabljen predavanje

	Objavljeno v	Croatian Chamber of Economy; Proceedings; 2012; Str. 248-254; Avtorji / Authors: Geršak Jelka, Marčič Milan	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
5.	COBISS ID	16739862	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vloga objektivnega merjenja in vrednotenja tekstilij in oblačil
		ANG	The role of objective measurement and evaluating of textile and clothing
	Opis	SLO	Vloga objektivnega merjenja in vrednotenja tekstilij in oblačil. Elastičnost v inženirstvu, študij viskoelastičnih lastnosti tekstilnih materialov. Objektivno vrednotenje mehanskih in fizikalnih lastnosti tkanin. Vpliv mehanskih lastnosti tkanin na preoblikovanje ploskih tekstilij v 3D obliko. Kompleksne deformacije tekstilnih struktur. Razvoj toplotno izolacijske lastnosti inteligentnih oblačil in njihov vpliv na udobje pri nošenju.
		ANG	The role of objective measurement and evaluating of textile and clothing. Elasticity in engineering; viscoelastic studies of textile fabric. Objective evaluation of mechanical and physical properties of fabric. The impact of mechanical properties of textiles in transforming from 2D into 3D shape. Complex deformation of textile structure. Development of the thermal insulation chamber of intelligent clothing in comfort parameters and variable that effect the comfort
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi	
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Geršak Jelka	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine²

Geršak, J. (2012), Merilni sistem za programirano merjenje in vrednotenje mehanskih lastnosti fleksibilnih linijskih in ploskih materialov : patent št. SI 23645 A, datum objave 31.8.2012; [COBISS.SI-ID 16252438]

Geršak, J. (2010), Inteligentna funkcionalna oblačila za zagotavljanje višje stopnje varnosti človeka : inovacija, prijava ideje, 5. Slovenski forum inovacij. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2010. 1 mapa [COBISS.SI-ID 14667798]

Mentor pri doktorskih disertacijah

Fatkic, E., Modeliranje i optimizacija utjecajnih parametara na mehanička i fizikalna svojstva pletiva : doktorska disertacija. Zagreb: [E. Fatkić], 2009. XXV, 280, [COBISS.SI-ID 13334038]

Predavanje na tuji univerzi

Geršak, J. (2013), Objective evaluation of textiles and clothing : lectures at the University of Zagreb, Faculty of Textile Technology, CEEPUS Teacher Mobility, from 04. 11. 2013 to 30. 11. 2013. [COBISS.SI-ID 17523734]

Geršak, J. (2011), The clothing science in the light of research activities : lecture, presented at the Indian Institute of Technology, Department of Textile Technology, New Delhi, India, December 5th, 2011. 2011. [COBISS.SI-ID 15589910]

Geršak, J. (2011), Objektivno vrednovanje tekstila i odjeće : CEEPUS II Mobility (1 month), Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno tehnološki fakultet, diplomski studij Tekstilna tehnologija i inženjerstvo, redoviti kolegij modula Odjevno inženjerstvo, od 1.11.2011-30.11.2011. [COBISS.SI-ID 15951126]

Geršak, J. (2010), Objective evaluation of textiles and clothing : 24 hours of teaching, CEEPUS mobility, Faculty of Textile Technology of the University of Zagreb from 01.11.2010

to 30.11.2010. [COBISS.SI-ID 14918934]

Geršak, J. (2009), Objektivno vrednovanje tekstila i odjeće : CEEPUS II Mobility (1 month), Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno tehnološki fakultet, diplomski studij Tekstilna tehnologija i inženjerstvo, akademska godina 2009/.2010, redoviti kolegij modula Odjevno inženjerstvo. [COBISS.SI-ID 14026006]

9.Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1.Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Z realizacijo raziskovalnega programa so na podlagi poglobljenih teoretičnih raziskav mehanike tkanin in dobljenih teorij ob numeričnih in fizikalnih eksperimentih dobljena nova znanstvena spoznanja, ki omogočajo predvideti ali napovedati nelinearne mehanske lastnosti tkanin v področju nižjih obremenitev in simulacijo njihovega obnašanja. Teoretična spoznanja s področja študija odnosa med snovnimi lastnostmi tekstilnih materialov ter izmenjavo toplote in človeško termoregulacijo omogočajo razvoj numerične simulacije izmenjave toplote med telesom in oblačilom ali drugim tekstilnim izdelkom in okolico, kar je trend nadaljnjega razvoja tekstilnega in oblačilnega inženirstva v svetu, ki je usmerjen v parametrizacijo tekstilnih materialov, inženirsko oblikovanje visoko kakovostnih in multifunkcionalnih tekstilnih materialov in izdelkov, numerično simulacijo njihovega obnašanja in virtualizacijo na eni strani ter zagotavljanje termofiziološkega udobja na drugi strani. Dobljena znanstvena spoznanja prispevajo k razvoju temeljnega znanja na področju oblačilnega inženirstva in so pomembna za razvoj znanosti v svetu. Pridobljena fundamentalna znanja in spoznanja bodo prispevala k razvoju inovativnih tekstilnih materialov s funkcionalnimi zahtevami, ali t.i. na znanju zasnovanih izdelkov, skupaj z razvojem potrebnih tehnologij.

ANG

The research programme is systematically designed so as to result in the knowledge that could be used in establishing and engineering concept of garment and/or other textile product planning particularly the so called »knowledge-based products«.

Realisation of the research programme proposed is offering, using the theoretical knowledge obtained by investigating fabric mechanics and the theory resulting from it, as well as numerical and physical experiments, new knowledge than will enable prediction of non-linear fabric mechanical properties in the area of low loads, as well as the simulation of fabric behaviour. The theoretical knowledge obtained by studying the relation among textile material properties, heat exchange and human body thermoregulation, will result in the development of a numerical simulation for heat exchange among the body and garment or some other textile product, and the environment, which is a clear trend in further development of textile and garment engineering globally. The development is aimed at the parameterisation of textile materials, engineering design of high-quality and multifunctional textile materials and products, numerical simulation of their behaviour and virtualisation on one hand and ensuring thermal-physiological comfort on the other.

The obtained knowledge contributes to the development of basic knowledge in the field of garment engineering and is important for the scientific development both in Slovenia and globally. The fundamental knowledge will contribute to the development of innovative textile materials with functional purposes, i.e. knowledge-based products, as well as to the development of the necessary technologies to manufacture them.

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Raziskovalni rezultati, katerih vsebina je skoncentrirana na postavitve inženirskega koncepta projektiranja oblačil in/ali drugih tekstilnih izdelkov, ki zahtevajo definirane estetske, toplotne in fiziološke in/ali funkcijske lastnosti, tj. na znanju zasnovanih izdelkov, so pomembni tako za gospodarsko panogo, razvoj stroke kot inženirsko prakso. Prenos doseženih znanstvenih spoznanj v prakso omogoča inženirsko projektiranje in oblikovanje oblačilnega sistema ali drugih tekstilnih izdelkov kot sistemov, kot tudi projektiranje multifunkcionalnih in/ali t.i. inteligentnih oblačil in drugih tekstilnih izdelkov.

Tovrstna aplikacija lahko neposredno prispeva k inovativnosti in lahko na podlagi inženirskega koncepta projektiranja oblačil in/ali drugih tekstilnih izdelkov, ki zahtevajo definirane funkcije, ob uporabi razvitih ustreznih metod in orodij privede do transformiranja konvencionalne tehnologije v visoko zahtevno tehnologijo, kar je izrednega pomena za trajnostni družbeno-ekonomski razvoj slovenske oblačilne industrije.

Na drugi strani pa bodo raziskovalni dosežki, ki se enakovredno integrirajo v zakladnico svetovnih znanj, omogočili večjo povezanost slovenskih znanstvenikov in preko teh tudi proizvajalcev oblačil in drugih visoko zahtevnih tekstilnih izdelkov z znanstveniki in strokovnjaki v svetu, kar bo okrepilo prisotnost slovenskih strokovnjakov in proizvajalcev oblačil na svetovnem trgu.

Ker raziskovalni rezultati vključujejo definiranje vseh parametrov na področju oblačilnega inženirstva v globalnem pogledu, tj. od materiala kot vhodne surovine do oblačila ali drugega tekstilnega izdelka kot končnega izdelka skozi vse komponente sistema, vključujoč aspekt toplotno fiziološkega, mehanskega in ergonomskega udobja, je njegova realizacija neposrednega pomena tudi za širšo družbo in družbeno infrastrukturo.

ANG

The research results, which content is focused on setting-up the engineering concept for clothing design and/or other textile products that require defined aesthetic, thermal and physiological and/or functional properties, i.e., knowledge-based products, is important for textile/clothing branch, development of the branch, as well as for the engineering praxis. The transfer of achieved scientific cognitions into the praxis enables engineered design of the clothing system or other textile products as systems, as well as design of multifunctional and/or intelligent/smart garments and other textile products. This kind of application may directly contribute to innovativeness. Engineered concept of design of clothing and/or other textile products that require defined functions may, using developed appropriate methods and tools, result with transformation of conventional to high-tech technologies, which is of extreme importance for sustainable socio-economic development of the Slovenian clothing industry.

On the other hand, the research achievements will be equally integrated into the world treasury of knowledge. They will enable better linkage of Slovenian scientists and through them also manufacturers of garments and other high-quality textile products with scientists and professionals in the world, which will strengthen the presence of Slovenian experts and producers in the world market.

Because the research includes the definition of all the parameters in the area of clothing engineering in a global sense, i.e., from input textile materials up to the garment or other textile product as a final good throughout all of the components of the system, it also includes the aspects of thermophysiological, mechanical and ergonomic comfort, the research results are of direct importance for wider society and for social infrastructure.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2013¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	10
bolonjski program - II. stopnja	1
univerzitetni (stari) program	7

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
0	Dragana GRUJIĆ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Edin FATKIĆ	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Lidija GOMBOC	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Dragana GRUJIĆ	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	6	
0	E FATKIĆ	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	2	
0	Goran ČUBIĆ	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	3	
0	Martina BOBOVČAN MAR	<input type="text" value="C - študent - doktorand"/>	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent – doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi pozivov za EU vpetost.¹⁵

SLO

Raziskovalci raziskovalne skupine v obdobju 2009-2013 smo bili vključeni v en projekt okvirnih programov EU, aktivno pa smo delovali v okviru večjega števila bilateralnih projektov in CEEPUS mreže:

UK/08/LLP-LdV/TOI/163-154 Innovation transfer in textiles – ITT (1.10.2008-30.9.2010) – slovenski koordinator: izr. prof. dr. Zoran Stjepanović)

The research of asymmetric behavior of complex textile structures; BI-HU/08-09-005; trajanje projekta: 1.1.2008-31.12.2009; (slovensko-madžarski znanstveno raziskovalni projekt); vodja slovenskega raziskovalnega tima: red. prof. dr. Jelka Geršak

Development of functional clothing based on nanotechnology; BI-HR/10-11-001; trajanje projekta: 1.1.2010-31.12.2011; (slovensko-hrvaški znanstveno raziskovalni projekt); vodja slovenskega raziskovalnega tima: red. prof. dr. Jelka Geršak

3D Modeling of human body and integrating human dimensions into products; BI-HU/10-11-007; trajanje projekta: 1.1.2010-31.12.2011; (slovensko-madžarski znanstveno raziskovalni projekt); vodja slovenskega raziskovalnega tima: red. prof. dr. Jelka Geršak

Sustainability in Clothing Design - Mass Customization as a Strategy; BI-FI/11-12-013; trajanje projekta: 1.1.2011-31.12.2012; (slovensko-finski bilateralni znanstveni projekt); vodja slovenskega raziskovalnega tima: red. prof. dr. Jelka Geršak

Development of Clothing for Extreme Cold Environment; BI-IN/10-12-006; trajanje projekta: 1.8.2010-31.12.2013; (Slovenko-indijski bilateralni znanstveni projekt); vodja slovenskega raziskovalnega tima: red. prof. dr. Jelka Geršak

Design and Development of Multifunctional Protective Clothing; CEEPUS network CIII-SI-0217-00-1011; glavni koordinator: red. prof. dr. Jelka Geršak

Ars-Techne: Design and Development of Multifunctional Products; CIII-SI-0217-07-1314; glavni koordinator: red. prof. dr. Jelka Geršak

Rezultat aktivnega delovanja v okviru mednarodnih, zlasti bilateralnih raziskovalnih in razvojnih projektov je prijava skupnega projekta, in sicer v okviru Lifelong Learning Programme: action Erasmus multilateral

projects z naslovom »Knowledge Alliance of Clothing Education, Research and Innovation« (Submission number: 540450-LLP-1-2013-1-SI-ERASMUS-EKA).

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

Konstruktivna risba : strokovno usposabljanje za Boxmark Leather d.o.o., Kidričevo, Izvajalec: A. Rudolf

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁷

SLO

Z vidika vsebine raziskovalnega programa, ki obsega okoli 70 % temeljnega in 30 % aplikativnega raziskovanja se lahko tehnološka zrelost rezultatov obravnava le v okviru aplikativnega raziskovanja.

Na tem področju se lahko izpostavi razvit *merilni sistem za programirano merjenje in vrednotenje mehanskih lastnosti fleksibilnih linijskih in ploskih materialov*. Za izum je bil dodeljen patent št. SI 23645 A, datum objave 31.8.2012; patentna prijava št. P-201200162, datum vložitve prijave 24.5.2012. Ljubljana: Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012 [COBISS.SI-ID [16252438](#)]

Tehnični problem, ki ga rešuje izum, je merilni sistem, ki vključuje merilno strojno in programsko opremo ter metodo, oziroma tako imenovani dinamometer za merjenje časovne odvisnosti deformacije od sile, in bo omogočal programirano merjenje ter avtomatsko zajemanje podatkov v obliki numeričnega zapisa množice parov v času preizkušanja, zagotavljal pa bo tudi numerično obdelavo podatkov izmerjenih vrednosti in numerično vrednotenje parametrov viskoelastičnih lastnosti linijskih in ploskih tekstilij. Izvedba merilnega sistema po izumu bo torej zagotavljala tako imenovani aktivni karakter merilne naprave.

Razvit merilni sistem ima vse možnosti za svojo implementacijo v prakso.

**ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH
RAZISKOVALNIH PROGRAMOV V LETU 2009 – 2014**

**POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
ZA OBDOBJE 2009 - 2014**
(REPORT ON THE RESULTS OF THE RESEARCH PROGRAMME FOR THE PERIOD 2009 –
2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu (General Information)

Šifra programa (Code Number)	P2-0157	
Naslov programa (Research Programme Title)	Dinamični inteligentni in povezani tehnološki sistemi in naprave DIP-TSN Dynamic, Intelligent, and Integrated Technological Systems and Devices (DIP-TSN)	
Vodja programa¹ (Programme leader)	4011 Jože Balič	
Obseg letnih raziskovalnih ur (Number of Research Hours per year)	v letu 2014 (In year 2014):5100	
Cenovni razred² (Price Category)	B	
Trajanje programa (Research Programme Duration)	01.2009 - 12.2014	
Izvajalci raziskovalnega programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji) (Performing Research Organisations and/or Concessionaires)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo University of Maribor, Faculty of mechanical engineering	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS (Research Field according to ARRS Classification)	2 2.10	TEHNIKA Engineering sciences and technologies Proizvodne tehnologije in sistemi Manufacturing technologies and systems
Raziskovalno področje po šifrantu FOS (Research Field according to FOS Classification)	2 2.03	Tehniške in tehnološke vede Engineering and technology Mehanika Mechanical engineering
Družbeno-	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (RESULTS AND ACHIEVEMENTS OF THE RESEARCH PROGRAMME)

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu (Report on research programme's implementation according to the work plan)³

SLO

Realizacija raziskovalnega programa je potekala na naslednjih temeljnih, vendar povezanih raziskovalnih področjih, ki so:

- 1)** modeliranje in programiranje inteligentnih strojev in naprav, inteligentno modeliranje,
- 2)** optimiranje in vodenje obdelovalnih postopkov,
- 3)** razvoj inteligentnih preoblikovalnih metod in postopkov,
- 4)** razvoj slojevitih tehnologij,
- 5)** vodenje inteligentnih robotskih obdelovalnih sistemov in
- 6)** razvoj napredne, energetske varčne in okolju prijazne fluidne tehnike.

1) Modeliranje in programiranje inteligentnih strojev in naprav

Na krovnem področju raziskovalnega programa smo realizirali naslednje aktivnosti:

- a)** razvoj metodologije umetne inteligence za proučevanje in gradnjo inteligentnih strojev, naprav in izdelovalnih sistemov ter procesov (modeliranje in optimizacija CNC-obdelovalnih postopkov s skupinsko inteligenco, evolucijskimi algoritmi in nevronskimi mrežami; samodejno programiranje CNC-obdelovalnih strojev s pomočjo skupinske inteligence, evolucijskih algoritmov in umetnih nevronskih mrež)
- b)** razvoj, vpeljevanje in uporaba najsodobnejše tehnologije za izdelavo izdelkov (LENS in razvoj sistema za modeliranje in optimizacijo postopka laserskega nanašanja kovinskih prevlek - v sodelovanju z EMO Orodjarna)
- c)** razvoj napredne CNC-tehnologije in implementacija razvitih tehnologij in metodologije v industrijska okolja (razvoj sistema za optimizacijo razmeščanja strojev in naprav v obratu valjarne v železarni Štore Steel z evolucijskimi algoritmi).

2) Inteligentno modeliranje, optimiranje in vodenje obdelovalnih postopkov

Pri izdelavi **inteligentnega adaptivnega sistema** vodenja visoko-hitrostnega frezanja s težko opredeljivo dinamiko so rezultati naslednji:

- a)** razvita je programska oprema za zajemanje rezalnih sil in hrapavosti površine;
- b)** s hibridnim modeliranjem je določena korelacija med signali maksimalnih rezalnih sil in hrapavostjo obdelane površine
- c)** izdelan je celovit postopek modeliranja procesa odrezavanja, ki je nato uporabljen pri izdelavi simulatorja CNC frezanja
- d)** s hibridnim modeliranjem procesa, PSO optimizacijo ter nevronske krmilne sheme je izgrajen kombiniran sistem za posredno optimiranje in adaptivno nastavljanje rezalnih parametrov
- e)** zasnovana je nevronska krmilna shema;
- f)** izdelana je PSO evolucijska strategija za dinamično optimiranje rezalnih parametrov
- g)** izdelan je hibridni ANfis model za izbiro frezal in napovedovanje priporočenih rezalnih parametrov. Razviti sistem vodenja je bil testiran v vodilni slovenski orodjarni.

3) Razvoj inteligentnih preoblikovalnih metod in postopkov

- a)** izvedena je bila raziskava **preoblikovalnih lastnosti visoko trdnostnih pločevin** (v vročem in hladnem), določanje tehnoloških parametrov procesa in konstrukcije preoblikovalnih orodij
- b)** pri preoblikovanju v hladnem so bile izvedene raziskave za napovedovanje torzijskega elastičnega izravnavevanja pri globokem vleku (izdelan model za preizkušanje in ovrednotenje)
- c)** za upogibanje pločevin s povišano trdnostjo s postopkom upogibanja v dveh stopnjah je bilo izdelano testno orodje, opravljeni preizkusi in analiza rezultatov
- d)** razvit je bil inteligentni sistem za napovedovanje tehnoloških parametrov. Izdelan je sistematičen zbir rezultatov preizkusov
- e)** izvedene so bile tudi raziskave za določanja optimalnih materialov za aktivne dele izsekovalnih orodij

4) Razvoj slojevitih tehnologij

- a)** Razvili smo metodo za **ugotavljanje hitrosti in natančnosti** naprav za dodajalno izdelavo (3D tiskalniki). Natančnost in hitrost nista odvisni samo od tehnoloških parametrov, pač pa predvsem od geometrijskih značilnosti izdelka
- b)** Na njeni osnovi smo razvili metodo za določanje skrčkov in zamikov laserskega žarka pri izdelavi izdelkov z laserskim sintranjem. Obe ugotovitvi predstavljata novost na področju dodajalnih tehnologij
- c)** Rezultati raziskave so pokazali, da lahko z uporabo **prostorskih struktur** izničimo, značilno tehnološko anizotropijo dodajalnih tehnologij, pri čemer morajo premeri nosilcev prostorske strukture znašati med 3 do 8-kratnikom premera laserskega žarka, ki ga uporabimo za njihovo izdelavo
- d)** **Na medicinskem področju** smo razvili tri nove operativne pristope na ortopedskem področju. Proučili smo endoprotetične operacije v območju kolena, kolka in ramena ter razvili poseben medicinski pripomoček, narejen po meri pacienta. Za območje hrbtenice smo razvili posebna vodila za vstavljanje pedikularnih vijakov. Vsi pripomočki so bili klinično preizkušeni.

5) Vodenje inteligentnih robotskih obdelovalnih sistemov

Na področju implementacije robotov v proizvodno okolje so bile raziskave usmerjene v iskanje primerne parametra za vrednotenje sposobnosti robota ali skupine robotov za opravljanje predpisanih tehnoloških nalog. Kot najbolj obetaven se je izkazal parameter, ki preko instalirane moči izračuna gibljivost. Parameter je dimenzijsko invarianten in fizikalno konsistenten glede na različne fizikalne enote za merjenje premih in kotnih hitrosti, saj omogoča upoštevanje vseh prostostnih stopenj mehanizma, kar v primeru uporabe indeksa gibljivosti po Yoshikawi ni mogoče.

6) Razvoj napredne, energetske varčne in okolju prijazne fluidne tehnike

Rezultati raziskav s tega področja so vpeti v svetovne tokove raziskav, na kar kažejo številne objave v uglednih mednarodnih revijah z visokim faktorjem vpliva in citati. Poseben pomen za znanost predstavljajo raziskave vezane na poznavanje mehanizmov spreminjanja stanja različnih vrst hidravličnih tekočin in njihovih medsebojnih vplivov. Še zlasti pomembno je iskanje novih hidravličnih tekočin s posebnimi fizikalno kemijskimi lastnostmi, ki odpravljajo probleme, vezane na danes uporabljane tekočine.

Rezultati raziskovalnega dela na področju so:

- a)** razvoj daljinskega on-line nadzora stanja hidravličnih tekočin;
- b)** uvajanje novih hidravličnih tekočin;
- c)** razvoj sodobnih konceptov zajemanja in ovrednotenja signalov;
- d)** razvoj energetske varčnih komponent in sistemov.

Realization of research programme was carried out on six basic subjects, which were closely connected:

- 1)** Modelling and programming of intelligent machines devices, and systems (main field)
- 2)** Intelligent modelling, optimization and control of machining processes,
- 3)** Development of intelligent forming technology,
- 4)** Development of additive technology;
- 5)** Development of intelligent robotic manufacturing systems and
- 6)** Research in the field of fluid power technology

1) Intelligent machines devices, and systems

On the main field of the research program we realized the following basic activities:

- a)** Development, introduction, and usage of cutting-edge technologies for manufacturing of products, (LENS, Selective Laser Sintering; development of system for modelling and optimization of the laser cladding technology (the cooperation with company EMO Orodjarna);
- b)** Development of artificial intelligence methodology for building, modelling and optimization of intelligent machines, devices, and manufacturing systems/processes,
- c)** Implementation of the developed technologies and methodology into the industrial environment (system for optimization of rolling mill layout optimization (the cooperation with the company Štore Steel).
- d)** Optimization of the robot path during manufacturing (assembling) of the product
- e)** Optimization of the workpiece location in the workspace of the robot mechanism
- f)** Modelling, programming and optimization of various CNC-manufacturing processes by the use of swarm intelligence, evolutionary algorithms, and artificial neural nets,
- g)** Development of the systems for the springback modelling for the advanced high-strength sheet metal materials (the cooperation with the company EMO Orodjarna).

2) Intelligent modelling, optimization and control of machining processes

The following activities were carried out during development of an intelligent self-learning control system for high-speed milling with difficult definable dynamics:

- a)** The software for acquisition of cutting forces and surface roughness is developed.
- b)** An overall procedure of the cutting process modelling is developed and then used in developing of the CNC milling simulator.
- c)** By PSO optimization and neural control scheme a system for indirect optimization and adaptive adjustment of cutting parameters is built.
- d)** A neural identifier of milling dynamics is developed.
- e)** PSO evolutionary strategy for dynamic optimization of cutting parameters is created.
- f)** Hybrid ANfis model for selection of milling cutters is built.

Control system is tested in leading Slovenian toolmaking company.

Developing of presses hydraulic drive optimization (4% reduction noise and vibration, the productivity is increased for 23% and 8% reduction of energy consumption is achieved.

3) Development of intelligent forming technology

- a)** Research of forming properties of high-strength metal sheet was done with additional determination of technological process parameters and parameters for forming tool design. **b)** Forming of high-strength steel sheets at room temperatures and hot forming was researched.
- c)** At forming at room temperatures special attention was given to the research of springback phenomena On the test example the measurements of springback was

made. The test proved the benefits of simulation calibration.

d) For research of bending of high strength sheet metals with double flanging process the test tool was manufactured, the tests and analysis were carried out.

e) The intelligent system for prediction of technological parameters was made. Experimental forming tool was produced for hot forming.

f) A systematic collection of results was presented.

4) Development of additive technology

a) A method for speed and accuracy evaluation of additive manufacturing machines has been developed, which shows that the speed of the machine mainly depends on the geometrical complexity of the produced parts.

b) Based on these findings a new method has been developed that enables for accurate shrinkage and laser offset compensation based on the geometrical features of the produced part. Both methods represent new scientific findings and achievements.

c) The research results showed that the technological anisotropy can be completely avoided by the use of space structures, whereas the diameters of the structural beams have to measure between 3- and 8-times the diameter of the laser beam used for their production.

d) Three new surgical procedures have been developed in the medical field of PG activities. Endoprosthetical surgeries in the knee, hip and shoulder region have been studied and new patient specific instruments developed. All the guides were clinically tested.

5) Development of intelligent robotic manufacturing systems

Research in implementation of robots into production environment with the aim to find a suitable parameter for evaluating the ability of the robot or group of robots to perform prescribed technological tasks was carried out. The installed power manipulability was introduced as the most promising parameter. This parameter is dimensionally invariant and physically consistent with different physical units with respect to the measurement of linear and angular velocities and thus allows consideration of all degrees of freedom of the mechanism and that is not the case with the manipulability index by Yoshikawa.

6) Fluid power technology

Of special importance are research activities related to understanding the ageing mechanisms of different types of hydraulic fluids and their interactions. Of particular importance is the search for new hydraulic fluids with specific physico-chemical properties that would eliminate the problems related to the fluids used today.

Results of research activities are:

a) remote on-line condition monitoring of hydraulic fluids,

b) implementation of new hydraulic fluids

c) implementation of advanced concepts of signal acquisition and evaluation,

d) development of energy saving components and systems.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev (*Degree of research programme's implementation according to the work plan and set research objectives*)⁴

SLO

Program je bil v celoti realiziran, na nekaterih podpodročjih so bili cilji tudi preseženi.

- razvoj novih **inteligentnih metod na področju proizvodnega strojništva**

- **implementacija rezultatov v industrijo** (cilj: inovativen dvig tehnološkega nivoja SLO podjetij v EU)

- s **predavanji na partnerskih ustanovah** v tujini (cilj- znanstveno in strokovno sodelovanje z mednarodnimi inštitucijami)

- **vključevanje raziskovalnih dosežkov** v dodiplomske in podiplomske študijske programe.

Podrobnejše je stopnja realizacije navedena. kot sledi:

1) Realizacija je bila odlična. Razvili, preizkusili in vpeljali smo nove postopke za modeliranje in optimiranje tehnoloških sistemov, kot so npr. večkriterijska optimizacija tehnoloških sistemov, izvorni algoritem za nedominirano sortiranje in gravitacijski iskalni algoritem. Največji del omenjenih rezultatov smo potrdili tudi v industrijski praksi (EMO Orodjarna in Štore Steel).

2) Najpomembnejših realizirani cilji: optimizacija hidravličnih komponent stiskalnice, inteligen ten adaptiven sistem vodenja VH frezanja, modeliranje odrezovalnih postopkov, implementacijo inteligentnega sistema za korekcijo rezalnih parametrov v industrijo

3) Na tem področju posebej izstopa raziskava torzijskega elastičnega izravnavanja pri preoblikovanju visokotr dnostne pločevine. R rezultati raziskav so bili potrjeni s praktičnimi preizkusi.

Postopek upogibanja v dveh stopnjah je bil raziskan do te mere, da je primeren za uporabo v praksi, postavljena je bila tudi metodologija za določanje tehnoloških parametrov za različne materiale in geometrije.

4) Vsi zastavljeni cilji so bili realizirani. Osnovne postavljene hipoteze, ki predstavljajo pomemben prispevek znanosti so bile potrjene; Na natančnost in hitrost dodajalne izdelave pomembno vpliva geometrijska zapletenost izdelka. Uporaba pacientu prilagojenih vodil pomembno poveča zanesljivost operativnega posega in s tem podaljša uporabno dobo vstavljene proteze.

5) Izvedena je bila analiza gibljivosti industrijskega robota v delovnem prostoru in pripravljeno grafično orodje za vrednotenje posameznih položajev robota ter iskanje najprimernejšega podprostora za izvajanje tehnoloških operacij. Za Lito stroj Ravne je bil zgrajen virtualni model servo gnane stiskalnice. Izvedena je bila simulacija, katere rezultati omogočajo izbiro pogonske verige, močnostne in krmilne opreme in dimenzioniranje nosilnih elementov stiskalnice.

6) Začrtane aktivnosti na področjih snovanja energetsko učinkovitejših, cenovno ugodnih in robustnih ter daljinsko nadzorovanih elektrohidravličnih pogonskih sistemov z vgrajeno on-line nadzorovalno funkcijo, ki omogočajo povečanje zanesljivosti delovanja ter nižje stroške vzdrževanja pogona, in nadzora stanja pogona in njegovih komponent, so bile v celoti realizirane. Dodatne raziskave lastnosti ionskih tekočin primernih za uporabo v hidravličnih sistemih, pa predstavlja presežek načrtovanih aktivnosti.

ANG

Research program was realise 100%, in some sub-field research goals were even over fulfil.

Most important realization:

- **Development of new intelligent based production methods**, systems and techniques,

- **Implementation in industry** (goals from the economy and thus on an innovative way contribute to the raise of the Slovenian companies technological level on the European market),

- By **high quality publications** we have achieved goal “world-class research achievements which are comparable with the best international research institutions”.

- With **lectures at partner institutions** abroad, we meet the next goal - scientific and professional cooperation with international scientific institutions.

Detailed description is, as follows:

1) Realization was excellent. Moreover we also developed, tested, and introduced some novel approaches for the modelling and optimization of the technological systems/processes, such as multi-objective optimization algorithm, the original non-dominated sorting method, and the gravitational search algorithm. The majority of the above mentioned results has been introduced into industry by the common industrial projects (EMO Orodjarna, Štore Steel).

2) The degree of research programme's implementation and the degree of the most important realized objectives is given as follows;

- a) Optimization of presses hydraulic components,
- b) Intelligent adaptive control system in HS milling
- c) Modelling and optimization of machining processes with evolutionary algorithms and NN,
- d) Implementation of an intelligent system for the correction of cutting parameters in the leading Slovenian toolmaker

3) Realized program:

- a) Forming properties of high-strength metal sheet was done,
- b) Research of springback phenomena (model for testing and evaluation of torsion),
- c) Research of bending of high strength sheet metals,
- d) Process of high speed punching of aluminium.

4) All research goals have been reached. Main hypothesis that represent important new scientific findings have been confirmed. The accuracy and speed of additive manufacturing machines is significantly influenced by the geometrical complexity of the produced part. The use of patient specific guides significantly improves the reliability of the operation and prolongs the longevity of the endoprosthesis.

5) An analysis of manipulability in the workspace of industrial robots was developed and a graphical tool that allows the evaluation of the individual poses of the robot and the search for the most appropriate subspaces where the robot will perform complex technological operations was prepared. A virtual model of servo-driven presses for a nominal force of 6300kN was developed for the client Litostroj Ravne d.o.o.

6) Realization of:

- a) Designing of an energy-efficient,
- b) Remote-controlled electro-hydraulic drive systems with integrated on-line monitoring and diagnostic functions (Condition Monitoring and Diagnostic),
- c) Studies regarding the ionic liquids with properties.

4. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine (*Most important scientific achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁵

Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)			
1.	COBISS ID	16252694	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Programiranje CNC-rezkalnih strojev z uporabo optimizacije z rojem delcev
		ANG	Programming of CNC milling machines using particle swarm optimization
Opis	SLO	V raziskavi je bil zasnovan in izveden sistem za avtomatsko programiranje CNC-rezkalnih strojev z uporabo optimizacije z rojem delcev (PSO). V raziskavi je vsak individualni delec v roju predstavljal možen NC-program. Uporabili smo predstavitev obdelovalnega prostora s pomočjo vokslov in Bresenhamov algoritem rasterizacije obdelovalnih rezov. Optimizacija s PSO je bila izvedena na obdelovalnem področju, ki je bilo vokselizirano. Predlagan sistem samodejno najde NC-program z optimalno obdelovalno strategijo, ki zajema optimalno izbiro orodja, najkrajšo pot delovnih in hitrih gibov in minimizacijo izdelovalnega časa.	

		Na ta način se zmanjšajo izdelovalni stroški in poveča produktivnost. Za potrditev rezultatov smo uporabili testne obdelovance in 2.5D-rezkalne strategije. Predlagan inteligentni sistem je univerzalen in ga lahko prilagodimo tudi za ostale CNC-stroje.
	ANG	This paper proposes a system for the automatic programming of a CNC milling machine by particle swarm optimization (PSO). In the presented research, each individual swarm particle presents a possible NC programme. Voxel representation of machining area was used. Bresenham's algorithm was implemented, for the rasterisation of the cuts. Optimisation with PSO was carried out within avoxelised machining area. The system automatically finds the NC programme for optimal machining. The NC programme guarantees an optimal selection of tools, the shortest possible work and rapid motions, and minimisation of the manufacturing time. Thus, achieving a reduction in machining costs and increased productivity. Testing using test work-pieces and 2.5 D milling confirmed the efficiency of the proposed approach. The proposed intelligent system is easily adaptable for programming other types of CNC machines, by PSO.
	Objavljeno v	Marcel Dekker; Materials and manufacturing processes; 2013; Vol. 28, iss. 7; str. 811-815; Impact Factor: 1.297; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; WoS: IK, PM; Avtorji / Authors: Klančnik Simon, Brezočnik Miran, Balič Jože, Karabegović Isak
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	17680662 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Modeliranje postopka struženja z gravitacijskim iskalnim algoritmom
		ANG Modelling of a Turning Process Using the Gravitational Search Algorithm
	Opis	SLO V članku je opisano modeliranje postopka struženja z gravitacijskim iskalnim algoritmom (GSA). GSA je optimizacijski algoritem, ki temelji na Newtonovem univerzalnem gravitacijskem zakonu in interakciji masnih delcev pod vplivom gravitacije. Da bi lahko zadovoljivo opisali proces struženja, smo izbrali tri vhodne spremenljivke: obdelovalno hitrost, podajanje in globino reza. Vhodne spremenljivke vplivajo na tri odvisne izhodne spremenljivke, ki so v našem primeru bile glavna rezalna sila, hrapavost površine in življenjska doba orodja. Vrednosti neodvisnih in odvisnih spremenljivk, ki smo jih dobili z meritvami, smo uporabili za bazo znanja za optimizacijo z metodo GSA. V raziskavi smo GSA uporabili za optimizacijo številčnih koeficientov predhodno določenih polinomskih modelov, ki opisujejo proučevane izhodne spremenljivke. Natančnost dobljenih modelov za napovedovanje smo dokazali s pomočjo testnih vrednosti spremenljivk, ki niso bile vključene v fazo učenja. Dokazali smo, da so dobljeni rezultati primerljivi z rezultati, ki jih dobimo z drugimi optimizacijskimi postopki, npr. s postopkom optimizacije z rojem delcev (PSO), vendar pa je bil čas optimizacije z metodo GSA v nekaterih primerih občutno krajši.
		ANG This paper proposes the modelling of a turning process using a gravitational search algorithm (GSA). GSA is an optimization algorithm based on Newton's law of universal gravitation and mass interactions. In order to sufficiently describe the turning process, at least three independent variables are required: cutting speed, feed-rate, and cutting depth. Independent variables have impacts on dependent variables, which were in our case cutting force, surface roughness, and tool-life. The values of independent and dependent variables obtained by measurements serve as a knowledge database for feeding the GSA optimization process. During our research the GSA was used for optimizing the numerical coefficients of predefined polynomial models for describing the observed output variables. The accuracies of the obtained prediction models were proved by means of a testing data set that was

		excluded from the training data. The research showed that the obtained results were comparable with the other optimization algorithms such as particle swarm optimization (PSO). However, the optimization time required for GSA optimization was, in certain cases, significantly shorter.
	Objavljeno v	DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2014; Vol. 13, iss. 1; str. 30-41; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Hrelja Marko, Klančnik Simon, Balič Jože, Brezočnik Miran
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	14723350 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Uporaba umetne inteligence pri modeliranju in adaptivni regulaciji sil pri frezanju
		ANG Modeling and adaptive force control of milling by using artificial techniques
	Opis	SLO V prispevku je prikazana uporaba združevanja metod nevronske mreže, mehke logike in PSO evolucijske strategije pri modeliranju in adaptivnem vodenju procesa oblikovnega frezanja. S hibridnim modeliranjem procesa, off-line optimizacijo ter usmerjeno nevronske krmilne sheme (UNKS) je izgrajen kombiniran sistem za posredno optimiranje in adaptivno nastavljanje rezalnih parametrov. To je adaptivni sistem vodenja, ki z digitalno adaptacijo rezalnih parametrov nadzoruje rezalno silo in ohranja konstantno hrapavost obdelane površine med frezanjem. Na ta način kompenzira vse motnje procesa odrezavanja: obrabo orodja, nehomogenost obdelovanega materiala, vibracije, drdranje itd. Osnovni princip vodenja je izveden s krmilno shemo (UNKS), ki jo sestavljata dva nevronska identifikatorja dinamike procesa in primarni regulator. Simulator CNC-frezanja testira stabilnost sistema in uglaši parametre krmilne sheme. Izdelan je celovit postopek hibridnega modeliranja procesa odrezavanja, ki ga uporabimo pri izdelavi simulatorja CNC-frezanja. Eksperimentalni rezultati potrdijo, da je sistem frezanja z zasnovanim krmiljem robusten in stabilen. Učinkovitost frezanja s predlaganim sistemom vodenja je za 27% večja, kot pri tradicionalnem sistemu CNC frezanja.
		ANG The contribution discusses the use of combining the methods of neural networks, fuzzy logic and PSO evolutionary strategy in modeling and adaptively controlling the process of ball-end milling. On the basis of the hybrid process modeling, off-line optimization and feed-forward neural control scheme (UNKS) the combined system for off-line optimization and adaptive adjustment of cutting parameters is built. This is an adaptive control system controlling the cutting force and maintaining constant roughness of the surface being milled by digital adaptation of cutting parameters. In this way it compensates all disturbances during the cutting process: tool wear, non-homogeneity of the workpiece material, vibrations, chatter, etc. The basic control principle is based on the control scheme (UNKS) consisting of two neural identifiers of the process dynamics and primary regulator. An overall procedure of hybrid modeling of cutting process used for creating the CNC milling simulator has been prepared. The experimental results show that not only does the milling system with the design controller have high robustness, and global stability, but also the machining efficiency of the milling system with the adaptive controller is 27% higher than for traditional CNC milling system.
	Objavljeno v	Kluwer Academic Publishers; Journal of intelligent manufacturing; 2012; Vol. 23, no. 5; str. 1805-1815; Impact Factor: 1.278; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; WoS: EP, IK; Avtorji / Authors: Župerl Uroš, Čuš Franc, Reibenschuh Marko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

4.	COBISS ID	17247766	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Razvoj kombiniranega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja s težko opredeljivo dinamiko	
	ANG	Development of the combined system for off-line optimization and adaptive control of high speed milling with difficult dynamics.	
Opis	SLO	Predstavljen je izjemni znanstveni dosežek programske skupine v letu 2012. Za izjemni znanstveni dosežek je izbran razvoj mehatronskega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja. Rešitev problema izdelave transfernih orodij v orodjarnah je v uporabi inteligentnega sistema za korekcijo rezalnih parametrov.	
	ANG	Predstavljen je izjemni znanstveni dosežek programske skupine v letu 2012. Za izjemni znanstveni dosežek je izbran razvoj mehatronskega sistema posrednega optimiranja in adaptivnega vodenja visoko-hitrostnega frezanja. Rešitev problema izdelave transfernih orodij v orodjarnah je v uporabi inteligentnega sistema za korekcijo rezalnih parametrov.	
Objavljeno v	Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije - ARRS; Izjemni znanstveni dosežki 2012; 2013; Str. [35]; Avtorji / Authors: Župerl Uroš, Čuš Franc		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
5.	COBISS ID	14811926	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Modeliranje in simulacija napajalnega sistema obsekovalne stiskalnice	
	ANG	Energy saving cooling-unit for plastic moulding machine	
Opis	SLO	Sodobni stroji z vgrajenim reguliranim elektrohidravličnim napajalnim pogonom, je kompleksni multidisciplinarni mehatronski sistem, ki ga je potrebno modelirati in simulirati, še zlasti glede dinamičnega obnašanja. Članek predstavlja teoretično analizo energetske varčnega in cenovno ugodnega elektrohidravličnega napajalnega sistema uporabljenega na obsekovalnem stroju, namenjen obdelavi izdelkov za avtomobilsko industrijo. Poudarek je na snovanju ustreznega matematičnega modela, ki služi kot osnova za odločanje pri izbiri primerne pogona.	
	ANG	Compressed air is one of the major sources of energy consumption and also one of the most expensive types of energy. Consequently, special attention must be paid to its rational use. This is especially important in cases where compressed air is blown into an "empty" space. All cleaning and cooling processes using compressed air are typical examples of such applications. They are the most wasteful consumers of compressed air. Measures to minimize air consumption in such cases are presented in the paper. The highly efficient cooling unit for plastic moulding machines has been designed and optimized based on CFD simulation, and then produced using RP/RM (Rapid Prototyping / Manufacturing) manufacturing technology. The developed and specially designed nozzle-system was used for cooling purposes during plastic canister manufacturing. The previously-used conventional cooling system had so far been recognized as the most wasteful compressed air consumer in the company. The newly-designed air-efficient cooling unit, with increased capacity for cooling air, allows for up to 50% energy savings regarding compressed air.	
Objavljeno v	Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.] = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.]; Strojniški vestnik; 2011; Vol. 57, no. 2; str. 83-90; Impact Factor: 0.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.056; WoS: IU; Avtorji / Authors: Lovrec Darko, Tič Vito		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		

5. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni dosežki programske skupine (*Most important socio-economic achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)			
1.	COBISS ID	2789115	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optimizacija razmestitve strojev v valjarni z genetskimi algoritmi
		ANG	Genetic algorithm rolling mill layout optimization
	Opis	SLO	Štore Steel d.o.o. je fleksibilna mini jeklarna, specializirana za dobavo jekel v manjših serijah. Pred dvema letoma je bil izveden zagon nove konti proge s tehnično letno kapaciteto 250.000 ton. Nova konti valjarska proga, poleg povišane produktivnosti, omogoča bistveno višji nivo kakovosti valjancev, obenem pa s sodobnejšo avtomatizacijo tudi bistveno višji nivo zbiranja in prenosa informacij o izvršeni proizvodnji. Cilj raziskave je bil doseči optimalno razporeditev strojne opreme v obratu adjustaže in posledično transportnih poti glede na obstoječ proizvodni program. Za reševanje problema razvrščanja strojev je bila uporabljena ena izmed metod umetne inteligence, in sicer genetski algoritem. Pri raziskavi se nismo omejili na nobene prostorske omejitve. Dosegli smo optimalno razmestitev strojev, ki je bila od predhodne boljša za 58.1 %, vendar zaradi prostorskih, finančnih in praktičnih omejitev, smo na koncu izvedli razmestitev, ki je bila – glede na prejšnjo postavitev – učinkovitejša za 13.6 %.
		ANG	Štore Steel Ltd. is a small flexible steel plant in Slovenia. In 2010, the new continuous rolling mill, which has a technical capacity of 250,000 tons per year, was installed. The new continuous rolling mill, which entailed a corresponding reduction in space, required an urgent relocation of machinery. The genetic algorithm was used for the optimal rearranging of the machinery. Two-dimensional or three-dimensional representation of the machines without any kind of geometrical restrictions can be used in the proposed genetic algorithm. The layout efficiency after machinery relocation could be increased by 58.1%, but due to spatial, financial, and practical constraints, the layout efficiency is only 13.6 % higher.
	Šifra	F.04 Dvig tehnološke ravni	
	Objavljeno v	Marcel Dekker; Materials and manufacturing processes; 2013; Vol. 28, no. 7; str. 783-787; Impact Factor: 1.297; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; WoS: IK, PM; Avtorji / Authors: Kovačič Miha, Rožej Urban, Brezočnik Miran	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	15802390	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Programska oprema za samodejno programiranje CNC-rezkalnega stroja s pomočjo NSGA-II večkriterijske optimizacije in zvezne simulacije obdelave	
	ANG	Program system for automatic programming of CNCmilling machine by NSGA-II multi-objective optimization and continuous simulation of machining	
		Programska oprema je namenjena samodejnemu programiranju CNC-rezkalnega stroja s pomočjo umetne inteligence. Razvita inteligenca je sposobna ne le delno, ampak v celoti reševati kompleksen problem samodejne priprave NC-programa obdelave. Sistem na podlagi CAD-modela izdelka samodejno, brez pomoči strokovnjaka, pripravi NC-program obdelave, in sicer tako, da je obdelava varna, pravilna, časovno	

Opis	SLO	učinkovita in hkrati zadosti določenim tehnološkim zahtevam obdelave. Inteligentni CAD/CAM-sistem za svoje delovanje uporablja NSGA-II večkriterijsko optimizacijo. Za namen evalviranja rešitev, ki jih predlaga umetna inteligenca, smo razvili zvezen model za simulacijo obdelave, ki deluje v okolju za računalniško podprto konstruiranje SolidWorks. Programska oprema je bila izdelana v okviru priprave doktorske disertacije: Simon Klančnik, Model inteligentnega CAD/CAM sistema za programiranje CNC obdelovalnih strojev, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.	
	ANG	The software is designed for innovative automatic programming of the CNC-milling machine tool. Based on a CAD-model of the product, the software without any help of an expert, automatically prepares a NC-program so that the machining is safe, accurate, time efficient and it fulfil the selected technological criteria. Advanced NSGA-II multi-objective optimization is used. The system for evaluation of solutions uses a continuous simulation model which was implemented in the SolidWorks, however it is easily transferable to other CAD/CAM software tools	
	Šifra	F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za inteligentne obdelovalne sisteme; 2011; Avtorji / Authors: Klančnik Simon, Balič Jože, Brezočnik Miran	
	Tipologija	2.21 Programska oprema	
3.	COBISS ID	16105494	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Posredno optimiranje podajanja in nevronskega regulatorja rezalnih sil pri frezanju; Adaptivni nadzor obremenitve pri oblikovnem frezanju s pomočjo mehke logike; Avtomatizacija odrezovalnih procesov; Avtomatizacija procesa analize primernosti zasnove vpenjalnih priprav za procese odrezavanja.	
	ANG	Off-line feedrate optimization and neural force control of milling process (12)	
Opis	SLO	Namen predavanj je seznaniti partnersko raziskovalno institucijo v Srbiji in potencialne partnerske orodjarne o delnih rezultatih naših raziskav na prijavljenem projektu. Glavni namen predavanj je bil predstaviti partnerjem razvit sistem nadzora orodja, ki je sposoben v realnem času identificirati obrabo oziroma poškodbe rezalnega orodja in ustrezno korigirati nadaljnji proces obdelave. To mu omogoča inovativna zgradba, ki se sestoji iz kombinacije sistema odločanja in sistema napovedovanja obrabe orodja. Glavna predpostavka raziskave je, da signali izmerjenih rezalnih sil vsebujejo največ uporabnih informacij o stanju orodja. Zato je uporabljena adaptivna nevronska inferenčna metoda, ki iz signalov izmerjenih rezalnih sil izlušči pomembne značilnosti o stanju orodja. V sistemu za spremljanje rezalnega orodja je uporabljena nevronska mreža in mehka logika kot sistem odločanja, ki identificira različne poškodbe orodja na osnovi senzorskih meritev. Skupna napaka obdelave se z veliko natančnostjo napove in veliki meri eliminira z uporabo modula odklona frezala. Glavna omejitev raziskave je izdelati eno-senzorski nadzorni sistem, ki je zanesljiv kot komercialni sistem, vendar mnogo cenejši, kot so več-senzorski sistemi.	
		The goal of these lectures was to acquaint our partners' research institution and potential tool work shops in Serbia with partial research results on this project. The main purpose of this lecture was to present partners the developed monitoring system that can detect tool breakage in real time by using a combination of decision system and tool wear estimator. The principal presumption was that force signals contain the most useful information for determining the tool condition. Therefore, the	

		ANG	adaptive neural inference method is used to extract the features of tool states from cutting force signals. A neural network is used in tool condition monitoring as a decision making system to discriminate different malfunction states from measured signals. The overall machining error is predicted with very high accuracy by using the deflection module and a large percentage of it is eliminated through the proposed error compensation process. The fundamental limitation of research was to develop a single-sensor monitoring system, reliable as commercially available system, but much cheaper than multi-sensor approach.
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi	
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Župerl Uroš	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
4.	COBISS ID	16095254	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Implementacija Condition monitoring – CM enote za on-line nadzor hidravličnega mineralnega olja v podjetju IMPOL
		ANG	Operation and accuracy of particle counters for on-line condition monitoring of hydraulic oils
	Opis	SLO	Za namene spremljanja stanja hidravličnega mineralnega olja, je bila v vodilnih slovenskih podjetjih implementirana on-line CM enota za spremljanje najpomembnejših fizikalno kemijskih lastnosti mineralnih olj in težko vnetljive hidravlične tekočine– viskoznosti, dielektrične konstante, prevodnosti, vlage v olju, ki sproti podajajo informacije o stanju olja in njegovih spremembah. V podjetju IMPOL je bila CM enota implementirana v krmilje in nadzorni sistem Al-ekstrudorja, namenjenega izdelavi najzahtevnejših izdelkov primernih za avtomobilsko industrijo in ostale branže.
		ANG	Real-time monitoring of oil contamination in hydraulic system is one of the most effective measures of prevention and early diagnosis for system failures. Contaminants such as particles, moisture, soot, fuel, and process fluids are commonly found in industrial lubricants and hydraulic fluids. However, particle contamination is typically recognized as the most destructive to the oil and machine. Paper presents operation principle of today's on-line particle counters and reports about their accuracy levels. Report is based on experimental research where 4 different cost-effective on-line particle counters were compared to a sophisticated laboratory-based particle counter.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	Croatian Association for PLM; Conference proceedings; 2012; [7] str.; Avtorji / Authors: Tič Vito, Lovrec Darko, Edler Jörg	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID	13066518	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Evropsko univerzitetno združenje (EUA)
		ANG	European University Association (EUA) and institutional evaluation programme
	Opis	SLO	V okviru združenja je bil prezentiran sistem institucionalne evalvacije univerzitetnih programov - na primeru Fakultete za strojništvo, Maribor
		ANG	In the frame of European University Association the paper was presented about institutional evaluation - case study Faculty of Mechanical Engineering, Maribor.
	Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih	
	Objavljeno v	2009; Avtorji / Authors: Balič Jože	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	

6. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 2009 – 2014 (Completed mentorship of members of the programme group in developing personnel in the period 2009 – 2014)

6.1. Diplome (Degree examination)²

vrsta usposabljanja (Training type)	število diplom (Number of degree examination)
bolonjski program - I. stopnja (1st cycle degree)	128
bolonjski program - II. stopnja (2nd cycle degree)	23
univerzitetni (stari) program (bachelor's degree obtained in a study course adopted in the Republic of Slovenia before 11 June 2004)	149

6.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti (M.Sc. and PhD)⁸

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	MR	
32137	Jernej Šenveter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29571	Simon Klančnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27555	Bogdan Valentan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24335	Boštjan Vaupotič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27829	Tomaž Kostanjevec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
26248	Tomaž Brajljeh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
36088	Vito Tič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28416	Simon Brezovnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28960	Robert Rošer	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32355	Aljoša Horvan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Botak Zlatko	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Starič Andrej	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
23885	Boštjan Slapnik	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Kamnik Matjaž	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Zver Andrejka	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Husak Ermin	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28684	Miran Puc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30939	Marko Reibenschuh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
31317	Peter Sever	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Kristina Semi	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda (Legend):

Mag - Znanstveni magisterij (Masters' Degree)

Dr - Doktorat znanosti (PhD)

MR - mladi raziskovalec (Young Researcher)

7. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju (Employment of young researchers after the completion of training in period 2009 - 2014)⁹

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	Zaposlitev (Employment)
29571	Simon Klančnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi
27555	Bogdan Valentan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
24335	Boštjan Vaupotič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
27829	Tomaž Kostanjevec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
26248	Tomaž Brajljeh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi
32137	Jernej Šenveter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Brezposeln
36088	Vito Tič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi
28416	Simon Brezovnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
28960	Robert Rošer	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo
32355	Aljoša Horvan	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo
23885	Boštjan Slapnik	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo
28684	Miran Puc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo
30939	Marko Reibenschuh	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
31317	Peter Sever	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo

Legenda zaposlitev (Legend of Employment):

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi (Higher education and Public research institutions)

B - družbene dejavnosti (Social activities)

C - gospodarstvo (Business sector)

D - javna uprava (Public administration)

E - tujina (Abroad) **F** - brezposeln (Unemployed) **G** - drugo (Other)

8. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 2009 - 2014 (Inclusion of researchers from companies and hosting of researchers, post-doctoral participants and foreign students longer than one months – in period 2009-2014)

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Sodelovanje v programski skupini (Cooperation in programme team)	Število mesecev (Number of months)
0	Tašner Tadej	A - raziskovalec/strokovnjak	06
1163	Milan Kambič	A - raziskovalec/strokovnjak	030
0	Ermin Husak	B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine	001
31317	Peter Sever	A - raziskovalec/strokovnjak	006

Legenda sodelovanja v programski skupini (Legend of Cooperation in programme team):

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja (Expert from company)

B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine (Prominent researcher from abroad)

C - študent – doktorand iz tujine (3rd cycle degree student from abroad)

9.1. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije v obdobju 2009 – 2014

(*Inclusion in European Union research programmes in period 2009 - 2014*)¹⁰

SLO

Projekt: Magistrski študij in vseživljensko učenje na področju obvladovanja življenjskega cikla izdelka; Nosilec projekta: prof. dr. Franci Čuš.

Bilateralni projekt Slovenija - Bosna in Hercegovina (Bi-Ba/12-13-016), "Razvoj in uporaba sodobnih tehnologij in metod za izdelavo izdelkov", 2012-2013, nosilec projekta M. Brezočnik

Project: Networking and modelling of development skills of small and medium-sized enterprises. Bilateralni projekt; Številka projekta: Slovenija – Hrvaška; BI-HR/09-10-004; Duration of project: 2009-2010; Project manager: F. Čuš.

The project "**CESLA** - Cross-border implementation of environmentally friendly ultra-light vehicles in Slovenia and Austria« was intended to encourage the development of the market and the use of ultra-light vehicles in the Slovenian-Austrian border area (coordinator I. Drstvenšek).

Continuing professional development (CPD) accreditation good-practice framework for EU employers of engineers and technicians: final report, Lifelong Learning programme, Leonardo da Vinci Transfer of Innovation, (Lifelong learning programme). [COBISS.SI-ID 16628246]; Lifelong Learning Programme, 2007-2013, No. LLP/Ldv/TOI/2010/IRL – 502, koordinator: Gotlih, K. at all.:

ReMOULD: Usposabljanje starejše populacije za delo z industrijskimi orodji; (Leonardo Transfer of Innovation) 2012-2014 University of Gent, koodinator za Slovenijo: J. Balič

Projekt **H.O.P.E.** Razvoj ionskih tekočin; Partnerji: Hawe, Olma, Prionic, Univerza v Mariboru, co-ordinator D. Lovrec

Projekt SLO-AR »Umetna inteligenca v inženjskih sistemih« 2012-2014, nosilec projekta v SLO: Jože Balič

ANG

Project: Master Studies and Continuing Education Network for Product Lifecycle Management with Sustainable Production; Nosilec projekta: prof. dr. Franci Čuš.
Project title: Master Studies and Continuing Education Network for Product Lifecycle Management with Sustainable Production; Project manager: prof. dr. Franci Čuš.

Project: Networking of SME's. Bilateralni projekt; Slovenija – Hrvaška; BI-HR/09-10-004; 2009-2010; F. Čuš.

Project: Networking and modelling of development skills of small and medium-sized enterprises. Bilateralni projekt; Številka projekta: Slovenija – Hrvaška; BI-HR/09-10-004; Duration of project: 2009-2010; Project manager: F. Čuš.

Continuing professional development (CPD) accreditation good-practice framework for EU employers of engineers and technicians: final report, Lifelong Learning programme, Leonardo da Vinci Transfer of Innovation, (Lifelong learning programme). [COBISS.SI-ID 16628246]; Lifelong Learning Programme, 2007-2013, No. LLP/Ldv/TOI/2010/IRL – 502, coordinator: Gotlih, K. at all.:

Project **H.O.P.E.** Development of Ionic Liquids for use within fluid power drives; Partners: Hawe, Olma, Prionic, Univerza v Mariboru, co-ordinator D. Lovrec

Project SLO-AR »Artificial intelligence in engineering systems« 2012-2014, nosilec projekta v SLO: Jože Balič

Lifelong Learning Programme, 2007 – 2013, Agreement No. LLP/Ldv/TOI/2010/IRL – 502, Irska, Portugalska, Romunija, Slovaška, Slovenija

9.2. Vključevanje v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 2009 – 2014 (*Inclusion in other international research and development programmes and other international cooperation in period 2009 - 2014*)¹¹

SLO

CEEPUS II. Ime mreže: Implementation and utilization of e-learning systems in study area of production engineering in Central European Region. CII-RO-0202-01. Glavni koordinator mreže: Nicolae Ungureanu, Univerza v Baie Mare, Romunija. Lokalni koordinator: Mirko Ficko.

Primerjalni suhi termični test in RUL test Turwada Synth 68, bio turbinsko olje VG68; PANOLIN AG, D. Lovrec

K. Gotlih: član ExBo – FEANI v Bruslju

Bilateralni projekt Slovenija - Bosna in Hercegovina (Bi-Ba/12-13-016), naslov projekta "Razvoj in uporaba sodobnih tehnologij in metod za izdelavo izdelkov", trajanje projekta 2012-2013, nosilec projekta slovenske strani: M. Brezočnik

Bilateral project Slovenia - Bosnia and Herzegovina (Bi-Ba/12-13-016), project title: "Development and usage of modern technologies and methods for production of products", project duration: Jan 1, 2012 - December 31, 2013; project leader in Slovenian side: prof. dr. Miran Brezočnik

Projekt »CESLA - Čezmejna implementacija okolju prijaznih ultra-lahkih vozil v Sloveniji in Avstriji« je bil namenjen vzpodbujanju razvoja trga in uporabe ultra-lahkih vozil na čezmejnem, slovensko-avstrijskem območju; nosilec: I. Drstvenšek

ANG

K. Gotlih; Member of the FEANI ExBo in Brussels.

Repetition dry termical test and RUL of Turwada Synth 68; bio turbine oil VG68; PANOLIN Primerjalni suhi termični test in RUL test Turwada Synth 68, bio turbinsko olje VG68; D. Lovrec

Bilateral project Slovenia - Bosnia and Herzegovina (Bi-Ba/08-09-022), project title: "Intelligent production machines and systems", project duration: Jan 1, 2008 - December 31, 2009; project leader in Slovenian side: prof. dr. Miran Brezočnik

The project "CESLA - Cross-border implementation of environmentally friendly ultra-light vehicles in Slovenia and Austria« was intended to encourage the development of the market and the use of ultra-light vehicles in the Slovenian-Austrian border area; coordinator: I. Drstvenšek

10.1. Vključenost v projekte za uporabnike izven financiranja ARRS in izkazane povezave z industrijo oziroma družbenimi in kulturnimi dejavnostmi v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion in projects for users not funded by the ARRS and proven relations with businesses or publicly-provided services in period 2009 - 2014*)¹²

SLO

Projekt s podjetjem IMPOL - struženje aluminijastih palic različnih premerov in določevanje rezalnih pogojev, pri katerih se tvorijo najbolj ugodni odrezki; Nosilec: F. Čuš

Projekt s podjetjem EMO orodjarna d.o.o Celje - Analiza uvajanja visokohitrostnih obdelav

za orodja večjih dimenzij; Nosilec: prof. F. Čuš

Projekt s podjetjem EMO orodjarna d.o.o Celje - Izdelava začetnih raziskav in načrta testiranja orodij za projekt B-super: F. Čuš

Projekt s podjetjem EMO orodjarna d.o.o Celje - Razvoj postopkov optimizacije modernih procesov odrezavanja za potrebe orodjarne EMO : Nosilec projekta: F. Čuš pogodbi št.: P-101-IKO-19/2010-JF.

Projekt: Analiza obremenitev izsekovalnih orodij za izdelavo rondelic iz aluminija; "Talum" Kidričevo: I. Pahole

Projekt: Razvoj in izdelava naprave za preizkušanje ostrine robov na otroških igračah
Naročnik: Sveučilište u Zagrebu: I. Pahole

Tečaj programiranja in upravljanja CNC-rezkalnega stroja; 2009; Podjetje: Titan d.d.
Vodja projekta: M. Ficko

Projekt: Izdelava opreme za merjenje kinetične energije na otroških igračah Naročnik:
Zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar", Hrvaška

Izdelava zasnove, strukturne in vsebinske dispozicije prototipne servo stiskalnice 6300kN.
Pogodba št. 02/2012; Fakulteta za strojništvo in Litostroj Ravne;

Razvoj novih, namenskih alumijastih polizdelkov za zahtevne aplikacije in napredne tehnologije njihovega ekstrudiranja – INOPROAL, Kaldera d.o.o.

Naslov industrijskega projekta: Razvoj in uporaba programske opreme za modeliranje in optimizacijo proizvodnega postopka nanašanja materiala s pomočjo laserja; Podjetje: EMO-Orodjarna

Določitev mejnih vrednosti uporabe mineralnega in biološko razgradljivega olja za obratovanje agregatov na DEM M - C - P : projekt DEM 2012-2013: Laboratorij za oljno hidravliko,

Določitev mejnih vrednosti uporabe mineralnega in biološko razgradljivega olja za obratovanje agregatov na DEM : testiranje in analiziranje olja Mobil DTE Heavy Medium : projekt DEM 2012 : Laboratorij za oljno hidravliko,

Projekt InoProAl : končno poročilo za naročnika. Maribor: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za oljno hidravliko, 2011

Raziskovanje, razvoj in testiranje šobe za ustvarjanje podtlaka v EKG elektrodi : poročilo projekta. Maribor: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za oljno hidravliko,

ANG

Project with company IMPOL – Turning of aluminium rods with different parameters and determination of cutting conditions which form the optimal chips-a series of tests with different alloys and diameters of workpieces; Project manager: F. Čuš

Project with company EMO orodjarna d.o.o Celje - Creating the initial research and design testing tools for project B-superenzij. (COBISS.SI-ID 14531094); Project manager F. Čuš

Project with company EMO orodjarna d.o.o Celje - The development process of optimization of modern cutting processes for the needs of the toolbox EMO:manager: F. Čuš (COBISS.SI-ID 14872086) contract nr.: P-101-IKO-19/2010-JF.

Structure design and the disposition development of a prototype servo press 6300 kN.
Contract No. 02/2012, Faculty of Mechanical Engineering and Litostroj Ravne.

10.2. Avtorstvo/soavtorstvo patentov, standardov, licenc, novih proizvodov, tehnologij in tehnoloških rešitev, inovacij v obdobju 2009 - 2014 ((Co)author of patents, standards, licences, new products, technologies and technological solutions and innovations in period 2009 - 2014)¹³

SLO

SLO

I. Drstvenšek, P. Sever, Samoprilagoditveni polnilni pokrov : odločba o podelitvi patenta št. 23852, št. prijave P-201100299, 28. 2. 2013, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2013. [COBISS.SI-ID 16783894]

I. Drstvenšek, Ogrodje ščetke s prilagodljivo odzivno silo : patent : SI 23413 (A), 2012-01-31, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 15787286]

I. Drstvenšek, D. Pogačar, P. Sever, Šoba z ejektorskim vtokom medija : patent št. SI 23702, 30. 10. 2012; patentna prijava št. P-201100128, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 16418326]

I. Drstvenšek, T. Strojnik, Naprava za mikro pozicioniranje instrumenta na stereotaktičnem sistemu : patent : SI 23168 (A), 2011-04-29, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2011. [COBISS.SI-ID 3976511]

P. Sever, I. Drstvenšek, J. Horvat, D. Stojan, B. Valentan, T. Brajljeh, Naprava za pozicioniranje z integrirano varnostno funkcijo : patent : SI 23058 (A), 2010-11-30, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2010. [COBISS.SI-ID 35884805]

I. Drstvenšek, T. Brajljeh, Metoda za določanje hitrosti in natančnosti naprav, ki delujejo po postopkih dodajalnih tehnologij : patent : SI 22692 (A), 2009-06-30, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2009. [COBISS.SI-ID 13322262]

BREZOVNIK, S., BALIČ, J. *Naprava za merjenje trajanja vbrzgvavanja goriva : patent s skrajšanim trajanjem SI 23305 A2, datum objave 31.08.2011*: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2011. [8] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 15450134]

ANG

Igor Drstvenšek, Peter Sever, Self-adjustable filling tap : odločba o podelitvi patenta št. 23852, št. prijave P-201100299, datum vložitve prijave 8. 8. 2011, datum objave prijave: 28. 2. 2013, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2013. [COBISS.SI-ID 16783894]

Igor Drstvenšek, Skeleton of a toothbrush with adaptable pushing force : patent : SI 23413 (A), 2012-01-31, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 15787286]

Igor Drstvenšek, Dušan Pogačar, Peter Sever, Nozzle with ejection media flow : patent št. SI 23702, datum objave 30. 10. 2012; patentna prijava št. P-201100128, datum vložitve prijave 12. 4. 2011, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 16418326]

ANG

Igor Drstvenšek, Peter Sever, Self-adjustable filling tap : odločba o podelitvi patenta

št. 23852, št. prijave P-201100299, datum vložitve prijave 8. 8. 2011, datum objave prijave: 28. 2. 2013, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2013. [COBISS.SI-ID 16783894]

Igor Drstvenšek, Skeleton of a toothbrush with adaptable pushing force : patent : SI 23413 (A), 2012-01-31, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 15787286]

Igor Drstvenšek, Dušan Pogačar, Peter Sever, Nozzle with ejection media flow : patent št. SI 23702, datum objave 30. 10. 2012; patentna prijava št. P-201100128, datum vložitve prijave 12. 4. 2011, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2012. [COBISS.SI-ID 16418326]

Igor Drstvenšek, Tadej Strojnik, A device for micropositioning of an instrument in the stereotactical system: patent : SI 23168 (A), 2011-04-29, Ljubljana, Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2011. [COBISS.SI-ID 3976511]

Peter Sever, Igor Drstvenšek, Janko Horvat, David Stojan, Bogdan Valentan, Tomaž Brajljeh, A positioning device with integrated security function: patent : SI 23058 (A), 2010-11-30, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2010. [COBISS.SI-ID 35884805]

Igor Drstvenšek, Tomaž Brajljeh, Speed and accuracy determination method for additive manufacturing machines : patent : SI 22692 (A), 2009-06-30, Ljubljana, Urad RS za intelektualno lastnino, 2009. [COBISS.SI-ID 13322262]

BREZOVNIK, S., BALIČ, J. *Device for injection time measurements; Naprava za merjenje trajanja vbrzgovanja goriva : patent s skrajšanim trajanjem SI 23305 A2, datum objave 31.08.2011*: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2011. [8] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 15450134]

11. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka se ne izpolnjuje za raziskovalne programe s področij humanističnih ved)
(*Appraisal of the technological maturity of reserach programme results and possibilities for their implementation in practice (paragraph is not relevant for humanities)*)¹⁴

SLO

Tehnološka zrelost rezultatov programa za implementacijo v prakso je na tako visokem nivoju, da smo pričeli s fazo uvajanja kompletnega mehatronskega sistema na trg (modelirni sistem, merilni sistem, optimizacijski modul, komunikacijski modul, regulacijski sistem, nadzorni sistem). Ciljno usmerjen del trga vidimo prav v slovenskih orodjarnah, kjer bi z implementacijo razvitega sistema uspeli povečati učinkovitost obstoječih obdelovalnih strojev in s tem tudi njihovo dodano vrednost za 40%.

Vse opisane metode uporabe **slojevitih tehnologij za medicinske namene** so že patentirane in so kot take tehnološko zrele in primerne za takojšnjo industrijsko implementacijo. Del metod se je že uporabil v vsakdanji medicinski praksi.

Razvit postopek kalibracije simulacij je uporaben v praksi, za povečanje konkurenčnosti procesa izdelave orodij.

Rezultate raziskave tehnoloških parametrov preoblikovanja v vročem je moč neposredno uporabiti v praksi.

Na področju visokohitrostnega izsekovanja so raziskave pripomogle k boljši izkoriščenosti materiala.

Na področju oljne hidravlike so bili neposredno preneseni v prakso:

- Sistemi za on-line nadzor stanja hidravličnih olj (ACRONI, IMPOL, Revoz)

- Rezultati vezani na testiranje turbinskih olj so bili uporabljeni v DEM,
- Razvoj energetsko varčne hladilne enote (Plastenka)
- Razvoj in testiranje šobe za ustvarjanje podtlaka v EKG (M.G. 72)

ANG

Technological maturity of the research programme results for the implementation in practice is in such a high level that we began the phase of introduction of the complete mechatronic system on the market (modelling system, measuring system, the optimization module, communication module, control system). Targeted segment of the market we see in the Slovenian toolmakers, where the implementation of the developed system will increase the efficiency of existing machine tools and thus their added value by 40%.

The majority of our results has been introduced into the industry (EMO Orodjarna, Celje (Development and optimization of laser cladding process based on the LENS additive manufacturing technology), cooperation with the iron works Štore Steel, Štore (Optimization of the rolling mill layout optimization).

All the described methods in using additive technology for medical purpose are patentable, already patented or in a patent application phase and therefore ready for immediate industrial use.

Developed process of computer simulation calibration with is suitable for industrial use. Results of research of technological parameters of hot forming can be directly used. The researches of high speed punching increased the exploitation rate of material without danger to increase scrap.

Systems for on-line condition monitoring of hydraulic oils are installed in Acroni Jesenice IMPOL d.d. and REVOZ d.d.

Results related to the testing of turbine oils are used in DEM;

Development of energy-saving cooling unit (Plastenka)

Development and testing of nozzles for vacuum generation in the ECG electrodes (MG 72)

12. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali (Please estimate if the results achieved under the research programme have the potential for the creation of a spin-off company? How much financial input would such a step require and what kind of infrastructure and equipment would be needed?)

možnost ustanovitve spin-off podjetja (The possibility of establishing a spin-off company)	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek (Necessary financial input)	1.000.000 Eur
ocena potrebne infrastrukture in opreme (Appraisal of required infrastructure and equipment) ¹⁵	<p>USTANOVLJEN SPIN-OFF</p> <p>2009 je bilo v Podjetniškem inkubatorju Univerze v Mariboru, z namenom trženja storitvene dejavnosti razvoja izdelkov, aktivirano SPIN-OFF PODJETJE Ortotip (soustanovitelj Igor Drstvenšek, član programske skupine P2-0157). Podjetje je pridobilo zagonska sredstva podjetniškega sklada in je začelo s trženjem svojih uslug na slovenskem in tujih trgih.</p> <p>NOVO podjetje: Izdelava pacientu prilagojenih šablon ima tržni potencial. Za realizacijo spin-off bi potrebovali delovne prostore cca 600 m² (standardu ISO 13485)</p>

In 2009 a SPIN-OFF COMPANY Ortotip has been activated in the Entrepreneurial Incubator of University of Maribor (co-founder Igor Drstvenšek, researcher in programme group P2-0157). It was aimed into sales of services in the field of new product development.

NOVO podjetje: Production of patient specific guides has a great market potential. To realise a Spin-off company working places with area of 600 m² would be needed and an investment of 1.000.000€

**POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
ZA OBDOBJE 2009 - 2014**
(REPORT ON THE RESULTS OF THE RESEARCH PROGRAMME FOR THE PERIOD 2009 -
2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu (General Information)

Šifra programa (Code Number)	P2-0196
Naslov programa (Research Programme Title)	Raziskave v energetskem, procesnem in okoljskem inženirstvu Research in Power, Process, and Environmental Engineering
Vodja programa¹ (Programme leader)	6428 Leopold Škerget
Obseg letnih raziskovalnih ur (Number of Research Hours per year)	v letu 2014 (In year 2014):5610
Cenovni razred² (Price Category)	B
Trajanje programa (Research Programme Duration)	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji) (Performing Research Organisations and/or Concessionaires)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo University ob Maribor, Faculty of mechanical engineering 263 TURBOINŠTITUT Inštitut za turbinske stroje d.d. Turboinstitute 797 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo University of Maribor, Faculty of Civil Engineering
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS (Research Field according to ARRS Classification)	2 TEHNIKA Engineering sciences and technologies 2.13 Procesno strojništvo Process engineering
Raziskovalno področje po šifrantu FOS (Research Field according to FOS Classification)	2 Tehniške in tehnološke vede Engineering and technology 2.03 Mehanika Mechanical engineering
Družbeno-ekonomski cilji (Socio-economic)	05. Energija Energy

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (RESULTS AND ACHIEVEMENTS OF THE RESEARCH PROGRAMME)

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu (Report on research programme's implementation according to the work plan)³

SLO

Na področju razvoja aproksimativnih metod za reševanje prenosnih pojavov smo v okviru metode robnih elementov (MRE) za izračun turbulentnih tokov uspešno razvili napredno verzijo hitrostno-vrtinčne formulacije Navier-Stokes enačb, primerno tako za modeliranje nestacionarnega turbulentnega toka z metodo RANS kot z metodo LES, katere pomembni del je nova integralska formulacije difuzivno-konvektivne enačbe z variabilnimi koeficienti in hitrostnim poljem. Na tej osnovi smo razvili hibridni model turbulence, ki uporablja kombinacijo Metode velikih vrtljev (LES) in metod Reynoldsovega povprečenja Navier-Stokes enačb (dvo-enačbeni URANS), kjer je kot kriterij preklopa bilo uporabljeno Reynoldsovo število, definirano na osnovi turbulentne kinetične energije. Metoda je bila uspešno testirana tudi za izračun prehodnega režima toka, gnanega zaradi naravne konvekcije. Ker opis turbulentnih struktur zahteva zgostitve računske mreže, predvsem ob stenah, smo izpopolnili večobmočno MRE z vključitvijo metod Fast multipole, Wavelet ter Adaptive cross approximation, ter prilagoditvijo MRE za učinkovito uporabo na večprocesorskih računalnikih (MPI). Osnovni algoritem MRE je bil razširjen na področje simulacije toka stisljive tekočine ter nestacionarnega prenosa toplote in snovi v porozni snovi ob upoštevanju kapilarnih učinkov ter nehomogene porazdelitve poroznosti v obravnavanem območju. V okviru MRE smo razvili algoritme inverznega določanja pretoka skozi heterogeni material, in ga aplicirali na perfuzijskem pretoku v heterogenem biološkem tkivu.

Na področju modeliranja večfaznih tokov je bila glavna raziskava opravljena na Euler-Lagrange modeliranju razpršenih tokov, kjer so bili razviti modeli, ki omogočajo simulacijo gibanja poroznih in nekrogelnih delcev (kosmi, sadra) pod vplivom hidrodinamskih sil, gravitacije kot tudi magnetne Kelvinove sile. Razviti modeli so bili validirani na primeru usedanja poroznih kosmov v bazenu biološke čistilne naprave. V primeru večjih volumskih deležev razpršene faze smo v MRE vpeljali koncept mikropolarnosti tekočin, ki na osnovi Euler pristopa omogoča simulacijo gibanja suspenzij, npr. hemodinamike toka. Razvili smo model adsorpcije na trdne površine, ki temelji na SLD ravnotežnem modelu, in upošteva dinamične razmere na medfazni površini. Za sušenje razpršene faze smo razvili dvo stopenjski model, ki upošteva vpliv poroznosti delca pri izračunu prenosa toplote in snovi.

Z razvojem merilnih sistemov dopolnjujemo numerični pristop k obravnavi prenosnih pojavov v eno in večfaznih ter večsestavinskih termodinamičnih sistemih. Uspeli smo razviti in testirati robusten senzorski sistem za meritve hitrosti v dvosestavinskem pulzirajočem toku trdo-plinasto, in nadaljevali z razvojem optičnih senzorjev za merjenje ekoloških parametrov odpadne vode. Merilni sistem PIV smo

uporabili za merjenje hitrostnih profilov okoli statičnih in rotirajočih lopatic (ventilator). Razvili smo sistem za nastavljanje časovnega zamika med signalom s karakteristične lopatice in proženjem sistema PIV. Pri merilnih eksperimentih za študij vbrizgavanja biogoriv je bil poudarek na razvoju numeričnih postopkov obdelave snemanja vbrizgavanja curka v tlačno komoro s pomočjo hitre kamere. Na področju vozil smo raziskovali tokovne in toplotne razmere pri zaviranju v zavornem disku in njegovi okolici, kjer smo na osnovi metode PIV razvili merilni sistem za merjene hitrostnih profilov na izstopu iz zavornih diskov.

Raziskave delovanja toplotnih turbinskih strojev v neustaljenih razmerah smo osredotočili na obravnavo aksialnih ventilatorjev v razmerah odcepljanja toka od sesalne strani lopatic. Eksperimentalne in numerične raziskave smo osredotočili na raziskavo razmer obtekanja lopatice v rotirajoči lopatični rešetki in raziskavo vpliva različnih turbulentnih modelov na napoved tokovnega polja v aksialnem ventilatorju. Na področju hidravličnih strojev smo nadaljevali z raziskavami numeričnega izračuna toka v aksialnih turbinah, s poudarkom na izboljšanju napovedi izkoristka turbine z naprednejšimi turbulentnimi modeli, ki omogočajo nestacionarne izračune, kot sta SAS SST in zlasti območni LES (zonal LES), pri katerem samo v sesalni cevi uporabimo LES model, drugod pa SAS SST. Raziskave pojava neustaljene kavitacije v turbinskih strojih smo osredotočili na obravnavo razvoja in obnašanja pritrjene kavitacije in kavitacijskega oblaka v toku. Razvili smo optimizacijsko metodo za različne homogene kavitacijske prenosne modele, katerih izvorni členi temeljijo na Rayleigh-Plessetovi enačbi.

Raziskan je bil vpliv sestave iz odpadkov pridobljenih goriv na karakteristike zgorevanja. Razvili smo ravnotežni model uplinjanja trdega goriva, ki napove koncentracije osnovnih produktov zgorevanja vzdolž rešetke, ki smo ga nato razširili na večje število zaporedno vezanih ravnotežnih con, kar omogoča bolj natančno določitev sestave sinteznega plina pri podstehiometrijskem zgorevanju. Na ta način smo pridobili robne pogoje za simulacijo zgorevanja v plinasti fazi, ki je bližje realnim razmeram, kar potrjujejo točkovne meritve temperatur in povprečne sestave dimnih plinov na realni kurilni napravi. Na področju motorjev z notranjim zgorevanjem smo nadaljevali z raziskavami možnosti povečanja zmogljivosti motorjev ob zmanjšanju porabe goriv in emisij onesnaževal pri uporabi biogoriv. Delo je obsegalo eksperimentalne in numerične raziskave vpliva uporabe biogoriv (biodizelsko gorivo, bioetanol) na karakteristike vbrizgavanja, eksperimentalne in numerične raziskave vpliva uporabe biodizelskega goriva na tribološke karakteristike motorja, razvoj in modifikacije postopka optimalnega projektiranja vbrizgalnega sistema dizelskega motorja in dizelskega motorja pri uporabi biogoriv ter numerično simulacijo procesov v vbrizgalni šobi. Izvedena je bila tudi raziskava vpliva vrtničnega števila na parametre zgorevanja večplamenskega gorilnika, za uporabo v kotlih večjih moči.

ANG

Na področju razvoja aproksimativnih metod za reševanje prenosnih pojavov smo v okviru metode robnih elementov (MRE) za izračun

turbulentnih tokov uspešno razvili napredno verzijo hitrostno-vrtinčne formulacije Navier-Stokes enačb, primerno tako za modeliranje nestacionarnega turbulentnega toka z metodo RANS kot z metodo LES, katere pomembni del je nova integralska formulacije difuzivno-konvektivne enačbe z variabilnimi koeficienti in hitrostnim poljem. Na tej osnovi smo razvili hibridni model turbulence, ki uporablja kombinacijo Metode velikih vrtljev (LES) in metod Reynoldsovega povprečenja Navier-Stokes enačb (dvo-enačbeni URANS), kjer je kot kriterij preklopa bilo uporabljeno Reynoldsovo število, definirano na osnovi turbulentne kinetične energije. Metoda je bila uspešno testirana tudi za izračun prehodnega režima toka, gnanega zaradi naravne konvekcije. Ker opis turbulentnih struktur zahteva zgostitve računske mreže, predvsem ob stenah, smo izpopolnili večobmočno MRE z vključitvijo metod Fast multipole, Wavelet ter Adaptive cross approximation, ter prilagoditvijo MRE za učinkovito uporabo na večprocesorskih računalnikih (MPI). Osnovni algoritem MRE je bil razširjen na področje simulacije toka stisljive tekočine ter nestacionarnega prenosa toplote in snovi v porozni snovi ob upoštevanju kapilarnih učinkov ter nehomogene porazdelitve poroznosti v obravnavanem območju. V okviru MRE smo razvili algoritme inverznega določanja pretoka skozi heterogeni material, in ga aplicirali na perfuzijskem pretoku v heterogenem biološkem tkivu.

Na področju modeliranja večfaznih tokov je bila glavna raziskava opravljena na Euler-Lagrange modeliranju razpršenih tokov, kjer so bili razviti modeli, ki omogočajo simulacijo gibanja poroznih in nekrogelnih delcev (kosmi, sadra) pod vplivom hidrodinamskih sil, gravitacije kot tudi magnetne Kelvinove sile. Razviti modeli so bili validirani na primeru usedanja poroznih kosmov v bazenu biološke čistilne naprave. V primeru večjih volumskih deležev razpršene faze smo v MRE vpeljali koncept mikropolarnosti tekočin, ki na osnovi Euler pristopa omogoča simulacijo gibanja suspenzij, npr. hemodinamike toka. Razvili smo model adsorpcije na trdne površine, ki temelji na SLD ravnotežnem modelu, in upošteva dinamične razmere na medfazni površini. Za sušenje razpršene faze smo razvili dvo stopenjski model, ki upošteva vpliv poroznosti delca pri izračunu prenosa toplote in snovi.

Z razvojem merilnih sistemov dopolnjujemo numerični pristop k obravnavi prenosnih pojavov v eno in večfaznih ter večsestavinskih termodinamičnih sistemih. Uspeli smo razviti in testirati robusten senzorski sistem za meritve hitrosti v dvosestavinskem pulzirajočem toku trdo-plinasto, in nadaljevali z razvojem optičnih senzorjev za merjenje ekoloških parametrov odpadne vode. Merilni sistem PIV smo uporabili za merjenje hitrostnih profilov okoli statičnih in rotirajočih lopatic (ventilator). Razvili smo sistem za nastavljanje časovnega zamika med signalom s karakteristične lopatice in proženjem sistema PIV. Pri merilnih eksperimentih za študij vbrizgavanja biogoriv je bil poudarek na razvoju numeričnih postopkov obdelave snemanja vbrizgavanja curka v tlačno komoro s pomočjo hitre kamere. Na področju vozil smo raziskovali tokovne in toplotne razmere pri zaviranju v zavornem disku in njegovi okolici, kjer smo na osnovi metode PIV razvili merilni sistem za merjene hitrostnih profilov na izstopu iz zavornih diskov.

Raziskave delovanja toplotnih turbinskih strojev v neustaljenih razmerah so osredotočili na obravnavo aksialnih ventilatorjev v razmerah odcepljanja toka od sesalne strani lopatic. Eksperimentalne in numerične raziskave so osredotočili na raziskavo razmer obtekanja lopatice v rotirajoči lopatični rešetki in raziskavo vpliva različnih turbulentnih modelov na napoved tokovnega polja v aksialnem ventilatorju. Na področju hidravličnih strojev so nadaljevali z raziskavami numeričnega izračuna toka v aksialnih turbinah, s poudarkom na izboljšanju napovedi izkoristka turbine z naprednejšimi turbulentnimi modeli, ki omogočajo nestacionarne izračune, kot sta SAS SST in zlasti območni LES (zonal LES), pri katerem samo v sesalni cevi uporabimo LES model, drugod pa SAS SST. Raziskave pojava neustaljene kavitacije v turbinskih strojih so osredotočili na obravnavo razvoja in obnašanja pritrjene kavitacije in kavitacijskega oblaka v toku. Razvili smo optimizacijsko metodo za različne homogene kavitacijske prenosne modele, katerih izvorni členi temeljijo na Rayleigh-Plessetovi enačbi.

Raziskan je bil vpliv sestave iz odpadkov pridobljenih goriv na karakteristike zgorevanja. Razvili smo ravnotežni model uplinjanja trdega goriva, ki napove koncentracije osnovnih produktov zgorevanja vzdolž rešetke, ki smo ga nato razširili na večje število zaporedno vezanih ravnotežnih con, kar omogoča bolj natančno določitev sestave sinteznega plina pri podstehiometrijskem zgorevanju. Na ta način smo pridobili robne pogoje za simulacijo zgorevanja v plinasti fazi, ki je bližje realnim razmeram, kar potrjujejo točkovne meritve temperatur in povprečne sestave dimnih plinov na realni kurilni napravi. Na področju motorjev z notranjim zgorevanjem smo nadaljevali z raziskavami možnosti povečanja zmogljivosti motorjev ob zmanjšanju porabe goriv in emisij onesnaževal pri uporabi biogoriv. Delo je obsegalo eksperimentalne in numerične raziskave vpliva uporabe biogoriv (biodizelsko gorivo, bioetanol) na karakteristike vbrizgavanja, eksperimentalne in numerične raziskave vpliva uporabe biodizelskega goriva na tribološke karakteristike motorja, razvoj in modifikacije postopka optimalnega projektiranja vbrizgalnega sistema dizelskega motorja pri uporabi biogoriv ter numerično simulacijo procesov v vbrizgalni šobi. Izvedena je bila tudi raziskava vpliva vrtničnega števila na parametre zgorevanja večplamenskega gorilnika, za uporabo v kotlih večjih moči.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev (*Degree of research programme's implementation according to the work plan and set research objectives*)⁴

SLO

Osnovna hipoteza, da je skupni imenovalac raziskovalnega programa na področju energetskega, procesnega in okoljskega inženirstva oz. strojništva pretvorba energije in snovi v homogenih in več-sestavinskih eno- oz. več-faznih sistemih, se je tudi v preteklem obdobju izkazala kot pravilna. Na osnovi eksperimentalnih raziskav, ki so bila usmerjena v nadgradnjo metod določitve tokovnih in toplotnih razmer, ter njihove kombinacije z razvojem novih modelov v računalniški dinamiki tekočin (CFD) smo lahko v največji možni meri izpolnili zastavljen program dela, kjer je bila glavnina raziskav usmerjena v razvoj novih računskih modelov in eksperimentalnih tehnik. V

predvidenem programu dela smo izvedli vseh sedem nalog, od primerjave stanja z obstoječim znanjem in upoštevanja predhodnih lastnih rezultatov prek razvoja in implementacije novih modelov v obstoječem numeričnem in laboratorijskem okolju, ki se je zaključilo s testiranjem in validacijo. Sledila oz. še traja uporaba novih modelov pri analizi procesov v napravah in strojih, ki kaže na pomembne izboljšave v natančnosti računskih napovedi, hkrati pa odpira nove možnosti za nadaljnje raziskovalno delo. V okviru realizacije zastavljenih ciljev na področju računskih modelov velja posebej poudariti uspešno izvedbo nadgradnje lastnega programskega orodja na osnovi Metode robnih elementov v področje izračuna nestacionarnih turbulentnih tokov, ter nadgradnjo modelov večfaznega toka za realnejšo simulacijo razpršenega večfaznega toka. Prav tako je pomemben razvoj novih računskih modelov za izračun procesov, za katere je značilna izmenjava toplote in snovi prek medfazne meje, kot sta adsorpcija in sušenje. Na področju dinamike reaktivnega toka je bilo zelo uspešno delo na področju raziskav vpliva novih goriv, biogoriv oz. trdnih goriv iz odpadkov, na delovanje motorjev z notranjim zgorevanjem oz. termoenergetskih naprav. Uspešno smo razvili nove optične senzorje za spremljanje sestave odpadne vode, ter razvili nov model usedanja kosmov aktivnega blata v biološki čistilni napravi. Na področju turbinskih strojev smo uspeli razširiti uporabnost CFD metod v področje računalniških analiz celotnih vodnih turbinskih strojev v pogojih nestacionarnega delovanja, ter nadgradili obstoječi PIV sistem merjenja hitrosti, ki sedaj omogoča časovno analizo kompleksnih tokovnih polj v rotacijskih strojih. Aplikacija rezultatov je poleg raziskovalnega okolja v okviru lastnih laboratorijev v veliki meri bila opravljena tudi pri analizah procesov v industrijskem okolju, kjer velja posebej omeniti industrijo vodnih turbinskih strojev, toplarno na gorivo iz odpadkov, razvoj novih kotlov za biomaso, optimizacijo pralnikov odpadnih plinov, optimizacijo delovanja zavornih naprav ter optimizacijo delovanja avtomobilskih svetil. Kljub precejšnjemu zmanjšanju razpoložljivih sredstev za nakup opreme nam je v solidni meri uspelo posodobiti najpomembnejši del raziskovalne opreme.

ANG

The basic hypothesis that the common denominator of the research programme in the field of power, process and environmental engineering and mechanical engineering are energy and mass conversion in multicomponent single and multiphase systems, has been confirmed. Based on experimental research, focused on upgrade of methods for determination of flow and thermal conditions, as well as their combination with the development of novel models in computational fluid dynamics (CFD), we were able to fulfill the proposed workplan, focused on development of novel computational models and experimental techniques. From the proposed plan we completed all seven tasks, starting with comparison with existing knowledge and consideration of own research achievements and leading to development and implementation of the new models in existing numerical and experimental framework, culminating in extensive testing and validation. This was followed by the ongoing application of the new models in the analysis of processes in machines and devices, which showed important improvements in accuracy of computational results, opening new possibilities for the future research work. In the context of realization of the proposed goals in the area of computational models we have to stress the successful upgrade of the in-house computational tools based on the

Boundary Element Method into the computation of transient turbulent flows, as well as extension of the multiphase models for a more realistic simulation of dispersed flows. New computational models were also developed in the field of heat and mass transfer over the phase interface, specifically for adsorption and drying. In the area of dynamics of reactive flows research work was focused on the influence of new types of fuels, including bio fuels and fuels from waste, on the performance characteristics of internal combustion engines and thermal power plants, successfully covering the proposed research goals. In the area of wastewaters, a new optical sensor for quality control as well as a new model for sludge flocs sedimentation were developed. In the field of turbomachinery we have been able to extend the applicability of the CFD methods into the computational analysis of the whole turbines in transient flow regimes, and improved the existing PIV system, which is now capable of a temporal analysis of complex flow fields in the rotary machines. The results of the research work were fully implemented within the research environment of the programme group and also implemented in analysis of processes in the industrial environments. Here, a notable mentioning goes to the area of hydroturbines, optimization of thermal powerplant based on waste-to-fuel technology, development of boilers for biomass, optimization of flue gas scrubbers, optimization of braking devices and optimization of automotive headlamps. Despite a considerable cuts in available funds for new equipment we were also able to modernize in a considerable extent the most important parts of our research equipment.

4. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine (*Most important scientific achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁵

Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)			
1.	COBISS ID	17091350	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv biodizelskega goriva na karakteristike vbrizgavanja, karakteritike dizelskega motorja in tvorbo emisij
		ANG	The influence of biodiesel fuel on injection characteristics, diesel engine performance, and emission formation
	Opis	SLO	Predstavljeno delo obravnava numerično in eksperimentalno analizo vpliva biodizelskega goriva na karakteristike vbrizgavanja mehansko krmiljenega vbrizgalnega sistema in na delovne karakteristike velikega dizelskega motorja. V delu je bilo uporabljeno čisto mineralno dizelsko goriva in čisto biodizelsko goriva proizvedeno iz oljne ogrščice. Napravi za testiranje konvencionalnih vbrizgalnih sistemov je bila dodana steklena komora, katera je omogočala snemaje razvoja curka goriva s hitro kamero. Rezultati eksperimentalnih meritev na vbrizgalnem sistemu so bili primerjani z numeričnimi rezultati, kateri so bili pridobljeni z uporabo lastnega simulacijskega programa. Program omogoča numerično raziskavo vpliva lastnosti goriv na delovanje konvencionalnega vbrizgalnega sistema. Slike razvoja curka, posnete s hitro kamero, so bile primerjane z numeričnimi rezultati, katere smo pridobili z uporabo CFD programa AVL FIRE. Program AVL FIRE je bil uporabljen za numerično analizo vpliva lastnosti biodizelskega goriva na razvoj curka v različnih korakih vbrizgavanja goriva. Nadaljnje je bil raziskan vpliv uporabe čistega biodizelskega goriva na delovanje

		<p>velikega dizelskega motorja in na formiranje škodljivih emisij. Raziskava je bila izvedena eksperimentalno na merilni progi za testiranje motorjev in numerično z uporabo programa AVL BOOST. Po pregledu rezultatov lahko zaključimo, da se testirano biodizelsko gorivo lahko uporablja kot alternativno gorivo v dizelskih motorjih, s podobni karakteristikami testnemu motorju.</p>
	ANG	<p>The presented work focuses on numerical and experimental analyses of biodiesel fuel's influence on the injection characteristics of a mechanically-controlled injection system, and on the operating conditions of a heavy-duty diesel engine. Addressed are mineral diesel fuel and neat biodiesel fuel made from rapeseed oil. The influence of biodiesel on mechanically controlled injection system characteristics was tested experimentally on an injection system test-bed. The injection test-bed was equipped with a glass injection chamber in order to observe the development of the fuel-spray by using a high-speed camera. The results of the experimental measurements were compared to the numerical results obtained by using our own mathematical simulation program. This program has been used to analyze the influences of different fuel properties on the injection system's characteristics. The photos taken with a high-speed camera were compared to the simulation results obtained by using the AVL FIRE 3D CFD simulation program. This software was used to simulate the fuel-spray development during different stages of the injection process. Furthermore, the influence of biodiesel fuel on the engine operating condition of a heavy-duty diesel engine and its' emission formation was tested experimentally on an engine test-bed, and numerically by using the AVL BOOST software. It was found out that the tested biodiesel could be used as an alternative fuel for heavy-duty diesel engines.</p>
	Objavljeno v	<p>Applied Science Publ.; Applied energy; 2013; Vol. 111; str. 558-570; Impact Factor: 4.781; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.598; A¹: 1; WoS: ID, II; Avtorji / Authors: Lešnik Luka, Vajda Blaž, Žunič Zoran, Škerget Leopold, Kegl Breda</p>
	Tipologija	<p>1.01 Izvirni znanstveni članek</p>
2.	COBISS ID	<p>17349910 Vir: COBISS.SI</p>
	Naslov	<p>SLO Modeliranje turbulentnega toka s hitrostno-vrtinčno RANS formulacijo in Metodo robnih elementov</p> <p>ANG Velocity-vorticity RANS turbulence modeling by boundary element method</p>
	Opis	<p>SLO Članek numerično obravnava turbulentni tok preko ovir različnih geometrij. Osnovo tvori sistem Navier-Stokes enačb, ki je rešen z Robno-območno integralsko metodo. Vodilne enačbe so zapisane v hitrostno vrtinčni formulaciji. Uporabljeni modeli turbulence temeljijo na hipotezi turbulentne viskoznosti. Izpeljane so integralske oblike vodilnih enačb, predstavljena je njihova diskretizacija in algoritem reševanja, ki je testiran na dveh primerih. Prvi primer je turbulentni tok v kanalu, izračunan za dve različni vrednosti $Re_{\tau}=180$ and $Re_{\tau}=395$. Primerjava z rezultati DNS simulacij kaže na zelo dobro ujemanje. Drugi primer je tok preko stopnice za vrednost Reynoldsovega števila $Re_h=5000$, kjer primerjava dolžine recirkulacijskega območja z rezultati drugih avtorjev kaže dobro ujemanje.</p> <p>ANG Turbulent flow over various geometries is studied numerically. Incompressible set of Navier–Stokes equations is considered and solved by boundary domain integral method (BDIM). Governing equations are written in velocity–vorticity form. Turbulence models used are based on eddy-viscosity hypothesis. Integral form of equations, discretization and the solution algorithm are presented. The algorithm is tested with two separate test cases. The first is the turbulent channel flow for two different Reynolds numbers: $Re_{\tau}=180$ and $Re_{\tau}=395$. Results show very</p>

		good agreement with corresponding DNS data. The second test case is the flow over backward facing step for Reynolds number $Re_h=5000$, which shows good agreement with literature data on mean reattachment length.
	Objavljeno v	Elsevier; Engineering analysis with boundary elements; 2014; Vol. 39; str. 44-52; Impact Factor: 1.596; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.936; A': 1; WoS: IF, PO; Avtorji / Authors: Lupše Janez, Škerget Leopold, Ravnik Jure
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	13066774 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Hitra metoda robnih elementov za 3D tok in prenos toplote nestisljive tekočine
		<i>ANG</i> Fast single domain-subdomain BEM algorithm for 3D incompressible fluid flow and heat transfer
	Opis	<i>SLO</i> Na podlagi metode hitrih multipolov smo razvili algoritem za simulacijo prenosa toplote in toka nestisljive tekočine. Z algoritmom smo dosegli zmanjšanje računskega časa in porabe računalniškega spomina. Algoritem smo uporabili za simulacijo naravne konvekcije.
		<i>ANG</i> In this paper acceleration and computer memory reduction of an algorithm for the simulation of laminar viscous flows and heat transfer is presented. The algorithm solves the velocity-vorticity formulation of the incompressible Navier-Stokes equations in 3D. It is based on a combination of a subdomain boundary element method (BEM) and single domain BEM. The CPU time and storage requirements of the single domain BEM are reduced by implementing a fast multipole expansion method. The Laplace fundamental solution, which is used as a special weighting function in BEM, is expanded in terms of spherical harmonics. The computational domain and its boundary are recursively cut up forming a tree of clusters of boundary elements and domain cells. Data sparse representation is used in parts of the matrix, which correspond to boundary-domain clusters pairs that are admissible for expansion. Significant reduction of the complexity is achieved. The paper presents results of testing of the multipole expansion algorithm by exploring its effect on the accuracy of the solution and its influence on the non-linear convergence properties of the solver. Two 3D benchmark numerical examples are used: the lid-driven cavity and the onset of natural convection in a differentially heated enclosure.
	Objavljeno v	Wiley; International journal for numerical methods in engineering; 2009; Vol. 77, iss. 12; str. 1627-1645; Impact Factor: 2.025; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.918; A': 1; WoS: IF, PO; Avtorji / Authors: Ravnik Jure, Škerget Leopold, Žunič Zoran
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	14734358 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Eksperimentalna in numerična raziskava sedimentacije poroznih kosmov čistilnih naprav odpadne vode
		<i>ANG</i> Experimental and numerical investigations of sedimentation of porous wastewater sludge flocs
	Opis	<i>SLO</i> Raziskava obravnava gibanje kosmov v suspenziji biološke čistilne naprave. (BČN). Največje pozornost je namenjena geometrijskim in sedimentacijskim sposobnostim kosmov, ki so ključni parametri pri razvoju numeričnega postopka za simulacijo gibanja kosmov. Na osnovi rezultatov eksperimentalnih raziskav so definirani in izračunani fizikalni parametri kosmov ob upoštevanju njihove poroznosti. Rezultati so bili uporabljeni pri izpeljavi na CFD zasnovanem računskem modelu

		sedimentacije poroznih kosmov.
	ANG	The paper studies the properties and sedimentation characteristics of sludge flocs, as they appear in biological wastewater treatment (BWT) plants. The flocs are described as porous and permeable bodies, with their properties defined based on conducted experimental study. The derivation is based on established geometrical properties, high-speed camera data on settling velocities and non-linear numerical model, linking settling velocity with physical properties of porous flocs. The numerical model for derivation is based on generalized Stokes model, with permeability of the floc described by the Brinkman model. As a result, correlation for flocs porosity is obtained as a function of floc diameter. This data is used in establishing a CFD numerical model of sedimentation of flocs in test conditions, as recorded during experimental investigation. The CFD model is based on Euler-Lagrange formulation, where the Lagrange formulation is chosen for computation of flocs trajectories during sedimentation. The results of numerical simulations are compared with experimental results and very good agreement is observed.
	Objavljeno v	Pergamon Press.; Water research; 2011; Vol. 45, iss. 4; str. 1729-1735; Impact Factor: 4.865; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.311; A": 1; A': 1; WoS: IH, JA, ZR; Avtorji / Authors: Hriberšek Matjaž, Žajdela Boštjana, Hribernik Aleš, Zadavec Matej
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	17444118 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vizualizacija vrtečega zastoja v aksialnem ventilatorju
	ANG	Visualisation of rotating stall in an axial flow fan
	Opis	SLO Prikazana je vizualizacija tokovnega polja v medlopatičnem prostoru aksialnega ventilatorja, ki je obratoval v področju formiranega vrtečega zastoja. S pomočjo PIV sistema smo posneli hitrostna polja na 80 % višine lopatice. Proženje PIV sistema smo uskladili s prehodi izbrane lopatice in posneli približno 1000 naključnih posnetkov tokovnega polja. Lete smo nato povprečili ob upoštevanju faznega zamika do referenčnega tlačnega signala in razvrstili v urejen niz 36 povprečenih posnetkov. Zaporedje posnetkov prikazuje razvoj tokovnega polja s korakom 10 kotnih stopinj in omogoča analizo strukture in obnašanja toka v medlopatičnem rotorskem kanalu pod vplivom vrtečega zastoja. Jasno je razviden potek nastajanja in razvoja tokovnega polja pod vplivom približujoče zastojne celice in ponovna stabilizacija in prehod v urejen tok po njenem umiku.
	ANG	Visualisation of a flow field was performed within the rotor blade passage of an axial flow fan operating under rotating stall conditions. A PIV system was used to capture the velocity field at an 80% span of the rotor blade. PIV triggering was synchronized with the observed blades passing, and over 1000 PIV images were obtained. These were then phase-locked averaged, and a sequence of 36 images was composed. The successive images represented the evolution of a flow field within the blade passage with 10° angular steps and made it possible for the structure and behaviour of the flow within the rotor blade passage to be analysed under rotating stall conditions. The initiation and development of flow distortion were clearly shown to be influenced by the advance of the rotating stall cell and the restoration of normal flow with the rotating stall cell moving away.
	Objavljeno v	Elsevier; Experimental thermal and fluid science; 2013; 2014; 8 str.; Impact Factor: 1.595; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.171; A': 1; WoS: DT, IU, UF; Avtorji / Authors: Fike Matej, Bombek Gorazd, Hriberšek Matjaž, Hribernik Aleš

Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
------------	--------------------------------

5. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni dosežki programske skupine (*Most important socio-economic achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁶

		Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)	
1.	COBISS ID	14886422	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določitev nadomestnih odjemnih značilnosti odjemalcev zemeljskega plina
		ANG	Determination of substitutional consumption characteristics of natural gas consumers; project for Energy agency of the Republic of Slovenia
	Opis	SLO	Cilj projekta, za Javno agencijo Republike Slovenije za energijo je bil izpeljati standardne obremenitvene profile porabnikov zemeljskega plina, ki bodo v prihodnosti služili napovedovanju odjema porabnikov zemeljskega plina v Republiki Sloveniji. Rezultat projekta je izpeljan teoretični model, ki je bil uporabljen za eksperimentalnoračunsko določanje standardnih obremenitvenih profilov različnih značilnih skupin porabnikov.
		ANG	The main goal of the project for the Energy agency of the Republic of Slovenia was derivation of substitutional consumption characteristics of natural gas consumers, which will in the future serve as basis for projection of natural gas consumption in Slovenia. The result was the derived theoretical model, which was used in conjunction with experimental data for computational determination of substitutional consumption characteristics of different significant consumer groups.
	Šifra	F.11 Razvoj nove storitve	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Inštitut za energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo; 2011; 248 f.; Avtorji / Authors: Škerget Leopold, Hriberšek Matjaž, Ravnik Jure	
Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav		
2.	COBISS ID	16760854	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zgorevanje komunalnih odpadkov za namen proizvodnje energije
		ANG	Combustion of municipal solid waste for power production
	Opis	SLO	Uporaba energije komunalnih trdnih odpadkov je mogoča z upoštevanjem integralnega sistema ravnanja z odpadki in uporabo primernih tehnologij. V procesu razvoja primerne tehnologije OdpadkiEnergija (WtE) se izkaže, da bi morala biti uporaba modernih inženirskih simulacijskih orodij (CFD) standard vsake razvojne faze Wt_E tehnologije, saj CFD že daje rezultate, primerljive s testi na realnih napravah. Razviti postopki omogočajo hitrejšo in cenejšo uvajanje tehnologij izrabe komunalnih odpadkov.
		ANG	The energy utilization of municipal solid waste is possible with the appropriate integrated waste management system and utilization of appropriate technologies. In the process of development of a suitable WastetoEnergy technology, the application of advanced engineering computer simulation tools (CFD) should become standard for every R&D in WtE technology design. CFD can provide results, comparable to tests on full scale equipment, and can therefore significantly shorten the development time of WtE technologies. The developed processes enable faster and more economical introduction of solid waste utilization technologies.

	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	InTech; Advances in internal combustion engines and fuel technologies; 2013; Str. 277-309; Avtorji / Authors: Kokalj Filip, Samec Niko	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
3.	COBISS ID	16979222	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izdelava idejnih rešitev optimizacije profila vtočnih rešetk na HE Vuzenica in HE Zlatoličje
		ANG	Intake grates optimization solutions for HPP Vuzenica and HPP Zlatoličje
	Opis	SLO	S stališča zmanjšanja energijskih izgub smo primerjali tri oblike vtočnih rešetk. S 3 D simulacijo toka, ki je obsegala 200 m pas nad elektrarno vse do turbinskega vtoka, smo poizkusili kar najtočneje napovedati hitrostno polje tik pred rešetko. Nato smo v vsaki računski točki hitrostnega polja z uporabo empirične enačbe izračunali lokalne tlačne izgube in lete integrirali po celotnem pretočnem preseku, da smo ocenili skupne tlačne izgube, ki jih povzroča posamezna oblika rešetk pri izbranem pretoku. Za izračun letnih izgub proizvedene električne energije smo izhajali iz eksperimentalno pridobljenih podatkov o letnem urnem pretoku reke. Sledila je ocena izgube profita, ki je omogočila analizo ekonomske upravičenosti izbrane oblike rešetke.
		ANG	Three different trashrack designs were examined and compared regarding energy losses. The river's flow from 200 m upstream of the hydropower plant to the turbine inlet was simulated by 3D CFD simulations in order to predict the correct velocity field ahead of the trashrack. The local headlosses caused by the trashrack were then calculated using an empirical formula at each point of the velocity field, and finally integrated to obtain the gross headloss caused by the specific trashrack design operating under selected flow rate. Annual losses during electricity production were predicted using experimentally obtained river flowrate data and the net profit loss calculated which served for the final study of the particular trashrack design's economics.
	Šifra	F.11 Razvoj nove storitve	
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, Inštitut za energetska, procesna in okoljska inženirstvo; 2013; 55 f.; Avtorji / Authors: Hribernik Aleš, Škerget Leopold, Ren Zoran, Ulbin Miran, Bombek Gorazd, Fike Matej	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
4.	COBISS ID	5605380	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Član uredniškega odbora v znanstveni reviji
		ANG	Editorial board member of an international Journal
	Opis	SLO	prof. dr. Škerget in doc. dr. Ravnik sta člana uredniškega odbora v mednarodni znanstveni reviji Engineering analysis with boundary elements, ki jo izdaja založba Elsevier.
		ANG	prof. dr. Škerget and doc. dr. Ravnik are members of the editorial board member of an international Journal Engineering analysis with boundary elements published by Elsevier.
	Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije	
	Objavljeno v	Engineering analysis with boundary elements. Škerget, Leopold (urednik 2009). [Print ed.]. Kidlington: Elsevier, 1989. ISSN 09557997. [COBISS.SIID 5605380] Engineering analysis with boundary elements. Ravnik, Jure (član uredniškega odbora 2009, 2010). [Print ed.]. Kidlington: Elsevier, 1989.	

		ISSN 09557997. [COBISS.SIID 5605380]	
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
5.	COBISS ID	16936726	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Postopek pridobivanja trdnih goriv z določenimi fizikalno kemijskimi lastnostmi iz nenevarnih odpadnih materialov
		<i>ANG</i>	Production procedure of solid recovered fuel from non-hazardous waste materials with defined physical-chemical properties
	Opis	<i>SLO</i>	<p>Področje izuma je priprava goriva iz nenevarnih odpadnih materialov za energetska izrabo. Izum opisuje postopek pridobivanja trdnega goriva z določenimi fizikalno kemijskimi lastnostmi iz nenevarnih odpadnih materialov.</p> <p>Postopek pridobivanja trdnih goriv z določeno kurilno vrednostjo in druge pomembne fizikalno kemijske lastnosti iz nenevarnih odpadnih materialov izvajamo v več korakih:</p> <ul style="list-style-type: none"> • reprezentativno vzorčenje vhodnih trdnih nenevarnih odpadkov, • analiza organskega in anorganskega dela v vzorcih, • izračun masnih deležev vhodnih nenevarnih odpadnih materialov z matematičnim modelom glede na želene fizikalno kemijske lastnosti in kurilno vrednost trdnega goriva, • mehanska obdelava in homogenizacija odpadkov ter izločitev kovin na proizvodnji liniji, • analiza tehnološko pripravljenega materiala na kurilno vrednost ter druge pomembne fizikalno kemijske parametre. Na osnovi ugotovljenih odstopanj od izračunanih vrednosti po matematičnem modelu se določi ustrezno korekcijsko mešanje dodatnih količin za doseganje želenih parametrov goriva • ponovna mehanska obdelava z dodajanjem ustrezne količine materialov za korekcijo kvalitete lastnosti goriva.
		<i>ANG</i>	<p>The scope of the invention is the preparation of solid fuel for energy recovery from non-hazardous waste materials. The invention discloses a method of obtaining solid fuel with specific physical-chemical properties of non-hazardous waste materials.</p> <p>The process of obtaining solid fuels with a certain calorific value and other relevant physical-chemical properties of non-hazardous waste materials is carried out in several steps:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a representative sampling of the input solid non-hazardous waste, • analysis of the organic and inorganic part of the samples, • calculation of the weight of non-hazardous input waste materials with the mathematical model according to desired the physical-chemical properties and heating value of the solid fuel, • mechanical treatment and homogenization of waste and extraction of metals on the production line, • analysis of technologically prepared material on the calorific value and other relevant physical-chemical parameters. Based on the observed deviations from the values calculated by the mathematical model, the appropriate corrective blending quantities are determined to achieve the desired fuel parameters • repeated mechanical treatment with adding the appropriate quantities of the materials to correct the quality characteristics of the produced fuel.
	Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2013; [11, 2] str.; Avtorji / Authors: Ekart Janez, Kokalj Filip, Samec Niko, Brumec Vilijana, Fišer Jure, Krošlin Tadej, Polanec Brigita, Kurnik Natalija, Dvoršak Slavko, Kovač Peter	
	Tipologija	2.24 Patent	

6. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 2009 – 2014 (Completed mentorship of members of the programme group in developing personnel in the period 2009 – 2014)

6.1. Diplome (Degree examination)⁷

vrsta usposabljanja (Training type)	število diplom (Number of degree examination)
bolonjski program - I. stopnja (1st cycle degree)	39
bolonjski program - II. stopnja (2nd cycle degree)	15
univerzitetni (stari) program (bachelor's degree obtained in a study course adopted in the Republic of Slovenia before 11 June 2004)	41

6.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti (M.Sc. and PhD)⁸

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	MR	
0	Bojan Krajnc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Beno Arbiter	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32962	Katja Kopolšek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Janez Polanc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
31941	Blaž Tropauner	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30138	Maja Bauman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
12588	Janez Ekart	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33513	Miran Kapitler	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
19099	Mojca Poberžnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29577	Matej Fike	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29573	Jurij Iljaž	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30938	Janez Lupše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30937	Blaž Vajda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25797	Matej Zadavec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
0	David Greif	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Marko Klančičar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Teodor Štimec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
19175	Aljaž Škerlavaj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda (Legend):

Mag - Znanstveni magisterij (Masters' Degree)

Dr - Doktorat znanosti (PhD)

MR - mladi raziskovalec (Young Researcher)

7. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju (Employment of young researchers after the completion of training in period 2009 - 2014)⁹

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	Zaposlitev (Employment)	
----------------------------------	-----------------------------------	------------	----------	-------------------------	--

29577	Matej Fike	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
29573	Jurij Iljaž	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
30938	Janez Lupše	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
30937	Blaž Vajda	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
25797	Matej Zadavec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	

Legenda zaposlitev (*Legend of Employment*):

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi (*Higher education and Public research institutions*)

B - družbene dejavnosti (*Social activities*)

C - gospodarstvo (*Business sector*)

D - javna uprava (*Public administration*)

E - tujina (*Abroad*) **F** - brezposeln (*Unemployed*) **G** - drugo (*Other*)

8. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion of researchers from companies and hosting of researchers, post-doctoral participants and foreign students longer than one month - in period 2009-2014*)

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Sodelovanje v programski skupini (Cooperation in programme team)	Število mesecev (Number of months)
0	Martin Červika	C - študent - doktorand	6
0	Halima Hadžiahmetović	C - študent - doktorand	3

Legenda sodelovanja v programski skupini (*Legend of Cooperation in programme team*):

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja (*Expert from company*)

B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine (*Prominent researcher from abroad*)

C - študent - doktorand iz tujine (*3rd cycle degree student from abroad*)

D - podoktorand iz tujine (*Post-doctoral participants from abroad*)

9.1. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion in European Union research programmes in period 2009 - 2014*)¹⁰

SLO

TREN/04/FP6EN/S07.37886/513562; Mobility Initiatives for Local Integration and Sustainability, B. Kegl.

ANG

TREN/04/FP6EN/S07.37886/513562; Mobility Initiatives for Local Integration and Sustainability, B. Kegl.

9.2. Vključevanje v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion in other international research and development programmes and other international cooperation in period 2009 - 2014*)¹¹

SLO

EraSME; BIOBOILER; Boiler System for thermal use of renewable fuels (Woodenchips and short rotation coppice), N. Samec.

"Čezmejna vodarska iniciativa za reki Drava in Mura" (DRA_MUR_CI) v okviru operativnega programa Slovenija Avstrija 2007-2013; projekt je financiran v času od 2009 2013, R. Jecl.

ANG

EraSME; BIOBOILER; Boiler System for thermal use of renewable fuels (Woodenchips and short rotation coppice), N. Samec.

"Beyond the frontier hydrological initiative for rivers Drava and Mura" (DRA-MUR-CI) in the

10.1. Vključenost v projekte za uporabnike izven financiranja ARRS in izkazane povezave z industrijo oziroma družbenimi in kulturnimi dejavnostmi v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion in projects for users not funded by the ARRS and proven relations with businesses or publicly-provided services in period 2009 - 2014*)¹²

SLO

Optimiranje izdelka (avtomobilskega svetila) v smislu opredelitve in izboljšave toplotno tokovnih pogojev ob sprejemljivih stroških, L. Škerget

CFD analiza prenosnih pojavov v pršišču mokrega pralnika pilotne naprave za razžveplanje dimnih plinov, M. Hriberšek

Razvojno raziskovalno sodelovanje Optimiranje izdelka (tesnila hladnega aparata) v smislu opredelitve in izboljšave toplotno tokovnih pogojev ob sprejemljivih stroških, M. Hriberšek

Izdelava študije Problematika pregrevanja generatorja 1 HE Fala, A. Hribernik

Izdelava podlag za določitev nadomestnih odjemnih značilnosti za odjemalce zemeljskega plina, L. Škerget

Numerična in eksperimentalna analiza nestacionarnih pojavov v reverzibilnih črpalkah turbinah, L. Škerget

Razvojno raziskovalne aktivnosti na projektu OVESRF "Obnovljivi viri energije iz odpadkov postopki predelave odpadkov v trdno gorivo in njegova energijska izraba s sežigom in uplinjanjem", N. Samec

Razvoj in uporaba modernih eksperimentalnih in numeričnih metod reševanja zahtevnih tokovno toplotnih razmer, ki se pojavljajo v različnih izvedbah tesnil, M. Hriberšek

Izdelava študije Problematika pregrevanja generatorja 1(8) HE Fala 2. Faza, vodja A. Hribernik.

Numerično modeliranje termo hidravličnih razmer v BMW meglenki, L. Škerget

Izdelava idejnih rešitev optimizacije profila vtočnih rešetk na HE Vuzenica in HE Zlatoličje, A. Hribernik

Analiza učinkovitosti delovanja obstoječe tehnologije MBO v okviru CERO Celje Bukovžlak in predlog njene dopolnitve za doseganje zakonsko predpisanih okoljskih parametrov, N. Samec

Meritve izmetnih hitrosti abraziva peskalnih turbin serije 380, A. Hribernik

Izdelava numerične simulacije tokovnih razmer v tehnološkem sklopu: ventil jeklenke regulator po preloženi projektni nalogi, I. Biluš
Aplikativna raziskava in priprava študije izvedljivosti sistema stisnjene zemeljskega plina za uporabo v prometu motornih vozil, N. Samec

Aplikativna raziskava in priprava študije za vzpostavitev deklaracije za Toplarno Celje za proizvodnjo napravo na obnovljive vire energije, N. Samec

Razvojno raziskovalna in aplikativna raziskava z uporabo računalniške dinamike tekočin za Energetiko Celje v letu 2013, N. Samec

Energijski preračun toplotnega prenosnika dimni plini zrak, N. Samec

Izdelava študije za celovito izkoriščanje energetskih potencialov odpadne biomase za izboljšanje učinkovitosti poslovanja podjetja Lesna Vrata d.o.o. na lokaciji Prevalje, N. Samec

Izdelava strokovnega mnenja na temo projekta Okoljsko, tehnološko

in ekonomsko mnenje o načrtovanih investicijah ter obratovanju podjetja Riag d.o.o., N. Samec
Izvedba projektne naloge dimenzioniranja in tokovnega preračuna prototipne naprave za čiščenje sinteznih plinov, L. Škerget

ANG

Optimization of the product (automotive lamp) in terms of determination and improvement of heat and flow conditions with limited costs, L. Škerget
CFD analysis of transport phenomena in spray zone of wet scrubber in flue gas desulphurisation pilot device. M. Hriberšek
Developmental and research cooperation Optimization of a product (refrigeration device sealing) in terms of assesment and improvement of heat and flow conditions with limited costs. M. Hriberšek
Solving the Problem of generator overheating on Hydropower plant HE Fala, phase 1. A. Hribernik
Determination of substitutional consumption characteristics of natural gas consumers; project for Energy agency of the Republic of Slovenia. L. Škerget
Numerical and experimental analysis of transient phenomena in reversible pumping turbines. L. Škerget
Developmental and research activities on the project OVESRF Renewable energy from waste – transforming solid waste to solid fuel and its energetic usage by incineration and gasification. N. Samec
Development and application of modern experimental and numerical methods in solving complex heat and fluid flow conditions, arising in different forms of sealings. M. Hriberšek
Solving the Problem of generator overheating on Hydropower plant HE Fala, phase 2. A. Hribernik
Numerical modeling of thermo-hydraulic conditions inside the BMW fog lamp. L. Škerget
Intake grates optimization solutions for HPP Vuzenica and HPP Zlatoličje, A. Hribernik
Efficiency analysis of the MBO technology in the framework of CERO Celje Bukovžlak and the proposal of its upgrade in order to meet the legal environmental limits. N. Samec
Measurements of eject velocities of abrasives in the sand blasting turbine series 380. A. Hribernik
Numerical simulation of flow conditions in the technological system valve-gas container-regulation. I. Biluš
Applied analysis and preparation of a feasibility study of compressed natural gas for the use in heavy duty vehicles. N. samec
Applied analysis and preparation of a feasibility study for establishing the declaration for Power plant Celje and the renewable energy production system . N. Samec
Developmental and applied research study based on Computational fluid dynamics for the company Energetika Celje. N. Samec
Flue gas-air heat exchanger thermal efficiency calculation. N. Samec
Feasibility study of integral exploitation of energy potentials of waste biomass for improvement of operation of the company Lesna Vrata d.o.o. location Prevalje. N. Samec
Expert opinion on the project proposal Environmental, technological and economic opinion on planned investements and performance of the company Riag, d.o.o.. N. Samec
Design and flow conditions computation of the prototype device for cleaning of synthesis gasses.L. Škerget

10.2. Avtorstvo/soavtorstvo patentov, standardov, licenc, novih proizvodov, tehnologij in tehnoloških rešitev, inovacij v obdobju 2009 - 2014 ((Co)author of patents, standards, licences, new products, technologies and technological solutions and innovations in period 2009 - 2014)¹³

SLO

EKART, Janez, KOKALJ, Filip, SAMEC, Niko, BRUMEC, Vilijana, FIŠER, Jure, KROŠLIN, Tadej, POLANEC, Brigita, KURNIK, Natalija, DVORŠAK, Slavko, KOVAČ, Peter. *Postopek pridobivanja trdnih goriv z določenimi fizikalno kemijskimi lastnostmi iz nenevarnih odpadnih materialov : patent št. SI 23896 A z dne 30. 4. 2013, patentna prijava št. P-201100389 z dne 29. 9. 2011.* Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2013. [11, 2] str. [COBISS.SI-ID [16936726](#)]

Področje izuma je priprava goriva iz nenevarnih odpadnih materialov za energetska izrabo. Izum opisuje postopek pridobivanja trdnega goriva z določenimi fizikalno kemijskimi lastnostmi iz nenevarnih odpadnih materialov.

Postopek pridobivanja trdnih goriv z določeno kurilno vrednostjo in druge pomembne fizikalno kemijske lastnosti iz nenevarnih odpadnih materialov izvajamo v več korakih:

- reprezentativno vzorčenje vhodnih trdnih nenevarnih odpadkov,
- analiza organskega in anorganskega dela v vzorcih, izračun masnih deležev vhodnih nenevarnih odpadnih materialov z matematičnim modelom glede na želene fizikalno kemijske lastnosti in kurilno vrednost trdnega goriva,
- mehanska obdelava in homogenizacija odpadkov ter izločitev kovin na proizvodnji liniji,
- analiza tehnološko pripravljenega materiala na kurilno vrednost ter druge pomembne fizikalno kemijske parametre. Na osnovi ugotovljenih odstopanj od izračunanih vrednosti po matematičnem modelu se določi ustrezno korekcijsko mešanje dodatnih količin za doseganje zelenih parametrov goriva
- ponovna mehanska obdelava z dodajanjem ustrezne količine materialov za korekcijo kvalitete lastnosti goriva.

ANG

EKART, Janez, KOKALJ, Filip, SAMEC, Niko, BRUMEC, Vilijana, FIŠER, Jure, KROŠLIN, Tadej, POLANEC, Brigita, KURNIK, Natalija, DVORŠAK, Slavko, KOVAČ, Peter. [COBISS.SI-ID [16936726](#)]

Production procedure of solid recovered fuel from non-hazardous waste materials with defined physical-chemical properties

The scope of the invention is the preparation of solid fuel for energy recovery from non-hazardous waste materials. The invention discloses a method of obtaining solid fuel with specific physical-chemical properties of non-hazardous waste materials.

The process of obtaining solid fuels with a certain calorific value and other relevant physical-chemical properties of non-hazardous waste materials is carried out in several steps:

- a representative sampling of the input solid non-hazardous waste,
- analysis of the organic and inorganic part of the samples, calculation of the weight of non-hazardous input waste materials with the mathematical model according to desired the physical-chemical properties and heating value of the solid fuel,
- mechanical treatment and homogenization of waste and
- extraction of metals on the production line, analysis of technologically prepared material on the calorific

value and other relevant physical-chemical parameters. Based on the observed deviations from the values calculated by the mathematical model, the appropriate corrective blending quantities are determined to achieve the desired fuel

- parameters repeated mechanical treatment with adding the appropriate quantities of the materials to correct the quality characteristics of the produced fuel.

11. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka se ne izpolnjuje za raziskovalne programe s področij humanističnih ved)

(Appraisal of the technological maturity of research programme results and possibilities for their implementation in practice (paragraph is not relevant for humanities)¹⁴

SLO

V okviru programa je pomemben prispevek na področju razvijanja modernih vodnih turbinskih strojev v sodelovanju s podjetjem Turboinštitut, kjer smo uspeli izboljšati popolnoma virtualne modele za izračun delovanja vodnih turbin malih in srednjih moči, kar podjetju omogoča hitrejši razvoj tovrstnih turbin. Pomembne so bile tudi raziskave na področju optimizacije vstopnih kanalov in obvladovanja sedimentov v verigi Dravskih elektrarn, kar omogoča nadaljnji napredek v uspešnejši izrabi hidroenergetskega potenciala v Sloveniji. V letu 2009 smo zaključili s sodelovanjem v projektu MOBILIS (6. okvirni program). V okviru dela tega projekta je nastala uspešna sodelava med slovenskim proizvajalcem biodizla in porabnikom LPP iz Ljubljane. Biodizelsko gorivo je bilo testirano v našem laboratoriju za motorje na avtobusnem motorju LPP, sledile so ustrezne modifikacije motorjev, kar v primeru uporabe v širšem obsegu lahko vodi v zmanjšanje škodljivih emisij v Sloveniji in v spodbujanje uporabe alternativnih goriv v Sloveniji. Tudi na področju izrabe trdnih goriv, pridobljenih iz komunalnih odpadkov, smo v sodelovanju s podjetjem Toplarna Celje nadaljevali z razvojem optimalnega zgorevanja tovrstnih odpadkov, ter v povezavi s podjetjem Gorenje Surovina razvili patent za proces izdelave trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov, kar bo imelo pomemben vpliv na reševanje problematike trdnih odpadkov v Sloveniji. V sodelovanju z Agencijo za energijo smo razvili model karakteristične porabe zemeljskega plina za različne tipe uporabnikov. Model omogoča sistemskim operaterjem, da glede na napovedane vremenske razmere vnaprej določijo predvideno porabo zemeljskega plina v Republiki Sloveniji. S tem je izboljšana varnost delovanja plinskega sistema, hkrati pa natančne napovedi odjema zmanjšujejo stroške napačne alokacije porabe plina tako za sistemske operaterje kot končne uporabnike. V celotnem obdobju 2009-2014 smo nadaljevali s sodelovanjem s podjetjem Hella Saturnus, kjer smo izobraževali sodelavce razvojnega oddelka na področju računalniške dinamike tekočin, ter razvijali natančne fizikalne modele za izračun termičnih obremenitev v avtomobilskih svetilih. Izvedli smo poglobljene eksperimentalne in računalniške analize toplotnih obremenitev zavrznega diska ter izpušnega sistema za avtomobilsko industrijo (Cimos), kar omogoča razvoj nove generacije tovrstnih naprav. V povezavi s podjetjem Turna smo razvili nove oblike tesnil hladilno-zamrzovalnih aparatov, ki proizvajalcu omogočajo razvoj novih tesnil z zmanjšanimi toplotnimi izgubami skozi tesnilo. Začeli smo razvoj

dvostopenjskih modelov razpršilnega sušenja, kar bo omogočilo realnejše računalniške simulacije delovanja razpršilnih sušilnikov in njihovo optimizacijo porabe energije. Našteti primeri kažejo na veliko stopnjo uporabnosti raziskovalnih dosežkov, pri čemer je te dosežke možno še nadgraditi z dodatnim raziskovalnim delom.

ANG

In the framework of the programme the collaboration with the company Turboinštitut has led to an important contribution in the field of development of modern hydraulic turbine, as we were able to improve the virtual models, especially turbulence models, for performance simulation of small and medium size turbines. The company is thus now able to improve and speed up the development process of such turbines. An important application was also optimization of intake channels and management of sediments in the Dravske elektrarne hydropowerplant chain, contributing to the further improvement in hydropower usage in Slovenia. In 2009 the project MOBILIS (6. Framework programme) was concluded, where a successful collaboration with slovene biodiesel producer and city transportation company from Ljubljana was established. It led to testing of biodiesel fuels in our laboratory and consequent modifications of IC motors, which can when used in a broader framework significantly reduce traffic pollution in Slovenia and help boost the usage of alternative fuels in Slovenia. In the area of solid fuels from municipal waste, we continued to work on optimization of waste-to-energy power plants, with special emphasis on incineration, in our case with the Toplarna Celje. We also contributed to development of a new waste-to-fuel process, developed in collaboration with Gorenje Surovina. The process, patented for the use of for nonhazardous waste, will have an important effect on resolving the problem of municipal waste in Slovenia. In cooperation with The Energy agency of Slovenia we developed a model for prediction of natural gas consumption for various classes of consumers. The model enables the system operators to forecast the gas consumption based on temperature predictions. This will help improve the stability and safety of the Slovenian gas network and will enable the operators to decrease the costs of inaccurate gas allocation. In the period 2009-2014 we also continued our cooperation with the Hella-Staurus company, where we established knowledge transfer in the field of computational fluid dynamics, as well as we developed more accurate physical models for numerical simulation of thermal loads in automotive head lamps and fog lamps. An in-depth experimental and numerical investigation of thermal loads of braking disc and exhaust collector was also performed, with the Cimos company as the contractor. Within the collaboration with the company Turna we developed new sealing profiles for the use in refrigerators and cooling equipment, with special emphasis on improved thermal characteristics and lower heat losses. We also started development of advanced two-stage spray drying models, leading to a more accurate CFD computational models, helping in optimize drying processes in terms of heat consumption. The listed achievements show a high level of applicability of our research results, which could also benefit greatly from the further research work in this area.

**POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
ZA OBDOBJE 2009 - 2014**
(REPORT ON THE RESULTS OF THE RESEARCH PROGRAMME FOR THE PERIOD 2009 –
2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu (General Information)

Šifra programa (Code Number)	P2-0118
Naslov programa (Research Programme Title)	Tekstilna kemija TEXTILE CHEMISTRY
Vodja programa¹ (Programme leader)	7814 Karin Stana Kleinschek
Obseg letnih raziskovalnih ur (Number of Research Hours per year)	v letu 2014 (In year 2014):5950
Cenovni razred² (Price Category)	B
Trajanje programa (Research Programme Duration)	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji) (Performing Research Organisations and/or Concessionaires)	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo University ob Maribor, Faculty of mechanical engineering
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS (Research Field according to ARRS Classification)	2 TEHNIKA Engineering sciences and technologies 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo Textile and leather
Raziskovalno področje po šifrantu FOS (Research Field according to FOS Classification)	2 Tehniške in tehnološke vede Engineering and technology 2.05 Materiali Materials engineering
Družbeno-ekonomski cilji (Socio-economic)	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija Industrial production and technology

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (RESULTS AND ACHIEVEMENTS OF THE RESEARCH PROGRAMME)

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu (Report on research programme's implementation according to the work plan)³

SLO

Razvoj visokozmogljivih polimernih materialov in tehnologij ter študij ekoloških tekstilnih procesov razdelimo v nekaj najvažnejših sklopov:

1) Površinska modifikacija modelnih in vlaknatih polimernih površin, uporaba nano delcev, polifunkcionalnih reagentov ter sodobnih tehnik oblikovanja vlaken za doseganje specifične funkcionalnosti:

S kremenasto mikrotehniko (QCM) smo analizirali adsorpcijo biopolimerov na modificirane PET površine z namenom in-vitro določanja hemokompatibilnosti polimernih površin ter metodo uvedli tudi za spremljanje adsorpcije proteinov krvne plazme na površine biomaterialov. Uspešno smo uvedli postopek sulfatacije hitozana in galaktoglukomanana in pokazali učinkovitost karboksimetiliranega galaktoglukomanana za pripravo hemo-kompatibilnih polimernih površin ter potrdili hipotezo, da prisotnost sulfatnih skupin izboljša protitrombogenost PET površin.

Za doseganje protimikrobnih učinkov smo celulozne tekstilije funkcionalizirali s hitozanom v kombinaciji z BTCA in s kopolimerom hitozan/eugenol ter hitozanskimi nanodelci, ki adsorbirani na površino celulozних materialov kontrolirano sproščajo protimikrobne učinkovine.

Z regeneracijo trimetilsilil celuloze smo pripravili modelne celulozne površine, ki smo jih modificirali in strukturirali z različnimi tehnikami (depozicijo hitozana in N,N,N-trimetil hitozana ali CMC, litografijo, itd).

Raziskave nanovlaken smo vključili v razvoj materialov, uporabnih za biomedicinske aplikacije. Oblikovali smo elektrospredena CMC nanovlakna z vključenimi delci nano-hidroksiapatita za uporabo na področju tkivnega inženiringa.

Magnetne in TiO₂ nanodelce smo uspešno sintetizirali na predobdelanih celulozних površinah in dokazali povezavo med pogoji predobdelave in učinkovitostjo oblikovanja nanoprevlek na vlaknih. TiO₂ nanodelce v anatazni in rutilni obliki smo v disperzijah analizirali glede na njihovo morfologijo in strukturo, velikost delcev in naboj delcev z uporabo različnih metod kot so SEM, TEM, XRD, DLS ter meritvami UV/Vis absorbance in zeta potenciala. Vse disperzije imajo absorpcijski maksimum v UV področju.

S kovalentno vezavo »host-guest" reagenta ciklodekstrina na površino ploskih tekstilij ter tvorbo supramolekularnih kompleksov ciklodekstrina z različnimi repelenti, eteričnimi olji, itd smo dosegli podaljšano sproščanje aktivnih snovi (tudi do desetkrat). Za doseganje sproščanja prijetnih vonjav in kozmetičnih učinkovin ter odzivov na svetlobne dražljaje iz okolice smo sintetizirali etilcelulozne mikrokapsule in jih vezali na tekstilni substrat.

2) Razvoj naravno obnovljivih materialov: Raziskali smo naravno obnovljiva lignocelulozna vlakna, ki jih izoliramo iz različnih kmetijskih odpadkov.

Razvili in optimirali smo lakazno-kataliziran postopek funkcionalizacije lignocelulozних

vlaknen s fenolnimi monomeri, z namenom izboljšanja obstoječih in kreiranja novih funkcionalnih lastnosti vlaken. Opredelili smo mehanizem kinetike in termodinamike delovanja (t.j. radikalske aktivnosti in oksidacijsko-redukcijske sposobnosti) komercialno dostopne glivne in novo-izolirane bakterijske lakaze na izbranih fenolnih monomerih ter kompleksnih in kemijsko-različnih ligninskih strukturah (izoliranih iz jute, kokosa, sisala). Na osnovi sklopa različnih analiznih tehnik (zeta-potencial, potenciometrična titracija, kapilarna elektroforeza, FTIR in XPS) smo prvi potrdili spremembe v strukturi ligninov, nastale zaradi razgradnje ali sinteze ligninov in/ali njihove aktivacije površine ter definirali mehanizem vezave. Razvili in optimirali smo nov biotehnološki postopek redukcije indigoidnih barvil z oksido-reduktaznimi encimi *Bacillus subtilis*. Po določitvi kinetike bio-redukcije reduktivnih barvil in elektrokemičnih lastnosti smo optimirali potopek barvanja bombažnih in PA vlaken.

3) Senzorji: V okviru razvoja novih optičnih materialov za senzorske aplikacije smo proučevali metode priprave tankih plasti ter mehanizma nukleacije, rasti in kristalizacije nanodelcev v različnih optično prozornih matricah, pripravljenih s tankoslojno sol-gel tehnologijo, ter njihov vpliv na optične lastnosti. Z dopiranjem garnetnih kristalov smo razvili visokotemperaturne fluorescentne senzorske sisteme.

4) Ekologija: Superparamagnetne nanodelce (CoFe_2O_4 , $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) smo za namene adsorpcije/odstranjevanja ionov težkih kovin (Hg, Pb, Cd) iz modelnih odpadnih vod, površinsko modificirali z merkaptosilanom. Delce smo regenerirali s spremembo magnetnega polja.

Opadne vode iz slovenskih tekstilnih obratov smo razbarvali z različnimi AOP postopki ter njihovimi kombinacijami z mikrobiološkimi postopki, adsorpcijo na bio-adsorbentu in z membranskimi tehnologijami. Za realno aplikacijo v dveh slovenskih tekstilnih tovarnah smo optimirali postopek $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$ in ga kombinirali z membranskimi tehnologijami (UF, NF) in membranskim biološkim reaktorjem.

Kemijsko smo reciklirali čiste vlakninske komponente in pričeli z recikliranjem mešanic; s kislom hidrolizo smo ločili naravna vlakna in poliester v mešanicah, nato pa smo z nevtralno hidrolizo razgradili poliester do tereftalne kisline in eten glikola (učinkovitost 70%).

Razvili smo pigmentne fotokromne tiskarske gošče za izdelavo pametnih tekstilij in zaščitnih oblačil. Razviti postopki recikiranja polisaharidnih gostil iz tiskarskih gošč in odpadnih vod omogočajo njihovo ponovno uporabo za tisk bombaža z reaktivnimi barvili.

5) Higiena in nega tekstilij: V slovenskih bolnišničnih pralnicah smo raziskali in ovrednotili sisteme zagotavljanja higiene in razvili metode vzorčenja mikroorganizmov na tekstilijah. Z magnetno napravo za obdelavo pralne vode strojnega pranja, ki smo jo razvili, dosegamo nižjo stopnjo odlaganja vodnega kamna. Razviti so bili novi postopki nege tekstilij zasnovani na tehnologiji LCO_2 , kar zagotavlja učinkovito in zanesljivo nizkotemperaturno razkuževanje tekstilij ter za 40-60% nižje obremenitve okolja v primerjavi termičnimi in kemijsko-termičnimi postopki higiene tekstilij.

ANG

Developed high-performance polymer materials and technologies, as well as environmentally-friendly textile processes, can be divided into:

1.) Surface modification of model and fibrous polymer surfaces, implementation of nano-particles, multifunctional reagents and modern techniques of fibre fabrication in order to achieve specific functionalities Quartz crystal microbalance QCM method was employed for monitoring of biopolymer adsorption on modified PET surfaces for an in vitro evaluation of its hemocompatibility; this method was further

used for adsorption of blood plasma proteins on different biopolymer surfaces. We have successfully carried out sulphonation of chitosan and galactoglucomannans as well as demonstrated the efficiency of carboxymethylated galactoglucomannans as hemocompatible surface coatings. These results confirmed the hypothesis that presence of sulphate groups improves antithrombogenicity of PET surfaces.

Model cellulose surfaces were prepared via regeneration of trimethylsilyl cellulose layers and then further modified and structured with deposition of chitosan and N,N,N-trimethyl chitosan or CMC, lithography, etc.

In order to impart antimicrobial properties to cellulose fabrics, we have employed treatments with a combination of chitosan with BTCA copolymer chitosan/eugenol and adsorbed chitosan nano-particles, which enable controlled release of antimicrobial substances.

Nano-fibres were studied for materials for biomedical applications. Electrospun CMC nano-fibres with added nano hydroxyapatite particles were produced as a composite aimed for tissue engineering.

Magnetic iron oxide and titania particles were successfully synthesized on pre-treated cellulose fibres and subsequent characterization of coated fibres clearly correlated pre-treatment of the cellulose to resultant efficiency and quality of coating formation. Aqueous dispersions of anatase and rutile TiO_2 nano-particles were analysed in terms of their morphology and structure, particle size and surface charge by employing several analytical techniques, such as XRD, TEM, SEM, laser diffraction, UV/VIS absorbance and zeta potential. All dispersions exhibit absorption maxima in UV region.

Covalent attachment of 'host-guest' cyclodextrin reagent on a textile surface and design of supramolecular complexes of cyclodextrins with various repellents, ethereal oils etc. ensured prolonged release of active substances. Light-responsive ethyl cellulose microcapsules, bound to textile substrates also served as a release system for fragrances and cosmetics.

2.) Development of natural sustainable materials We have analysed sustainable, bio-degradable lignocellulosic fibres, which were isolated from different farming waste material.

Lignocellulosic fibres were functionalised with phenol monomers using optimized laccase-catalysed process, aiming at improving existing and imparting new functionalities. Kinetic and thermodynamic aspects (i.e. radical activity and oxidation-reduction rate) of commercially available fungal and isolated bacterial laccase were established on chosen phenol monomers as well as complex and chemically-diverse lignin structures (these were isolated from jute, coconut and sisal fibres). Changes in lignin structure, which resulted from their degradation or synthesis and/or activation of their surface were observed, and the mechanism of their attachment was determined. We have developed and optimized a new biotechnological process for reduction of indigo dyes by using oxide-reductive enzyme *Bacillus subtilis*. Following the bio-reduction of reductive dyes and their electrochemical properties the dyeing process for cotton and PA fibres was optimized.

3.) Sensors Our work on development of new optical materials for sensoric applications encompasses methods for preparation of thin films, study of nucleation mechanism, growth and crystallization of nano-particles in various optically porous matrices. These were prepared with thin-layer sol-gel technology and their optical properties were investigated. Doped garnet crystals were used in development of advanced high-temperature fluorescent sensor systems.

4.) Ecology Mercaptosilane-modified superparamagnetic nano-particles (CoFe_2O_4 , $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) were used for adsorption of heavy metal ions (Hg, Pb, Cd) from model waste waters. Particles were regenerated with changes in magnetic field. Waste waters

originating from Slovenian textile companies, were discoloured using different treatment procedures; AOP processes, AOP in combination with microbiological procedures, adsorption onto bio-adsorbent and membrane technologies. H_2O_2/UV process was optimized for implementation in two industrial applications, also in combination with membrane technologies (UF, NF) and biological membrane reactor.

We have chemically recycled neat fibrous substrates and started work on blends; acid hydrolysis was employed to separate natural fibres from polyester ones, which were then decomposed to phthalic acid and ethylene glycol (depolymerisation efficiency of 70%).

Pigment-based photochromatic printing formulations were designed for production of intelligent textiles and protective garments. Newly developed procedure for recycling of polysaccharide thickeners from printing formulations and waste waters allows their reuse in printing of cotton with reactive dyes.

5.) **Hygiene and textile care** Washing facilities in Slovenian hospitals were checked and evaluated for their hygiene-ensuring systems. Methods for sampling of microorganisms on textile substrates were developed. Implementation of a magnetic device for treatment of water in washing machines, which we have devised, lowers the deposition of lime-scale. LCO_2 technology served as a basis for development of new textile care processes, which ensure efficient and low-temperature sterilisation of textile materials and result in 40-60% reduction of environmental burden as opposed to usage of thermal and chemical-thermal processes.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev (Degree of research programme's implementation according to the work plan and set research objectives)⁴

SLO

Cilje, ki smo jih določili v delovnem načrtu, smo v celoti dosegli. Vse načrtovane raziskovalne aktivnosti so bile realizirane. Izpostavljam nekaj najpomembnejših rezultatov, doseženih v letih 2009- 2014:

- Vpeljali smo litografsko tehniko vzorčenja modelnih biopolimernih slojev s pomočjo metode izmeničnega encimatskega in kislinsko hidrolitičnega strukturiranja celuloznih filmov, vezanih na ciklo-olefinske polimerne podlage, ki se lahko uporabljajo za pripravo bio senzorjev (COBISS.SI-ID [16217878](#))
- Uspešno smo uvedli novo metodo za analizo adsorpcije substanc in študij nastalih adsorpcijskih slojev z uporabo kremenaste mikrotehtnice (QCM) in razvili in-vitro postopek spremljanja biokompatibilnosti polimernih površin (COBISS.SI-ID [15296790](#))
- Razvili smo postopek protimikrobne obdelave s hitozanskimi nanodelci. Spoznanja so odlično izhodišče za razvoj sistemov vlakno/nanodelec kot nosilec zdravilne učinkovine (COBISS.SI-ID [17387030](#))
- Iz TiO_2 oplaščenih (core-shell) delcev (rutilne in anatasne oblike) smo z različnimi plemenitilnimi postopki oblikovali nanoprevleke na neobdelanih in s plazmo predobdelanih tekstilijah. Določili smo aktivnost TiO_2 nano disperzij in ugotovili njihovo učinkovitost pri UV zaščiti kot tudi na področju fotostabilnosti barv (COBISS.SI-ID [16802582](#)).
- Sintetizirali smo etilcelulozne mikro- in nanokapsule, ki smo jih vezali na tekstilni substrat za pripravo kozmeto- in fotokromnih- tekstilij (COBISS.SI-ID [16435734](#)).
- Optimirali smo postopek oblikovanja CMC vlaken z vključenimi delci nanohidroksiapatita.
- V Tekstini in Svilanitu smo na osnovi preliminarnih raziskav vpeljali nove postopke čiščenja tekstilnih odpadnih voda. H_2O_2/UV postopek smo kombinirali z membranskimi tehnologijami (COBISS.SI-ID [16353302](#)).
- Raziskani in določeni so bili obratovnalni pogoji čiščenja odpadnih pralnih vod v membranskem bioreaktorju, ki omogoča ponovno uporabo očiščene vode (COBISS.SI-ID [14861078](#))
- Razvili smo superparamagnetne nanodelce površinsko modificirane z različnimi funkcionalnimi alkoksasilani za odstranjevanje Hg, Pb, Cd, Zn, Cr ionov, kar predstavlja osnovo za razvoj tankoslojnih tekstilnih nanosov za uporabo v okoljevarstvu (COBISS.SI-ID [17236758](#)).
- Novo razviti postopki nege in higiene tekstilij, prilagojene tehnologiji LCO_2 , zmanjšujejo emisije TGP za 40-60%. Nova znanja o razvoju magnetne obdelave pralnih vod ter o

optimizaciji parametrov pranja v gospodinjskem pralnem stroju so bila uspešno prenesena v proizvodni proces industrijskih in gospodinjskih pralnih strojev (COBISS.SI-ID [16641302](#)).

- Razvili smo pigmentne UV disperzije in reaktivna barvila, ki ustrezajo tehnološkim zahtevam piezo DOD tiskanja in UV/MV utrjevanja. Razviti sistemi barvnih disperzij in utrjevanja so omogočili digitalni tisk replik tekstilnih muzealij Pokrajinskega muzeja Maribor in Slovenskega etnografskega muzeja v Ljubljani (COBISS.SI-ID [14177046](#)).

ANG

We have fully accomplished the goals, which were determined in the work-plan. All planned research activities were carried out. In the following paragraph, we will emphasise some of the most important results, which were achieved in period 2009-2014:

- implementation of the lithographic technique for patterning of model biopolymer surfaces with an alternating enzymatic and acid hydrolysis structuring of cellulose films, which were attached on cyclic-olefin polymeric substrates; fabricated systems can be used as bio-sensors (COBISS.SI-ID [16217878](#))
- the new method for adsorption studies and analysis of coatings, using QCM, was successfully implemented, with an emphasis on development of in vitro monitoring of hemocompatibility of polymer surfaces (COBISS.SI-ID [15296790](#))
- process for functionalization of fibres with antimicrobial chitosan nano-particles was developed. Gained findings form an excellent platform for design of biological system fibre/nano-particle as a carrier of drugs (COBISS.SI-ID [17387030](#))
- Core-shell TiO₂ nano-particles (rutile and anatase) were an active component in fabrication of nano-coatings on non-treated and plasma-treated textile substrates. Activity of titania dispersions was established and their protection against UV radiation was confirmed, as well as their efficiency in preserving colours (photostability of dyes) (COBISS.SI-ID [16802582](#))
- Ethyl cellulose microcapsules were synthesized and attached to textile substrates with an objective to prepare cosmetic and photochromic textiles (COBISS.SI-ID [16435734](#))
- on site implementation of new waste-water treatment processes was undertaken at companies Tekstina and Sivilanit. H₂O₂/UV procedure was combined with membrane technologies (COBISS.SI-ID [16353302](#))
- we have studied and established process parameters for waste-water treatment in membrane reactor, which allow the reuse of cleaned water for washing of textiles (COBISS.SI-ID [14861078](#))
- alkoxy silane-modified superparamagnetic particles were developed for removal of Hg, Pb, Cd, Zn, Cr ions, which can be further used for formation of thin coatings on textile substrates, to be used in environmental protection (COBISS.SI-ID [17236758](#))
- newly developed processes for textile care and textile hygiene, adapted to LCO₂ technology, reduce TGP emissions for 40-60%. New knowledge was gained with the development of magnetic treatment of washing waters, along with the optimization of washing parameters in domestic washing machines. These results were successfully transferred into production of new industrial and domestic washing machines (COBISS.SI-ID [16641302](#))
- we have developed pigment-based UV dispersions and reactive dyes, which conform to the demands of the piezo DOD printing and UV/MW curing. Prepared systems of dye dispersions and curing enabled digital printing of replicas, based on the archive textile materials procured from Maribor Museum and Slovene Ethnographic Museum in Ljubljana (COBISS.SI-ID [14177046](#))

4. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine (*Most important scientific achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁵

Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)		
1.	COBISS ID	13016086
	Vir:	COBISS.SI
Naslov	SLO	Analiza adsorpcije fukoidana in hitozan sulfata na PET površine modificirane s hitozanom z uporabo QCM-D.
	ANG	Adsorption of fucoidan and chitosan sulfate on chitosan modified PET films monitored by QCM-D
Opis	SLO	S kremenasto mikrotehtnico smo analizirali adsorpcijo hitozana, fukoidana in hitozan sulfata na polietilentereftalatne modelne površine. Te sisteme smo izbrali zaradi njihovih obetajočih biokompatibilnih in antikoagulantnih lastnosti ter možnosti nadomestitve heparinskih obdelav žilnih vsadkov.

		Morfologijo in strukturo adsorbiranih slojev smo proučevali z XPS in AFM. Ugotovili smo, da je adsorpcija polisaharida odvisna od tipa polisaharida, saj so bili filmi fukoidana na hitozanu tanjši in bolj kompaktni, medtem ko so bili adsorbirani sloji hitozan sulfata na hitozansko plast debelejši.
	ANG	The adsorption behavior of fucoidan as well as chitosan derivatives (chitosan sulfate) on poly(ethylene terephthalate) (PET) model film surface was studied using the quartz crystal microbalance technique. These systems were chosen for this study due to their promising biocompatible properties. Moreover, fucoidan and chitosan sulfate have promising anticoagulant properties and represent an alternative to heparin treatment of vascular grafts. As a first step, PET foils were activated by alkaline hydrolysis to increase their hydrophilicity. From these foils, model PET films were prepared by the spin coating technique on a silica quartz crystal. The selected polysaccharides (chitosan, fucoidan, and chitosan sulfate) were adsorbed from aqueous solutions on the PET surfaces. The adsorption was monitored using a quartz crystal microbalance with a dissipation unit. The surface chemistry and morphology of the chitosan/fucoidan or chitosan/chitosan sulfate coated PET-H films was analyzed using XPS and AFM. It was found that chitosan/fucoidan films were thinner and more compressed, while in the case of chitosan/chitosansulfate, large amounts of chitosan sulfate were adsorbed, indicating a loose and thick adsorbed film.
	Objavljeno v	American Chemical Society; Biomacromolecules; 2009; Vol. 10, no. 3; str. 629-637; Impact Factor: 4.502; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.873; A': 1; WoS: CQ, EE, UY; Avtorji / Authors: Indest Tea, Laine Janne, Johansson Leena Sisko, Stana-Kleinschek Karin, Strnad Simona, Dworzak Renate, Ribitsch Volker
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	17236758 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Adsorpcija ionov težkih kovin Hg ²⁺ , Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , Zn ²⁺ iz vodnih raztopin s pomočjo merkaptomodificiranih SiO ₂ delcev ANG Adsorption of Mercury(II), Lead(II), Cadmium(II) and Zinc(II) from aqueous solutions using Mercapto-modified Silica particles
	Opis	SLO V članku je predstavljena priprava funkcionaliziranih nanodelcev SiO ₂ za adsorpcijo ionov težkih kovin. S Stoberjevo metodo smo pripravili monodisperzne nanodelce SiO ₂ z ozko porazdelitvijo velikosti (85±5) nm. Pripravljene nanodelce smo površinsko modificirali s kovalentno vezavo merkaptopropilnih skupin na površino SiO ₂ nanodelcev. Uspešnost vezave merkapto skupin na površino SiO ₂ delcev smo potrdili z TEM/EDXS in FTIR analizami. Končni rezultati adsorpcije kažejo izrazito afiniteto merkaptofunkcionaliziranih SiO ₂ delcev do ionov težkih kovin v naslednjem zaporedju Hg ²⁺ (99.9%) > Pb ²⁺ (55.9%) > Cd ²⁺ (50.2%) > Zn ²⁺ (4%). ANG Article presents a novel systematic approach to the fabrication of highly functionalized SiO ₂ nanoparticles used for the adsorption of heavy-metal ions. Almost monodispersed silica (SiO ₂) nanoparticles with narrow particle size distributions of around 85 ± 5 nm were formed using the Stöber process. The prepared SiO ₂ nanoparticles were successfully surface-treated by the covalent attachment of mercaptopropyl groups onto the surfaces of the SiO ₂ nanoparticles. A FTIR spectra and TEM/EDXS analysis confirmed the binding of the mercaptosilane molecules. The final results for the heavy-metal adsorption showed the strongest affinity within the following sequence Hg ²⁺ (99.9%) > Pb ²⁺ (55.9%) > Cd ²⁺ (50.2%) > Zn ²⁺ (4%).
	Objavljeno v	American Ceramic Society; International journal of applied ceramic technology; 2013; str. 1-12; Impact Factor: 1.153; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.768; A': 1; WoS: PK; Avtorji /

		Authors: Košak Aljoša, Lobnik Aleksandra, Bauman Maja	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	17107990	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Fotokromni organski nanodelci
		<i>ANG</i>	Organic nanoparticulate photochromes
	Opis	<i>SLO</i>	Fotokromna organska barvila se na široko uporabljajo v materialih za optično shranjevanje podatkov, kot fotonska stikala, spominske kartice, senzorji ali aktuatorji. Velik napredek je bil dosežen z vgradnjo fotokromnih barvil v organske nanodelce s pomočjo samo-sestavljanja, s kovalentno vezavo ali kot disperzija barvila v polimer. Namen preglednega članka je prikazati načine priprave organskih nanodelcev s fotokromnimi barvili in njihovih tipičnih lastnosti.
		<i>ANG</i>	Photochromic organic dyes can be widely used in materials for optically rewritable data storage, photonic switches, memories, sensors, or actuators. In recent years photochromic materials based on nanoparticles became particularly focused, since they can be dispersed in colloidal aqueous suspensions or incorporated in thin films, avoiding problems of light scattering or shallow light penetration in bulk materials. Spiropyrans, spirooxazines and diarylethenes were by far the most researched photochromes in nanoparticulate systems. Great effort was made to investigate photochromic dyes incorporated into organic nanoparticles via self-assembly strategies, covalent linkage or dispersion of the molecular species in polymers (doping). Nanoparticles composed of solely photochromic dyes were prepared by laser ablation and reprecipitation techniques. Photochromic dyes were microencapsulated by self-assembly, soap free-, emulsion/ microemulsion/miniemulsion or free radical- (co)polymerization. Sol-gel processing from silane precursors to poly(organo)siloxane matrix is a common method to synthesize doped or core-shell photochromic organogels. Colored forms of some photochromes display fluorescence; however, a more effective strategy for fluorescence modulation with photochromic molecules is integrating them, covalently or noncovalently, with a separate fluorophore in the same nanoparticles. These photoresponsive nanoparticles may find applications particularly in biological fields such as cell labelling and bioimaging. The purpose of this review is to summarize the preparation methods of organic nanoparticles containing photochromic dyes and to investigate their typical properties derived from their nanoparticulate character.
	Objavljeno v	Bentham Science Publishers; Current organic chemistry; 2013; Vol. 17, no. 16; str. 1771-1789; Impact Factor: 3.039;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.608; A': 1; WoS: EE; Avtorji / Authors: Feczko Tivadar, Vončina Bojana	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	16217878	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Funkcionalno strukturiranje biopolimernih tankih slojev s pomočjo encimov in litografske tehnike
		<i>ANG</i>	Functional patterning of biopolymer thin films using enzymes and lithographic methods
			Razviti sta litografski tehniki za strukturiranje bio-polimernih filmov izdelanih iz trimetilsilil celuloze (TMSC) z metodo »spin-coating« in naknadno regeneracijo s hlapi klorovodikove kisline. Prva metoda temelji na uporabi mikrostrukturiranih elastomernih kalupov za strukturiranje nanometrskih filmov. Mikro-kanali kalupa so napolnjeni z celulazo na osnovi kapilarnega vleka. Področja, ki so izpostavljena delovanju raztopine encima so hidrolizirana, medtem ko so področja

Opis	SLO	<p>prekrita s kalupom zaščiten pred delovanjem encima. Druga metoda temelji na strukturirani kemijski regeneraciji nanometrskih hidrofobnih TMSC filmov z delno zaščito TMSC površine pred kislinsko obdelavo s posebnimi kovinskimi maskami; na tak način lahko oblikujemo hidrofilno celulozno površino, ki je obdana s hidrofobno TMSC. Obe površini se razlikujeta v fizikalno-kemijskih lastnostih. Razviti metodi služita za učinkovito pripravo mikro-strukturnih biopolimernih filmov, primernih za nadaljnjo funkcionalizacijo in biomedicinske aplikacije.</p>	
	ANG	<p>Two different lithographic techniques for the patterning of thin biopolymer films are developed. The first method is based on using a microstructured elastomeric mold for the structuring of thin films of regenerated cellulose. The thin films are manufactured by spin-coating of trimethylsilyl cellulose (TMSC) and subsequent regeneration. The microchannels formed by the mold and the cellulose film are filled with a cellulase solution by capillary action. In the areas exposed to the enzyme solution, the cellulose film is digested, whereas the area in contact with the mold is protected from the enzymatic activity. Optical thickness measurements, atomic force microscopy and fluorescent staining confirm a successful patterning of cellulose on several substrates by this method. The second method is based on the structured regeneration of thin TMSC films. TMSC surfaces are protected with metal masks and exposed to vapors of hydrochloric acid. These treatments result in hydrophilic cellulose structures surrounded by hydrophobic TMSC with differing physicochemical properties. Treatments of the obtained structures with cellulases allow the selective removal of pure cellulose, whereas a TMSC pattern remains on the surface. These TMSC can be regenerated back to pure cellulose by treatments with vapors of hydrochloric acid. The developed methods allow the effective fabrication of micropatterned biopolymer thin films suitable for further functionalization and application in, e.g., bioanalytical devices. This is shown by the immobilization and detection of single-stranded DNA on structured cellulose surfaces. Owing to the versatility of both patterning approaches the methods can be further extended to other combinations of substrates and enzymes.</p>	
	Objavljeno v	<p>Wiley Interscience; Advanced functional materials; 2013; Vol. 23, iss. 3; str. 308-315; Impact Factor: 9.765; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; A": 1; A': 1; WoS: DY, EI, NS, PM, UB, UK; Avtorji / Authors: Kargl Rupert, Mohan Tamilselvan, Köstler Stefan, Spirk Stefan, Doliška Aleš, Stana-Kleinschek Karin, Ribitsch Volker</p>	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
5.	COBISS ID	16816150	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Vpliv magnetne obdelave vod na lastnosti tekstilije
		ANG	Influence of magnetic water treatment on fabrics' characteristics
		SLO	<p>Raziskan je bil vpliv sistema permanentnih magnetov na lastnosti tekstilij v procesu pranja. Izvedeni so bili štiri nizi po 25 ciklov pranj standardnih belih bombažnih tekstilij. V prvem nizu so bile prane tekstilije v vodi brez pralnega sredstva, v drugem nizu je bilo pralni kopeli dodano pralno sredstvo IEC, v tretjem je bila uporabljena magnetno obdelana pralna voda, kateri je bilo v zadnjem nizu pranj dodano še pralno sredstvo IEC. Ugotovljeno je bilo, da magnetna obdelava pralne vode vpliva na izločanje vodnega kamna in pralni učinek, ki se odraža v dvigu stopnje beline prane bombažne tekstilije.</p>
		<p>A system of permanent magnets, similar to those used for scale prevention during water processing, was tested as an alternative to induce some improvements during the textile laundering procedure. In this comparative study, four sets of 25 runs of standard laundering were</p>	

	ANG	performed on white cotton under repeatable conditions: a set washed only with tap water, then with added standard IEC detergent, a set with magnetically treated water without the detergent, and then a set in a combination of both. Samples were analyzed on texture morphology by scanning electron microscopy, mineral fouling by X-ray diffractometry, and fabric characteristics, as prescribed by the standard procedure for the laundering effects' evaluation, i.e. dimensional change, breaking-strength, incineration residue, and color characteristics. It was indicated that magnetic water treatment modified the detergency and the mineral fouling, resulting in increased whiteness of cotton. It also slightly increased the reduction in the breaking strength, but this was still inside the standard quality requirements.
Objavljeno v		Elsevier; Journal of cleaner production; 2013; Vol. 52; str. 374-379; Impact Factor: 3.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.077; A': 1; WoS: IH, JA; Avtorji / Authors: Črepinšek-Lipuš Lucija, Ačko Bojan, Neral Branko
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

5. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni dosežki programske skupine (*Most important socio-economic achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)	
1.	COBISS ID	14514966 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Celulozna vlakna, funkcionalizirana s hitozanom: karakterizacija in uporaba ANG Cellulose fibres functionalised by chitosan
	Opis	SLO Protimikrobna aktivnost hitozana je posledica njegovih amino skupin, ki v razredčenih kislinah oblikujejo amonijeve soli. Manipulacija strategij vezave hitozana na celulozne površine, kot sta: 1) nepermanentna vezava, ki dovoljuje sproščanje bioaktivne substance z vlaken in 2) permanentna vezava, ki omogoča obstojne protimikrobne učinke vlaknatih površin, določajo uporabnost takšnih površin/izdelkov. Uspešna permanentna vezava preko večjih količinaminskih skupin, zahteva določeno količino sidrskih mest na površini substrata, kar znižuje količino aktivnih prostihaminskih skupin in tako znižuje protimikrobni učinek površine. V smislu doseganja zadovoljivih učinkov je izredno pomembna optimizacija obstojnosti obdelave, mehanskih lastnosti materiala in število prostihaminskih skupin na površini materiala. ANG The antimicrobial activity of chitosan is assigned to its amino groups, which in diluted acids form ammonium salts. The manipulation of chitosan's binding strategies onto cellulose surfaces i.e.: (i) reversible binding – which enables the release of a bioactive substance from a fibre's surface and, (ii) irreversible binding resulting in the permanent bioactivity of a fibrous (textile) surface, determines the applicabilities of such surfaces. Successful permanent chitosan binding with a large number of accessible amino groups requires a certain amount of anchoring sites on the fibrous substrate. However, interactions with the anchoring groups lower the free amino groups' amount and as such decreases the surface antimicrobial activity of the treated fibres. In order to achieve satisfactory results, it is extremely important to balance between treatment resistance, materials' mechanical properties, and the number of free amino groups in/on the treated material.
	Šifra	B.06 Drugo

	Objavljeno v	Sciyo; Biopolymers; 2010; Str. [181]-200; Avtorji / Authors: Strnad Simona, Šauperl Olivera, Fras Zemljič Lidija	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
2.	COBISS ID	16975638	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optični senzorji za obrambne namene na osnovi nanomaterialov
		ANG	Nanomaterial-based optical sensors for defence applications
	Opis	SLO	Občutljivo in selektivno zaznavanje bojnih nevarnosti je zelo pomembno za vojaško kot tudi za državno varnost. Članek obravnava pregled uporabe optičnih kemijskih senzorjev, ki temeljijo na nanomaterialih, v obrambnih aplikacijah. Poudarek je na zaznavanju eksplozivov (EXP) in kemičnih bojnih strupov (CWA). Naveden je pregled principov, ki se uporabljajo v optičnih nano-senzorjih za zaznavanje EXP in CWA, in dela, ki so bila objavljena v zadnjem času na to temo. Še vedno ni razvitega optičnega nano-senzorja, ki hkrati obeta hitrost, selektivnost in občutljivost.
		ANG	The sensitive and selective detection of warfare threats is very important for military as well as for homeland security. This article gives a brief overview on the use of optical chemical sensors and probes based on nanomaterials for defence applications. The emphasis is on the detection of explosives (EXPs) and chemical warfare agents (CWAs). The detection transduction schemes that are used in optical nanosensors for EXPs and CWAs are overviewed and recently published works are described. However, there is still not a single nano-based sensor that promises a combination of speed, selectivity and sensitivity.
	Šifra	B.06 Drugo	
	Objavljeno v	Studium Press LLC; Nanotechnology; 2013; Str. 55-92; Avtorji / Authors: Turel Matejka, Viltušnik Branka, Korent Urek Špela, Lobnik Aleksandra	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
3.	COBISS ID	14770966	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Voda v tekstilni industriji
		ANG	Water in the textile industry
	Opis	SLO	Tekstilna industrija z zelo raznoliko proizvodnjo velja za velikega porabnika vode in kemikalij. Okoljski problemi te industrijske panoge so v glavnem povezani z odpadno vodo. Glede na vse bolj naraščajočo krizo povezano z zalogami vodnih virov postaja področje čiščenja in ponovne uporabe vode velikega pomena tudi v tekstilni industriji. V poglavju so kritično predstavljene značilnosti tekstilnega sektorja, od vhodnih surovin do opisa posameznih tekstilnih procesov ter karakteristik nastalih odpadnih tokov. Predstavljene so možne tehnologije čiščenja tekstilnih odpadnih vod in možnosti njenega recikliranja.
		ANG	The textile industry is very diverse, heterogeneous, and characterized by high consumption of water, fuel, and chemicals. Environmental problems are mainly associated with wastewater. With regard to globalization and scarcity of water, wastewater treatment and recycling possibilities in the textile industry are of the highest importance. In this chapter, raw materials and processes used in textile industry are briefly discussed, with special attention given to characteristics of textile water supply and wastewater produced from different process steps. The general characteristics of textile wastewater and wastewater-treatment technologies are described and reuse possibilities are discussed.
	Šifra	B.06 Drugo	

	Objavljeno v	Elsevier Science; Treatise on water science; 2011; Vol. 4; str. 685-706; Avtorji / Authors: Volmajer Valh Julija, Majcen Le Marechal Alenka, Vajnhandl Simona, Jerič Tina, Šimon Ernest	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
4.	COBISS ID	17654038	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Polisaharidni napredni materiali
		ANG	Advanced materials from polysaccharides
	Opis	SLO	Polisaharidi se uporabljajo za pripravo naprednih materialov kot so funkcionalne medicinske obloge, biokompatibilni nanosi, funkcionalni nano delci in tanki sloji. Za razvoj večine od omenjenih materialov oz. nanosov in modelnih struktur je poznavanje pojavov na mejnih površinah oz. karakterizacija površinskih lastnosti izjemnega pomena. Pomembno je razumevanje: omakanja, adsorpcije, adhezije, površinske morfologije, strukture itd. Modelni celulozni filmi/sloji se uporabljajo za študij in razumevanje pojavov na mejnih površinah. Zaradi njihove sestave in morfologije lahko za njihovo analizo uporabljamo sodobne površinske analize tehnike kot so QCM, XPS itd. Lahko se strukturirajo in služijo kot funkcionalni sloji uporabni kot biosenzorji za detekcijo DNA in proteinov. Biološka aktivnost različno nabitih polisaharidov lahko služi za sintezo različnih funkcionalnih nano delcev, kot so Ag ND oplašeni s polisaharidi, ki kažejo izvrstne protimikrobne in antikoagulativne lastnosti. Razvoj visokozmogljivih medicinskih oblog, ki so protimikrobne, super hidrofilne in vsebujejo različne analgetike in anestetike zahteva kombinacijo bazičnih in aplikativnih raziskav, ki vodijo do inovativnih materialov proizvedenih iz biopolimerov. Uvodno predavanje zajema prezentacijo raziskovalnih dosežkov na omenjenih področjih.
		ANG	Owing to their abundance polysaccharides (PS) have a huge potential to be applied in advanced applications such as functional wound dressings and textiles, biocompatible coatings, patterned thin films or nanoparticles. For many of these functions surface properties and the interactions at the PS/material interface are crucial. By having a detailed understanding of wetting, adsorption, adhesion, surface morphology and internal structure, PS materials and coatings with desired properties can be created. Spin-coated thin films of polysaccharides are one platform that can be used to elucidate these surface phenomena. Besides their defined composition and morphology they can be characterized with, and employed in, modern surface analytical methods such as a quartz-crystal microbalance and X-ray photoelectron spectroscopy. These films can further be lithographically structured and serve as a basis for functional layers in optical sensors for the detection of DNA and proteins. The biological efficacy of many charged polysaccharides can also be exploited in the coating of metal (nano-) particles. This is demonstrated by the antimicrobial and anticoagulant properties of PS coated nano-silver. Highly functional wound dressings that are antimicrobial, super-absorbing and analgesic are another example where basic and applied know-how on PS materials are leading to innovative products. In this presentation an overview on the current achievements in these fields of research will be given.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
	Objavljeno v	Asian Polymer Association (A.P.A); APA International Conference on Polymers : Vision & Innovations, APA-2014, February 19-21, 2014, New Delhi, India; 2014; Str. [1]; Avtorji / Authors: Stana-Kleinschek Karin, Mohan Tamilselvan, Spirk Stefan, Maver Tina, Maver Uroš, Peršin Zdenka, Ribitsch Volker, Kargl Rupert	
	Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljeno predavanje)	

5.	COBISS ID	16655382	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Protimikrobni celulozni material in postopek njegove izdelave	
		<i>ANG</i> Antimicrobial cellulose material and process of its production	
	Opis	<i>SLO</i> Predmet patenta je razvoj nove metode za izdelavo protimikrobnih materialov iz naravnih in umetnih celuloznih vlaken z in situ sintezo srebrnih nano delcev na površini in v notranjosti vlaknatih substratov. Prvo fazo postopka predstavlja alkalna obdelava vlaken, ki povzroči njihovo nabrekanje ter posledično formacijo delcev tako na površini kot v notranjosti vlaken. Alkalna obdelovalna kopel je tudi vir dodatnih reducirajočih hidroksilnih ionov v notranjosti vlaken, ki so potrebni za sintezo nano delcev srebra. V drugi fazi postopka poteče impregnacija nabreklih vlaken v raztopini srebrovega prekursorja; v tretji, zadnji fazi, pa nevtralizacija, izpiranje in sušenje obdelanega vlaknatega materiala. Vlakna, oplaščena s srebrnimi delci na opisan način, izkazujejo izvrstne protimikrobne lastnosti tudi po več pralnih ciklih. Opisana metoda izboljša tudi omakanje oplaščenih vlaken. Formirani delci enakomerno pokrivajo površino vlaken, brez nastalih aglomeratov. Postopek je zaradi preproste in cenovno ugodne izvedbe ter okoljske sprejemljivosti primeren za industrijsko proizvodnjo in ga je mogoče integrirati v že obstoječe predelovalne postopke celuloznih materialov.	
		<i>ANG</i> Subject of the invention is a method for fabrication of antimicrobial materials from natural and synthetic cellulose materials via in situ synthesis of silver nano-particles on the surface and in the interior of fibrous substrates. First phase in the process is treatment of the fibrous substrate in an alkaline solution, which has several effects in the procedure. Alkaline treatment causes swelling of the cellulose substrate, resulting in particle formation not only on the surface but in the interior of material, as well. Alkali solution also act as a source of additional reducing hydroxyl groups in the fibres interior, needed for the synthesis of silver nano-particles. Second phase of the procedure is impregnation of swollen cellulose substrate in the silver precursor solution. In the final, third phase of the production procedure, neutralization, rinsing and drying of treated material are carried out. Ag-coated cellulose fibrous material, prepared with the described procedure, has excellent antimicrobial properties even after several washing cycles. Treatment also results in an increased wetting ability of Ag-coated cellulose substrates. Synthesized particles are uniformly and discreetly placed on the surface of fibres. Due to the procedure being non-complicated, inexpensive and environmentally-acceptable, it is suitable for mass industrial production and straight-forward integration in already existing set-ups for processing of cellulose materials.	
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka	
	Objavljeno v	Europäisches Patentamt = European Patent Office = Office européen des brevets; 2013; [23] str.; Avtorji / Authors: Pivec Tanja, Hribernik Silvo, Ribitsch Volker, Stana-Kleinschek Karin	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	

6. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 2009 – 2014 (Completed mentorship of members of the programme group in developing personnel in the period 2009 – 2014)

6.1. Diplome (Degree examination)²

vrsta usposabljanja (Training type)	število diplom (Number of degree examination)
-------------------------------------	---

bolonjski program - I. stopnja (<i>1st cycle degree</i>)	13
bolonjski program - II. stopnja (<i>2nd cycle degree</i>)	11
univerzitetni (stari) program (<i>bachelor's degree obtained in a study course adopted in the Republic of Slovenia before 11 June 2004</i>)	35

6.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti (*M.Sc. and PhD*)⁸

Šifra raziskovalca (<i>Code number</i>)	Ime in priimek (<i>Name and surname</i>)	Mag (<i>M.Sc</i>)	Dr (<i>PhD</i>)	MR	
19099	Mojca Poberžnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
30138	Maja Bauman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25759	Darja Jaušovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27558	Silvo Hribernik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25790	Mojca Božič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27560	Špela Korent Urek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
29581	Brigita Altenbaher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25796	Nika Veronovski	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
24332	Manja Kurečič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33601	Tijana Ristić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27680	Nina Novak	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
17577	Aleš Doliška	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33769	Heike Ehmann	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33768	Tamilselvan Mohan	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Kulterer Martin	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Findenig Gerald	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Doris Breitweiser	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Selestina Georgieva	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Barbara Jeznik	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Ramona Irgolič	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Valentina Jelen	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Ksaver Meško	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Vera Vivod	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Maja Zupanc	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Petra Kralj Marhold	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Polonca Lesjak	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda (*Legend*):

Mag - Znanstveni magisterij (*Masters' Degree*)

Dr - Doktorat znanosti (*PhD*)

MR - mladi raziskovalec (*Young Researcher*)

7. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju (*Employment of young researchers after the completion of training in period 2009 - 2014*)⁹

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	Zaposlitev (Employment)
17577	Aleš Doliška	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
33601	Tijana Ristić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
19099	Mojca Poberžnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi
25759	Darja Jaušovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
27558	Silvo Hribernik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
25790	Mojca Božič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
27560	Špela Korent Urek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi
29581	Brigita Altenbaher	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
25796	Nika Veronovski	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
24332	Manja Kurečič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
27680	Nina Novak	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi

Legenda zaposlitev (Legend of Employment):

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi (Higher education and Public research institutions)

B - družbene dejavnosti (Social activities)

C - gospodarstvo (Business sector)

D - javna uprava (Public administration)

E - tujina (Abroad) **F** - brezposeln (Unemployed) **G** - drugo (Other)

8. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 2009 - 2014 (Inclusion of researchers from companies and hosting of researchers, post-doctoral participants and foreign students longer than one months - in period 2009-2014)

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Sodelovanje v programski skupini (Cooperation in programme team)	Število mesecev (Number of months)
0	Dr. Witold Stanislaw Mu:	D - podoktorand iz tujine	12
0	Luizildo Pitol Filho	D - podoktorand iz tujine	10
0	Xavier Turon Casalprim	D - podoktorand iz tujine	11
0	Diana Elena Ciolacu	D - podoktorand iz tujine	11
0	Tvadar Feczko	D - podoktorand iz tujine	5
0	Adel Muskotal	D - podoktorand iz tujine	4
0	Vasile Simulescu	D - podoktorand iz tujine	6
0	Tamiselvan Mohan	C - študent - doktorand	36
0	Taha Genko	C - študent - doktorand	12
0	Heike Ehmann	C - študent - doktorand	36

0	Cintia Salomao Pinto Cin	C - študent – doktorand	3	
0	Rupert Kargl	D - podoktorand iz tujine	12	
0	Didem Soyraç	C - študent – doktorand	3	
0	Stefan Spirk	D - podoktorand iz tujine	16	

Legenda sodelovanja v programski skupini (*Legend of Cooperation in programme team*):

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja (*Expert from company*)
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine (*Prominent researcher from abroad*)
- C** - študent – doktorand iz tujine (*3rd cycle degree student from abroad*)
- D** - podoktorand iz tujine (*Post-doctoral participants from abroad*)

9.1. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije v obdobju 2009 – 2014 (*Inclusion in European Union research programmes in period 2009 - 2014*)¹⁰

SLO

FP7

- Extended shelf-life biopolymers for sustainable and multifunctional food packaging solutions – NanoBarrier (Ga.N.280759; V. Kokol.
- Functional membranes/filters with anti/low-fouling surfaces for water purification through selective adsorption on biobased nanocrystals and fibrils – NanoSelect (Ga.N. 280519); V. Kokol.
- Expanding EPNOE leadership towards Food and Health related materials, and oncreasing industrial participation - EPNOE CSA (Ga.N.290486); K. Stana Kleinschek.
- Strengthening the Romanian research capacity in Multifunctional Polymeric Materials – STREAM (Ga.N.264115); K. Stana Kleinschek.
- Micro- and Nanostructured Polysaccharide Interfaces - Poly Inter Faces (Ga.N. 331600); K. Stana Kleinschek.
- Improved LCO2 cleaning for pliable (textile and leathers) and hard surfaces (medical devices, implants and fine metal parts) – Accept (Ga. N. 222051); S. Šostar Turk.
- Sustainable Water Use in Chemical, Food, Paper and Textiles Industry, Fit-for-Use – Aquifit4use (Ga.N. 211534); A. Majcen Le Marechal.
- Surface functionalization of cellulose matrices using coatings of functionalised polysaccharides with embedded nanoparticles – Surfucell (Ga.N. 214653); K. Stana Kleinschek.
- Shaping and Transformation in the Engineering of Polysaccharides – Step (Ga.N. 214015); K. Stana Kleinschek.

FP6

- Development of smart polymer surfaces; Polysurf; (MTKD-CT-2005-029540); V. Kokol.
- Polysaccharides; Network of Excellence "Polysaccharides"; EPNOE (NMP3-CT-2005-500375); K. Stana Kleinschek.

ERASMUS MUNDUS EUPHRATES

- EU promotion of health through research, applied technology, education and science in India (Erasmus Mundus (EMA2)-2013-2540/001-001-EM-EUPHRATES); V. Kokol.

ANG

FP7

- Extended shelf-life biopolymers for sustainable and multifunctional food packaging solutions – NanoBarrier (Ga.N.280759; V. Kokol.
- Functional membranes/filters with anti/low-fouling surfaces for water purification through selective adsorption on biobased nanocrystals and fibrils – NanoSelect (Ga.N. 280519); V. Kokol.
- Expanding EPNOE leadership towards Food and Health related materials, and oncreasing industrial participation - EPNOE CSA (Ga.N.290486); K. Stana Kleinschek.
- Strengthening the Romanian research capacity in Multifunctional Polymeric Materials – STREAM (Ga.N.264115); K. Stana Kleinschek.

Micro-and Nanostructured Polysaccharide Interfaces - Poly Inter Faces (Ga.N. 331600); K. Stana Kleinschek.

Improved LCO2 cleaning for pliable (textile and leathers) and hard surfaces (medical devices, implants and fine metal parts) – Accept (Ga. N. 222051); S. Šostar Turk.

Sustainable Water Use in Chemical, Food, Paper and Textiles Industry, Fit-for-Use – Aquifit4use (Ga.N. 211534); A. Majcen Le Marechal.

Surface functionalization of cellulose matrices using coatings of functionalised polysaccharides with embedded nano-particles – Surfucell (Ga.N. 214653); K. Stana Kleinschek.

Shaping and Transformation in the Engineering of Polysaccharides – Step (Ga.N. 214015); K. Stana Kleinschek.

FP6

Development of smart polymer surfaces; Polysurf; (MTKD-CT-2005-029540); V. Kokol. Polysaccharides; Network of Excellence "Polysaccharides"; EPNOE (NMP3-CT-2005-500375); K. Stana Kleinschek.

ERASMUS MUNDUS EUPHRATES

EU promotion of health through research, applied technology, education and science in India (Erasmus Mundus (EMA2)-2013-2540/001-001-EM-EUPHRATES); V. Kokol.

9.2. Vključevanje v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 2009 – 2014 *(Inclusion in other international research and development programmes and other international cooperation in period 2009 - 2014)*¹¹

SLO

MNT ERA- NET

Nano-PolySaccharide containing Scaffolds with Controlled porosity and degradability; nPOSSCOG (3211-12-000022); V. Kokol.

Smart wound dressing with integrated optical pH sensors for better healing of infected wounds; WoundSens (3211-12-000023); K. Stana Kleinschek.

MATERA PLUS; Targeting of material's antimicrobial activity by newly engineered peptides; Antimicrob peptides (3211-10-000369); V.Kokol.

Targeting antimicrobial activity via micro/nano-structured surfaces for civil application; Tabana (3211-10-000458); V. Kokol.

Vascular Graft Interfaces; Vagrint (3211-07-000024); K. Stana Kleinschek.

Nanostructured functional and active textiles for well-being; Nanowell (3211-08-000026); V. Kokol.

COST

Eropean Network on Smart Inorganic Polymers –SIPs; (COST Action CM1302); K. Stana Kleinschek.

Sustainable flame retardancy for textiles and related materials based on nanoparticles substituting conventional chemicals - Flaretex (MP1105); B. Vončina.

Molecular structure-performance relationships at the surface of functional materials (3311-07-837002); K. Stana Kleinschek.

High-Energy Micro-Environments Applications in Textiles (D32/001/05); A. Majcen Le Marechal.

EUREKA

Nano-functionalised tampons for gynaecological use: Nanofuntampons (E!5852); L. Fras Zemljič.

Sustainable Materials and Products from Poultry Feather Wastes; FeVal (E!5851); S. Strnad.

Development of bioactive packaging; Biopacking (E!4952); L. Fras Zemljič.

Advanced technologies in landfill leachate management – Leachate TECH (E!4206); A. Lobnik.

Combination of constructed Wetland and upgraded AOP reactor for the wastewater treatment in textile finishing industr - TT4TXT (E!4477); A. Majcen Le Marechal.

Biodegradation of polymeric substrates; Biopols (E!3654); V. Kokol.

BILATERALNI PROJEKTI:

Priprava okolju in človeku prijaznih tekstilnih materialov obdelanih s sredstvi proti

mčesu (SLO–Argentina; BI-AR/12-14-011); B. Vončina.
 Protimikrobna funkcionalizacija celuloznih materialov (SLO-Finska; BI-FI/11-12-017); L. Fras Zemljič.
 Spremembe molekularnih in reoloških lastnosti barvnih gošč po postopku recikliranja (SLO–Italija; BI-IT/05-08-015); S. Šostar Turk.
 Uporaba ekološko prijaznih tehnologij v procesiranju naravnih vlaknotvornih polimerov (SLO–Italija; BI-IT/05-08-016); V. Kokol.
 Razbarvanje odpadnih vod iz tekstilne industrije s pomočjo naprednih oksidacijskih postopkov (SLO–Italija; BI-IT/05-08-018); A. Majcen Le Marechal.
 Izboljšanje okoljskih kazalcev z uporabo biotehnologije pri plemenitenju tekstilij (SLO-Romunija; BI-RO/12-13-008); D. Fakin.
 Nano-Optični biosenzor za detekcijo organofosfatov (SLO– Rusija; BI-RU/10-11-017); A. Lobnik.
 Razvoj tehnologije za zaprti krog recikliranja potrošniških in industrijskih tekstilnih poliestrskih odpadkov (SLO- Združene države Amerike; BI-US/12-13-037); A. Majcen Le Marechal.

ANG

**MNT ERA-
NET**

Nano-PolySaccharide containing Scaffolds with Controlled porosity and degradability; nPOSSCOG (3211-12-000022); V. Kokol.
 Smart wound dressing with integrated optical pH sensors for better healing of infected wounds; WoundSens (3211-12-000023); K. Stana Kleinschek.
 MATERA PLUS; Targeting of material's antimicrobial activity by newly engineered peptides; Antimicrob peptides (3211-10-000369); V.Kokol.
 Targeting antimicrobial activity via micro/nano-structured surfaces for civil application; Tabana (3211-10-000458); V. Kokol.
 Vascular Graft Interfaces; Vagrint (3211-07-000024); K. Stana Kleinschek.
 Nanostructured functional and active textiles for well-being; Nanowell (3211-08-000026); V. Kokol.

COST

Eropean Network on Smart Inorganic Polymers –SIPs; (COST Action CM1302); K. Stana Kleinschek.
 Sustainable flame retardancy for textiles and related materials based on nanoparticles substituting conventional chemicals - Flaretex (MP1105); B. Vončina.
 Molecular structure-performance relationships at the surface of functional materials (3311-07-837002); K. Stana Kleinschek.
 High-Energy Micro-Environments Applications in Textiles (D32/001/05); A. Majcen Le Marechal.

EUREKA

Nano-functionalised tampons for gynaecological use: Nanofuntampons (E!5852); L. Fras Zemljič.
 Sustainable Materials and Products from Poultry Feather Wastes; FeVal (E!5851); S. Strnad.
 Development of bioactive packaging; Biopacking (E!4952); L. Fras Zemljič.
 Advanced technologies in landfill leachate management – Leachate TECH (E!4206); A. Lobnik.
 Combination of constructed Wetland and upgraded AOP reactor for the wastewater treatment in textile finishing industr - TT4TXT (E!4477); A. Majcen Le Marechal.
 Biodegradation of polymeric substrates; Biopols (E!3654); V. Kokol.

BILATERAL PROJECTS:

Preparation of environmental and human friendly insect repellent textile materials (SLO–Argentina; BI-AR/12-14-011); B. Vončina.
 Antimicrobial functionalization of cellulose material (SLO-Finland; BI-FI/11-12-017); L. Fras Zemljič.
 Modification of rheological and molecular properties of recycled polysaccharide printing pastes (SLO–Italy; BI-IT/05-08-015); S. Šostar Turk.
 Application of environmentally-friendly tools in processing of natural fibre forming polymers (SLO– Italy; BI-IT/05-08-016); V. Kokol.

Decolouration of Wastewater from Textile Mills by Means of Advanced Oxidation Processes (SLO– Italy; BI-IT/05-08-018); A. Majcen Le Marechal.
 Improving the environmental indicators using biotechnologies in textile processing (SLO-Romania; BI-RO/12-13-008); D. Fakin.
 Nano-optical biosensor for organophosphate detection (SLO– Russia; BI-RU/10-11-017); A. Lobnik.
 Development of Technology for Closed Loop Recycling of Textile/Polyester Post Consumer and Post Industrial Waste (SLO- United states of America ; BI-US/12-13-037); A. Majcen Le Marechal.

10.1. Vključenost v projekte za uporabnike izven financiranja ARRS in izkazane povezave z industrijo oziroma družbenimi in kulturnimi dejavnostmi v obdobju 2009 - 2014 (*Inclusion in projects for users not funded by the ARRS and proven relations with businesses or publicly-provided services in period 2009 - 2014*)¹²

SLO

- Površinska karakterizacija viskoznih vlaken; Kelheim Fibres GmbH, Nemčija, Karin Stana Kleinschek
- Površinska karakterizacija regeneriranih vlaken, Lenzing AG, Avstrija, Karin Stana Kleinschek
- Energija iz odpadkov-EIO (RIP 09/43/44); Priprava prototipa fluorescentnega visoko temperaturnega senzorja, ki je v fazi patentiranja. Program je delno financiran s strani EU-Evropskega regionalnega razvoja in Slovenske tehnološke agencije; A. Lobnik
- Sodelovanje pri kreiranju barv in predpisov refleksijskih vrednosti za barve kamuflažnih materialov; Ministrstvo za obrambo; D. Fakin
- Določanje barvnih vrednosti sukancev; Ministrstvo za notranje zadeve; D. Fakin
- Sodelovanje pri določanju barvnih vrednosti za potrebe tekoče proizvodnje; Albin Promotion d.o.o.; D. Fakin
- P-214/12-IIMO-2040, Raziskovalno sodelovanje na področju učinkovite rabe energije, Gorenje d.d., B. Neral
- NATO – SfP 984398; Removal of heavy metals and radionuclides from water using ceramic and polymer membranes, Aleksandra Lobnik
- Karakterizacija površinskih lastnosti modelnih filmov pripravljenih iz papirne celuloze; Mondi, Avstrija, K. Stana Kleinschek; S. Hribnik
- Karakterizacija poroznih materialov, Swaty; Karin Stana Kleinschek,
- Analiza površinskih lastnosti visoko funkcionalnih prej za uporabo v medicinske namene, Predilnica Litija; K. Stana Kleinschek, M. Kurečič
- Delovna obleka in službena oblačila, Tehnična specifikacija za Pošto Slovenije d.o.o. Maribor; O. Šauperl
- Oblačila za osebje ljubljanskih parkirišč in tržnice, Tehnična specifikacija za LPT d.o.o. Ljubljana; O. Šauperl
- Osebna varovalna oprema, Tehnična specifikacija za Ljubljanski potniški promet d.o.o. Ljubljana; O. Šauperl

ANG

- Surface characterisation of viskose fibres, Kelheim Fibres GmbH, Nemčija, Karin Stana Kleinschek
- Surface characterisation of regenerated fibres, Lenzing AG, Avstrija, Karin Stana Kleinschek
- Energy from EIO-waste (RIP 09/43/44); Preparation of fluorescent high temperature sensor prototype, in phase of patenting. Program is supported by EU regional development and Slovenian technology agency; A. Lobnik
- Participation in definition of colours and reflexion values for camouflage materials; Ministry of defence; D. Fakin
- Determination of colours of sewing threads; Ministry of internal affairs; D. Fakin
- Participation in determination of colour values for the needs of current production; Albin Promotion d.o.o.; D. Fakin
- P-214/12-IIMO-2040, Research cooperation on efficient use of energy; Gorenje d.d., B. Neral
- NATO – SfP 984398; Removal of heavy metals and radionuclides from water using ceramic and polymer membranes, Aleksandra Lobnik

- Characterization of surface properties of model films prepared from paper pulp; Mondri, Avstrija, K. Stana Kleinschek; S. Hribernik
- Characterization of porous materials; Swaty; Karin Stana Kleinschek
- Analysis of the surface properties of a high functional yarn for use in medicine; K. Stana Kleinschek, M. Kurečič
- Working clothes and professional attire, Technical specification for Pošta Slovenije d.o.o. Maribor; O. Šauperl
- Clothes for staff of Ljubljana car parks and markets, Technical specification for LPT d.o.o. Ljubljana; O. Šauperl
- Personal protective equipment, Technical specification for LPT d.o.o. Ljubljana; O. Šauperl

10.2. Avtorstvo/soavtorstvo patentov, standardov, licenc, novih proizvodov, tehnologij in tehnoloških rešitev, inovacij v obdobju 2009 - 2014 ((Co)author of patents, standards, licences, new products, technologies and technological solutions and innovations in period 2009 - 2014)¹³

SLO

Patenti

KOŠAK, A., KRIŽAN, J., LOBNIK, A. Postopek in temperaturno odzivni fluorescentni senzorski premaz po tem postopku : patent št. 24123. [COBISS.SI-ID 17662998]

LOBNIK, A., KORENT UREK, Š. Postopek in optični kemijski senzor s sol-gel membrano za detekcijo organofosfatov : patent št. SI 23556 A. [COBISS.SI-ID 16107030]

KORENT UREK, Š. , LOBNIK, A. Postopek in Si[_{sub}]O₂ nanosenzor za določevanje organofosfornih spojin : patent št. SI 23557 A. [COBISS.SI-ID 16107286]

KOŠAK, A., BAUMAN, M., LOBNIK, A. Postopek površinske obdelave tankoslojnih kompozitnih (TFC) membran s tetraalkoksisilani za zadrževanje ionov težkih kovin pri postopkih filtracije odpadnih voda : patent št. SI 23535 A. [COBISS.SI-ID 16106774]

BAUMAN, M., KOŠAK, A., LOBNIK, A. Postopek površinske obdelave tankoslojnih kompozitnih (TFC) nanofiltracijskih membran s funkcionalnimi alkoksisilani z odstranjevanje ionov težkih kovin pri postopkih filtracije odpadnih voda : patent št. SI 23534 A. [COBISS.SI-ID 16106518]

OJSTRŠEK, A., ROŠ, M., LOBNIK, A., FAKIN, D., SAMEC, N. Postopek čiščenja tekstilnih barvalnih odpadnih vod s kombinacijo naravnih nosilcev biomase v biofiltru : patent št. SI22584 (A). [COBISS.SI-ID 11844118]

CORTEZ, J., FATARELLA, E., NESTI, S., KOKOL, V., SCHROEDER, M. Process for functionalising polymer materials and functionalised polymer materials so obtained : WO patent, 2009/019567 A2. [COBISS.SI-ID 12466966]

BOŽIČ, M., GÜBITZ, G. M., KOKOL, V. Postopek ponovne uporabe encimsko redukcijske kopeli za barvanje bombažnih tekstilnih materialov z indigo barvilom : patent št. 22867. [COBISS.SI-ID 14351382]

BOŽIČ, M., GÜBITZ, G. M., KOKOL, V. Postopek barvanja poliamidnih tekstilnih materialov z encimsko reduciranim indigom : patent št. SI 22629. [COBISS.SI-ID 11811606]

FAKIN, D., OJSTRŠEK, A., BOŽIČ, M. Doseganje UPF lastnosti materialov z ekstraktom rdečega bora : patent št. 23903. [COBISS.SI-ID 16885270]

OJSTRŠEK, A., FAKIN, D. Kombiniran biofilter za čiščenje obarvanih tekstilnih odpadnih vod : patent št. 23901. [COBISS.SI-ID 16885526]

FAKIN, D., MAJCEN LE MARECHAL, A., OJSTRŠEK, A. Metoda beljenja različno predobdelanih lanenih vlaken ob souporabi energije ultrazvoka : patent št. 22587. [COBISS.SI-ID 11872790]

OJSTRŠEK, A., ROŠ, M., LOBNIK, A., FAKIN, A., SAMEC, N. Postopek čiščenja tekstilnih barvalnih odpadnih vod s kombinacijo naravnih nosilcev biomase v biofiltru : patent št. SI22584 (A). [COBISS.SI-ID 11844118]

KUREČIČ, M., SFILIGOJ-SMOLE, M., OJSTRŠEK, A., HRIBERNIK, S., STANA-KLEINSCHEK, K. Postopek izdelave nanokompozitne ultrafiltracijske membrane z vključenimi delci mineralov glin za čiščenje odpadnih vod : patent št. 24144. [COBISS.SI-ID 17640470]

HRIBERNIK, S., SFILIGOJ-SMOLE, M., VERONOVSKI, N., KUREČIČ, M., STANA-KLEINSCHEK, K., OJSTRŠEK, A. Metoda predobdelave regeneriranih celuloznih vlaken : patent št. SI 23971 A. [COBISS.SI-ID 17074966]

Patentne prijave - glej prilogo 1

ANG

KOŠAK, A., KRIŽAN, J., LOBNIK, A. The method and the temperature-responsive sensor fluorescent coating according to the procedure: patent Nr. 24123. [COBISS.SI-ID 17662998]

LOBNIK, A., KORENT UREK, Š. The method and the optical chemical sensor with a sol-gel membrane for the detection of organophosphates: patent Nr. SI 23556 A. [COBISS.SI-ID 16107030]

KORENT UREK, Š., LOBNIK, A. Procedure and Si[_{sub}]O₂ nanosensor for the determination of organophosphorus compounds: patent Nr. SI 23557 A. [COBISS.SI-ID 16107286]

KOŠAK, A., BAUMAN, M., LOBNIK, A. The method of surface treatment of thin film composite (TFC) membranes with tetraalkoxysilane for retention of heavy metal ions in the processes of waste water filtration: patent Nr. SI 23535 A. [COBISS.SI-ID 16106774]

BAUMAN, M., KOŠAK, A., LOBNIK, A. The method of surface treatment of thin film composite (TFC) nanofiltration membranes with functional alkoxysilanes for removal of heavy metal ions in the processes of waste water filtration: patent Nr. SI 23534 A. [COBISS.SI-ID 16106518]

OJSTRŠEK, A., ROŠ, M., LOBNIK, A., FAKIN, D., SAMEC, N. Textile dye-bath wastewater treatment procedure using combination of natural biomass supports in biofilter: patent Nr. SI22584 (A). [COBISS.SI-ID 11844118]

CORTEZ, J., FATARELLA, E., NESTI, S., KOKOL, V., SCHROEDER, M. Process for functionalising polymer materials and functionalised polymer materials so obtained : WO patent, 2009/019567 A2. [COBISS.SI-ID 12466966]

BOŽIČ, M., GÜBITZ, G. M., KOKOL, V. Process of indigo dyeing cellulose textile materials with re-used enzyme reduction bath: patent Nr. 22867. [COBISS.SI-ID 14351382]

BOŽIČ, M., GÜBITZ, G. M., KOKOL, V. Dyeing of polyamide-based textile fibre materials with enzyme reduced indigo: patent Nr. SI 22629. [COBISS.SI-ID 11811606]

FAKIN, D., OJSTRŠEK, A., BOŽIČ, M. Attaining UPF properties of materials by red pine extract: patent Nr. 23903. [COBISS.SI-ID 16885270]

OJSTRŠEK, A., FAKIN, D. Combined biofilter for treatment of coloured textile wastewaters: patent Nr. 23901. [COBISS.SI-ID 16885526]

FAKIN, D., MAJCEN LE MARECHAL, A., OJSTRŠEK, A. Bleaching method for differentially pre-treated flax fibres using ultrasound energy : patent Nr. 22587 . [COBISS.SI-ID 11872790]

OJSTRŠEK, A., ROŠ, M., LOBNIK, A., FAKIN, A., SAMEC, N. Method for cleaning textile dyeing wastewater using a combination of natural biomass carriers in biofilter: patent Nr. SI22584 (A). [COBISS.SI-ID 11844118]

KUREČIČ, M., SFILIGOJ-SMOLE, M., OJSTRŠEK, A., HRIBERNIK, S., STANA-KLEINSCHEK, K. Nano-composite ultrafiltration membrane with clay particles for waste-water treatment and process of its production: patent Nr. 24144. [COBISS.SI-ID 17640470]

HRIBERNIK, S., SFILIGOJ-SMOLE, M., VERONOVSKI, N., KUREČIČ, M., STANA-KLEINSCHEK, K., OJSTRŠEK, A. Pre-treatment procedures of regenerated cellulose fibres: patent Nr. SI 23971 A. [COBISS.SI-ID 17074966]

Patent applications - see attached file

11. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka se ne izpolnjuje za raziskovalne programe s področij humanističnih ved)
(Appraisal of the technological maturity of research programme results and possibilities for their implementation in practice (paragraph is not relevant for humanities)¹⁴

SLO

Za tehnološki razvoj in njihovo implementacijo v prakso so primerni predvsem tisti rezultati raziskav, ki se navezujejo na patentne prijave, ki so opisane v točki 10.2. Izpostavljamo naslednje tehnološke rezultate, ki so v fazi prenosa v prakso:

- Razvite so bile protimikrobne medicinske tekstilije, izdelane iz viskozne vlaknine, ki je modificirana s hitozanom in hitozanskimi nanodelci. Njihova uporabnost je predvsem na ginekološkem področju, kjer služi v preventivne ali kurativne namene, brez neželenih stranskih učinkov za uporabnika. Tosama d.o.o. je že izvedla prve demonstracijske poskuse izdelave tovrstnih tamponov.
- Razvili smo združen postopek barvanja in nanosa TiO₂ nano disperziji, s katerim dosežemo enakomerno obarvanje in dobre barvne obstojnosti. Barva obarvane tekstilije je nekoliko spremenjena v primerjavo z barvano brez TiO₂, vendar so vrednosti v tolerančnih mejah DE* 1,5, kar je v procesu mogoče optimirati in postopek uporabiti v praksi.
- Rezultate raziskav in optimiranja pogojev pranja sintetičnih in bombažnih tekstilij smo prenesli v razvoj gospodinjskih pralnih strojev podjetja Gorenje d.d. Znanje, pridobljeno iz raziskave, omogoča podjetju ohranjanje konkurenčnosti ter prispeva k varovanju okolja (energijska nalepka, krajši čas in nižja temperatura pranja, visok učinek nege).
- Rezultati raziskav na področju čiščenja odpadnih vod na pilotnem nivoju v tekstilnih tovarnah Svilanit in Tekstina kažejo, da je možno uporabljene tehnologije implementirati v praksi za ponovno uporabo odpadne vode v plemenitilnih procesih.
- Raziskave na področju priprave optičnih nanomaterialov za senzorske aplikacije predstavljajo temelj za izdelavo senzorskih membran, ki so osnova naprednih optičnih in visoko-temperaturnih fluorescentnih senzorskih sistemov. Ti kažejo visok tržni potencial zlasti na področju monitoringa okolja, kontrole procesov onesnaževanja, analize kvalitete hrane, obrambe in zaščite ter klinične kemije.
- Preliminarne raziskave na področju kontrolirane sinteze in površinske modifikacije magnetnih nanodelcev za odstranjevanje ionov težkih kovin iz odpadnih voda, predstavljajo dodano vrednost v razvoju novih adsorpcijskih materialov in možnost izdelave tržnih produktov, ki so pomembni predvsem z vidika zaščite okolja pred onesnaženjem s težkimi kovinami in oljnimi razlitji.

ANG

In order to ensure technological development, it is especially those research results, which are tied to patent applications (given in 10.2.), that are suitable for transfer into industrial environment. Here we highlight technological results, which are in the process of being implemented in practical applications:

- antimicrobial medical textiles, composed of viscose fibres and modified with chitosan and chitosan nano-particles were prepared. They are especially suitable in the field of gynaecology as preventive and curative device, bearing no undesirable side-effects for the user. Company Tosama d.o.o. has already carried out a pilot plant production of such tampons.
- we have developed a hybrid finishing process, which combines dyeing and deposition of TiO₂ nano dispersions, which result in more homogenous coloration and better colour fastness. Colour of the dyed textile substrate is slightly different in comparison with the one without titania, yet the values of DE* fall within the prescribed limits, which can be further optimized in the process and transferred into practice.
- results of the research and optimization of washing parameters for laundering of synthetic and cotton textiles have been implemented in the development of domestic washing machines, to be produced by company Gorenje. Knowledge,

stemming from the aforementioned research, will ensure Gorenje to retain its competitiveness and contribute to the preservation of the environment (energy label, shorter times and lower temperatures of washing, high efficiency).

- findings from the pilot scale treatment of waste waters at companies Svilanit and Tekstina show, that used technologies can be used in practice in order to reuse treated waste water.
- research in the field of optical nano-materials for sensor applications form a basis for production of sensor membranes, which serve as a platform for advanced optical and high-temperature fluorescent sensoric systems. These exhibit high commercial potential especially in the areas of environmental monitoring, pollution control, food quality analysis, defence, protection and clinical chemistry.
- preliminary research on controlled synthesis and surface modification of magnetic nano-particles for heavy metal ion removal from waste waters promise added value in the development of new adsorption materials and a possibility for manufacturing of products, which are especially important for protection against heavy metal pollution and oil spills.

12. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali (Please estimate if the results achieved under the research programme have the potential for the creation of a spin-off company? How much financial input would such a step require and what kind of infrastructure and equipment would be needed?)

možnost ustanovitve spin-off podjetja (The possibility of establishing a spin-off company)	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek (Necessary financial input)	500.000,00 evro
ocena potrebne infrastrukture in opreme (Appraisal of required infrastructure and equipment) ¹⁵	Implementacija pilotnih naprav za membranske in AOP tehnologije z ustreznimi priključki (el. tok, voda, regulacije) ter kontrolno in računalniško opremo, pH meter, konduktometer, spektrofotometer, hitri testi za določanje ionov, laboratorijski inventar, specifične kemikalije, črpalke, rezervoarji, hladilna komora, posode za hrambo vzorcev, transportni voziček

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-VP-2014/106
 Status poročila: Oddano – digitalno podpisano
 Datum oddaje poročila: 7.5.2014 9:38:10

**POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
 ZA OBDOBJE 2009 - 2014**
 (REPORT ON THE RESULTS OF THE RESEARCH PROGRAMME FOR THE PERIOD 2009 –
 2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu (General Information)

Šifra programa (Code Number)	P1-0112	
Naslov programa (Research Programme Title)	Raziskave atomov, molekul in struktur s fotoni in delci Studies of atoms, molecules and structures by photons and particles	
Vodja programa¹ (Programme leader)	11854 Matjaž Žitnik	
Obseg letnih raziskovalnih ur (Number of Research Hours per year)	v letu 2014 (In year 2014):8840	
Cenovni razred² (Price Category)	C	
Trajanje programa (Research Programme Duration)	01.2009 - 12.2014	
Izvajalci raziskovalnega programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji) (Performing Research Organisations and/or Concessionaires)	106	Institut "Jožef Stefan" Institute "Jožef Stefan"
	795	Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo University ob Maribor, Faculty of mechanical engineering
	1540	Univerza v Novi Gorici University of Nova Gorica
	1554	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS (Research Field according to ARRS Classification)	1	NARAVOSLOVJE Natural sciences and mathematics
	1.02	Fizika Physics
Raziskovalno področje po šifrantu FOS (Research Field)	1	Naravoslovne vede Natural sciences
	1.03	Fizika Physical sciences

according to FOS Classification)	
Družbeno-ekonomski cilji (Socio-economic Objectives)	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF) Natural Sciences - R&D financed from other sources than GUF

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (RESULTS AND ACHIEVEMENTS OF THE RESEARCH PROGRAMME)

2. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu (Report on research programme's implementation according to the work plan)³

SLO

Nosilna problematika raziskovalnega programa so raziskave snovi s sinhrotronsko svetlobo in ionskimi žarki. Prve izvajamo v sinhrotronskih centrih, v glavnem v Evropi, druge pa v Mikroanalitskem centru Instituta "Jožef Stefan" (IJS). V obdobju 2009-2014 so si člani programa z dobro pripravljenimi projekti v mednarodni konkurenci uspeli zagotoviti skupno okrog leto dni merilnega časa na sinhrotronih ELETTRA (Trst), ESRF (Grenoble), SOLEIL (Pariz), MAXLAB2 (Lund), HASYLAB, PETRA (Hamburg), SLS (Villingen), SSRL (Stanford) in APS (Chicago). Kot vodilna skupina smo bili udeleženi pri eksperimentalnih in teoretičnih raziskavah atomov v zunanjih poljih pri čemer smo sinhrotronsko svetlobo kombinirali z laserjem IR ali nadomestili s svetlobo laserja EUV (laser na proste elektrone Fermi). S fluorescenčno spektroskopijo v vidnem in EUV področju, z detekcijo metastabilnih atomov in z elektronsko spektroskopijo smo preučevali odziv atomov pri dvobarvnih poskusih, izvajali smo visokoločljivostne meritve Starkovih/Zemanovih izogibalšč, merili smo resonančne dvofotonske vzbuditve koreliranih dvojno vzbujenih stanj ter preučevali interferenčne efekte zaradi zamenljivosti parov fotoelektron - Augerjev elektron. Z lastnim visokoločljivostnim spektrometrom za rentgenske žarke smo gostovali na ESRF, kjer smo izvedli nekaj odmevnih meritev (separacija enoelektronskih in dvoelektronskih prispevkov k atomski absorpciji, nelinearna disperzija Ramanskega sipanja v molekulah zaradi hitre disociacije, interferenčni efekti pri fluorescenčni relaksaciji notranje vrzeli, rekonstrukcija absorpcijskega spektra pri fiksni energiji vzbujanja, Ramanski pojav pri radiativnem Augerjevem razpadu). Na sinhrotronih smo izvedli prve meritve absorpcijskih spektrov na eksperimentalno "težavnih" elementih (I, Ba, Cs, Cd), s posebej konstruiranimi absorpcijskimi celicami. Izmerili smo spektre XANES in EXAFS na najrazličnejših vzorcih (novi materiali, biološki vzorci, materiali relevantni za shranjevanje energije) in določili red kratkega dosega, ki pomembno osvetljuje mehanizme in dinamiko njihovega delovanja. Opazovali smo sklopitev disociativnega razpada kloriranih ogljikovodikov z elektronskimi prostostnimi stopnjami (fotoabsorpcija in Augerjev prehod) pri relaksaciji notranje vrzeli v atomu klora ter določili efekte nelinearnosti za različne vrste molekul. Poleg tega smo prispevali pomemben vložek pri izvedbi meritev in/ali analizah poskusov, ki so bili izvedeni v sodelovanju z drugimi raziskovalnimi skupinami, recimo pri odmevnih študijah kemijske občutljivosti pri tvorbi dvojnih vrzeli v molekulah, pri detekciji fluorescenčnega razpada tipa dva elektrona - en foton, pri katalitskih reakcijah, ki jih vključuje zunanje magnetno polje ter pri kemijsko občutljivih študijah raznih materialov z visokoločljivostno rentgensko spektroskopijo (minerali, stekla, zeoliti, prst, žveplena kislina). Z resonantno spektroskopijo smo študirali lastnosti stikov organskih molekul s kovinskimi podlagami (hitrost prenosa naboja) ter njihovo samourejanje, kar je odmevna problematika pri prizadevanjih za realizacijo pametnih sklopitev organskih plasti s substrati. Pri meritvah z ionskim mikrožarkom smo se ukvarjali predvsem z razvojem elementnega mapiranja vorcev s protoni, kjer smo v sodelovanju z Biotehniško fakulteto UL raziskovali delovanje rastlinskih hiperakumulatorjev, modifikacije v žitih pri spremembi hranil, privzem toksičnih elementov ter morfologijo rastlinskih komponent nasploh glede na vsebnost in dinamiko prenosa posameznih elementov. Pred kratkim smo uvedli tudi možnost meritev na hitro zamrznjenih rastlinskih rezinah, ki odpravlja potrebo po dodatnem sušenju vzorcev. Tovrstne meritve dopolnjujejo meritve z mikrofokusirano sinhrotronsko svetlobo, ki prav tako omogočajo elementno selektivno 2D slikanje (imaging) rezin bioloških tkiv. Pomemben del aktivnosti na pospeševalniku je bilo tudi globinsko profiliranje vodika v snoveh (ERDA, NRA), lahko tudi v odvisnosti od temperature in ob kontrolirani prisotnosti vodikove atmosfere, še posebej v materialih (volfram, ogljik), ki so relevantni pri načrtovani konstrukciji fuzijskega reaktorja. Prvi smo vpeljali konfokalno 3D tehniko, ki kombinira ionski mikrožarek s prostorsko (polikapilarno) omejeno detekcijo rentgenske svetlobe ter t. im. tehniko stereo-PIXE, s katero je moč določiti morfologijo površine iz krajevno odvisne asimetrije fluorescenčnega signala. Uvajamo novo, izjemno občutljivo tehniko MeV SIMS, pri kateri gre za zbiranje in identifikacijo ionov, ki jih površina vzorca izvrže pri obstreljevanju s fokusiranim žarkom hitrih ionov. Merili smo elementne koncentracije v aerosolih z urno ločljivostjo v notranjih prostorih (kemijski laboratorij, mehanska delavnica, telovadnica) ter preučevali kritične hitrosti vetra pri odnašanju prahu z odprtih deponij premoga, železove rude in glinice v Luki Koper. Kot del vseevropske mreže ionskih pospeševalnikov SPIRIT smo gostili tuje raziskovalne skupine, ki so prihajale s svojimi problematikami (analize geoloških vzorcev in rastlinskih tkiv, nanotoksikološke študije) in so pri raziskavah uporabljale našo ekspertizo iz krmiljenja domačih eksperimentalnih postaj. Dodali smo nov ionski izvor "multicusp", tako da sedaj s protonskim žarkom dosegamo bistveno večje svetlosti, kar je še posebej pomembno pri meritvah z mikrožarkom. Izvajali smo tudi uspešne raziskave z elektronskimi žarki (meritve porazdelitve vibracijskih stanj vodikove molekule ter enostavnih ogljikovodikov preko procesa disociativnega zajetja ter prva neposredna meritev resonantnega Augerjevega razpada pri vzbujanju z elektroni), z Moessbauerjevo spektroskopijo (Fe v baterijah, in-situ) ter z laboratorijsko rentgensko cevjo (XRF, TRXS), kjer smo preučevali elementne prstne odtise slovenskih žit in medu ter razvili prenosni sistem XRS za analize vzorcev na terenu.

The core activity of the programme is basic and applied research with the synchrotron light and ion beams. The bulk of activities is executed at European synchrotron centres and at Microanalytical center of J. Stefan Institute running the Tandem ion source. In 2009-2014 period the members of the programme managed to win altogether for a good year of the synchrotron beamtime by submitting relevant research projects that were accepted by scientific advisory committees at synchrotrons ELETTRA (Trieste), ESRF (Grenoble), SOLEIL (Paris), MAXLAB2 (Lund), HASYLAB, PETRA (Hamburg), SLS (Villingen), SSRL (Stanford) and APS (Chicago), the list of projects is appended below. As a leading partner we were engaged in theoretical and experimental investigations of noble gas atoms in external fields, combining the synchrotron probe with the laser beam or using the free electron laser emitting in the EUV energy range. With EUV, visible, electron and metastable atomic spectroscopy we have studied atomic response to two-color excitation, mapped the Stark/Zeeman avoided crossings, observed two-photon excitations of doubly excited states and investigated exchange interference effects concerning coincidence detection of electron pairs. Our high energy resolving X-ray spectrometer was attached to one of the brightest beamlines at ESRF (ID26) where we have obtained several important results (separation of multielectron excitations, nonlinear Raman dispersion due to fast molecular dissociation upon inner-shell excitation, interference effects in X-ray resonant Raman scattering, reconstruction of the edge photoabsorption spectrum from measurements at fixed photon energy below the edge, observation of the resonant Raman effect in radiative Auger decay). With specially constructed target cells we have performed the first photoabsorption measurements at core-hole ionization edges of experimentally "difficult" elements (I, Ba, Cs, Cd). We have measured XANES and EXAFS spectra of various target types (new materials, biological samples, materials relevant for energy storage) to access the local order which determines structural and dynamical properties of the material. We have observed coupling of the molecular movement (dissociation) with the electronic degrees of freedom (photoexcitation and Auger decay) in chlorohydrocarbons (PEPICO). The observed nonlinear effects were modelled by the state-of-art quantum chemistry calculations. We have actively participated in experiments prepared in collaboration with other research groups, such as important studies of increased chemical sensitivity for species submitted to single-photon two-core hole excitations, the first detection of a two-electron –one-photon emission processes, the catalytic reactions switched on by an external magnetic field, and chemically sensitive high resolution x-ray emission studies of different materials such as minerals, glasses, zeolites, soils, and sulfuric acid. With resonant Auger spectroscopy we have studied bond properties and self-organisation of organic molecules in contact with metal surfaces, a topics which concerns an important field of "clever" couplings of organic matter with the substrate. In an ion beam research we have been concerned a lot by developments of the elemental mapping for plant tissue slices with a proton microbeam (micro-PIXE). In collaboration with the Faculty for Biotechnology of University of Ljubljana we have been studying the operation of plant hyperaccumulators, modifications of wheat(s) upon changes of the input food matrix, the accumulation of toxic elements and differences in plant morphology in general with respect to the presence and concentration changes of elements in different kinds of plant tissues. We have introduced the possibility to directly measure the maps of fastly frozen tissues, the approach which preserves the tissue morphology by making the sample drying unnecessary. These measurements complement 2D tissue imaging with a microfocused synchrotron light which was performed at ELETTRA and ESRF with our own tools for spectral analysis. Important part of the ion beam related activities was hydrogen depth profiling by the elastic recoil and nuclear reaction techniques (ERDA and NRA), also as a function of sample temperature and in the presence of a controlled (hydrogen) atmosphere, especially for materials (tungsten, carbon), foreseen to be relevant in the construction of the fusion reactor. We introduced the confocal 3D imaging combining proton microprobe with spatially limited detection of X-ray emission by means of a polycapillary half-lens. We reported the Stereo-PIXE technique which allows to access the surface morphology by the measured site-specific left-right asymmetry of the X-ray emission. We are introducing a new sensitive ion-beam technique MeVSIMS where the site-specific ejection of secondary ions is observed. We have measured the elemental concentrations in aerosol samples collected with hourly time resolution in inner spaces (chemistry lab, mechanical workshop, gym) and studied critical wind velocities for release of the particulate matter (coal, iron ore, alumina) from an open air terminal (Port of Koper). As members of SPIRIT, the all-european network of ion accelerators we have hosted other (foreign) research groups with their projects concerned mostly with the analysis of geological and plant samples and with the nanotoxicology studies that have employed our experimental stations (see the appended list below). We have mounted a new ion source "multicusp" to generate a brighter proton beam. We reported successful measurements with electron beams (vibrational distribution of hydrogen and hydrocarbon molecules in equilibrium with surfaces by means of a dissociative detachment, the first direct observation of the resonant Auger decay in an electron impact experiment), and with Moessbauer spectroscopy (Fe in batteries, in-situ). With the laboratory X-ray tube we have performed XRF and TRXS measurements to determine elemental fingerprints of honey and wheat collected/growing in different regions of Slovenia and developed a portable XRF analyser.

3. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev (*Degree of research programme's implementation according to the work plan and set research objectives*)⁴

SLO

V zadnjem obdobju programskega financiranja smo v vseh programskih sklopih s prizadevnim delom realizirali ustvarjalna stremjenja in v marsičem presegli velika začetna pričakovanja. Na področju osnovnih raziskav v atomski fiziki smo začeli uporabljati laserske vire svetlobe, ki smo jih kombinirali s sinhrotronsko svetlobo, uspešno pa smo izvedli tudi enega od prvih poskusov z energijsko stabiliziranim laserjem na proste elektrone. Razvili smo teoretska orodja za analizo poskusov s svetlobo velike intenzitete. Pri visokoločljivostnih meritvah rentgenske svetlobe z lastnim spektrometrom na sinhrotronu ESRF smo šli skozi zrelo obdobje v katerem smo izvedli in objavili lastne meritve ter poskrbeli za optimalne spektroskopske pristope kot sodelavci na projektih drugih raziskovalnih skupin. V tem obdobju se je skupina na področju rentgenske spektroskopije uveljavila v svetovnem merilu, kar dokazujejo vabljeni predavanja na konferencah za specialiste (EXRS), pa tudi izvedba prvega slovenskega predavanja na veliki AMO konferenci XXVIII ICPEAC (International Conference on Photonic, Electronic and Atomic Collisions). Razvili smo sposobnost modeliranja emisijskih rentgenskih spektrov molekul, kar je pomemben korak naprej v naši ekspertizi. V tem obdobju smo predlagali

in skupaj s sodelavci pripravili poskus z magnetno steklenico. Pri analizah in pripravi rezultatov za objavo smo se dodobra spoznali s to novo učinkovito tehniko merjenja, ki je potencialno zanimiva tudi za meritve s hitrimi ioni. Pri študiju fizike površin smo se vključili v pomembno razvojno področje sklopitve organskih plasti s kovinami. V zadnjem obdobju financiranja smo tudi formalno uveljavili Mikroanalitski Center (MIC) kot enega od pomembnih evropskih centrov za raziskave z ionskimi žarki. To dokazuje naše članstvo v vseevropski povezavi ionskih pospeševalnikov SPIRIT, kjer MIC kotira kot center za slikanje bioloških vzorcev ter priprava svetovne konference BioPIXE 2014 na Bledu. Del gonilne sile pri tem impresivnem razvoju so tudi raziskovalci z Biotehnične fakultete UL, ki izjemno večje uporabljajo naše elementne slike pri interpretaciji pomembnih raziskovalnih problemov na področju biologije rastlin. Vlagali smo v izboljšave eksperimentalnih postaj na MIC in instalirali nov, svetlejši izvir negativnih vodikovih ionov. Uvajali smo napredne (MeVSIMS), pa tudi nove tehnike (konfokalne meritve, stereo PIXE) za analize materialov z ionskimi žarki, kjer postaja pomemben hiter časovni odziv meritev ter njihova in-situ izvedba ob spreminjanju zunanjih parametrov. Pomemben sklop naših raziskav je relevanten za energetiko (dinamike porazdelitve vodika v materialih, analiza kemijskih okolice v baterijah). Skupaj s sodelavci smo povečali število poskusov, ki jih programska skupina pripravlja in izvaja na sinhrotronih s podporo evropskih sredstev - v obdobju 2009-april 2014 smo sami, ali s sodelavci izvedli 81 poskusov, ki so bili odobreni v mednarodni konkurenci. V istem obdobju na MIC gostili 23 TNA (trans national access) projektov in povečali sodelovanje v evropskih okvirnih programih.

ANG

With a dedicated work along the programme lines we have materialized most of our creative thoughts in the last period of the programme financement surpassing in many occasions the large initial expecatations. For our basic research in atomic physics we started to use the laser light in combination with the synchrotron light and we managed to perform one of the pioneering experimns with the first seeded free-electron laser source lasing in the EUV energy region (two-photon excitation of doubly excited states of He). We have developed theoretical tools to model experiments with an intense light. Our high resolution X-ray spectrometry performed at ESRF came at the peak of activity by performing relevant experiments proposed by ourselves and servicing in an optimal manner the spectroscopic needs of other interested research groups. These efforts has lead to a wider acknowledgement of our group, as proven by invited talks at specialized conferences (EXRS) and by broader presentation of our activities at the main biannual AMO conference ICPEACXXXVIII (we have delivered the first talk of a Slovenian group ever in the long history of the ICPEAC conference series). We have developed our own expertize in modelling the X-ray spectra emitted by molecules. We have collaborated with groups performing experiments with the magnetic bottle (MB-TOF) electron spectrometer, the latter being potentially interesting for ion beam experiments. With surface physics studies we have joined an important area of research concerning coupling strategies of organic layers to metal substrates. In the last period the Microanalytical Center (MIC) became officially acknowledged as one of the important European centres for ion-beam research. This is proven by taking an active part in the FP7 network SPIRIT where MIC is recognised as a centre for plant tissue mapping, and by our the organization of the forthcoming BioPIXE 2014 conference in Bled, Slovenia. A part of this impressive development were also the researchers from Faculty of Biotechnology that were able to use expertly our 2D images of tissue samples to address relevant problems in the field of plant biology. We have invested to improve equipment of MIC experimental stations and installed a brighter new source of negative hydrogen ions. We have introduced advanced ion beam techniques like MeVSIMS and new approaches (confocal microPIXE, stereoPIXE) to material analysis where important aspect of the measurement is becoming the fast in-situ capability to follow changes in the material while in operation. An important part of our ion beam research is relevant for energy production and storage (analysis of interaction of hydrogen gas with materials and operation specific chemical environments in batteries). In 2009-2014 period we have performed altogether 81 synchrotron research projects with our collaborators, some of them also using our large research equipment, and at MIC we have hosted 23 trans-national access (TNA) research projects. In this period we have also strengthen our participation in the EU framework programmes.

4. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine (Most important scientific achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements)⁵

Znanstveni dosežek (Research Achievement)		
1.	COBISS ID	22543143
	Vir:	COBISS.SI
Naslov	SLO	Separacija dvoelektronskih fotonskih sovzbuditev v bližini praga za ionizacijo notranjih vrzeli v atomih
	ANG	Separation of two-electron photoexcited atomic processes near the inner-shell threshold
Opis	SLO	Z metodo visokoločljive spektroskopije neelastično sipanih rentgenskih žarkov smo prvič neposredno ločili različne tipe dvoelektronskih sovzbuditev v bližini praga za ionizacijo notranje lupine. Satelitske spektralne prispevke, ki izvirajo iz Ar KM-M2,3M shakeoff, shakeup in resonančnih 1s3p dvojnih vzbuditev smo izolirali na podlagi karakteristične energijske odvisnosti od vpadne energije fotonov na območju od praga za dvojne sovzbuditve do nasičenja. Pri uveljavljeni metodi s fotoabsorbpcijo so omenjeni prispevki naloženi drug na drugega in jih je mogoče zgolj približno ločiti.
	ANG	

		Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)	
		By means of a high resolution resonant inelastic x-ray scattering spectroscopy, we have for the first time separated spectral features pertaining to different twoelectron atomic processes in the vicinity of an inner-shell ionization threshold. Contributions of double excitations were extracted from the Ar KM-M2,3M x-ray satellite line intensity measured as a function of photon energy from the 1s3p double core hole threshold to the saturation. The isolated [1s3p]nln'l' excitation spectrum is critically compared to the outcome of the multiconfiguration DiracFock model with relaxation.	
	Objavljeno v	American Physical Society; Physical review letters; 2009; Vol. 102, no. 14; str. 143001-1-143001-4; Impact Factor: 7.328;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.572; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Kavčič Matjaž, Žitnik Matjaž, Bučar Klemen, Mihelič Andrej, Štuhec Matjaž, Szlachetko J., Cao W., Alonso Mori R., Glatzel P. (This achievement was also selected for presentation in ESRF Highlights, where the best best 2009 achievements at ESRF synchrotron in Grenoble are gathered.)	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	22642471	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Teorija večfotonske multielektronske ionizacije ksenona v močnem sevalnem polju z energijo 93 eV
		ANG	Theory of multiphoton multielectron ionization of xenon under strong 93-eV radiation
	Opis	SLO	Predstavili smo teoretično interpretacijo novih eksperimentalnih podatkov o večfotonski večkratni ionizaciji ksenona z VUV fotoni energije 93 eV ter intenzitete do 10^{16} W/cm ² . Meritve smo pojasnili v okviru večfotonske teorije perturbaciji, pri čemer smo upoštevali specifično časovno-prostorsko dimenzijo vpadnih pulzov svetlobe.
		ANG	We present a theoretical interpretation of recent experimental results on multiphoton multiple ionization of xenon by soft x-ray radiation of photon energy 93 eV and intensity up to 10^{16} W/cm ² . The data are interpreted within multiphoton perturbation theory, taking into account the spatio-temporal distribution of the radiation.
	Objavljeno v	American Physical Society; Physical review letters; 2009; Vol. 102, no. 3; str. 033002-1-033002-4; Impact Factor: 7.328;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.572; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Makris M. G., Lambropoulos Peter, Mihelič Andrej	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	24932647	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Prva detekcija prehoda vrste dva elektrona - en foton pri dvojni fotovzbuditvi lupine K z enim fotonom
		ANG	First observation of two-electron one-photon transitions in single-photon K-shell double ionization
	Opis	SLO	Objavili smo eksperimentalni dokaz o obstoju koreliranega radiativnega prehoda vrste dva elektrona - en foton $1s^2 \rightarrow (2s^1)(2p^1)$, ki sledi dvojni fotovzbuditvi lupine K v Mg, Al in Si. Stanja z dvema vrzelima v lupini K smo pripravili s sinhrotronsko svetlobo, radiativni prehod TPOE pa smo opazovali z visokoločljivostnim spektrometrom za rentgenske žarke. Določili smo energije prehoda TPOE ter njegovo jakost glede na jakost običajnega sevalnega prehoda en elektron - foton. Obe oceni smo primerjali z napovedjo teorije motenj in obstoječega računa v okviru multikonfiguracijskega modela.
		ANG	

Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)		
		Experimental evidence for the correlated two electron - one photon transitions $1s^2 \rightarrow (2s^1)(2p^1)$, following single-photon K-shell double ionization is reported. The double K-shell vacancy states in solid Mg, Al and Si were produced by means of monochromatized synchrotron radiation, and the TPOE radiative transitions were observed by a wavelength dispersive spectrometer. The TPOE transition energies and branching ratios were determined and compared to predictions of the perturbation theory in the configuration interaction model approach.
Objavljeno v	American Physical Society; Physical review letters; 2011; Vol. 107, no. 5; str. 053001-1-053001-4; Impact Factor: 7.370; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.404; A": 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Hoszowska J., Dousse J.-Cl., Szlachetko J., Kayser Y., Cao W., Jagodziński P., Kavčič Matjaž, Nowak S. H.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	26125351 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Kvantifikacija dinamike prenosa naboja v TT-sklopljenih molekularnih sistemih
	ANG	Quantifying through-space charge transfer dynamics in TT-coupled molecular systems
Opis	SLO	Razumevanje vloge interakcije med molekulami pri prenosu naboja skozi prostor v pi-staknjenih molekularnih sistemih je bistveno za optimalno snovanje elektronskih materialov, vendar so kvantitativne študije težavne predvsem zaradi nezadostne kontrole morfologije molekul. Tu poročamo o uporabi koncepta ure, ki jo določa razpad notranje vrzeli z resonantno fotoemisijo pri študiju prenosa naboja s femtosekundno občutljivostjo v ciklofanih, ki so sestavljeni iz dveh precizno pi-staknjenih sistemov, ki ju skupaj držijo alifatske verige. Študirali smo [2,2] paraciklofan (22PCP) in [4,4] paracklofan (44PCP), pri katerih sta obroča razmaknjena za 0.3 nm oziroma 0.4 nm. Ugotovili smo, da je prenos naboja skozi sistem 44PCP 20krat počasnejši kot v 22PCP. Razliko pripisujemo manjši sklopitvi obročev v 44PCP. Te meritve ilustrirajo uporabo resonantne fotoemisijske spektroskopije notranjih lupin v časovni domeni kot splošno metodo za kvantifikacijo sklopitve v pi-staknjenih sistemih.
	ANG	Understanding the role of intermolecular interaction on throughspace charge transfer characteristics in pi-stacked molecular systems is central to the rational design of electronic materials. However, a quantitative study of charge transfer in such systems is often difficult because of poor control over molecular morphology. Here we use the core-hole clock implementation of resonant photoemission spectroscopy to study the femtosecond charge transfer dynamics in cyclophanes, which consist of two precisely stacked pi-systems held together by aliphatic chains. We study two systems, [2,2]paracyclophane (22PCP) and [4,4] paracyclophane (44PCP), with interring separations of 3.0 and 4.0 Å, respectively. We find that charge transfer across the pi-coupled system of 44PCP is 20 times slower than in 22PCP. We attribute this difference to the decreased interring electronic coupling in 44PCP. These measurements illustrate the use of core-hole clock spectroscopy as a general tool for quantifying throughspace coupling in pi-stacked systems.
Objavljeno v	Nature Publishing Group; Nature communications; 2012; Vol. 3; str. 1086-1-1086-7; Impact Factor: 10.015; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.514; A": 1; A': 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Batra Arunabh, Kladnik Gregor, Vázquez Héctor, Meisner Jeffrey S., Floreano Luca, Nuckolls Colin, Cvetko Dean, Morgante Alberto, Venkataraman Latha	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	27420199 Vir: COBISS.SI

Znanstveni dosežek (<i>Research Achievement</i>)		
Naslov	SLO	Enofotonska dvojna ionizacija notranjih lupin v C _n H _{2n} , CO in N ₂ kot potencialno novo orodje za kemijsko analizo
	ANG	Single photon K ^[-2] and K ^[-1] K ^[-1] double core ionization in C ₂ H _{2n} (n=1-3), CO, and N ₂ as a potential new tool for chemical analysis
Opis	SLO	Gre za primerjalno študijo, pri kateri pokažemo, da je spektroskopija K1K1 na ogljikovodikih C ₂ H _{2n} (n = 1-3) in na molekulah N ₂ in CO, ki jo izvedemo s koincidenčnim meritvijo med fotoelektroni ter Augerjevi elektroni, precej bolj občutljiva na dolžino in naravo vezi kot običajna nekoincidenčna spektrometrija, pri kateri opazujemo energijski premik robu preko energijskega premika fotoelektrona pri izbitju iz lupine K1. Rezultati potrjujejo veljavnost modela z izbitjem, po katerem izbiti elektron iz lupine K1 izbije elektron iz lupine K1 na drugem atomu v molekuli, čeprav so razmerja med procesi subtilno odvisna od elektronske gostote (vezi) med atomoma. V primeru CO jasno opazimo specifični Augerjev razpad takih dvolukenjskih stanj.
	ANG	We have observed single photon double Kshell photoionization in the C ₂ H _{2n} (n = 1-3) hydrocarbon sequence and in N ₂ and CO, using synchrotron radiation and electron coincidence spectroscopy. Our previous observations of the K2 process in these molecules are extended by the observations of a single photon double photoionization with one core hole created at each of the two neighboring atoms in the molecule (K1K1 process). In the C ₂ H _{2n} sequence, the spectroscopy of K1K1 states is much more sensitive to the bond length than conventional electron spectroscopy for chemical analysis spectroscopy based on single K-shell ionization. The cross section variation for single photon K1K1 double core ionization in the C ₂ H _{2n} sequence and in the isoelectronic C ₂ H ₂ , N ₂ and CO molecules validates a knockout mechanism in which a primary ionized 1s photoelectron ejects another 1s electron of the neighbor atom. The specific Auger decay from such states is clearly observed in the CO case.
Objavljeno v	American Physical Society; Physical review letters; 2013; Vol. 110, issue 16; str. 163001-1- 163001-5; Impact Factor: 7.943; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A ^{''} : 1; A ['] : 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Nakano M., Žitnik Matjaž et al	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

5. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni dosežki programske skupine (*Most important socio-economic achievements of the programme group related to the research programme; maximum limit: five achievements*)⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)		
1.	COBISS ID	1321211 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Kompleksacija kadmija v semenih in tkivih hiperakumulatorja kadmija <i>Thlaspi praecox</i>
	ANG	Complexation of cadmium in seeds and vegetative tissues of the cadmium hyperaccumulator <i>Thlaspi praecox</i> as studied by X-ray absorption spectroscopy
Opis	SLO	Rastlina <i>Thlaspi praecox</i> Wulfen (Brassicaceae) lahko v semenih akumulira neobičajno velike količine kadmija (>1,000 µg g ⁻¹ suhe teže), ne da bi bistveno ogrozila njihovo kaljivost. Namen študije je bil dognati koordinacijo Cd atomov v semenskih vzorcih <i>T. praecox</i> in primerjava ligandov s tistimi v drugih tkivih rastline. Tehnika "Extended Xray absorption fine structure" (EXAFS) je pokazala, da sta skoraj 2/3 Cd ligandov v semenih in izoliranih embrijih v obliki tiolnih skupin (CdSC)

Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)		
	ANG	The cadmium hyperaccumulator <i>Thlaspi praecox</i> Wulfen (Brassicaceae) can accumulate unusually high amounts of Cd (>1,000 µg g ⁻¹ dry weight) in its seeds without drastically affecting seed viability. The aim of this study was to investigate the Cd coordination and ligand environment in seeds of field collected <i>T. praecox</i> using extended X-ray absorption fine structure (EXAFS), and to compare the Cd ligand environment to that in the vegetative tissues of the plant. In intact seeds and isolated embryos, almost two thirds of the Cd ligands were thiol groups (CdSC).
Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
Objavljeno v	Springer; Plant and soil; 2010; Vol. 331, no. 1/2; str. 439-451; Impact Factor: 2.773; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.473; A'': 1; A': 1; WoS: AM, DE, XE; Avtorji / Authors: Vogel-Mikuš Katarina, Arčon Iztok, Kodre Alojz	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	22578215 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Uporaba totalnega odboja rentgenskih žarkov v kombinaciji s kemometričnimi metodami za določanje botaničnega izvora slovenskega medu
	ANG	Application of total reflection X-ray spectrometry in combination with chemometric methods for determination of the botanical origin of Slovenian honey
Opis	SLO	Slovenija je majhna po površini vendar podološko ter klimatsko raznolika dežela in zato ponuja odlične priložnosti za študij raznolikosti sestave naravnih produktov glede na njihovo elementni odtis. Z metodami statistične analize (PCA, RDA) pokažemo, da zadoščajo 4 katarakteristični elementi, Cl, K, Mn in Rb da ločimo med seboj različne vrste medu. Ugotovili smo, da je kombinacijo multielementne TXRF ter kemometrične metode mogoče relativno hitro, preprosto in poceni uporabiti za preučevanje botaničnega izvira raznih vrst medu.
	ANG	By employing statistical methods it was established that from all of the measured elements only the four characteristic key elements Cl, K, Mn, and Rb are sufficient to discriminate the types of honey. It was established that the employed combination of a simple, fast, and inexpensive multi-element TXRF analytical approach and the evaluation of data by chemometric methods has the potential to discriminate the botanical origins of various types of honey.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	American Chemical Society, Books and Journals Division; Journal of agricultural and food chemistry; 2009; Vol. 57, no. 10; str. 4409-4414; Impact Factor: 2.469; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.706; A'': 1; A': 1; WoS: AH, DW, JY; Avtorji / Authors: Nečemer Marijan, Košir Iztok Jože, Kump Peter, Kropf Urška, Korošec Mojca, Bertonec Jasna, Ogrinc Nives, Golob Terezija	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	24015399 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Časovno ločljive meritve elementnih koncentracij v aerosolih v notranjih delovnih okoljih
	ANG	Time-resolved measurements of aerosol elemental concentrations in indoor working environments
Opis	SLO	Izmerili smo elementne koncentracije v aerosolih z 2-urno časovno ločljivostjo v dveh vrstah notranjih delovnih prostorov: kemijski laboratorij in mehanska delavnica. Koncentracije v vzorcih PM10 smo določili s tehniko

Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)		
		PIXE. Faktorska analiza je pokazala na 6-8 vektorjev (iz komponentami iz koncentracije posameznih elementov), ki opišejo večino variance za zbrano množico podatkov. Pokažemo, da je pristop z urno ločljivostjo koristen: časovno bolj podrobne meritvam utegnejo imeti premajhen potencial za identifikacijo izvirov prašenja, predolgo povprečenje pa lahko izvire spregleda.
	ANG	We have measured elemental concentrations in aerosols with a 2h time resolution in two types of working environment: a chemistry laboratory and a machine workshop. A factor analysis points to 68 factors in the chemistry laboratory and the machine workshop, respectively, that describe most of the data variance. While sampling the total PM10 mass concentration with a minute resolution may lack the potential to identify the emission sources in a "noisy" environment, the averaging on a day time scale is too coarse to cope with the working dynamics.
Šifra	F.11	Razvoj nove storitve
Objavljeno v	Pergamon; Atmospheric environment; 2010; Vol. 44, issue 38; str. 4954-4963; Impact Factor: 3.226; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.908; A': 1; WoS: JA, QQ; Avtorji / Authors: Žitnik Matjaž, Kastelic Andreja, Rupnik Zdravko, Pelicon Primož, Vaupetič Primož, Bučar Klemen, Novak Saša, Samardžija Zoran, Matsuyama S., Catella G., Ishii K.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	7578745 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Relevanca prostorsko razločenih elementnih profilov pšeničnih (<i>Triticum aestivum</i>) zrn za prehransko znanost
	ANG	Relevance for food sciences of quantitative spatially resolved element profile investigations in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain
Opis	SLO	Pomembno delo za področje prehranske industrije in procesiranja hrane, ki analizira efekte rasti pšenice v s cinkom bogati prsti. Poleg povečanja vsebnosti določenih elementov v zrnju (Ca, Fe, Zn) in zmanjšanja drugih (Na, P, Mo), pride pri rasti glede na normalne razmere do prostorske prerazporeditve elementov, kar je lahko pomembno spremeni razmerja med elementi, ki se odstranijo v toku mletja in poliranja zrnja.
	ANG	Bulk element concentrations of whole grain and element spatial distributions at the tissue level were investigated in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain grown in Zn-enriched soil. Inductively coupled plasma mass spectrometry and inductively coupled plasma optical emission spectrometry were used for bulk analysis, whereas microproton-induced X-ray emission was used to resolve the twodimensional localization of the elements. Soil Zn application did not significantly affect the grain yield, but did significantly increase the grain Ca, Fe and Zn concentrations, and decrease the grain Na, P and Mo concentrations; bulk Mg, S, K, Mn, Cu, Cd and Pb concentrations remained unchanged. These changes observed in bulk element concentrations are the reflection of tissuespecific variations within the grain, revealing that Zn application to soil can lead to considerable alterations in the element distributions within the grain, which might ultimately influence the quality of the milling fractions. Spatially resolved investigations into the partitioning of the element concentrations identified the tissues with the highest element concentrations, which is of utmost importance for accurate prediction of element losses during the grain milling and polishing processes.
Šifra	F.04	Dvig tehnološke ravni
Objavljeno v	The Royal Society; Journal of the Royal Society interface; 2013; Vol. 10, no. 84; str. 1742-5662; Impact Factor: 4.907; Srednja vrednost revije / Medium	

		Družbeno-ekonomsko relevantni dosežek (<i>Socio-economic Achievement</i>)	
		Category Impact Factor: 2.514; A'': 1; A': 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Pongrac Paula, Kreft Ivan, Vogel-Mikuš Katarina, Regvar Marjana, Germ Mateja, Vavpetič Primož, Grlj Nataša, Jeromel Luka, Eichert Diane, Budič Bojan, Pelicon Primož	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	3284475	Vir: COBISS.SI
Naslov		SLO	Študij baterije Li-S in njenih komponent z jedrsko magnetno resonanco in rentgensko absorpcijsko spektroskopijo
		ANG	X-ray absorption near-edge structure and nuclear magnetic resonance study of the lithium-sulfur battery and its components
Opis		SLO	Gre za pomembno področje študija zmogljivih baterij, ki smo mu v letu 2013 namenili več raziskovalne pozornosti kot prej. Čeprav bo prispevek objavljen v letu 2014, je bil članek pripravljen za objavo že sredi leta 2013. V njem prikazani rezultati so sprožili dodatne poskuse, ki smo jih konec leta 2013 izvajali na sinhrotronu ESRF (Grenoble) in s katerimi smo poskušali še izboljšati občutljivost strukturnih analiz preko meritvev neelastičnega resonančnega sipanja rentgenske svetlobe. Na osnovi testnih meritev smo že pripravili resen eksperimentalni projekt, ki je bil poslan na ESRF na zadnjem razpisu merilnega časa. Gre za spremljanje koncentracije polisulfidnih verig LiS _x različnih dolžin, ki se tvorijo v elektrolitu v različnih fazah delovanja baterije in določajo njene lastnosti. Absorpcijska spektrometrija in jedrska magnetna resonanca sta dragoceni analitski metodi s katerima je mogoče spremljati lokalno okolico atomov S v baterijah, tudi med delovanjem.
		ANG	Understanding the mechanism(s) of polysulfide formation and knowledge about the interactions of sulfur and polysulfides with a host matrix and electrolyte are essential for the development of long-cycle-life lithium-sulfur (Li-S) batteries. To achieve this goal, new analytical tools need to be developed. Herein, sulfur Kedge Xray absorption near-edge structure (XANES) and 6,7Li magic-angle-spinning (MAS) NMR studies on a Li-S battery and its sulfur components are reported. The characterization of different stoichiometric mixtures of sulfur and lithium compounds (polysulfides), synthesized through a chemical route with all-sulfur-based components in the Li-S battery (sulfur and electrolyte), enables the understanding of changes in the batteries measured in post-mortem mode and in operando mode. A detailed XANES analysis is performed on the different battery components (cathode composite, and separator). The relative amounts of each sulfur compound in the cathode and separator are determined precisely, according to the linear combination fit of the XANES spectra, by using reference compounds. Complementary information about the lithium species within the cathode are obtained by using 7Li MAS NMR spectroscopy. The setup for the in operando XANES measurements can be viewed as a valuable analytical tool that can aid the understanding of the sulfur environment in Li-S batteries.
Šifra		F.06	Razvoj novega izdelka
Objavljeno v		Wiley-VCH; ChemPhysChem; 2014; Vol. 15, no. 4; str. 894-904; Impact Factor: 3.349; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.348; A': 1; WoS: EI, UH; Avtorji / Authors: Ubrani M. Manu Patel, Arčon Iztok, Aquilanti Giuliana, Stievano Lorenzo, Mali Gregor, Dominko Robert	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	

6. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 2009 – 2014 (*Completed mentorship of members of the programme group in developing personnel in the period 2009 – 2014*)

6.1. Diplome (Degree examination)²

vrsta usposabljanja (Training type)	število diplom (Number of degree examination)
bolonjski program - I. stopnja (1st cycle degree)	0
bolonjski program - II. stopnja (2nd cycle degree)	1
univerzitetni (stari) program (bachelor's degree obtained in a study course adopted in the Republic of Slovenia before 11 June 2004)	18

6.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti (M.Sc. and PhD)⁸

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	MR	
0	Nebojša Topić	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
25624	Sabina Markelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29515	Gregor Kladnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29054	Nataša Grlj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda (Legend):

- Mag** - Znanstveni magisterij (Masters' Degree)
Dr - Doktorat znanosti (PhD)
MR - mladi raziskovalec (Young Researcher)

7. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju (Employment of young researchers after the completion of training in period 2009 - 2014)²

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Mag (M.Sc)	Dr (PhD)	Zaposlitev (Employment)	
25624	Sabina Markelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
29054	Nataša Grlj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
29515	Gregor Kladnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev (Legend of Employment):

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi (Higher education and Public research institutions)
B - družbene dejavnosti (Social activities)
C - gospodarstvo (Business sector)
D - javna uprava (Public administration)
E - tujina (Abroad) **F** - brezposeln (Unemployed) **G** - drugo (Other)

8. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 2009 - 2014 (Inclusion of researchers from companies and hosting of researchers, post-doctoral participants and foreign students longer than one month – in period 2009-2014)

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Sodelovanje v programski skupini (Cooperation in programme team)	Število mesecev (Number of months)	
0	Luis Miguel Rodriguez	D - podoktorand iz	3	

Šifra raziskovalca (Code number)	Ime in priimek (Name and Surname)	Sodelovanje v programski skupini (Cooperation in programme team)	Število mesecev (Number of months)
		C - študent - doktorand ▼	
0	Ebrahim Gholami Hatam	C - študent - doktorand ▼	6
35170	Nina Ogrinc Potočnik	A - ▼	25
0	Zdravko Siketić	C - študent - doktorand ▼	12
0	Aleksandra Wandzilak	C - študent - doktorand ▼	3

Legenda sodelovanja v programski skupini (Legend of Cooperation in programme team):

- A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja (Expert from company)
- B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine (Prominent researcher from abroad)
- C - študent - doktorand iz tujine (3rd cycle degree student from abroad)
- D - poddoktorand iz tujine (Post-doctoral participants from abroad)

9.1. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije v obdobju 2009 – 2014 (Inclusion in European Union research programmes in period 2009 - 2014)¹⁰

SLO

2009-2013 **SPIRIT 227012, FP7 Infrastructures20081**, "Podpora javnim in industrijskim raziskavam s tehnologijo ionskih žarkov".
 2011-2015 **SUNGREEN FP7 RegPot**. "Dviganje raziskovalnega potenciala Univerze v Novi Gorici na področju okoljskih znanosti in novih nanomaterialov".
EUROATOM
 1.4.1. FU, "Procesi z nevtralnimi atomi in molekulami vodika".
 1.4.3. FU, "Uporaba ionski analizičnih metod za študij interakcije plazme s steno v tokamakih".
 1) "Mobilnost interakcije molekul H2 in D2 s stenami".
 2) "Uporaba analitičnih metod z ionskimi žarki pri študiju mobilnosti interakcije med plazmo in stenami".
 3) "Porazdelitev zadrževanja devterija z metodo mikro-NRA (WP10PW10102/MHEST/PSb).
 4) "Zadrževanje goriva v materialih predvidenih za ITER" (WP11PW1010101/MHEST/PS).
 5) "Analiza zadrževanja devterija v mešanih materialih", (WP13IPHA01P301/MESCS/PS v sodelovanju z INFLPR, Bukarešta, Romunija),
 6) "Interakcija atomov in nizkoenergijske vodikove plazme s poškodovanim volframom", (WP13IPHA03P101/MESCS/PS v sodelovanju z IPP, Garching, Nemčija),
 7) "D readsorpcija/resaturacija s površin W izpostavljenih helijevi RF-razelektriv kot tehniki za odstranjevanje goriva", (WP13IPHA03P201/MESCS/PS v sodelovanju s PIIM, Univ. AixMarseille, Francija).
 8) Fusion Expo aktivnosti, EFDA, Fusion Expo.
 2012- **SPRITE**: "Podpora odličnosti podiplomskih raziskav preko sodelovanja z industrijo", MarieCurie štipendija.
 2008-2012: **COST** akcija CM0702 "Kemija z ultrakratkimi pulzi in laserji na proste elektrone: iskanje kontrolnih strategij z natančnimi izračuni" (CUSPFEL):
 1) Krajša znanstvena misija (STSM): 1. 2. - 30. 4. 2009 (dr. A. Mhelić).
 2) Delavnica, Dresden, Nemčija (23. - 27.11. 2009): "Ultrahitna dinamika v končnih atomskih in molekularnih sistemih z novimi izviri svetlobe" (dr. Andrej Mihelić).
 2009-2013: **COST** akcija CM0805 "Kemično vesolje: Razumevanje kemije v astronomskem okolju", (dr. Iztok Čadež je bil predstavnik Slovenije v Management Committee)
 2013-2017: **COST** akcija CM1204: "Svetloba XUV/X in hitri ioni za hitro kemijo (XLIC)" (doc.dr. M. Žitnik je predstavnik Slovenije v Management Committee).

ANG

2009-2013 **SPIRIT 227012, FP7 Infrastructures20081**, "Support of Public and Industrial Research using Ion Beam Technology".
 2011-2015 **SUNGREEN FP7 RegPot**. "Strengthening University of Nova Gorica Research Potential in Environmental Sciences and Novel Nanomaterials".
EUROATOM
 1.4.1. FU, "Processes with Neutral Hydrogen Atoms and Molecules".
 1.4.3. FU, "Application of Ion Beam Analytical Methods to the Studies of Plasma Wall Interaction in tokamaks".
 1) "H2D2 Molecule Wall Interaction Mobility".
 2) "Application of Ion Beam Analytical Methods to the Studies of PWI Mobility".
 3) "Distribution of retained Deuterium accessed by MicroNRA", WP10PW10102/MHEST/PSb.
 4) "Fuel retention as a function of wall materials foreseen for ITER", WP11PW1010101/MHEST/PS.
 5) "Analysis of devterium retention in mixed materials", (WP13IPHA01P301/MESCS/PS in collaboration INFLPR, Bukarešta, Romunija),

- 6) "Interaction of atoms and low energy hydrogen plasma with damaged tungsten", (WP13IPHA03P101/MESCS/PS in collaboration with IPP, Garching, Germany),
- 7) "D readabsorption/resaturation of tungsten surfaces exposed to He RF discharge As a technique for fuel removal", (WP13IPHA03P201/MESCS/PS in collaboration with PIIM, Univ. AixMarseille, France).
- 8) Fusion Expo Activities under an EFDA, Fusion Expo.

2012- **SPRITE**: "Supporting Postgraduate Research with Internships in Industry and Training Excellence", **MarieCurie scholarship**.

2008-2012: **COST** akcija CM0702 "Chemistry with Ultrashort Pulses and Free Electron Lasers: Looking for Control Strategies Through Exact Computations" (CUSPFEL):

- 1) Shortterm scientific mission (STSM): 1. 2. - 30. 4. 2009 (dr. A. Mhelič).
- 2) Workshop, Dresden, Nemčija (23. - 27.11. 2009): "Ultrafast dynamics in finite atomic and molecular systems probed with novel light sources" (dr. Andrej Mihelič).

2009-2013: **COST** akcija CM0805 "Chemical Universe: understanding Chemistry in astro environment" (dr. Iztok Čadež has represented Slovenia in the Management Committee)

2013-2017: **COST** akcija CM1204: "XUV/Xray light and fast ions for fast chemistry (XLIC)" (doc.dr. M. Žitnik represents Slovenia in the Management Committee).

9.2. Vključevanje v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 2009 – 2014 (*Inclusion in other international research and development programmes and other international cooperation in period 2009 - 2014*)¹¹

SLO

V prilogi *priloga92.pdf* je naštetih 81 IZVEDENIH projektov **na sinhrotronih** v obdobju 2009 - april 2014, pri katerih so predlagatelji ali sopedlagatelji člani raziskovalnega programa P1-0112. Žarkovni čas financira EU, države članice (velja le za ESRF) ali posamezne nacionalne agencije za raziskave.

V isti prilogi je naštetih 23 IZVEDENIH TNA (Trans National Access) projekti, na osnovi katerih so v obdobju 2009-april 2014 tuji raziskovalci izvajali **meritve z ionskimi žarki** v Mikroanalitskem centru IJS v okviru EU povezave SPIRIT.

Mednarodni bilateralni projekti:

- 1) BIAL/0809003 "Optimizacija prenosnega rentgensko fluorescenčnega analizatorja...", Slovenija-Albanija (dr. Peter Kump).
- 2) BIRS/0809028 "Fragmentacija organskih molekul...", Slovenija-Srbija (dr. Iztok Čadež).
- 3) BIJPN/070902 "Uporaba protonskega mikrožarka...", Slovenija-Japonska (doc.dr. Primož Pelicon).
- 4) BIIT/1113011: "Dinamika na nanometerski skali." (doc.dr. Matjaž Žitnik)
- 5) CEA: Q20004/ 100011340004: "Meritve in kontrola koncentracije devterija v fuzijskih materialih." (doc. dr. Primož Pelicon)
- 6) BIFR/14-15 "Tvorba večkratnih vrzeli v notranjih lupinah s fotoni ali protoni" (dr. Matjaž Žitnik)

Projekti IAEA:

- 1) "He Irradiated Tungsten and Alloys for PFC", 18145/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency.
- 2) "Application of Synchrotron Radiation in Studies of Environmental Impact", RC 18186/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency.
- 3) "Techniques using MeV Focussed Ion Beams", RC 18353/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency.
- 4) "Improvement of the XRF Quantification", NO.13858, IAEA- International Atomic Energy Agency.

ANG

Appended file *priloga92.pdf* lists 81 PERFORMED experiments at **synchrotrons** in the 2009 - april 2014 period where the proposers or coproproposers are members of the research programme P1-0112. The beamtime is financed by EU, by member states (ESRF only, Slovenia is not a member state) or the corresponding National Research Agencies.

The same file lists 23 TNA (Trans-national Access) projects that were approved by the SPIRIT framework programme in the 2009-april 2014 period and were executed by the foreign research groups using ion beams and experimental stations at MIC.

Mednarodni bilateralni projekti:

- 1) BIAL/0809003 "Optimization of the portable XRF analyser", Slovenija-Albanija (dr. Peter Kump).
- 2) BIRS/0809028 "Fragmentation of organic molecules ", Slovenija-Srbija (dr. Iztok Čadež).
- 3) BIJPN/070902 "Use of the proton beam...", Slovenija-Japonska (doc.dr. Primož Pelicon).
- 4) BIIT/1113011: "Dynamics at nanometer scale" (doc.dr. Matjaž Žitnik)
- 5) CEA: Q20004/ 100011340004: "Measurements and control of devterium concentration in the fusion- relevant materials." (doc. dr. Primož Pelicon)
- 6) BIFR/14-15 "Creation of multiple core holes by photons or protons" (dr. Matjaž Žitnik)

IAEA projects:

- 1) "He Irradiated Tungsten and Alloys for PFC", 18145/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency
- 2) "Application of Synchrotron Radiation in Studies of Environmental Impact", RC 18186/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency
- 3) "Techniques using MeV Focussed Ion Beams", RC 18353/R0, IAEA- International Atomic Energy Agency
- 4) "Improvement of the XRF Quantification", NO.13858, IAEA- International Atomic Energy Agency

10.1. Vključenost v projekte za uporabnike izven financiranja ARRS in izkazane povezave z industrijo oziroma družbenimi in kulturnimi dejavnostmi v obdobju 2009 - 2014
(Inclusion in projects for users not funded by the ARRS and proven relations with businesses or publicly-provided services in period 2009 - 2014)¹²

SLO

- 1) "Analiza aerosolnih vzorcev po pogodbi U1BLF258/09, UPPINT-Primorski Institut za Naravoslovne in Tehnične vede.
- 2) "Installation of XRF Programme for Quantitative Evaluation", MDH 089/2009, .A.S.A. Abfallservice Halbenrain.
- 3) "Svetovanje in kalibracija elementov WDXRF vzorcev", S00820, Cinkarna Celje d.d.
- 4) "Determination of Trace Elements in Lu Foil by k0-INAA and XRF", IRMM.B062045, Institute for Reference Materials and Measurements.
- 5) "XRF kvalitativne in kvantitativne analize", 3000074673, Domači kupci.
- 6) "Servis merilnika gostotnih profilov", 039-67/2011, Univerza v Ljubljani.
- 7) "Razvoj digitalnega pulznega procesorja", U1-BL-F2-75/08, Instrumentation Technologies, d.d.
- 8) "Industrijske raziskave za firmo Pankl Engine Systems Gmbh & Co. KG" (08543432,09509812).

ANG

- 1) "Analysis of aerosol samples", U1BLF258/09, UPPINT-Primorski Institut za Naravoslovne in Tehnične vede.
- 2) "Installation of XRF Programme for Quantitative Evaluation", MDH 089/2009, .A.S.A. Abfallservice Halbenrain.
- 3) "Consulting and calibration of elements for WDXRF samples", S00820, Cinkarna Celje d.d.
- 4) "Determination of Trace Elements in Lu Foil by k0-INAA and XRF", IRMM.B062045, Institute for Reference Materials and Measurements.
- 5) "Qualitative and quantitative XRF analysis", 3000074673, Domači kupci.
- 6) "Repair of a wood density profile monitor", 039-67/2011, Univerza v Ljubljani.
- 7) "Development of a digital pulse processing", U1-BL-F2-75/08, Instrumentation Technologies, d.d.
- 8) "Industrial research for company Pankl Engine Systems Gmbh & Co. KG" (08543432,09509812).

10.2. Avtorstvo/soavtorstvo patentov, standardov, licenc, novih proizvodov, tehnologij in tehnoloških rešitev, inovacij v obdobju 2009 - 2014 ((Co)author of patents, standards, licences, new products, technologies and technological solutions and innovations in period 2009 - 2014)¹³

SLO

ANG

11. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka se ne izpolnjuje za raziskovalne programe s področij humanističnih ved) (Appraisal of the technological maturity of reserach programme results and possibilities for their implementation in practice (paragraph is not relevant for humanities)¹⁴

SLO

Poleg temeljnih raziskav na področju atomske in molekularne fizike ter fizike površin je pomembno poslanstvo raziskovalnega programa razvoj in posredovanje modernih analitičnih tehnik s sinhrotronsko svetlobo in ionskimi žarki potencialnim uporabnikom doma in v tujini, ki morajo pri svojih raziskavah podrobno spoznati zgradbo materialov in njihov odziv pri različnih pogojih delovanja. Če razumemo tehnološko zrelost rezultatov programa in njihovo implementacijo v praksi kot takšen servis za uporabnike, potem je program tehnološko zrel, saj promptno sledi in razvija nove analitične tehnike, s katerimi pomaga uporabnikom v praksi, kot kaže veliko število zgoraj naštetih primerov. Pri tem gre tudi za vzdrževanje tehnične opremljenosti ionskega pospeševalnika in eksperimentalnih postaj na ustrezno visokem nivoju, kakor tudi za preučevanje novih možnosti na sodobnih virih sinhrotronske in laserske svetlobe.

ANG

One of the primary tasks of our research programme is to provide access to modern synchrotron and ion beam analytical techniques to potential users at home and abroad in order to measure structural material parameters and its response in different sample environments. If this is understood as a technological maturity of the research programme then our research programme has reached this phase because it is able to follow all current developments and contribute to actual improvements of the existing and of creation of new analytical techniques. In this respect it is important to carefully update the available research equipment of ion beam experimental stations as well as the accelerator itself and to prepare and participate actively in experiments at different synchrotron beamlines.

12. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali (Please estimate if the results achieved under the research programme have the potential for the creation of a spin-off company? How much financial input would such a step require and what kind of infrastructure and equipment would be needed?)

možnost ustanovitve spin-off podjetja (The possibility of establishing a spin-off company)	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek (Necessary financial input)	500.000 Eur
ocena potrebne infrastrukture in opreme (Appraisal of required infrastructure and equipment) ¹⁵	Ion beam micromachining

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

potrjujemo zgoraj navedene izjave

Podpisi:

zastopnik oz. pooblaščenca oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:

in

vodja raziskovalnega programa:

Institut "Jožef Stefan"

Matjaž Žitnik

Jadran Lenarčič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

5.5.2014

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-VP-2014/106

¹ Izraz vodja raziskovalnega programa je zapisan v moški slovnični obliki in je uporaben kot nevtralen za ženske in moške. Nazaj

- ² Naveden je cenovni razred na dan objave javnega poziva oziroma javnega razpisa za raziskovalne programe. [Nazaj](#)
- ³ Opis raziskovanja, ugotovljeni rezultati, uporaba rezultatov in sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze, programa dela in zastavljenih ciljev. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Znanstveni dosežek (največ pet) vpišite tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka - sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Družbeno-ekonomski dosežek (največ pet) vpišite tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka - sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. COBISS ID ni obvezen podatek. [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite število tistih diplomantov, katerim je bil član vaše programske skupine mentor pri izdelavi diplomskega dela v obdobju 2009 - 2014. [Nazaj](#)
- ⁸ Navedite imena tistih magistrantov in doktorandov, katerim je bil član vaše programske skupine mentor pri izdelavi magistrskega oziroma doktorskega dela. Pri posamezniku označite stopnjo dosežene izobrazbe ter označite, če je bila oseba s strani ARRS financirana po programu Mladi raziskovalci. [Nazaj](#)
- ⁹ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 6.2. točke (usposabljanje so zaključili v obdobju 2009 - 2014), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)
- ¹⁰ Navedite naslove raziskovalnih programov Evropske unije in ime člana programske skupine, ki je bil oziroma je vodja/koordinator navedenega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ¹¹ Navedite naslove drugih mednarodnih raziskovalnih in razvojnih programov/projektov oz. drugega mednarodnega sodelovanja ter ime člana programske skupine, ki je bil oziroma je vodja/koordinator navedenega mednarodnega sodelovanja. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ¹² Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil oziroma je vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ¹³ Vpišite ime in priimek člana programske skupine ter navedite avtorstvo oz. soavtorstvo patentov, standardov, licenc, novih proizvodov, tehnologij in tehnoloških rešitev, inovacij. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ¹⁴ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ¹⁵ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-VP/2014 v1.01

BC-C9-77-84-6D-85-F5-C0-21-B6-54-EC-85-DA-E7-11-AA-50-F1-2C

Priloge:

• priloga92.pdf

67 KB

[Prenesi
prilogo](#)



Veljaven podpis

Status digitalnega podpisa: **VELJAVEN**
Podpisal(a): **MATJAZ ZITNIK**
Overitelj digitalnega potrdila: **sigen-ca**

Status digitalnega podpisa: **VELJAVEN**
Podpisal(a): **JADRAN LENARCIC**
Overitelj digitalnega potrdila: **sigen-ca**

Spodaj je naštetih 81 IZVEDENI projektov **na sinhrotronih** v obdobju 2009 - april 2014, pri katerih so predlagatelji ali sopredlagatelji člani raziskovalnega programa P1-0112. Žarkovni čas financira EU, države članice (velja le za ESRF, Slovenija ni članica) ali posamezne nacionalne agencije za raziskave.

- 1)** ELETTRA (XAFS), In situ XAS studies of high energy density cathode materials for Li-ion batteries (20085196), 2.4. do 7.4. 2009,
- 2)** ESRF, Grenoble, HD 370 "Atomic xray absorption in Ba and Sr", 23. 6. do 30. 6. 2009,
- 3)** HASYLAB, DESY v Hamburgu (žarkovne linije A1 in C), II20080058EC "XAS analysis of transition metals in leadfree piezoelectric thin films and in catalysts based on porous silicates", 13. 5 do 20. 5. 2009,
- 4)** ELETTRA (XAFS), Multielectron photoexcitations in noble gases Xe and Ar ("in house" merilni čas), 14. 9. do 18. 9. 2009,
- 5)** HASYLAB, DESY v Hamburgu (žarkovne linije A1 in C), II20080058EC "XAS analysis of transition metals in lead-free piezoelectric thin films and in catalysts based on porous silicates", 19. 10 do 26. 10. 2009,
- 6)** ELETTRA (Nanospectroscopy), Electronic structure of graphene single layer (20085306), 2.2.2009, 15 x 8 ur,
- 7)** ELETTRA (ALOISA), Cysteamine mediated charge transport at organometallic interfaces (20085385), 12.1.2009, 15 x 8 ur,
- 8)** ELETTRA (ALOISA), Local Structure of CobaltTetraphenylporphyrin on Ag(111) and Au(111) surfaces (20085221), 9.2.2009, 20 x 8 ur,
- 9)** ELETTRA (ALOISA), Structural and chemical transformation of Lmethionine biomolecular selfassembly, (20085345), 12.5.2009, 15 x 8 ur,
- 10)** ELETTRA (ALOISA), Understanding of 4,4'Diaminoazobenzene on Gold: Looking for the Evidence of a Fano Resonance (20085048), 23.6.2009, 18 x 8 ur,
- 11)** ELETTRA (ALOISA), Comparison of Pyridine and Amine Binding to Au Surfaces (20090091), 28.7.2009, 18 x 8 ur,
- 12)** ESRF (ID21), Twoelectron-onephoton xray transitions in Al and Si following double Kshell photoionization (HE3194), 20.10.2009, 12 x 8 ur,
- 13)** ESRF (ID26), RIXS and XES studies of isolated atoms, molecules, and novel (nano)materials in the intermediate xray energy range (HE3098),28.9.2009, 18 x 8 ur,
- 14)** ELETTRA (GasPhase Photoemission), Helium metastable quenching (20090382), 14.9.2009, 21 x 8 ur.
- 15)** ELETTRA (XAFS, In-house), "Degradation and stabilisation of manuscripts containing copper pigments and iron inks, 1. 2. do 5. 2. 2010.
- 16)** HASYLAB, DESY v Hamburgu (A1 in C), II20080058EC "XAS analysis of transition metals in lead-free piezoelectric thin films and in catalysts based on porous silicates", 18. - 25. 5. 2010.
- 17)** SOLEIL (TempoB) 20090159, "Multidimensional photoelectron spectroscopy with Hermes", 24. - 28.2. 2010.
- 18)** ESRF (ID26), EC652, "Xray emission spectroscopy (XES) on sulfur in silicates", 5.- 8. 3. 2010.
- 19)** ESRF (ID26), HE3362, "Molecular Field Effect probed by RIXS on SOCl, CS2 and OCS Molecules, 10.-16. 3. 2010.
- 20)** ELETTRA (GasPhase), 20100240, "Entanglement of Ar LMM Auger decay paths by energy selective photoionization", 22.-29.8. 2010.
- 21)** SOLEIL (Pleiades), "Chemical shift of the C 1s core double ionisation & study of Mercury salts", 12.18.10.2010.
- 22)** HASYLAB, DESY (A1 in C), II20080058 EC "XAS analysis of transition metals in lead-free piezoelectric thin films and in catalysts based on porous silicates", 3. -11.10. 2010
- 23)** ELETTRA (Gaphase), 20100346 "Two-color experiment on He", 8. -15.11. 2010.
- 24)** ELETTRA (Aloisa), 20095442, 31. 5.- 6.6. 2010.
- 25)** ELETTRA (Aloisa), 20100376, 4.-6. 7. 2010.
- 26)** ELETTRA (Aloisa), 2010227, 30. 8. - 4. 9. 2010.
- 27)** ELETTRA 20110230: "High resolution spectroscopy in DC electric field based on two-color production of metastable He".
- 28)** ELETTRA 20105435: "Interference of photoelectron-Auger electron pairs by energy selective photoionization of Ar L shell".
- 29)** ELETTRA 20110412: "Synthesis and electronic structure of ceriumporphyrinato sandwich on Ag(111)".
- 30)** ELETTRA 20105420: "Exciton dissociation at the interface between C60/C70 and highly contorted hexabenzocoronene derivatives for solar cell applications".
- 31)** ELETTRA 20105033: "Understanding The Structure and Charge Transfer Dynamics in Double-Layered Molecules".
- 32)** ELETTRA 20100376: "In situ molecular anchoring: benzoic acid on cysteamine".

- 33)** ELETTRA 20105198: "Resonant Auger emission spectroscopy on transition metal phthalocyanine molecules".
- 34)** ELETTRA 20110225: "Density of unoccupied states and local structure of graphenelike silicon bidimensional layer".
- 35)** ELETTRA 20110043: "Localization of elements, structural and functional organic compounds, and speciation of Cu in sunflower roots treated with CuO nanoparticles".
- 36)** ELETTRA 20110045: "Localization of elements, structural and functional organic compounds, and speciation of Cu in sunflower roots treated with CuO nanoparticles".
- 37)** ELETTRA 20110040: "Localization of sodium in leaves of salt-resistant and salt-sensitive tomato plants exposed to salinity".
- 38)** ELETTRA 20105073: "In-situ XAS studies of positive electrode materials for Li-ion and Na-ion batteries".
- 39)** ELETTRA 20110086: "The role of organic and inorganic sulphur containing compounds in Cd accumulation and tolerance in a Cd hyperaccumulator *Thlaspi praecox*".
- 40)** ELETTRA 20110127: "In situ XAS studies on Li-ion and Li-sulfur batteries".
- 41)** HASYLAB, DESY I20110082EC: "Insitu XAS analysis of electrode materials for Li-ion and Na-ion rechargeable batteries and catalysts based on porous silicates".
- 42)** HASYLAB, DESY II20080058 EC: "XAS analysis of transition metals in lead-free piezoelectric thin films and in catalysts based on porous silicates".
- 43)** ESRF EC719: "Subcellular localization of Cd in plant tissues".
- 44)** ESRF HE3229: "Structural and dynamical properties of chlorinated hydrocarbons in gaseous state studied by high resolution RIXS Cl1s".
- 45)** ESRF EC739: "Chlorine XAS and XES in glasses for radioactive waste immobilization a study of its structural role".
- 46)** SOLEIL: MULTIDIMENSIONAL PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY WITH HERMES EXPERIMENT AT PLEIADES BEAMLINE III: "Detailed studies of chemical shift of the Carbon K2 double core ionisation and study of multiple ionization of alkali (and metal) vapours".
- 47)** ELETTRA 20120091: "Intra- and Inter-channel exchange interference in (gamma,2e) angular distribution mediated by Ar2p, Kr3d and Xe4d hole."
- 48)** ELETTRA 20115273: "Understanding Gold-Carbon Covalent Bonds Created Using Trimethyltin Terminated Molecules."
- 49)** ELETTRA 20120173: "Local coordination of Si atoms in graphenelike two-dimensional silicon sheets."
- 50)** ELETTRA 20120267: "Interplay between the TiO2(110) Defect States and overlayers of perylenederivative acceptors."
- 51)** ELETTRA 20115112: "Speciation and ligand environment of mercury in roots of mycorrhizal and nonmycorrhizal plants."
- 52)** ELETTRA 20120044: "In situ XAS studies on Li-sulfur batteries."
- 53)** PETRA 20110509: "In-situ NRS mapping of iron based composite electrode materials for Li-ion batteries."
- 54)** HASYLAB DESY 20110082: "In-situ XAS analysis of electrode materials for Li-ion and Na-ion rechargeable batteries and catalysts based on porous silicates."
- 55)** HASYLAB DESY 20110511: "Studies of thiol mediated cadmium and mercury uptake in plants for enhancing phytoextraction efficiency."
- 56)** MAXLAB2, 20120085: "The study of Electronic structure and decay dynamics of hydrochlorocarbons by valence and Cl L-shell Photoexcitation and Ionization."
- 57)** SOLEIL 20110875: "Multidimensional photoelectron spectroscopy with Hermes experiment: Studies of 2-site core double ionization in benzene, C2Hn and C3Hn compounds. "
- 58)** ESRF EC968: "Depicting the role of externally supplied organic sulphur compounds in Cd uptake, translocation, accumulation and detoxification in Cd hyperaccumulating and nonaccumulating plants. "
- 59)** SLS 20110240: "Electronic structure of nanomagnets studied with 1s RIXS."
- 60)** SSRL 3669A: "Studying atomic multielectronic processes through x-ray emission and resonant inelastic xray scattering."
- 61)** ELETTRA 20130548: "Quantifying charge transport at molecular interface".
- 62)** ELETTRA 20125039: "Probing Quantum Interference in Charge Transfer Processes".
- 63)** ELETTRA 20120267: "Interplay between the TiO2(110) Defect State and overlayers of perylenederivative acceptors".
- 64)** ELETTRA 20120173: "Local coordination of Si atoms in graphenelike two-dimensional silicon sheets".
- 65)** ELETTRA 20130168: "Contact doping and semiconductor templating on graphene electrodes for organic photovoltaic devices".
- 66)** ELETTRA 20130544: "Exfoliated graphene: correlation between morphology and electronic properties".

- 67) ESRF proj. ID: LS2225: "Studies of localization and speciation of iron in vegetative and seed tissues of rice and wheat to enhance biofortification and improve crop yields", 28.2.- 5.3. 2013.
- 68) ESRF proj. ID: LS 2209 "Studies of thiol mediated cadmium and mercury uptake in plants for enhancing phytoextraction efficiency", 18.6.-24.6. 2013
- 69) ESRF EV25: "Understanding Cr(VI) reduction and Cr transport in sunflower plants", 16.-23. 7. 2013.
- 70) ESRF proj. ID: LS/2270: "Investigation of chemical form of iron in grain tissues of diverse wheat genotypes", 9.-12. 11. 2013.
- 71) ELETTRA proj. ID: 20120044: "In situ XAS studies on Li-sulfur batteries", 29.5.-3.6. 2013
- 72) ELETTRA proj. ID: 20120044: "In situ XAS studies on Lisulfur batteries", 2.12.- 6.12. 2013
- 73) APS proj ID: 28934: "Mössbauer Microscopic Investigation of Charge-Discharge Kinetics of Li Batteries".
- 74) PETRA I2013024EC, "In-situ NRS mapping of LiFePO₄ electrode material for Li-ion batteries"
- 75) ELETTRA 20130104: "He atom in electric and magnetic field high resolution study of avoided crossings by means of the metastable atom detection".
- 76) FERMI 20124009, "Multiphoton excitation of He doubly excited states".
- 77) ESRF CH3910, "In situ time resolved study of the electronic properties of highly luminescent Ag cationic clusters in LTA and FAU zeolites performed with off-resonant RIXS spectroscopy".
- 78) ESRF CH3914, "Xray absorption and inelastic scattering from sulfuric acid water solutions".
- 79) SOLEIL 20130309, "Study of ultrafast relaxation processes in core-excited Cl 1s-sigma* CH₃Cl."
- 80) SOLEIL 20130180, "MULTIDIMENSIONAL PHOTOELECTRON SPECTROSCOPY WITH HERMES EXPERIMENT: Studies of Core Double Photoionization".
- 81) MAXLAB2, 20130044: "PEPIPICO study of CH₃Cl and CCl₄ @ Cl L edge"

Spodaj je naštetih 23 IZVEDENIH TNA (Trans National Access) projekti, na osnovi katerih so v obdobju 2009-april 2014 tuji raziskovalci izvajali **meritve z ionskimi žarki** v Mikroanalitskem centru IJS v okviru EU povezave SPIRIT.

- 1) MIC (Ion microbeam), Prof. Charlotte Poschenrieder, Bioscience Faculty, Autonomous University of Barcelona, PIXE localization of aluminium in tea, maj 2009, 40 ur,
- 2) MIC (Ion microbeam), Prof. Nathalie Verbruggen, Department de Biologie Vegetale, Universite Libre de Bruxelles, MicroPIXE Analysis of Haumaniastrum katangense and Nicotiana plumbaginifolia, 27. – 29. 07.2009, 30 ur,
- 3) MIC (Ion microbeam), Prof. Flavia Navari Izzo, University of Pisa, Italy, MicroPIXE Analysis of Brassica carinata, 27. – 29. 07.2009,
- 4) MIC (Ion microbeam), Prof. Peter Schröder, HelmholtzZentrum München, Abteilung Mikrobepflanzen Interaktionen Localization and quantification of cadmium and lead in Typha latifolia plants. Effects of individual and mixed pollution, 10. – 14. 08.2009.
- 5) "MicroPixe Analysis of an 'Halotropic' Plant. Elemental Distribution in Root and Shoot of Bassia Indica under Saline Gradient in Soil", UNI Negev, Israel, MicroPIXE, dr. Avi Golan (Goldhirsh), 21.-25. 2. 2010.
- 6) "Variability of elements in Scots pine (Pinus sylvestris L.) bark and needles in the vicinity of oil refinery in Lithuania", UNI Vilnius, Lithuania, MicroPIXE, dr. Pranas Baltrenas, 13.-17. 4. 2010.
- 7) "Microlocalization of elements in nonhyperaccumulators plants under different nutrient deficiencies and nutrient and pollutant toxicities", RES Zaragoza, Spain, MicroPIXE, dr. Javier Abadia, 1.-15. 8. 2010.
- 8) "Chemical speciation of phosphorus compounds by means of high-energy resolution PIXE measurements employing wavelength-dispersive xray spectroscopy", RES Grenoble, Cedex, France, High-resolution PIXE spectroscopy, dr. Marine Cotte, 6.-10.9. 2010.
- 9) "Elemental record of recent laminated tufa sediments as a high-resolution environmental proxy", UNI Madrid, Spain, PIXE, dr. Concepción Fidalgo Hijano, 24.6.-2.7. 2010.
- 10) "Characterization of zoned patterns by trace elements mapping in diagenetically transformed aragonite to calcite stalagmites", UNI Alcalá de Henares, Spain, PIXE, dr. Ian Fairchild, 21.-23.6. 2010.
- 11) "Chemical speciation of 3d transition metal compounds by means of high-energy resolution PIXE measurements employing wavelength dispersive x-ray spectroscopy (XES)", RES Zagreb, Croatia, High-resolution PIXE spectroscopy, dr. Milko Jakšić, 13.-17. 9. 2010.
- 12) "Histological localization of essential and nonessential elements in leaves of Zygophyllum fabago exposed to Cd and Zn treatments", UNI Louvain la Neuve, Belgium,

MicroPIXE, dr. Stanley Luttz, 23.11.- 8.12. 2010.

13) "Proton Beam Analysis of Late Bronze Age metals from Southern Hungary Source Area and Technology", UNI Szeged, Hungary, In-air PIXE, dr. Gábor Santa, 3.-7.11. 2010.

14) "Quantitative analysis of intracellular gold nanoparticles by proton microscopy", Faculty of Biology,

University of Belgrade, Serbia, Institute for Medical Research, Military Medical Academy, Belgrade, Tomić Sergej, Micro-PIXE 13.2.2012-17.2.2012.

15) "Ion beam analysis of Al/Ti and Ni/Ti thin film structures after laser treatments", Institute of nuclear sciences "Vinča", Belgrade, RBS-ERDA, dr. Peruško Davor, 28.03. - 01.04.2011.

16) "The localisation of callose, aluminium and silicon in tissues of Land Cress grown in silicic acid solution and in the presence and absence of aluminium", The Birchall Centre Lennard-Jones Laboratories Keele University Staffordshire, dr. Morgan Nicholas, 16.07. - 22.07.2012.

17) "Modification of the original chemical composition of speleothems during the diagenesis of aragonite to calcite", University of Alcalá de Henares, PIXE, dr. Domingue David, 18.06. - 25.06.2011.

18) "Study of urban aerosol composition by high-resolution PIXE", Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, HR-PIXE, dr. Kertesz Zsafia, 25.09.2011-01.10.2011.

19) "Study of low and high energy satellites of Si", Instituto Tecnológico e Nuclear, Unidade de Física e Aceleradores, dr. Chavez Paola, HR-PIXE, 18.09.2011-24.09.2011.

20) "Localization of sodium in leaves of salt-resistant and salt-sensitive tomato plants exposed to salinity", Université catholique de Louvain, Earth and Life Institute, dr. Lefevre Isabelle, Micro-PIXE 11.12.2012-16.12.2012.

21) "Micro-PIXE Analysis of an 'Halotropic' Plant. Elemental Distribution in Root and Shoot of *Bassia Indica* under Saline Gradient in Soil", Ben-Gurion University of the Negev, dr. Oren Shelef, Micro-PIXE, 11.9.2012-22.9.2012.

22) "Cereal Fe biofortification mediated by external S supply : the durum wheat seed experience, Department of Agriculture and Environmental Sciences (DISA), University of Udine, dr. Magali Schnell Ramos, Micro-PIXE, 22.1.2013-22.1.2013.

23) "Zinc and iron homeostasis in *Arabidopsis thaliana*: novel molecular factors and their influence on metal distribution and concentration", Lehrstuhl für Pflanzenphysiologie, Ruhr-Universität Bochum GERMANY, dr. Camille Larue, Micro-PIXE, 8.7.2013-12.7.2013.

**LETNA POROČILA O REZULTATIH RAZISKOVALNIH
PROJEKTOV V LETU 2013**

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4107	
Naslov projekta	RAZVOJ NOVE GENERACIJE TOPLOTNIH MANIKINOV ZA NAMENE VREDNOTENJA OPREME ZA ZAŠČITO IN VAROVANJE ZDRAVJA V EKSTREMNIH POGOJIH BIVANJA IN DELA (X-TERMOMAN)	
Vodja projekta	4011 Jože Balič	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810	
Cenovni razred	B	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 223 BIOMED raziskovanje in strokovno svetovanje d.o.o., Ljubljana, Tugomerjeva 2	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.01 Proizvodna kibernetika	
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Biomed d.o.o.	
	Naslov	Stari trg 4, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	43.000	EUR

Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:		33	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
1.	Krmilni sistem za neodvisno regulacijo toplote v segmentih manikina.		F.08
2.	Programska opremo za krmilni sistem, ki tudi izračuna regionalno toplotno in evaporativno upornost oblačilnega sistema.		F.06
3.	Pridobljene karakteristike avtonomne regulacije		F.02
4.	Študija vedenjskih odzivov		F.02
5.	Študija avtonomnih odzivov testirancev		F.01
Komentar	Delež sofinanciranja je bil direktno izveden za namene pridobivanja ustreznih realnih karakteristik v okviru obsežnega testiranja (in-vivo) v testirnem centru Planica		
Ocena	S tem je prispevek za sofinanciranje upravičen.		

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

V letu 2013 smo realizirali sledeče delovne sklope:

- Razvili smo krmilni sistem za neodvisno regulacijo toplote v segmentih manikina.
- Razvili smo programsko opremo za krmilni sistem, ki tudi izračuna regionalno toplotno in evaporativno upornost oblačilnega sistema.
- Opravili smo študijo (in-vivo), s katero smo dokumentirali regionalne prispevke k vedenjskim odzivom pri moških in ženskah.
- Opravili smo študijo s katero smo dokumentirali regionalne prispevke k avtonomnim odzivom testirancev (predvsem znojenje).
- Karakteristike avtonomne regulacije so implementirane v termoregulacijski model, ki temelji na nevrofiziologiji toplotnih receptorjev.

Podrobnejši opis rezultatov:

V letu 2013 smo v okviru raziskovalnega projekta podrobneje nadgrajevali kontrolni sistem, vzporedno z razvojem programske opreme. Glede na zasnovo toplotnega manikina, pomeni, ločenih 19 segmentov so bile proučevane moči posameznih grelcev za doseganje optimalno in konstantno ogrevane površine manikina. Tako je za vsak ločen segment bila določena moč grelcev. Ta del je zelo pomemben za izvajanje natančnih in uporabnih meritev. 19 segmentov, ki določajo in opisujejo površine toplotnega manikina so razdeljeni glede na proučitev znanstvenih spoznanj o fiziologiji človeka. Pomeni, da smo segmente razdelili glede na lokalna področja za katera je znano, da človeško telo na teh področjih proizvaja različno količino toplote med opravljanjem visoko intenzivnega dela. Posledično to pomeni, da se na teh definiranih segmentih telo potem različno znoji. V hladnem okolju pa potrebujemo te posamezne segmente različno toplotno izolirati ter na ta način človeka zavarovati pred mrazom in morebitnimi zmrzlinjskimi in nezmrzlinjskimi poškodbami.

Za posamezen segment določen na toplotnem manikinu (za vsakega od 19-ih) smo vzpostavili sistem za izračun regionalne toplotne izolacije. Takšno določanje toplotne izolacije na regionalnem nivoju je prav tako zelo pomembno tako z vidika zavarovanja človeka v mrzlem okolju, kot tudi za preprečevanje toplotnih preobremenitev v vročem okolju. Izvedena so bila proučevanja vročega in hladnega ekstremnega okolja na regionalni ravni, kar opravičuje razdelitev površin toplotnega

manikina na segmentalne površine.

Razvoj programske opreme za nadzor in krmiljenje tako toplotnega manikina kot tudi izvajanja meritev je potekal vzporedno z določanjem in študijami razdelitve na segmente površin. Aplikacija je zasnovana tako, da na podlagi podatkov merjenih temperatur na površini kože kot rezultat dobimo izračunano toplotno izolacijo merjenega oblačilnega sistema za posamezne segmente, kot tudi za celotni oblačilni sistem. Arhiviranje merjenih podatkov je potekalo v smislu gradnje podatkovne infrastrukture, ki bo dalje uporabna za numerično modeliranje termoregulacijskih odzivov ljudi s pomočjo termoregulacijskih modelov. Iz tega vidika je že zdaj zelo pomembno, kako bodo merjeni podatki združeni v celoto za nadaljnjo uporabo. Vzporedno z razvojem podatkovne infrastrukture razvijamo in določamo območja toplotne izolacije za različne okoljske pogoje. Prav tako tem področjem dodajamo podatke o količini proizvedene toplote, ko človek opravlja različno intenzivna dela.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

Realizacije je bila celo večja, kot je bilo planirano, saj so bila izvedena obsežna testiranja (in-vivo), ki niso bila planirana v takšnem obsegu, so se pa izkazala za potrena za kompletiranje raziskovalne naloge. Poleg tega sta bila izdelana 2 preizkusna toplotna manikina (planiran je bil samo eden).

Delovne aktivnosti na raziskovalnem projektu so v letu 2013 potekale v skladu z zastavljenimi cilji. Glede na raziskovalne in tehnološke aktivnosti, izvedene v letu 2012, smo v letu 2013 za izdelan prototip toplotnega manikina razvijali programsko opremo za zajemanje in analizo podatkov. Najprej je potekalo vrednotenje vgrajenih toplotnih grelcev za doseganje optimalno ogrevane površine toplotnega manikina, kar je glavni pogoj za njegovo brezhibno uporabo. Dalje je razvoj programske opreme temeljil na zajemanju podatkov za vsakega od 19 posameznih segmentov. Segmenti povezujejo ogrevanje in zajemanje podatkov ter dalje tudi analizo merjenih podatkov.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Realizacija programa se je spremenila v toliko, da so bila izvedena dodatna testiranja in izdelan dodatni toplotni manikin.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	26850855	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sodobni koncepti testiranja ognjevarnih zaščitnih oblačil
		ANG	Advanced concept of flame retardant clothing testing
Opis	SLO	V prispevku so predstavljeni vidiki razvoja osebne zaščitne opreme. Metode testiranja so opisane z vidika industrijske uporabe. Podane so teoretične osnove za testiranje tekstilnih zaščitnih materialov ter pomen za končno uporabo. Dalje so predstavljeni primeri testiranja s pomočjo požarnega manikina. Opisani in predstavljeni so rezultati testiranja različnih zaščitnih oblačilnih sistemov.	

		ANG	Scientific contribution presents new development concepts of personal protection equipment. The methods from the industrial point of view are presented and described. The theoretical basis for textile material testing is described as well. The contribution presents the use of flame manikin for testing and for evaluation of the personal protective equipment. Obtained results are presented in the frame of different protective material and overall clothing systems.
	Objavljeno v		Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti; Sigurnost; 2013; Vol. 55, no. 2; str. 97- 106; Avtorji / Authors: Zavec Pavlinič Daniela, Hursa Šajatović Anica, Mekjavić Igor B.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	26953255	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Gasilski oblačilni sistemi za zaščito pred toploto in plamenom
		ANG	Fire fighters clothing ensembles for protection against heat and flame
	Opis	SLO	V prispevku so opisani gasilski oblačilni sistemi za zaščito pred toploto in plamenom. Obravnavani so predpisi s strani standardov ter lastnosti zaščitnih tekstilnih materialov. Predstavljen je pomen obstojnosti zaščitnih materialov.
		ANG	The paper presents the fire fighters clothing ensembles for protection against heat and flame. The regulatives of the standards and properties of the protective materials have been discussed. The meaning of the resistance of protective materials is presented.
	Objavljeno v		Hrvatski inženjerski savez tekstilaca; Tekstil; 2013; Vol. 62, no. 3/4; str. 160-173; Avtorji / Authors: Hursa Šajatović Anica, Zavec Pavlinič Daniela, Dragčević Zvonko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	26892839	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sistem za ocenjevanje kvalitete ognjevarnih oblačil
		ANG	A system for model-based quality assessment of burn-protective garments
	Opis	SLO	V prispevku je opisan sistem ocenjevanja ognjevarnih tkanin, ki temelji na modelnem pristopu.
		ANG	The article describe the system for model-based quality assessment of burn-protective garments.
	Objavljeno v		Springer; Case studies in control; 2013; Str. 257-285; Avtorji / Authors: Juričić Đani, Gašperin Matej, Musizza Bojan, Dolanc Gregor, Mekjavić Igor B.
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	25777191	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Ali poznamo funkcionalna oblačila?
		ANG	Do we know the functional garments?
	Opis	SLO	V prispevku je opisan pomen funkcionalnih oblačil za področje uporabe v medicini. Izpostavljena je nevarnost prenosa različnih okužb.
		ANG	The paper presents the purpose of the functional clothing for the use on the field of medicine. The meaning of the hazards of hospital treats is

		discussed.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Objavljeno v	ZAVEC PAVLINIČ, Daniela. Ali poznamo funkcionalna oblačila?. Gospodarski izzivi, nov. 2013, letn. 6, št. 3, str. 30.
	Tipologija	1.04 Strokovni članek
2.	COBISS ID	26850343 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Obstočnost zaščitnih materialov po večkratni toplotni obremenitvi
		<i>ANG</i> Stability of protection materials after repeated thermal load
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku so obravnavani zaščitni materiali in možnost testiranja z novo metodo, kjer bo material izpostavljen večkratni toplotni obremenitvi. Zasnova za razvoj nove metode se je pokazala za zelo uporabno, saj se zaščita z vsakokratno toplotno obremenitvijo zelo zniža.
		<i>ANG</i> The paper deals the protective materials and the possibility of testing using new method, where the material is exposed to several heat load. The idea for development of new testing method was shown as good one, as the protection of textile material while exposed to several heat loading decrease.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo; Trajnostni razvoj v tekstilstvu; 2013; Str. 25; Avtorji / Authors: Zavec Pavlinič Daniela, Oder Andreja, Grm Vinko
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
3.	COBISS ID	16946710 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Računalniško podprta obdelava pramodelov iz plastičnih mas za izdelavo peščenih livarskih orodij
		<i>ANG</i> CA-aided manufacturing of plastic models
	Opis	<i>SLO</i> V članku je predstavljena računalniško podprta obdelava pramodelov iz plastičnih mas. Cilj projekta je bil izdelava lutke iz aluminijeve zlitine, za preizkušanje zaščitnik oblačil za intervencijske službe. Uporabljena je bila najsodobnejša programska oprema za modeliranje in programiranje CNC obdelovalnih strojev. Pri snovanju strategij obdelave smo uporabljali programski paket UGS NX 7. Obdelava posameznih pramodelov za litje je potekala na CNC obdelovalnem centru Heller BEA 1. Zaradi dimenzijskih omejitev stroja smo posamezne pramodele morali razdeliti na več manjših segmentov. Posamezni pramodeli so bili izdelani iz umetnega materiala SikaBlockr M700. Sama izdelava pramodelov je bila zahtevna in obsežna. V projektu smo uspešno zajeli zahteve pri litju aluminijeve zlitine, na tej osnovi modeliranje objektov in izdelavo odlitkov.
		<i>ANG</i> The paper deals with development of CA-aided method for manufacturing of plastic models with special attention on developing of manikins.
	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	Profidtp; Vir znanja in izkušenj za stroko; 2013; Str. 103-106; Avtorji / Authors: Pahole Ivo, Irgolič Tomaž, Šenveter Jernej, Paulič Matej, Ficko Mirko, Hrelja Marko, Valentan Bogdan, Balič Jože
	Tipologija	1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

ZAVEC PAVLINIČ, Daniela, ODER, Andreja, GRM, V., STANIČ, Uroš. Multifunctional protective clothing system : development vs. functionality. V: MIPRO 2013, 36th International Convention, May 20-24, 2013, Opatija, Croatia. BILJANOVIĆ, Petar (ur.). MIPRO 2013 : Mipro proceedings, (MIPRO ... (CD-ROM), ISSN 1847-3946). Rijeka: Croatian Society for Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, cop. 2013, str. 331-335. [COBISS.SI-ID 26756135]

SVETEC, Milan, SLAVINEC, Mitja, ZAVEC PAVLINIČ, Daniela, KLEMENČIČ, Eva, FRAS, Maja. Vpliv vlage na toplotno prevodnost oblačil. V: 11. znanstvena konferenca Pomurske Akademsko Znanstvene Unije, PAZU, Murska Sobota, 29. in 30. november 2013. SLAVINEC, Mitja (ur.). Pomurska akademija Pomurju : zdravo Pomurje za zdrav razvoj : (zbornik povzetkov). 1. izd. Murska Sobota: Združenje Pomurska akademsko znanstvena unija, 2013, str. 20. [COBISS.SI-ID 17367062]

MORRISON, Shawnda A., MCDONNELL, Adam, CIUHA, Urška, ZAVEC PAVLINIČ, Daniela, DEBEVEC, Tadej, MEKJAVIČ, Igor B. Sex differences on susceptibility to hand or foot cold injury after alpine skiing. V: COTTER, James D. (ur.), LUCAS, Samuel J. E. (ur.), MÜNDEL, Toby (ur.). [ICEE 2013] : proceedings of the 15th International Conference on Environmental Ergonomics, [COBISS.SI-ID 26559783]

MORRISON, Shawnda A., CIUHA, Urška, ZAVEC PAVLINIČ, Daniela, MEKJAVIČ, Igor B. Alterations in behavioural thermoregulation after 10 days of simulated high altitude and confinement. V: COTTER, James D. (ur.), LUCAS, Samuel J. E. (ur.), MÜNDEL, Toby (ur.). [ICEE 2013] : proceedings of the 15th International Conference on Environmental Ergonomics, 2013 [COBISS.SI-ID 26559527]

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

Kot izjemen znanstveni dosežek štejemo izvirni znanstveni članek (ZAVEC PAVLINIČ, Daniela et al.: Suvremeni koncept testiranja protupožarne zaščite odječe, Sigurnost, ISSN 0350-6886, 2013, vol. 55, no. 2, str. 97- 106.), kjer so proučevani protokoli za testiranje in vrednotenje osebne zaščitne opreme za gasilce. Obravnavani protokoli so primerno izhodišče in smernica za razvoj protokolov in vrednotenja z uporabo razvitega prototipa toplotnega manikina. V prispevku obravnavani rezultati bodo uporabni za povezovanje s podatki toplotne izolacije, ki se lahko določa s pomočjo toplotnega manikina. Raziskovalci projektne skupine smo se osredotočili na zbiranje gradiva za pripravo in izdajo znanstvene monografije, ki bo obsegala in obravnavala vplivne dejavnike okolja na človeka. Gre za večmesečno delo s poudarkom na združevanju znanj s področja tekstilnega in oblačilnega inženirstva, delovnega okolja ter proizvodnih tehnologij in sistemov.

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

MEKJAVIČ, Igor B. (intervjuvanec). Fiziolog izjemnih okolij. National geographic, Slovenija, ISSN 1854-4851, jan. 2013, letn. 1, št. 1, str. 64. [COBISS.SI-ID 26398247]

MEKJAVIČ, Igor B.. Polet iz Planice na Luno : portretna oddaja o prof. dr. Mekjaviču. Ljubljana: RTV Slovenija 1, 17. dec. 2013. <http://ava.rtv slo.si/predvajaj/polet-iz-planice-na-luno/ava2.174252469/>. [COBISS.SI-ID 27321127]

Kot izjemen družbeno ekonomski dosežek lahko štejemo sodelovanje članice projektne skupine dr. Daniele Zavec Pavlinič na projektu Promocije zdravja na delovnem mestu, ki ga je razpisal Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije z naslovom Spekter preventivnih ukrepov s poudarkom na osebni varovalni in delovni opremi

Članica projektne skupine dr. Daniele Zavec Pavlinič skrbi tudi za delovanje in povezovanje z drugimi razvojnimi projekti z namenom razvoja Pomurske regije.

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4283	
Naslov projekta	Razvoj modela sistema za inteligentno podporo izbire ustreznega preaškastega materiala v procesu razvoja sintranih izdelkov	
Vodja projekta	3014 Jože Flašker	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810	
Cenovni razred	B	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 237 TALUM, Tovarna aluminija d.d. Kidričevo 1978 UNIOR Kovaška industrija d.d. 2547 Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.11 Konstruiranje 2.11.02 Specialna konstrukcijska znanja	
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Unior d.d.	
	Naslov	Zreče, Kovaška c. 10, 3214 Zreče	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	44.840,43	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	29	%

Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
	1.	Trdnostne lastnosti materiala za sintranje	F.01
	2.	Preizkuševališče za zobnike	F.08
	3.	Numerični model za določitev povesa zoba polimernega zobnika	F.02
	4.	Numerični model za sintranje	F.02
	5.		
Komentar	Stopnja realizacije projekta je v skladu z načrtovanim programom.		
Ocena	Rezultati prinašajo dodano vrednost podjetju in bodo pomembno vplivali na razvoj podjetja.		
2.	Naziv	Talum d.d.	
	Naslov	Kidričevo, Tovarniška c. 10, 2325 Kidričevo	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	24.200,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	16	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
	1.	Določitev materialnih lastnosti Al prahu	F.01
	2.	Alternativne možnosti uporabe Al prahu v obliki P/M izdelkov	F.06
	3.		
	4.		
	5.		
Komentar	Raziskane so bile možne tehnološke poti uporabe Al prahu kot stranskega produkta v proizvodnji podjetja Talum		
Ocena	Rezultat prinaša velike možnosti razvoja novih izdelkov in reševanje problema uporabe Al prahu kot stranski produkt, kar rešuje tudi problem okoljske obremenitve in predstavlja nov komercialno zanimiv spekter proizvodov.		

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

Kakor prejšnji dve leti, je projektna skupina tudi v letu 2013 primerno izpolnila cilje zastavljene v prijavi projekta, pri čemer se je ves čas vlagal napor za razvoj modela sistema za inteligentno podporo pri razvoju izdelkov iz sintranih materialov.

V letu 2013 so bili končani dinamični preizkusi jeklenih sintranih in dodatno kaljenih preizkušancev. Za oba seta preizkušancev sta bila določena parametra σ_f in b , ki povezujeta obremenitev s pričakovano dobo trajanja pri tej obremenitvi. Ti materialni parametri so bili uporabljeni v numeričnem modelu za prvo oceno življenjske dobe sintranih zobnikov. V letu 2013 je bila zaključena izdelava in sestava namenskega preizkuševališča za sintrane zobnike, ki je bila zasnovana po vzoru FZG preizkuševališča. Preizkuševališče je narejeno tako, da lahko na njem preizkušamo tudi zobnike iz drugih materialov (npr. polimerne zobnike). V nadaljevanju je načrtovano obširno testiranje sintranih zobnikov z različnimi naknadnimi obdelavami po sintranju. Vzpostavljeno je bilo sodelovanje z nemškim podjetjem, ki se ukvarja s proizvodnjo aluminijastega prahu namenjenega za sintranje. Vseskozi vzporedno poteka študija uporabe že obstoječega modela za numerične analize stiskanja kovinskih prahov, s pomočjo katere bi se dalo vnaprej določiti lokalne gostote po volumnu

končnih izdelkov.

V tovarni Talum, Kidričevo kot stranski produkt peskanja rondel nastaja na leto 5 do 7 ton kovinskega prahu na osnovi Al. Predstavniki Taluma so predlagali, da bi v okviru pričujočega projekta poiskali poti za njegovo uporabo v obliki končnih P/M izdelkov. Zato smo v tej fazi projekta najprej analizirali lastnosti tega prahu in raziskali možne tehnološke poti njegove uporabe. Raziskava je pokazala, da Al prah kot takšen za konvencionalno sinter tehnologijo ni uporaben. Je pa lahko uporaben kot izhodna surovina za izdelavo končnih popolnoma zgoščenih izdelkov (profilov kompliciranih oblik) z novo P/M tehnologijo (intenzivno mletje+CIP+vroče iztiskovanje). Uvedba takšne inovativne tehnologije je dokaj zahtevna (tehnološko in finančno), a bi predstavljala občutno zmanjšanje obremenitve okolja in nov komercialno zanimiv spekter proizvodov. O tej raziskavi smo poročali na 21. mednarodni konferenci o materialih in tehnologijah novembra 2013 v Portorožu z dvema prispevkoma. V okviru raziskave smo poslali v recenzijo tudi izvirne znanstvene članke, za katere pričakujemo sprejem v objavo v letu 2014.

Teoretično smo preučevali vpliv »nečistoč« na strukturno in fazno obnašanje materialov. Raziskali smo vpliv naključnega nereda, vsiljenega preko »nečistoč«, na domenske vzorce struktur, ki so dosežene z zlomom zvezne simetrije. Pri tem smo uporabili tako mezoskopske kot semi-mikroskopske pristope. Pokazali smo, kako hitrost izvedenega faznega prehoda vpliva na velikost »protodomen«. Nadalje smo pokazali, kakšne so značilnosti domenskih vzorcev v odvisnosti od koncentracije »nečistoč«, jakosti njihove sklopitve z okoliško matriko in temperature vzorca.

Na Institutu Josef Stefan so potekale raziskave v smeri izboljšanja homogenosti in gostote nanosa ter izboljšanja lastnosti prevleke iz PEEK materiala po termični obdelavi. Rezultati so pokazali, da je izjemno zahtevno izdelati prevleko ustrezne debeline.

Na področju alternativnih materialov sintranim materialom smo raziskovali povos zoba zobnika izdelanega iz polimernega materiala. Glede na manjšo togost polimernih materialov napram sintranim materialom lahko večji povos zoba polimernega zobnika vodi k motnjam pri ubiranju zobnikov. Raziskava je bila izvedena v okviru metode končnih elementov. Ugotovljeno je bilo, da je pri uporabi klasičnih materialnih modelov (Hookov zakon) zelo pomembno natančno poznavanje modula elastičnosti, kar je še posebej pomembno, ko se le ta določa iz diagramov objavljenih v javno dostopni literaturi. V primeru je primerneje uporabiti hiperelastične materialne modele.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

Glede na poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013 v točki 3 ocenjujemo, da je stopnja realizacije projekta v skladu z načrtovanim.

Dokončani so bili dinamični preizkusi jeklenih sintranih in dodatno kaljenih preizkušancev, ki so bili uporabljeni v numeričnem modelu za oceno življenjske dobe sintranih zobnikov. Izdelano in sestavljeno je bilo preizkuševališče za zobnike po vzoru FZG preizkuševališča.

V okviru pričujočega raziskovalnega projekta so v letu 2013 bili realizirani vsi zastavljeni cilji, kot je bilo načrtovano skupaj s sodelavci iz Uniorja in Taluma. Ker je predlagana rešitev z uvedbo nove tehnologije uporabe Al prahu tehnološko in predvsem finančno zelo zahtevna (investicije v novo opremo) bodo v zadnji fazi projekta raziskave usmerjene v druge sprejemljivejše (cenejše in enostavnejše) možnosti uporabe tega materiala.

Teoretično je bil proučevan vpliv »nečistoč« na strukturno in fazno obnašanje materialov. Raziskan je bil vpliv naključnega nereda, vsiljenega preko »nečistoč«, na domenske vzorce struktur, ki so dosežene z zlomom zvezne simetrije.

Potekale so tudi raziskave v smeri izboljšanja homogenosti in gostote nanosa ter izboljšanja lastnosti prevleke iz PEEK materiala po termični obdelavi.

Na področju alternativnih materialov, ki bi nadomestili sintrane materiale, smo izvedli raziskave povesa zoba zobnika izdelanega iz polimernega materiala in določili vpliv natančnosti določitve modula elastičnosti na povese zoba.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

V letu 2013 ni prišlo do bistvenih sprememb pri izvajanju programa.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	20050952	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Zlom simetrije v nematičnih tekočih kristalih : analogija s kozmologijo in magnetizmom
		<i>ANG</i>	Symmetry breaking in nematic liquid crystals: analogy with cosmology and magnetism
	Opis	<i>SLO</i>	Na primeru nematičnih tekočih kristalov smo preučevali univerzalnostne mehanizme tvorbe domenskih struktur in vpliv nečistoč na njihovo stabilizacijo. Obravnavali smo tri-dimenzionalni mrežni model in uporabili metodo Brownove molekularne dinamike. Pri tem so molekule sodelovale z Lebwohl-Lasher-jevo interakcijo. Preverili smo veljavnost teoremov, ki so bili originalno izpeljani v kozmologiji in magnetizmu. V prvem delu smo se osredotočili na vpliv hitrosti faznega prehoda na velikost t.i. protodomen. Ko je stopnja orientacijske urejenosti dovolj velika, se pojavijo dobro opredeljene protodomene, karakterizirane z značilno linearno dolžino. V drugem delu smo preučili vpliv zgodovine vzorca na domensko strukturo. Pokazali smo, da velja t.i. Imry-Ma teorem samo za določena začetna stanja sistemov

		ANG	predictions originally derived in cosmology and magnetism. In the first part we focus on coarsening dynamics following the temperature driven isotropic-nematic phase transition for different quench rates. The behavior in the early coarsening regime supports predictions made originally by Kibble in cosmology. For fast enough quenches, symmetry breaking and causality give rise to a dense tangle of defects. When the degree of orientational ordering is large enough, well defined protodomains characterized by a single average domain length are formed. With time subcritical domains gradually vanish and supercritical domains grow with time, exhibiting a universal scaling law. In the second part of the paper we study the impact of random-field-type disorder on a range of ordering in the (symmetry broken) nematic phase. We demonstrate that short-range order is observed even for a minute concentration of impurities, giving rise to disorder in line with the Imry-Ma theorem prediction only for the appropriate history of systems.
	Objavljeno v		IOP Publishing; Journal of physics; 2013; Vol. 25, no. 40; str. 404201-1-404201-10; Impact Factor: 2.355; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.827; WoS: UK; Avtorji / Authors: Repnik Robert, Ranjkesh Siahkal Amid, Šimonka Vito, Ambrožič Milan, Bradač Zlatko, Kralj Samo
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16850966	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določitev povesa polimernega zoba zobnika pri statični obremenitvi z numerično analizo
		ANG	Deflection of polymer gear tooth under static load using numerical analysis
	Opis	SLO	In this work an influence of Young's modulus on deflection of polymer gear tooth. Deflection was determined with finite element method. Results show that it is very important to determine accurate value of Young's modulus. Accurate determination of Young's modulus can be questionable when it is determined using results of stress strain presented in diagram from literature. In this case it is better to use appropriate hyperelastic constitutive law.
		ANG	In this work an influence of Young's modulus on deflection of polymer gear tooth with no permanent set was presented. Deflection was determined with finite element method. Results show that it is very important to determine accurate value of Young's modulus. Accurate determination of Young's modulus can be questionable when it is determined using results of stress strain presented in diagram from literature. In this case it is better to use appropriate strain energy potential of hyperelastic constitutive law.
	Objavljeno v		Centre of Excellence PoliMaT; The proceedings of the Austrian - Slovenian Polymer Meeting 2013; 2013; Str. 264-265; Avtorji / Authors: Zafošnik Boštjan, Hanžič Nina, Flašker Jože
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	20099848	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Numerična simulacija stiskanja kovinskega prahu z Drucker-Prager Cap modelom v več-višinski komponenti
		ANG	Numerical simulation of powder metal compaction with Drucker-Prager cap model in a multi height component

Opis	SLO	V prispevku je predstavljena simulacija enoosnega stiskanja kovinskega prahu v procesu sintranja. Numerični model je bil narejen v programu Abaqus z uporabo Drucker-Prager Cap (DPC) modela. Izvedena je bila simulacija stiskanja dvovišinskega cilindričnega kosa. Matrica in trni orodja so bili modelirani ko analitične toge površine, pozicija matrice je bila fiksna, medtem ko so se trni ustrezno pomikali v smeri stiskanja. S prilagajanjem gibov trnov je možno doseči optimalno porazdelitev lokalnih gostot po kosu, ki so različne zaradi trenja kovinskega prahu po stenah matrice in trnov. Rezultati so predstavljeni v aksialnem prerezu kot različne porazdelitve gostote pri ustreznih gibih orodja.	
	ANG	This paper presents numerical simulation for press compaction of the powdered metal in a sintering process. Numerical simulation was done in Abaqus, utilizing Drucker-Prager Cap (DPC) model. Compaction simulated sample was a two level cylindrical component. Die and punches were modeled as a 2D analytically rigid shell. Position of the die was fixed, while the lower two punches were allowed to move in a vertical direction (direction of the compaction). Optimal results can be achieved, by optimizing the stroke properties of punches. To obtain realistic results, surface friction has been taken into account. Results of the simulation are variable magnitude density areas, distributed over a vertically split cross section of the cylindrical component.	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	European Powder Metallurgy Association; Euro PM2013 congress & exhibition; 2013; Str. 7-11; Avtorji / Authors: Šori Marko, Verlak Tomaž, Glodež Srečko		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
2.	COBISS ID	19978760	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vabljeni predavanja na temo ograjenosti in vpliva nanodelcev na fazno obnašanje dvo-komponentnih mešanic	
	ANG	Invited lectures on confinement and impact of nanoparticles on phase behavior of bicomponent mixtures	
Opis	SLO	Izvedena so bila številna vabljeni predavanja na uglednih univerzah v Angliji (Cambridge, Bath) na temo faznega obnašanja mešanic tekočih kristalov in nanodelcev	
	ANG	Several invited lectures were given in UK (University of Cambridge, University of Bath) about phase behavior of mixtures of liquid crystals and various nanoparticles	
Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)		
Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Kralj Samo		
Tipologija	3.16 Vabljeni predavanja na konferenci brez natisa		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

V okviru raziskave smo v letu 2013 poslali v recenzijo tudi izvirne znanstvene članke. En članek je že potrjen za objavo v reviji z IF faktorjem, drugi je še v postopku recenzije.

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

Proučena je bila univerzalnost mehanizmov tvorbe domenskih struktur in vpliv nečistoč na njihovo stabilizacijo na primeru nematričnih tekočih kristalov. Pri tem je bila preverjana veljavnost teoremov, ki so bili originalno izpeljani v kozmologiji in magnetizmu. Pokazano je bilo, da pri se hitrem faznem prehodu pojavijo dobro opredeljene protodomene,

karacterizirane z značilno linearno dolžino, ko je orientacijska urejenost dovolj velika. Pri vplivu zgodovine vzorca na domensko strukturo je bilo ugotovljeno, da velja t.i. Imry-Ma teorem samo za določena začetna stanja sistemov.

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Raziskave opravljene v okviru pričujočega projekta so pokazale, da je Al prah, ki nastaja kot stranski produkt peskanja rondelic možno koristno uporabiti. Predlagana je nova modificirana P/M tehnologija, ki bi predstavljala občutno zmanjšanje obremenitve okolja in nov komercialno zanimiv spekter proizvodov.

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4082
Naslov projekta	Modeliranje tokovnih in temperaturnih razmer v rotirajočih elementih
Vodja projekta	6428 Leopold Škerget
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1995 CIMOS d.d. Avtomobilska industrija
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.13 Procesno strojništvo 2.13.02 Prenosnost v trdninah in tekočinah
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Cimos d.d. Avtomobilska industrija	
	Naslov	Cesta Marežganskega upora 2, 6000 Koper	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	21.147,40	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	19	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.	PEVEC, Miha, ODER, Grega, POTRČ, Iztok, ŠRAML, Matjaž. Detailed analysis of drum brake squeal using complex eigenvalue analysis. Journal of vibroengineering, ISSN 1392-8716, Sep. 2013, vol. 15, iss 3	A.01
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena	V sodelovanju z UM-FS smo razdelali postopek za primerjavo rezultatov različnih notranjih geometrij diskov na dinamometru. Tako lahko določimo tudi intenzivnost hlajenja pri različnih vrtilnih frekvencah diskov in ne samo maksimalne temperature na koncu testa. Pričakujemo, da bomo s pomočjo sistema z mikrofoni lahko ocenili tudi tokovne razmere med dejanskim zaviranjem.	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

NUMERIČNI DEL

Zaradi zahtevnosti LES in URANS simulacij je bilo potrebno izvesti detajlnejšo analizo vpliva območja reševanja in mreže na rezultate simulacij. Tako so bile izdelane različne RANS numerične simulacije, z upoštevanjem različnega števila hladilnih kanalov, različnih velikosti območja in različne računske mreže. Pri tem smo prišli do celovitega vpogleda na vpliv in stabilnost numeričnih simulacij in do računske mreže, primerne tako za URANS kot LES simulacijo. Analiza je pokazala, da pri mreži, ki numerično ne duši turbulence, so rezultati toplotno-tokovnih razmer znotraj hladilnih kanalov neodvisni od števila hladilnih kanalov. Zato lahko modeliramo le en hladilni kanal. Drugačne pa so razmere na izstopu iz kanalov, kjer ima število modeliranih hladilnih kanalov velik vpliva. S tem pa ima vpliv tudi periodični robni pogoj. Največji vpliv na rezultate ima računska mreža, saj lahko opišemo manjše tokovne strukture, kar pa ima za posledico nestabilen izračun. Le-to kaže na močne nestacionarne razmere problema, katerega je potrebno obravnavati časovno odvisno. Izvedene RANS analize smo tudi primerjali z eksperimentalnim delom oziroma PIV meritvijo izstopnega profila hitrosti iz hladilnih kanalov. Tako smo izvedli evalvacijo numeričnega modela. Zaradi časovnega povprečenja meritev izstopne hitrosti zraka, pri konstantni vrtilni hitrosti diska in temperaturi okolice, smo lahko le-te primerjali le z rezultati stacionarnih RANS simulacij. Primerjava je pokazala dobro ujemanje v primeru primerljive računske mreže s PIV diskretizacijo in čim večjim številom modeliranih hladilnih kanalov. V primeru bolj goste računske mreže pa numerični rezultati detajlnejše opišejo recirkulacijo na izstopu, kot jo zazna PIV in posledično pride do večjega odstopanja. Tako smo potrdili primernost numeričnega modela.

Na osnovi omenjenih analiz in ugotovitev smo izvedli podobne numerične analize tudi za druge izvedbe hladilnih diskov, ki jih je

podjetje CIMOS d.d. testiralo na zavornem dinamometru z željo potrditve primernosti numeričnega pristopa. Tako je podjetje CIMOS d.d. izvedlo testiranje ohlajanja diskov pri različnih konstantnih vrtilnih hitrosti, s čimer smo pridobili ohlajevalne karakteristike posameznega diska. Primerjava ohlajevalnih krivulj in rezultatov izvedenih numeričnih simulacij je pokazala, da je numerični pristop dober, vendar ne opiše konvektivnega prestopa toplote najboljše. Tako je bilo potrebno nadgraditi samo fiziko numeričnega modela, tj. na upoštevanje zraka s spremenljivimi snovnimi lastnostmi, kar pomeni da lahko zrak ekspandira ko se segreje. Z ekspanzijo zraka pa le-ta poglobitno vpliva na tokovno polje in s tem na prestop toplote. Tako smo z nadgraditvijo prišli do zelo dobrega ujemanja numeričnih rezultatov z eksperimentom za različne izvedbe zavornih diskov. Prišli smo do boljšega numeričnega modela, ki upošteva več fizike in bolje napove ohlajevalno karakteristiko posameznega dizajna zavornega diska.

V zadnjem delu leta je bil izveden tudi PIV eksperiment merjenja hitrostnega profila znotraj hladilnega kanala, kar bo v nadaljnjem služilo za validacijo izboljšane RANS modela oziroma URANS in LES pristopa obravnave toplotno-tokovnih razmer pri zavornem disku. Zaradi časovne zahtevnosti URANS in LES modeliranja sta omenjena pristopa še vedno predmet raziskave.

EKSPERIMENTALNI DEL

Na dinamometru v podjetju Cimos d.d., Koper je bilo izvedeno testiranje originalnega diska in dveh prototipnih diskov po standardu SAE J2522. Pokazalo se je, da prototipna diska ne pomenita izboljšanja. Ker testiranje ne poteka pri konstantni vrtilni frekvenci, omogoča samo kumulativno oceno. Zato smo izvedeli serijo testiranj pri katerih smo diske hladili pri konstantni vrtilni frekvenci (ekvivalentni hitrosti vozila 40, 60, 80 in 100 km/h).

Na UM-FS se je naredila analiza podatkov iz dinamometra in razvoj programa v LabVIEW za samo analizo. Večina aktivnosti je bila namenjena meritvam hitrostnih profilov s PIV in analizi pridobljenih meritev. Vse meritve s PIV so bile izvajane v hladnem in pri konstantni vrtilni frekvenci diska 15,7 Hz. Rezultat enega PIV posnetka je hitrostno polje v določenem trenutku. Tako je bilo potrebno posneti več posnetkov, ki smo jih povprečili (več kot 240 posnetkov). Rezultate PIV posnetkov je mogoče zapisati le v kartezijskem koordinatnem sistemu, kateri pa ni najbolj primeren za rotacijske elemente. Zato smo rezultate transformirali v polarne koordinate, saj radialna hitrost omogoča sklepanje o volumskem pretoku zraka skozi hladilni kanal. Ravnino slikanja smo premikali v aksialni smeri glede na disk in posneli hitrostni profile pred in za diskom ter v kanalu med tornimi ploskvami. Tako smo prišli do celovitega vpogleda hitrostnega profila na izstopu iz hladilnega kanala. Iz dobljenega je bilo možno sklepati o volumskem pretoku zraka, dodatno pa smo dobili tudi uporabno orodje za primerjavo različnih izvedb zavornih diskov. Na ta način smo primerjali originalno izvedbo in oba prototipa. Pokazalo se je, da ima originalna izvedba enakomerno porazdelitev hitrosti po kanalu, prototipni izvedbi pa imata volumski tok zgoščen na sredini kanala. S tem smo tudi določili vzrok za slabšo učinkovitost prototipnih diskov. Z meritvami smo potrdili tudi domnevo, da na sesalni strani lopatice občasno nastopi

recirkulacija v smeri osi vrtenja. Podobno analizo smo izvedli tudi na večjem disku. Pri tem se je pokazalo večje območje povratnega toka. Iz tega pa lahko sklepamo, da obstoječa notranja geometrija ni primerna za povečevanje oziroma za potrebe večjih in težjih vozil. Originalni disk smo predelali tudi za meritve hitrostnega profila znotraj kanala. Določili smo povprečni profil hitrosti in definirali območje recirkulacije. Izvedeli smo tudi vizualizacijo toka ob vpihu megle, pri čemer se je pokazalo dobro ujemanje med vizualizacijo in poljem recirkulacije.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

Delo poteka v skladu s cilji. Na osnovi eksperimentalnih podatkov je bil predlagan numerični model ovrednoten, pri tem pa tudi izboljššan. Tako smo prišli do realnejših napovedi oziroma boljše primerjave z eksperimentom. V nadaljevanju bo sledila še dodatna primerjava izboljššanega numeričnega modela s PIV eksperimentom oziroma primerjava tokovnih razmer znotraj hladilnih kanalov. Prav tako pa ovrednotenje RANS SST turbulentnega modela z URANS in LES modelom.

Glavni cilji eksperimentalnega dela so bili doseženi. Rezultati so primerni za primerjavo z numeričnimi rezultati in validacijo numeričnega modela. Omogočen je tudi vpogled v dogajanje v sam hladilni kanal, kar omogoča boljše razumevanja tokovnih razmer v samem kanalu. Tako lahko naredimo povezavo med obliko, hitrostnimi profili in končnimi rezultati na dinamometru.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

/

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17432086	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Iskanje vzrokov za cviljenje zavornih bobnov
		<i>ANG</i>	Research into the possible causes of squealing brake-drums
	Opis	<i>SLO</i>	Prispevek predstavlja inženirski pristop k iskanju rešitve problema cviljenja zavornih bobnov. Postopek je bil izveden v časovni stiski, kasneje pa so mu sledili tudi ukrepi za preprečitev podobnih težav v prihodnosti. Cimos TAM Ai je član skupine Cimos, ki je proizvajalec komponent za avtomobilsko industrijo. Proizvodnjo zavornih bobnov smo prevzeli v produkcijski fazi (prenos proizvodnje). Kmalu po zagonu proizvodnje je kupec sporočil, da ima težave s cviljenjem bobnov. Prejeli smo samo podatek, da do cviljenja prihaja na novih avtomobilih pri vsakodnevni uporabi. Naša naloga je bila, da odkrijemo glavni vzrok, ga odpravimo in sprejmemo nekatere preventivne ukrepe. Raziskava je temeljila na primerjavi Cimosovih bobnov (B) z bobni prejšnjega proizvajalca (A). Težišče raziskave je bilo na primerjavi lastnih frekvenc bobnov, za katero smo sklepali da ima največji vpliv na cviljenje. Najprej smo določili lastne frekvence bobnov A in B. Sledila je numerična analiza za določitev kritičnega mesta kjer prihaja do vibracij, ki povzročajo cviljenje. Odkrili smo pomanjkljivost v obliki, kjer na kritičnem mestu ni

		bila definirana debelina materiala. Na tem mestu so se pojavile velike razlike v debelini med posameznimi kosi, ker je na eni strani neobdelana površina. Problem smo odpravili s premaknitvijo obdelave glede na mere odlitka. Dodatno smo izvedli tudi detajlno analizo posvečeno modulu elastičnosti za sivo litino, da smo eksperimentalno določili vrednosti, ki nastopajo pri majhnih deformacijah značilnih za probleme v povezavi z zvokom. Pokazalo se je, da vrednost modula elastičnosti za majhne deformacije večja kot pri deformacijah, ki se upoštevajo pri trdnostnih preračunih.
	ANG	This paper presents a problem-solving procedure regarding brake-drum noise issues performed by engineers within a short time period and additional measures to be taken for avoiding similar issues in the future. Cimos TAM Ai company is a member of Cimos Group, which is a component producer in the automotive industry. We have taken the production of the rear brake-drums during the phase of the car manufacturing (transfer of production). Soon after the instigation of this production, the customer reported squealing issues with the brake-drums. No detailed information was received about the issue except that it occurred on new cars during everyday operation. It was our goal to find the root cause, fix the issue and take some preventive actions. Research was based on comparing the Cimos brake-drum (B) with the brake-drum of previous supplier (A). The research was focused on resonant frequency of the brake-drum as the most likely parameter connected to the squealing. First the natural frequency of drums A and B was determined by impact-hammer test. Then a numerical simulation was carried out with the goal of detecting the most problematic surface of the drum for causing the squealing. A weakness was found in the brake-drum design where no thickness or tolerance was specified at the critical area, and large deviations existed between the finished brake-drums. The problem was solved by changing the machining parameters. Besides solving the noise problem, an in-depth investigation was conducted into the gray cast-iron modulus of elasticity, in order to find a representative value for those small deformations occurring in cases dealing with noise-emission issues. This value proved to be higher than in the case of larger deformations as considered during mechanical and temperature behavior simulations.
Objavljeno v		Sage Science Press; JVC; 2013; str. 1-8; Impact Factor: 1.966; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.171; A': 1; WoS: AA, IU, PU; Avtorji / Authors: Bombek Gorazd, Pevec Miha, Vranešević Darko
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17522966 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Numerična in eksperimentalna študija zračno hlajenega zavornega diska ANG Numerical and experimental study of ventilated brake disc
	Opis	SLO Delo poteka v skladu s cilji. Na osnovi eksperimentalnih podatkov je bil predlagan numerični model ovrednoten, pri tem pa tudi izboljššan. Tako smo prišli do realnejših napovedi oziroma boljše primerjave z eksperimentom. V nadaljevanju bo sledila še dodatna primerjava izboljššanega numeričnega modela s PIV eksperimentom oziroma primerjava tokovnih razmer znotraj hladilnih kanalov. Prav tako pa ovrednotenje RANS SST turbulentnega modela z URANS in LES modelom. Glavni cilji eksperimentalnega dela so bili doseženi. Rezultati so primerni za primerjavo z numeričnimi rezultati in validacijo numeričnega modela.

		Omogočen je tudi vpogled v dogajanje v sam hladilni kanal, kar omogoča boljše razumevanja tokovnih razmer v samem kanalu. Tako lahko naredimo povezavo med obliko, hitrostnimi profili in končnimi rezultati na dinamometru.
	ANG	The study shows the numerical and experimental work on the field of ventilated brake discs for the reason of predicting the thermal as well as velocity field of the disc and the surrounding cooling air, with the aim to design the most cooling efficient disc with lowest temperature as possible after the breaking, which helps to prolong the life time of the disc. In this study we are dealing with disc problematic, aims, how to build up the numerical model for simulating the thermal-velocity field of the disc, PIV experiment, the measurement results, as well as the comparison of the numerical and experimental results to validate the numerical approach. At numerical simulation we are dealing with the steady state RANS simulation, using the SST turbulence model, where we are modelling only the periodical section of the disc. This way we get the velocity field through and around the disc and the convective heat lux which is dominant in the cooling process. With the time average of the PIV experimental result of the velocity field we retrieve the velocity profile only for the exit section of the cooling channel, which we compare with the numerical results. The analysis for the comparison shows that the best fitting is achieved with modelling as much cooling channels as possible and at the comparing computational mesh with the PIV discretization field. This shows that the methodology for simulating velocity and thermal field of ventilated brake disc is appropriate and that the proposed numerical model is correct.
	Šifra	B.06 Drugo
	Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Škerget Leopold, Iljaž Jurij
	Tipologija	3.15 Prispevek na konferenci brez natisa
2.	COBISS ID	17522454 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Modeliranje tokovnih in temperaturnih razmer v rotirajočih elementih ANG Numerical modelling of the velocity and temperature field for the rotating elements
	Opis	SLO Gre za predavanje na predstavitvi izjemnih znanstvenih dosežkov za leto 2012 na področju tehniških ved, ki je potekalo na Gospodarski zbornici Slovenije. Predstavljeno je bilo raziskovalno delo na področju modeliranja toplotno-tokovnih razmer pri zračno hlajenih zavornih diskih ter eksperimentalnega dela namenjenega ovrednotenju numeričnih rezultatov oziroma numeričnega modela. Gre za raziskovalni projekt, katerega je sofinancer podjetje CIMOS d.d. ANG This was a given lecture on the show of the exceptional scientific achievement for the year 2012 on the mechanical engineering field, which take place on the Chamber of Economy for Slovenia. The presentation covers the research work on the field of numerical modelling of thermal and velocity field for the air cooled ventilated brake disc, as well as the experimental work needed to estimate the correctness of the numerical results, as well as the simulation model. This is a research project which is so financed by the company CIMOS d.d.
	Šifra	E.01 Domače nagrade
	Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Iljaž Jurij
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4212	
Naslov projekta	Tehnologija izdelave Au nano-delcev	
Vodja projekta	14335 Rebeka Rudolf	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810	
Cenovni razred	B	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	206 Inštitut za kovinske materiale in tehnologije 1716 ZLATARNA CELJE družba za proizvodnjo in promet s plemenitimi kovinami d.d. 2334 UNIVERZA V MARIBORU, Medicinska fakulteta 3063 TERNIK PRIMOZ - zasebni raziskovalec	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.02 Izdelovalna tehnologija	
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Zlatarna Celje d.d.	
	Naslov	Kersnikova ulica 19, 3000 Celje	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	23.556,59	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	18	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.	TERNIK, Primož, RUDOLF, Rebeka. Conduction and convection heat transfer characteristics of water-based Au nanofluids in a square cavity with differentially heated side walls subjected to constant temperatures. Thermal science, ISSN 0354-9836, PAPER ACCEPTED: 2013-06-08	A.01
	2.	MAJERIČ, Peter, RUDOLF, Rebeka, ČOLIĆ, Miodrag, FRIEDRICH, Bernd. Zlati nanodelci - orodje prihodnosti. IRT 3000, ISSN 1854-3669, feb. 2013, letn. 8, št. 43 (1), str. 32-33.	F.06
	3.	RUDOLF, Rebeka, TOMIĆ, Sergej, ANŽEL, Ivan, ČOLIĆ, Miodrag, STOPIĆ, Srečko, FRIEDRICH, Bernd. Gold nanoparticles - properties, applications, synthesis and biocompatibility investigations : predavanje v okviru ERASMUS Teaching Staff Training Mobility in the academic year 2012/2013, 27.8.2013, RWTH Aachen, IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling RWTH Aachen, Nemčija. 2013.	B.05
	4.	Rudolf Rebeka, DAAD usposabljanje A/13/03555 na RWTH Aachen IME Institute - oktober 2013	F.13
	5.	MARKOVIĆ, Evgenija. Uticaj strukture ortodontskih žica na biokompatibilnost i percepciju bola tokom početne faze lečenja fiksnim aparatima : doktorska disertacija = Influence of structural properties of orthodontic wires on biocompatibility and pain perception at the beginning of treatment with fixed orthodontic appliances : doctoral dissertation. Beograd: [E. S. Marković], 2013.	D.09
Komentar	<p>Zlatarna Celje d.d. kot sofinancer aplikativnega projekta "Tehnologija izdelave Au nanodelcev" izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno s programom. Na osnovi rezultatov projekta je bil konec leta izdelan investicijski načrt. Investicijski načrt vključuje: (i) predlog za preureditev prostora v Čisto sobo, (ii) konstrukcijsko rešitev prototipne naprave za izdelavo nanodelcev in (iii) postavitev sistema za spremljanje sinteze nanodelcev ter kontrolne naprave za karakterizacijo izdelanih nanodelcev. V investicijskem načrtu je posebej predvidena tudi oprema za pakiranje nanodelcev v ustrezno embalažo. Izdelava nanodelcev bo potekala s pomočjo procesa ultrazvočne razpršilne pirolize (USP). Čistost končnega produkta t.j. nanodelcev bo zagotovljena z ustreznim razredom Čiste sobe (klasifikacija ISO Class 8).</p> <p>Investicijski načrt v delu (ii) predvideva sintezo samo ene vrste nanodelcev. Za pristop k sintezi nanodelcev iz drugega materiala (t.i. prekursorja) bo potrebno na prototipni napravi zaradi zagotovitve visoke čistosti menjati samo steklene elemente.</p> <p>Sintetizirani nanodelci, ki bodo namenjeni prodaji oziroma kasnejši uporabi v medicini, biologiji in farmaciji, bodo morali biti testirani v skladu z zahtevami za medicinske pripomočke tipa III. Ta strošek ni upoštevan v tem investicijskem načrtu.</p>		
Ocena	Ocena realizacije projekta je pozitivna in skladna s pričakovanji. Na osnovi pridobljenega znanja smo v podjetju pristopili k strateškemu razvoju, ki se tiče uvajanja nanotehnologije tudi na drugih programih Zlatarne Celje.		
2.	Naziv	Ternik Primož - zasebni raziskovalec	
	Naslov	Brestniška ulica 163, 2354 Brestrnica	

Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:		9.000,00	EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:		7	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
1.	TERNIK, Primož, RUDOLF, Rebeka, ŽUNIČ, Zoran. Numerical study of Rayleigh-Bénard natural-convection heat-transfer characteristics of water-based Au nanofluids = Numerična analiza prenosa toplote nanotekočin voda-Au v razmerah Reyleigh-Bénardove naravne konvekcije. Materiali in tehnologije, ISSN 1580-2949, mar.-apr. 2013, letn. 47, št. 2, str. 211-215.		A.01
2.	TERNIK, Primož, RUDOLF, Rebeka. Laminar natural convection of non-Newtonian nanofluids in a square enclosure with differentially heated side walls. International journal of simulation modelling, ISSN 1726-4529, Mar. 2013, vol. 12, iss. 1, str. 5-16.		A.01
3.	TERNIK, Primož, RUDOLF, Rebeka. Laminar natural convection of non-Newtonian nanofluids in a square enclosure with differentially heated side walls (2 čista citata)		A.05
4.	Ternik Primož, Rudolf Rebeka. Heat transfer enhancement for natural convection flow of water-based nanofluids in a square enclosure (5 čistih citatov)		A.05
5.	RUDOLF, Rebeka. Priprava dokumentacije za uspešno pridobitev nepovratnih sredstev na razpisih za razvojne projekte : predavanje, delavnica "Pridobivanje nepovratnih sredstev z razpisov - kako se lotiti priprave dokumentacije?" v organizaciji Pomurske akademske znanstvene unije (PAZU), 12. februarja 2013 ob 14 uri, v prostorih PAC na Lendavski 5a, Murska Sobota. Murska Sobota, 2013.		F.05
Komentar	<p>Ternik Primož-Zasebni raziskovalec, kot sofinancer aplikativnega projekta "Tehnologija izdelave Au nanodelcev" izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno z zastavljenim programom. V sodelovanju s projektnimi partnerji smo numerično obravnavali prenos gibalne količine in toplote v newtonskih kot tudi nenewtonskih nanotekočinah. Multidisciplinarna interpretacija numeričnih rezultatov nakazuje, da dodajanje nanodelcev v nosilno (tako newtonsko kot nenewtonsko) tekočino zakasni nastop konvektivnega prenosa toplote in da, v nasprotju s trditvami ostalih avtorjev, uporaba nanotekočin lahko tudi zmanjša prenos toplote.</p> <p>Z multidisciplinarno obravnavo tokovnih in toplotnih pojavov v nanotekočinah smo dosegli izredno kvalitetne znanstvene rezultate, kar v letu 2013 izkazujemo z dvema objavljenima in dvema sprejetima izvirnima znanstvenima člankoma ter 5 čistimi citati</p>		
Ocena	Ocena realizacije projekta je pozitivna in skladna s pričakovanji. Na osnovi pridobljenega znanja in opravljenega dela celotne projektne skupine smo še povečali mednarodno prepoznavnost ter dosegli aplikativen prenos rezultatov dela (načrtovana je izgradnja nanosobe).		
3.	Naziv	Tren d.o.o.	

Naslov	Vodovodna ulica 30 b, 2000 Maribor	
Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	3.000,00	EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	2	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
1.	RUDOLF, Rebeka, ANŽEL, Ivan, STOPIČ, Srečko, FRIEDRICH, Bernd, ČOLIĆ, Miodrag. Gold nanoparticles - properties, synthesis and application. V: First Metallurgical & Materials Engineering Congress of South-East Europe (MME SEE 2013), May 23-25, 2013, Belgrade, Serbia. ROMHANJI, Endre (ur.), JOVANOVIĆ, Milan T. (ur.), RADOVIĆ, Nenad (ur.). Proceedings and book of abstracts. Belgrade: Association of Metallurgical Engineers of Serbia (AMES): = AMES, 2013, str. 25-34.	B.04
2.	MAJERIČ, Peter, RUDOLF, Rebeka, ČOLIĆ, Miodrag, FRIEDRICH, Bernd. Zlati nanodelci - orodje prihodnosti. IRT 3000, ISSN 1854-3669, feb. 2013, letn. 8, št. 43 (1), str. 32-33.	A.01
3.	Anali PAZU. Rudolf, Rebeka (član uredniškega odbora 2011-2013, področni urednik 2013). Murska Sobota: PAZU, 2011-. ISSN 2232-416X. [C.07
4.	RUDOLF, Rebeka. Priprava dokumentacije za uspešno pridobitev nepovratnih sredstev na razpisih za razvojne projekte : predavanje, delavnica "Pridobivanje nepovratnih sredstev z razpisov - kako se lotiti priprave dokumentacije?" v organizaciji Pomurske akademske znanstvene unije (PAZU), 12. februarja 2013 ob 14 uri, v prostorih PAC na Lendavski 5a, Murska Sobota. Murska Sobota, 2013.	F.34
5.	RUDOLF, Rebeka. Teorija mikroskopiranja materijala. Mikroskopi, principi rada, podele. Priprava materijala za mikroskopiranje : predavanje (dva šolska časa) kao izabrani nastavnik na doktorskim studijama na Stomatološkem fakultetu Univerziteta u Beogradu, 21. 5. 2013. 2013.	B.05
Komentar	Podjetje Tren d.o.o. kot sofinancer aplikativnega projekta "Tehnologija izdelave Au nanodelcev" izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno s programom. Podjetje je na ta način dobilo potrebna nova znanja s področja nanotehnologij, ki jih bo s pridom uporabilo pri širjenju svoje dejavnosti pri izdelavi avtomobilskih delov.	
Ocena	Ocena projekta je pozitivna in dobra.	
4.	Naziv	IME Process Metallurgy and Metal Recycling RWTH Aachen University
	Naslov	Intzestr. 3, 52072 Aachen Aachen, Germany
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	6.300,00 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	5 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra

	1.	STOPIĆ, Srečko, RUDOLF, Rebeka, BOGOVIC, Jelena, MAJERIČ, Peter, ČOLIĆ, Miodrag, TOMIĆ, Sergej, JENKO, Monika, FRIEDRICH, Bernd. Synthesis of Au nanoparticles prepared with ultrasonic spray pyrolysis and hydrogen reduction = Sinteza Au-nanodelcev, pripravljenih z ultrazvočno razpršilno pirolizo in redukcijo z vodikom. Materiali in tehnologije, ISSN 1580-2949, 2013, letn. 47, št. 5, str. 577-583.	A.01
	2.	MAJERIČ, Peter, RUDOLF, Rebeka, ČOLIĆ, Miodrag, FRIEDRICH, Bernd. Zlati nanodelci - orodje prihodnosti. IRT 3000, ISSN 1854-3669, feb. 2013, letn. 8, št. 43 (1), str. 32-33.	F.01
	3.	RUDOLF, Rebeka, TOMIĆ, Sergej, ANŽEL, Ivan, ČOLIĆ, Miodrag, STOPIĆ, Srečko, FRIEDRICH, Bernd. Gold nanoparticles - properties, applications, synthesis and biocompatibility investigations : predavanje v okviru ERASMUS Teaching Staff Training Mobility in the academic year 2012/2013, 27.8.2013, RWTH Aachen, IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling RWTH Aachen, Nemčija. 2013.	B.05
	4.	JENKO, Darja, RUDOLF, Rebeka, FRIEDRICH, Bernd, STOPIĆ, Srečko, ANŽEL, Ivan, JENKO, Monika. Characterization of Ag-TiO2 and Au-TiO2 nanoparticles by means of transmission electron microscopy. V: MC 2013 : Microscopy Conference 2013, August 25-30, Regensburg, Germany. [S. l.: s. n.], 2013, str. 694-695.	B.03
	5.	BOGOVIC, J., STOPIĆ, Srečko, FRIEDRICH, Bernd, MATULA, G., RUDOLF, Rebeka. Scale up of ultrasonic spray pyrolysis - first results for synthesis of nanosized particles. V: European Metallurgical Conference, Emc 2013, June 23- 26, Weimar, Germany. Proceedings. Vol. 1, Copper, Precious metals, Waste effluent treatment/Biohydrometallurgical applications, Process Metallurgy, Bridging non-ferous and ferous metallurgy. Clausthal-Zellerfeld: GDMB, cop. 2013, str. 219-224.	B.03
	Komentar	RWTH Aachen, IME institute kot sofinancer aplikativnega projekta "Tehnologija izdelave Au nanodelcev" v letu 2013 izjavlja, da je bilo delo na projektu skladno z njihovimi pričakovanji. Na osnovi mednarodnega sodelovanja je v letu 2013 bila izvedena mednarodna izmenjava med raziskovalci projektnih skupin Slovenije in Nemčije. Na doktorskem usposabljanju v Nemčiji na inštitutu IME je bil tudi MR Peter Majerič.	
	Ocena	Ocena projekta je glede na to, da partner RWTH Aachen ni bil predviden v začetni fazi kot aktiven sofinancer, odlična.	
5.	Naziv	Gorenje d.d.	
	Naslov	Partizanska 12, 3320 Velenje	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	1.708,80	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	1	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.	TERNIK, Primož, RUDOLF, Rebeka, ŽUNIČ, Zoran. Numerical study of Rayleigh-Bénard natural-convection heat-transfer characteristics of water-based Au nanofluids = Numerična analiza prenosa toplote nanotekočin voda-Au v razmerah Reyleigh-Bénardove naravne konvekcije. Materiali in tehnologije, ISSN 1580-2949, mar.-apr. 2013, letn. 47, št. 2, str. 211-215.	A.01
	2.	MAJERIČ, Peter, RUDOLF, Rebeka, ČOLIĆ, Miodrag, FRIEDRICH, Bernd. Zlatne nanočestice - alat budućnosti. IRT 3000, ISSN 1846-5951, ožujak 2013, god. 7, št. 22 (1), str. 100-102.	F.06
	3.	ZHAO, J., STOPIĆ, Srečko, FRIEDRICH, Bernd, RUDOLF, Rebeka, et al. Mechanism of gold nanoparticle formation by reduction from aqueous solutions. V: European Metallurgical Conference, Emc 2013, June 23- 26, Weimar, Germany. Proceedings. Vol. 1, Copper, Precious metals, Waste effluent treatment/Biohydrometallurgical applications, Process Metallurgy, Bridging non-ferrous and ferrous metallurgy. Clausthal-Zellerfeld: GDMB, cop. 2013, str. 277-281.	B.03
	4.	Rudolf Rebeka, DAAD usposabljanje A/13/03555 na RWTH Aachen IME Institute - oktober 2013	B.05
	5.	RUDOLF, Rebeka, TOMIĆ, Sergej, ANŽEL, Ivan, ČOLIĆ, Miodrag. Gold nanoparticles : lecture presented at the ICMAT 2013, 7th International Conference on Materials for Advanced Technologies, 30 June to 6 July 2013, Suntec Singapore. 2013.	B.04
Komentar		Gorenje d.d. kot sofinancer aplikativnega projekta "Tehnologija izdelave Au nanodelcev" izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno s programom. Na ta način je podjetje pridobilo prepotrebna znanja za sintezo nanodelcev, ki vstopajo na različna polja uporabnosti. Za izdelavo nanodelcev obstaja več tehnik izdelav v odvisnosti od končnih zahtevanih lastnosti produkta. S spreminjanjem kemijske sestave izhodne surovine (t.i. prekursorja) in parametrov procesa (v tem primeru USP- ultra zvočna piroliza) je možno enostavno spreminjati končne strukture izdelanih nanodelcev. To nam daje možnost preučevati morfologijo delcev, zato da dosežemo optimalne parametre izdelave zahtevanih nanodelcev za določene aplikacije. Prav tako nam ta proces omogoča povečanje proizvodnje iz laboratorijske na industrijsko raven.	
Ocena		Ocena realizacije projekta je pozitivna in skladna s pričakovanji. Na osnovi pridobljenega znanja smo v podjetju pristopili k strateškemu razvoju, ki se tiče uvajanja nanotehnologije tudi na širšem področju delovanja Gorenja d.d	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

V letu 2013 smo se ukvarjali z optimizacijo sinteze Au nanodelcev. Pri izdelavi Au nanodelcev z ultrazvočno pirolizo (USP) so se med izvajanjem eksperimentov pojavile težave z nalaganjem nanodelcev na steno SiO₂ cevi in ustvarjanje le-teh že v USP generatorju. Pri obeh težavah je bil vzrok prehiter nastanek nanodelcev iz H₂AuCl₄ kisline (za formacijo je potrebna relativno nizka

temperatura – okrog 260°C). Za nastanek nanodelcev je nujen tudi reducirni plin vodik, ki v tem primeru reagira z raztopino v USP generatorju ali s kondenzom (kateri se nabira pri vходу v reaktor), iz katerega se nato v cevi zbirajo nanodelci. Za odpravo prehitre formacije nanodelcev smo zato razvili nov model USP naprave. Pri tem modelu se reducirni plin vnaša v sistem pozneje in tako ne pride v stik s kondenzom pri vходу v peč, prav tako pa ne pride v stik z raztopino v USP generatorju. Peč v tem sistemu je razdeljena na tri območja: (i) izhlapevanje kapljic, (ii) reakcija za nastanek delcev, (iii) počasno ohlajanje delcev (preprečitev ponovne kondenzacije). Poznejši vnos reducirnega plina daje možnost za odpravo nekaterih tehnoloških problemov, s katerimi smo se srečevali do sedaj: nastanek nanodelcev v USP generatorju (reakcijski plin nima dostopa do raztopine v generatorju, ne reagira s površino raztopine), nabiranje nanodelcev na steni SiO₂ cevi (več grelnih območij in ločen vnos reakcijskega plina za odpravo reagiranja kondensa pri vходу aerosola v peč), doseganje uniformne oblike nanodelcev (optimizirano prvo grelna območje namenjeno izhlapevanju daje čas prekurzorskemu materialu, da se zgosti v sferično obliko; kasnejši vnos reakcijskega plina prepreči reakcijo na površini kapljic). V teh okvirih je bil razvit tudi nov model nastanka Au-nanodelcev iz kapljic v odvisnosti od grelnega območja modularno izgrajenega sistema peči.

Različne vzorce sintetiziranih Au nanodelcev smo preiskovali s preseveno elektronsko mikroskopijo (TEM) z mikroskopom Jeol JEM-2100 in energijsko disperzijskim spektrometrom Jeol JED-2300 pri pospeševalni napetosti elektronov 200 kV. Uporabili smo različne tehnike preiskav TEM kot konvencionalno TEM (CTEM) in visoko-ločljivostno TEM (HRTEM), energijsko disperzijsko rentgensko spektroskopijo (EDS) za določitev elementne sestave, z uklonsko sliko smo določili kristalno strukturo, s ploskovno in linijsko analizo STEM s preiskavami v svetlem in temnem polju smo določili porazdelitev posameznih elementov v/po vzorcu. Za določitev naboja in velikosti delcev smo izvedli meritve zeta potenciala. Pridobivanje teh podatkov nam je omogočilo določitev ključnih parametrov rasti. Povprečna velikost Au nanodelcev je bila med 5 nm in 50 nm, čeprav so bili nekateri delci tudi večji od 100 nm. Delci so bili okrogle (zlasti manjši okoli 20 nm), šesterokotne ali mnogokotne nepravilne oblike.

V okviru numeričnega modeliranja tokovnih in toplotnih razmer v nanotekočinah smo analizirali naravno konvekcijo v prostorski kotanji napolnjeni s homogeno newtonsko nanotekočino. Kotanja je bila greta na navpični in hlajena na priležni steni, medtem ko so bile ostale stene adiabatne. Vodilne diferencialne enačbe smo reševali s standardno metodo končnih prostornin, pri čemer sta bila hidrodinamično in temperaturno polje sklopljena z Boussinesqovo aproksimacijo. Natančni rezultati so predstavljeni v obliki porazdelitve brezdimenzijske temperature in hitrosti, srednje vrednosti Nusseltovega števila in razmerja prenosa toplote. Pokazali smo, da dodajanje Au-nanodelcev v nosilno tekočino zakasni pričetek naravne konvekcije. Poleg tega smo z numeričnimi simulacijami pokazali, da takoj za pojavom naravne konvekcije dodajanje Au-nanodelcev zmanjšuje vrednost srednjega Nusseltovega števila za katerokoli vrednost Rayleighjevega števila nosilne newtonske tekočine. Obravnavali smo naravno konvekcijo v prostorski kotanji napolnjeni s homogeno newtonsko in nenevtonsko nanotekočino. Kotanja je bila greta na navpični in hlajena na priležni steni, medtem ko so bile ostale stene adiabatne. Vodilne diferencialne enačbe smo reševali s standardno metodo končnih prostornin, pri čemer sta bila hidrodinamično in temperaturno polje sklopljena z Boussinesqovo aproksimacijo. Pokazali smo, da dodajanje Au-nanodelcev v nosilno tekočino zakasni pričetek naravne konvekcije, pri čemer je zakasnitev večja za newtonsko nanotekočino.

Citotoksičnost Au nanodelcev smo testirali na celični liniji človeških makrofagov TLT. Vzorec nanodelcev Au (1 g/L) smo raztopili v fiziološki raztopini glukoze, kot kontrolo smo uporabili raztopino glukoze brez Au-nanodelcev. Vsako razredčino vzorca smo nanесли v štirih ponovitvah. Na enak način smo nanašali tudi kontrolno raztopino. Na eni mikrotitrski ploščici P96 smo titrirali vzorec in kontrolo samo v mediju za gojenje celičnih kultur z ali brez dodatka 5% telečjega seruma FBS. Citotoksičnost smo opazovali pri koncentrirani raztopini in pri različnih razredčinah, citopatski učinek pa smo opazovali po treh, 24-ih in 48-ih urah. Na koncu smo celice pobarvali s kristal vijoličnim. Nanodelci Au v nobenem primeru niso pokazali citopatskega učinka. Morfološke spremembe na račun Au nanodelcev so posledica fiziološke interakcije med nanodelci in makrofagnimi celicami. V okviru projekta smo sodelovali z naslednjimi partnerji: Zlatarna Celje d.d., Primož Ternik zasebni raziskovalec, Tren d.o.o., RWTH Aachen IME Inštitut Nemčija, Gorenje d.d., Prizma Srbija, WMA Beograd, BASF Nemčija, Cleangrad, Messer, Elin Francija.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

V letu 2013 smo dosegli vse zastavljene cilje projekta. Izvedli smo serijo eksperimentov izdelave Au nanodelcev z USP sintezo, čigar rezultati se odražajo v pridobitvi podatkov, ki bodo omogočili optimizacijo USP tehnologije. Za ta namen je bil izdelan načrt za novo napravo. Nova naprava bo

omogočila dve do sedaj nedoseženi lastnosti pri tem procesu: prilagodljivost parametrov procesa in visoko čistost izdelanih nanodelcev. Prilagodljivost parametrov bo omogočala posebna zasnova naprave, medtem ko bo čistost zagotovil namenski prostor. Posebna zasnova bo zagotavljala tudi meritve velikosti nanodelcev med potekom same izdelave, kar bo izboljšalo naše možnosti za kontrolo procesa. Pilotna naprava bo služila za nadaljnji razvoj in premik izdelave iz laboratorijskega na industrijski nivo.

Rezultati preiskav Au nanodelcev s TEM so pripomogli k boljšemu razumevanju sinteze s pirolizo z ultrazvočnim razprševanjem (USP) in s tem kontrole njihove morfologije. Do sedaj smo z raziskavami s TEM/EDS in STEM/EDS ter z merjenjem zeta potenciala dosegli dobre rezultate, saj so se kombinacije metod izkazale za ustrezne pri tovrstnih preiskavah. V prihodnje bomo dodatno preiskovali Au nanodelce, ki bodo sintetizirani z drugimi/izboljšanimi parametri kontrole USP sinteze. Rezultate preiskav bomo objavili v mednarodnih publikacijah.

S primerjavo numeričnih rezultatov s tujimi avtorji potrjujemo pravilnost izbrane numerične metode, z uporabo primernih računskih mrež (zadostno število elementov) pa zagotavljamo zelo natančne rezultate numerične analize prenosa gibalne količine in toplote v newtonskih in ne-newtonskih nanotekočinah. Za potrebe numerične analize prenosa gibalne količine in toplote pri prisilni konvekciji nanotekočin smo izdelali geometrijski model, izvedli validacijo in verifikacijo numeričnega postopka kakor tudi analizo vpliva računske mreže na numerične rezultate in oceno numerične natančnosti. Na ta način smo pridobili znanja in izkušnje za nemoteno nadaljevanje zastavljenega dela na področju numeričnega modeliranja tokovnih in toplotnih razmer v nanotekočinah.

Sintetizirani Au nanodelci so biokompatibilni in če bodo namenjeni prodaji oziroma kasnejši uporabi v medicini, biologiji in farmaciji, bodo morali biti testirani v skladu z zahtevami za medicinske pripomočke tipa III. To pa ni več predmet tega projekta.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Na projektu ni bilo morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta. Za izvedbo projektnih aktivnosti smo v delu sofinanciranja pridobili tujega sofinancerja IME Aachen Nemčija (ki je sicer sodeloval že v letu 2012) ter Gorenje d.d. Velenje.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16722966	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Laminarna naravna konvekcija nenewtonskih nanotekočin v kvadratni kotanji z različno gretima stranskima stenama
		<i>ANG</i>	Laminar natural convection of non-Newtonian nanofluids in a square enclosure with differentially heated side walls
	Opis	<i>SLO</i>	Prispevek obravnava naravno konvekcijo v kvadratni kotanji z različno gretima stranskima stenama in napolnjeni s homogenimi nanotekočinami (0,4% vodna raztopina karboksimetil celuloze (CMC)-Au, Al ₂ O ₃ , Cu ter TiO ₂ nanodelci), katerih reološko obnašanje je opisano s potenčnim zakonom. Vodilne diferencialne enačbe smo reševali s standardno metodo končnih prostornin, pri čemer sta hidrodinamično in temperaturno polje sklopljena z Boussinesqovo aproksimacijo. Glavni cilj prispevka je raziskati vpliv prostorninskega deleža nanodelcev na značilnosti prenosa toplote nenewtonskih nanotekočin za široko območje vrednosti Rayleighjevega števila nanotekočine. Natančni rezultati so predstavljeni v obliki porazdelitve brezdimenzijske temperature in hitrosti, izoterm, srednje vrednosti Nusseltovega števila in razmerja prenosa toplote. Pokazali smo, da so lastnosti prenosa toplote in gibalne količine odvisne le od vrednosti Rayleighjevega števila nanotekočine, medtem ko tip nanodelcev in njihov prostorninski delež vplivata le na povečanje prenosa toplote.

		ANG	obeying the Power law rheological model. The governing differential equations have been solved by the standard finite volume method and the hydrodynamic and thermal fields are coupled together using the Boussinesq approximation. The main objective of this study is to investigate the influence of the nanoparticles f volume fraction ($0\% \leq \phi \leq 10\%$) on the heat transfer characteristics of CMC based nanofluids over a wide range of nanofluid Rayleigh number ($10^3 \leq Ra_n \leq 10^6$). Accurate numerical results are presented in the form of dimensionless temperature and velocity variations, isotherms, mean Nusselt number and heat transfer enhancement. The results indicate clearly that the heat and momentum transfer characteristics are affected only by the nanofluid Rayleigh number, while the type of nanoparticles (i.e. thermo-physical properties) and their volume fraction have effect only on the heat transfer enhancement.
	Objavljeno v		DAAAM International Vienna; International journal of simulation modelling; 2013; Vol. 12, iss. 1; str. 5-16; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.159; A': 1; WoS: IJ, IK; Avtorji / Authors: Ternik Primož, Rudolf Rebeka
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	17274390	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sinteza Au nanodelcev z ultrazvočno razpršilno pirolizo in vodikovo redukcijo
		ANG	Synthesis of Au nanoparticles prepared with ultrasonic spray pyrolysis and hydrogen reduction
	Opis	SLO	Zlate nanodelce različnih velikosti in oblik (sferični, cilindrični, trikotni in okrogli) smo pripravili s sintezo zlata z uporabo ultrazvočne razpršilne pirolize (USP) in redukcije. Eksperimentalne raziskave USP-metode so bile izvedene z ultrazvočnim izvirom s frekvenco med 0,8 MHz in 2,5 MHz z delovanjem na vodno raztopino H ₂ AuCl ₄ , kjer je prišlo do formiranja aerosolov z mikro- in nanovelikostjo kapljic. Rezultati preiskav kažejo, da je oblika in velikost nastalih Au-delcev odvisna od karakteristik raztopine in od frekvence ultrazvoka. Drugi proces sinteze Au-nanodelcev je vključeval kasnejšo toplotno dekompozicijo kapljic aerosola. Izveden je bil v vodikovi atmosferi med 260°C in 500°C. Preiskave so pokazale, da so tako izdelani Au-delci bolj homogeni in manjši.
		ANG	Golden nanoparticles of different sizes and shapes (spherical, cylindrical, triangular and round) where prepared during a synthesis of gold with ultrasonic spray pyrolysis (USP) and hydrogen reduction. The experimental investigations of the (USP) method were performed with an ultrasonic source of 0.8 MHz and 2.5 MHz, acting on the water solution of H ₂ AuCl ₄ forming aerosols with micron-sized and nanosized droplets. The results of the investigation show that the final shape and size of the Au particles depend on the characteristics of the solution and the frequency of the ultrasound. The second step of synthesizing the Au nanoparticles includes the subsequent thermal decomposition of the aerosol droplets in a hydrogen atmosphere between 260°C and 500°C. The investigations showed that the Au nanoparticles prepared in this way are smaller and more homogeneous.
	Objavljeno v		Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; Materiali in tehnologije; 2013; Letn. 47, št. 5; str. 577-583; Impact Factor: 0.571; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; WoS: PM; Avtorji / Authors: Stopić Srečko, Rudolf Rebeka, Bogovic Jelena, Majerič Peter, Čolić Miodrag, Tomić Sergej, Jenko Monika, Friedrich Bernd
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	16968470	Vir: COBISS.SI
			Značilnosti prevoda in prestopa toplote nanotekočin voda-Au v kvadratni

Naslov	SLO	kotANJI z različno gretima stranskima stenama podvrženima nespremenljivi temperaturi
	ANG	Conduction and convection heat transfer characteristics of water-based Au nanofluids in a square cavity with differentially heated side walls subjected to constant temperatures
Opis	SLO	Prispevek obravnava naravno konvekcijo v kvadratni kotANJI napolnjeni z nanotekočino voda-Au. Kotanja je greta na navpični in hlajena na priležni steni, medtem ko so ostale vodoravne stene adiabatne. Vodilne diferencialne enačbe smo reševali s standardno metodo končnih prostornin, pri čemer sta hidrodinamično in temperaturno polje sklopljena z Boussinesqovo aproksimacijo. Glavni cilj prispevka je raziskati vpliv prostorninskega deleža nanodelcev na značilnosti prenosa toplote v nanotekočinah voda-Au za dane vrednosti Rayleighjevega števila nosilne tekočine (vode). Natančni rezultati so predstavljeni za široko območje vrednosti Rayleighjevega števila nosilne tekočine ter prostorninskega deleža Au nanodelcev. Pokazali smo, da dodajanje nanodelcev v nosilno tekočino zakasni pričetek naravne konvekcije. V nasprotju z mnogimi avtorji smo z numeričnimi simulacijami pokazali, da uporaba nanotekočin lahko zmanjša prenos toplote.
	ANG	The present work deals with the natural convection in a square cavity filled with the water-based Au nanofluid. The cavity is heated on the vertical and cooled from the adjacent wall, while the other two horizontal walls are adiabatic. The governing differential equations have been solved by the standard finite volume method and the hydrodynamic and thermal fields were coupled together using the Boussinesq approximation. The main objective of this study is to investigate the influence of the nanoparticles' volume fraction on the heat transfer characteristics of Au nanofluids at the given base fluid's (i.e. water) Rayleigh number. Accurate results are presented over a wide range of the base fluid Rayleigh number and the volume fraction of Au nanoparticles. It is shown that adding nanoparticles in a base fluid delays the onset of convection. Contrary to what is argued by many authors, we show by numerical simulations that the use of nanofluids can reduce the heat transfer rate instead of increasing it.
Objavljeno v	"Vinča" Institute of Nuclear Sciences, University; Thermal science; 2013; Impact Factor: 0.838; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.451; WoS: DT; Avtorji / Authors: Ternik Primož, Rudolf Rebeka	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	16906774	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Zlati nanodelci - lastnosti, sinteza in uporaba	
	ANG	Gold nanoparticles - properties, synthesis and application	
		Zlato je plemenita kovina, ki s svojo inertnostjo izkazuje majhno reaktivnost. Odpornost zlata proti koroziji je znana že tisočletja in prav zato se uporablja za izdelavo nakita in denarja. Uporaba zlata za ponovno metalurško predelavo je odvisna od vrste Au zlitine, njene strukture in ekonomske upravičenosti. V zadnjem času so se uveljavili Au nanodelci, ki se uporabljajo kot katalizatorji v pomembnih kemijskih reakcijah, kot sta oksidacija vodika in ogljikovega monoksida. Predpostavlja se, da se razlogi za visoko reaktivnost Au nanodelcev skrivajo v njihovi atomski strukturi. Au nanodelci pa so postali izredno zanimivi tudi zaradi svoje potencialne uporabe v elektrokemiji, medicini in	

Opis	SLO	<p>v samih nano-napravah. Za sintezo Au nanodelcev je poznanih več metod kot npr. foto redukcija, kemijska redukcija v vodni raztopini in toplotna razgradnja v organskih topilih. Kemična sinteza Au nanodelcev z ustrezno kontrolo glede oblik, velikosti in struktur postaja praktično realnost s pomočjo koloidne kemije. Takšen pristop omogočata ultrazvočna razpršilna piroliza (USP) in redukcija v vodni raztopini. USP je ena izmed najbolj preprostih metod za sintezo delcev glede doseganja nadzorovane in enotne velikosti delcev, enostavne kontrole morfologije in cenovno ugodne raztopine. V procesu USP raztopina vsebuje kovino, ki je hladno atomizirana in tvori aerosol. Posebna pozornost je zato bila v tem prispevku namenjena tvorbi Au nanodelcev iz raztopine aurične kisline z uporabo natrijevega citrata kot reducenta v vodni raztopini pod atmosferskim tlakom.</p> <p>Ključna značilnost ne sferičnih nanodelcev je ta, da se njihove optične lastnosti občutno spreminjajo z dimenzijami, kar se kaže kot efekt plazmonske resonance. Poleg znane visoke stopnje biokompatibilnosti zlata, imajo posledično tudi nanostrukture velik potencial za uporabo v različnih bioloških aplikacijah. Potrjeno je, da so Au nanodelci odigrali pomembno vlogo pri diagnostiki in zdravljenju raka. Za hitrejše odkrivanja raka so v razvoju in vivo tehnike t.i. biomedicinsko slikanje z ločljivostjo, ki daje razlikovanje med zdravim in malignim tkivom.</p>
	ANG	<p>Gold is a noble metal that is inert and shows little reactivity. The resistance of gold to corrosion has been known to humans for millennia and is reflected in the use of gold in jewellery and currency. Nanosized gold particles are used as a catalyst in important chemical reactions, such as the oxidation of hydrogen and carbon monoxide. The release of gold for metallurgical recovery from gold deposits is dependent on the nature and particle size of the gold-bearing mineral, the textural association of gold with gangue and economically recoverable sulphides. Lately, gold nanoparticles have been of high interest because of their potential application in electrochemistry, in medicine and in some nanodevices. The reasons for the high reactivity of gold nano-particles are assumed to be hidden in their atomic structure. Different synthesis methods for preparation of nanosized gold particles have been used, such as photo-reduction, chemical reduction in aqueous solutions and thermal decomposition in organic solvents. Chemical synthesis of gold nanoparticles with well-controlled shapes, sizes and structures is becoming a practical reality by using colloid chemistry. This study provides the newest information regarding the synthesis of gold nanoparticles via the ultrasonic spray pyrolysis method and reduction in aqueous solution. Ultra-sonic spray pyrolysis (USP) is the mostly used method for the synthesis of particles with controlled and uniform particle size because of easy powder morphology control and the availability of cheap precursor solutions. In the USP process a metal-containing solution is cold atomized forming an aerosol. Special attention is given in this paper to the formation of Gold nanoparticles from gold auric acid solution using sodium citrate as the reducing agent in an aqueous solution under atmospheric and high pressure.</p> <p>A key feature of the non-spherical nanoparticles is that their optical properties vary dramatically with their physical dimensions. In contrast to gold nanospheres, their resonance frequency is tuneable over a wide range from blue to near-infrared and enables one to set the surface plasmon resonance to a wavelength or spectral region specific to a particular application. Together with the high degree of biocompatibility of gold, these structures show potential in a wide variety of biological applications. It is confirmed that gold nanoparticles play a role in cancer diagnosis and therapy. To improve early cancer detection, researchers are developing in vivo biomedical imaging techniques with a resolution which can distinguish between healthy and malignant tissue.</p>
Šifra	B.04	Vabljeno predavanje

	Objavljeno v	Association of Metallurgical Engineers of Serbia (AMES) = AMES; Proceedings and book of abstracts; 2013; Str. 25-34; Avtorji / Authors: Rudolf Rebeka, Anžel Ivan, Stopić Srečko, Friedrich Bernd, Čolić Miodrag	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
2.	COBISS ID	17118230	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zlati nanodelci - lastnosti, uporaba, sinteza in raziskave biokompatibilnosti
		ANG	Gold nanoparticles - properties, applications, synthesis and biocompatibility investigations
	Opis	SLO	Opravljeni predavanja na Inštitutu RWTH v Aachnu : <ul style="list-style-type: none"> • Predstavitev postopka preverjanja in optimizacije tehnologije ultrazvočne razpršilne pirolize za proizvodnjo nanodelcev Ni-Ti iz spominskih zlitin • Razložitev pojavov in mehanizmov rasti nanodelcev, izdelanih z USP pirolizo, s ciljem doseganja kontrolirane rasti in oblik delcev. • Karakterizacija mikrostrukture in določitev stopnje njihove metastabilnosti kot funkcije procesnih parametrov. Pridobljene izkušnje pri usposabljanju osebja: <ul style="list-style-type: none"> • Pridobivanje znanja na področju tehnologije ultrazvočne razpršilne pirolize pri proizvodnji nanodelcev. • Izboljšava znanja na področju karakterizacije mikrostrukture in znanja termodinamične stabilnosti nanodelcev.
		ANG	Performed lectures at RWTH Aachen institution: <ul style="list-style-type: none"> •To check and optimize the technology of ultrasonic spray pyrolysis for production of shape memory NiTi nanoparticles; •To explain the phenomena and growth mechanisms of nanoparticles , that will be made by USP method with aim to control the selected shape of particles; •To characterize the microstructure and to determine the grade of metastability as a function of process parameters; Gained experiences during the staff training: <ul style="list-style-type: none"> •To acquire the knowledge in the field of the technology of ultrasonic spray pyrolysis in the production of nanoparticles; •To gain the knowledge in the field of characterization the microstructure and knowledge of thermodynamic stability of nanoparticles
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi	
	Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Rudolf Rebeka, Tomić Sergej, Anžel Ivan, Čolić Miodrag, Stopić Srečko, Friedrich Bernd	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
3.	COBISS ID	17117206	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razvoj ultrazvočne razpršilne pirolize - prvi rezultati sinteze nanovelikostnih delcev
		ANG	Scale up of ultrasonic spray pyrolysis - first results for synthesis of nanosized particles
	Opis	SLO	V zadnjem desetletju so nano strukturni materiali in s tem njihova uporaba postali atraktivni za različna inženirska področja. Posledica razširjenega raziskovanja na tem področju je njihova dobra prepoznavnost in porast novih aplikacij. To je privedlo do večjega povpraševanja metod primernih za proizvodnjo nanomaterialov. Raziskave v tem segmentu so tako ciljane na doseganje zelene morfologije, kompleksne sestave teh nanodelcev, kakor tudi v več komponentno zaščito materialov. V tem prispevku je podano poročilo o prvih rezultatih procesa izdelave Ag nanoprahu z ultrazvočno razpršilno pirolizo (USP). To je relativno cenovno ugoden in zelo prilagodljiv proces

		glede samega tehnološkega postopka proizvodnje nanodelcev iz aerosola. S tem procesom je možno izdelati tudi druge kovinske, oksidne in kompozitne nanodelce s točno nadzorovano morfologijo in z določeno kemično sestavo iz vodne raztopine z uporabo različnih kovinskih soli in njihovih zmesi.
	ANG	Nanostructured materials and their application have been attracted much attention in the last decades. Due to extended research in this area, various nanomaterials and endless application of them is known today. This led to rising demand for methods suitable for big scale nanomaterials production, especially when it comes to ones with target morphology, complex composition, multicomponent and coated materials. In this paper a report of first results on scale up of Ultrasonic Spray Pyrolysis (USP) process is presented, which is relatively inexpensive and quite versatile technique for nanoparticle production based on an aerosol process. It is possible to produce fine metallic, oxidic, composite nanoparticles of precisely controlled morphology and defined chemical compositions from water solution using different metal salts and their mixtures. In the first trial on big scale USP equipment nano Ag powder was produced.
Šifra	F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
Objavljeno v	GDMB; Proceedings; 2013; Str. 219-224; Avtorji / Authors: Bogovic J., Stopić Srečko, Friedrich Bernd, Matula G., Rudolf Rebeka	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

V letu 2013 predstavljajo druge pomembne rezultate v okviru projektne skupine naslednji opisi:

- usposabljanje MR kandidata Peter Majeriča za doktorat s področja sinteze Au nanodelcev na RWTH Aachen v avgustu 2013 v okviru projekta Erasmus
- usposabljanje vodje projekta na RWTH Aachen v okviru DAAD programa
- izdelava investicijskega načrta za čisto sobo ter priprava dokumentacije za prototipno napravo za USP sintezo nanodelcev, kateri bodo izključno namenjeni za biomedicinske aplikacije
- usposabljanje tehničnega kadra iz Fakultete za strojništvo Maribor na RWTH Aachen (Ida Kranjc Rajić) za potrebe zagona sinteze nanodelcev
- dodelitev komentorstva vodje projekta na doktoratu (Formation of core-shell structures) na RWTH Aachen pri kandidatki Jeleni Bogovič
- prototipna izdelava nanodelcev Ni-Ti iz superelastične žice s sintezo USP na osnovi pridobljenih znanj in izkušenj s področja Au nanodelcev. NiTi delci bodo služili kot faza pri izdelavi tekstilnih vlaken, ki naj bi omogočila spominskih efekt tekstilnega materiala
- pridobitev znanj, ki so potrebna za uvajanje novih nano-pristopov v konvencionalno slovensko industrijo (Zlatarna Celje, Tren, Gorenje, idr.)
- povezovanja z evropskimi inštitucijami in podjetji, ki se ukvarjajo z nanotehnologijo (Prizma Srbija, RWTH Aachen, WMA Beograd, BASF Nemčija, Cleangrad, Messer, Elin Francija, idr.)

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

Laminarna naravna konvekcija nenewtonskih nanotekočin v kvadratni kotanji z različno gretima stranskima stenama (Laminar natural convection of non-Newtonian nanofluids in a square enclosure with differentially heated side walls)

Ternik P., Rudolf R., International Journal of Simulation Modelling, 12 (2013), 1, pp. 5-16.

Lastnosti prenosa toplote in gibalne količine nenewtonskih nanotekočin pri danem

Rayleighjevem številu nanotekočine ($Ranf$) so neodvisne od prostorninskega deleža (ϕ) in tipa nanodelcev. Omenjeno je posledica vrednosti Prandtlovega števila ($Pr \gg 1$), pri katerih je hidrodinamska mejna plast mnogo debelejša od toplotne mejne plasti in posledično, povečanje prostorninskega deleža (in s tem Pr števila) spremeni ravnotežje med viskozni in vzgonskimi silami tako, da prenos toplote v toplotni mejni plasti ostane praktično nespremenjen.

Glej priložen diapozitiv!

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Priprava investicijskega načrta za zagon prototipne proizvodnje Au nanodelcev in povezava z NIOM inštitutom iz Osla (prof.dr. Lars Forssander) za potrebe razvoja standarda testiranja biokompatibilnosti Au nanodelcev, kateri spadajo med medicinske pripomočke tipa IIIa.

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-5486	
Naslov projekta	Biomedicinske zlitine s spominskim učinkom	
Vodja projekta	14335 Rebeka Rudolf	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:1150	
Cenovni razred	C	
Trajanje projekta	08.2013 - 07.2016	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	206 Inštitut za kovinske materiale in tehnologije 805 MAGNETI LJUBLJANA, Podjetje za proizvodnjo magnetnih materialov, d.d. 1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta 1716 ZLATARNA CELJE družba za proizvodnjo in promet s plemenitimi kovinami d.d. 2946 Pomurska akademska znanstvena unija 3063 TERNIK PRIMOZ - zasebni raziskovalec	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.02 Izdelovalna tehnologija	
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Magnetni Ljubljana d.d.	
	Naslov	Stegne 37, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	16.148,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	22	%

Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
1.	Radijski TV dogodek: RUDOLF, Rebeka. Po sledeh napredka - Rebeka Rudolf, 12. 6. 2013 : TV IDEA - Kanal 10, d.o.o., Murska Sobota. Murska Sobota, 2013	F.03
2.	FERČEC, Janko, ANŽEL, Ivan, RUDOLF, Rebeka. Stress dependent electrical resistivity of orthodontic wire from the shape memory alloy NiTi. Materials & design, ISSN 0264-1275. [Print ed.], Mar. 2014.	A.01
3.	FERČEC, STAMENKOVIĆ, MARKOVIĆ, GLIŠIĆ, RUDOLF, Rebeka. Stress induced martensite in orthodontic wire form the shape memory alloy NiTi - lecture presented at the EOS 2013, 89th Congress Iceland.	B.04
4.	FERČEC, Janko, RUDOLF, Rebeka. Načrt merilne celice za določitev sil in deformacij na modelu zobnega aparata. V: 10. PAZU konferenca, Murska Sobota.	B.06
5.	RUDOLF, Rebeka, FERČEC, Janko. Merenje sile na zubima pomoću fiksnih ortodontskih sistema. Vojnotehnički glasnik, ISSN 0042-8469, 2013, vol. 61, br. 2, str. 105-122.	F.01
Komentar	<p>V podjetju Magneti Ljubljana d.d. so potekale raziskave na projektu Biomedicinskih zlitin s spominskim učinkom v smeri razvoja priprave zlitin Ni-Ti v vakuumski indukcijski peči. Pri pripravi zlitin iz sistema Ni-Ti se je potrebno v industrijskem okolju spopasti z naslednjo problematiko: (i) velike reaktivnost titana ter (ii) velike občutljivosti funkcionalnih lastnosti spominskih zlitin v odvisnosti od sestave zlitine (dovoljena so minimalna odstopanja ($\pm 0,05\%$)).</p> <p>Za rešitev opisanih problemov smo se v podjetju osredotočili na študij vpliva naslednjih dejavnikov in parametrov na potek priprave Ni-Ti zlitin v industrijski vakuumski peči:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Izbira materiala livnega lonca (korund, grafit, tongrafit,...) 2. Izbira zaščitnih premazov livnih loncev (Al₂O₃, BN, Y₂O₃, ...) 3. Študij konstrukcije kokile (oblika, izbor materialov, zaščitnih premazov, ...) 4. Izbira ustrezne zaščitne atmosfere (vrsta zaščitnega plina (N₂, Ar, ...), čistost (4.6, 5.0) in parcialnega tlaka) 5. Študij vpliva stopnje vakuuma (10⁻¹ do 10⁻⁴ mbar) 6. Izbira ustrezne temperature pretaljevanja in litja ter predgretja kokile. 	
Ocena	Ocena projekta je pozitivna in dobra.	
2.	Naziv	Zlatarna Celje d.d.
	Naslov	Kersnikova ul. 19, 3000 Celje
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	5.908,00 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	9 %
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
1.	FERČEC, J., KOS, M., BRUNČKO, M., ANŽEL, I., GLIŠIĆ, B., MARKOVIĆ, E., RUDOLF, R. Comparison of NiTi orthodontic archwires and a determination of the characteristic. Materiali in tehnologije.	A.01
	FERČEC, Janko, ANŽEL, Ivan, RUDOLF, Rebeka.	

	2.	Stress dependent electrical resistivity of orthodontic wire from the shape memory alloy NiTi. Materials & design.	A.01
	3.	RUDOLF, Rebeka, FERČEC, Janko. Merenje sile na zubima pomoću fiksnih ortodontskih sistema. Vojnotehnički glasnik, ISSN 0042-8469, 2013, vol. 61, br. 2, str. 105-122.	F.01
	4.	FERČEC, Janko, RUDOLF, Rebeka. Razvoj metod karakterizacije ortodontskih žic iz niklja in titana. IRT 3000, ISSN 1854-3669, dec. 2013, let. 8, 6=48, str. 26-28.	F.02
	5.	MARKOVIĆ, Evgenija. Doktorska disertacija= Influence of structural properties of orthodontic wires on biocompatibility and pain perception. Belgrad 2013	D.09
Komentar	<p>Zlatarna Celje d.d. kot sofinancer aplikativnega projekta "Biomedicinske zlitine z oblikovnim spominom" izjavlja, da je raziskovalno delo v letu 2013 potekalo skladno s programom. Znanstveno raziskovalno delo je bilo ciljano na odkrivanje mikrostrukture v spominskih zlitinah iz NiTi (specialno pri ortodontskih žicah) pod vplivom različnih napetostnih stanj oziroma deformacij. Za te potrebe sta bili razviti dve napravi, ki omogočata in situ merjenje električnega upora. Na ta način smo izven ustnega okolja simulirali obremenitve, ki se pojavijo med ortodontskim zdravljenjem: nateg, upogib, torzija in kombinacija upogiba in torzije. Na teh dveh napravah so bile opravljene meritve električnega upora za določitev začetka poteka fazne transformacije pri različnih načinih obremenitve ortodontske žice. Pri tem je bilo ugotovljeno, da se v ortodontski žici ne koristi celotni superelastični plato oziroma transformacijsko območje, ki naj bi bilo najbolj ugodno za ortodontsko zdravljenje. Le-to naj bi povzročalo blago in časovno kontinuirano silo na zob med potekom ortodontskega zdravljenja. Namreč ortodontske žice iz spominske zlitine NiTi, ko so vstavljene v ustno okolje, naj bi zaradi superelastičnega efekta povzročale na zob ali skupino zob, konstantno silo. Na osnovi rezultatov meritev električnega upora in izračunanih napetosti smo določili deformacije, pri katerih se začne koristiti superelastični plato.</p>		
Ocena	<p>Ocena realizacije projekta je pozitivna in skladna s pričakovanji. Na osnovi pridobljenega znanja smo v podjetju pristopili k strateškemu razvoju, ki se tiče uvajanja spominskih zlitin tudi na programu Industrija Zlatarne Celje.</p>		
3.	Naziv	Tren d.o.o.	
	Naslov	Vodovodna ulica 30B, 2000 Maribor	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	1.220,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	2	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	FERČEC, Janko, RUDOLF, Rebeka. Načrt merilne celice za določitev sil in deformacij na modelu zobnega aparata. V: 10. PAZU konferenca, Murska Sobota.	B.06
	2.	FERČEC, Janko, ANŽEL, Ivan, RUDOLF, Rebeka. Stress dependent electrical resistivity of orthodontic wire from the shape memory alloy NiTi. Materials & design, ISSN 0264-1275. [Print ed.],	A.01

		Mar. 2014.	
	3.	FERČEC, STAMENKOVIĆ, MARKOVIĆ, GLIŠIĆ, RUDOLF, Rebeka. Stress induced martensite in orthodontic wire form the shape memory alloy NiTi - lecture presented at the EOS 2013, 89th Congress Iceland.	B.04
	4.	MARKOVIĆ, Evgenija. Doktorska disertacija= Influence of structural properties of orthodontic wires on biocompatibility and pain perception; Belgrade 2013.	A.07
	5.	RUDOLF, Rebeka, FERČEC, Janko. Merenje sile na zubima pomoću fiksnih ortodontskih sistema. Vojnotehnički glasnik, ISSN 0042-8469, 2013, vol. 61, br. 2, str. 105-122.	F.01
	Komentar	Podjetje Tren d.o.o. kot sofinancer aplikativnega projekta "Biomedicinske zlitine z oblikovnim spominom" izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno s programom. Podjetje je na ta način dobilo potrebna nova znanja s področja materialov, ki imajo oblikovni spomin. Namreč ti materiali se vse pogostoje uporabljajo tudi za različne inženirske aplikacije	
	Ocena	Ocena projekta je pozitivna in dobra	
4.	Naziv	Primož Ternik zasebni raziskovalec	
	Naslov	Bresterniška ulica 163, 2354 Bresternica	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	1.250,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	2	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Pridobljene informacije in praktična znanja na aplikativnem področju hitrih strjevalnih postopkov.	F.01
	2.	Osvojeno novo teoretično znanje na področju numeričnega modeliranja hitrih strjevalnih postopkov.	F.03
	3.	RUDOLF, Rebeka, FERČEC, Janko, TOMIĆ, Sergej, STAMENKOVIĆ, Dragoslav, GLIŠIĆ, Branislav, MARKOVIĆ, Evgenija. New approach by determination of NiTi orthodontic arch-wires characteristic properties.	B.04
	4.	FERČEC, Janko, RUDOLF, Rebeka. Načrt merilne celice za določitev sil in deformacij na modelu zobnega aparata. V: 10. znanstvena konferenca Pomurske akademsko znanstvene unije.	B.03
	5.	RUDOLF, Rebeka, FERČEC, Janko. Merenje sile na zubima pomoću fiksnih ortodontskih sistema. Vojnotehnički glasnik, ISSN 0042-8469, 2013, vol. 61, br. 2, str. 105-122.	A.01
	Komentar	Ternik Primož-Zasebni raziskovalec, kot sofinancer aplikativnega projekta "Biomedicinske zlitine z oblikovnim spominom", izjavlja, da je delo na projektu v letu 2013 potekalo skladno s programom. V sodelovanju s projektnimi partnerji smo pridobili vse potrebne informacije za nemoteno nadaljevanje zastavljenega dela.	
	Ocena	Ocena realizacije projekta je pozitivna in skladna s pričakovanji. Na osnovi pridobljenega znanja in opravljenega dela celotne projektne skupine smo še povečali mednarodno prepoznavnost, osvojili nova	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

Predmet raziskovalnega projekta je razvoj zlitin na osnovi Ni-Ti, ki so ene izmed najpomembnejših zlitin z oblikovnim spominom in se uporabljajo v vrsti industrijskih in medicinskih aplikacij zaradi odličnih mehanskih lastnosti, superelastičnosti, visoke kemijske odpornosti na korozijo in dobre biokompatibilnosti.

(1) Raziskave v prvem letu so potekale v smeri razvoja priprave zlitin Ni-Ti v vakuumski indukcijski peči. Pri pripravi zlitin iz sistema Ni-Ti se je bilo potrebno v industrijskem okolju spopasti z naslednjo problematiko: (i) velika reaktivnost titana ter (ii) velika občutljivosti funkcionalnih lastnosti spominskih zlitin v odvisnosti od sestave zlitine (dovoljena so minimalna odstopanja ($\pm 0,05\%$)).

(2) Za potrebe dimenzioniranja in preučevanja dogajanja v napravi za konti litje Ni-Ti zlitin, ki služi kot postopek za kasnejšo izdelavo Ni-Ti palic, je bil opravljen pregled podatkov o faznih preobrazbah pri strjevanju teh zlitin in študija vpliva temperature na ta stanja. Raziskave smo usmerili v določitev optimalnega načina in parametrov hladilnega sistema (temperatura in pretok hladilne vode v hladilnem sistemu, oblika samega hladilnega sistema,...), ter v spremljanje njihovega vpliva na hlajenje Ni-Ti zlitin pri konti litju s pomočjo numeričnih preračunov sklopljenega toka tekočine in prenosa toplote.

(3) Opravili smo analizo prenosa toplote pri kontinuirnem litju na napravi za hitro strjevanje Ni-Ti kovinskih trakov. V okviru raziskav smo uvedli novo metodo izračunavanja kontaktne toplotne upornosti preko variabilnega koeficienta toplotne prestopnosti, ki upošteva fizikalne lastnosti litega materiala, procesne parametre ter kontaktni čas med talino oziroma novo nastalim trakom ter obodno površino valja. Iz rezultatov izračunov lahko zaključimo, da imajo procesni parametri, ki vplivajo na debelino talinske plasti, daleč največji vpliv na hitrost ohlajanja in strjevanja taline. Izračunana je tudi toplotna bilanca hladilnega valja ter vpliv hlajenja obodne površine na strjevanje taline v primeru industrijskega kontinuirnega litja večjih količin taline.

(4) V nadaljevanju smo raziskave ciljali na ustrezno površinsko obdelavo Ni-Ti zlitin, da bi preprečili izhajanje Ni v človekovo telo pri kasnejši uporabi teh zlitin za biomedicinske namene. Tako smo biokompatibilnost in obrabno obstojnost Ni-Ti spominskih zlitin poskušali dodatno izboljšati z vakuumsko cementacijo površinske plasti, ki je moderna, tehnološko napredna ter okolju prijazna toplotna obdelava kovinskih materialov. Za spominske zlitine Ni-Ti velja, da visokotemperaturno fazo – avstenit, odlikuje odlična obrabna obstojnost, medtem ko je obrabna obstojnost nizkotemperaturne martenzitne faze za določene biomedicinske aplikacije nezadostna. Vakuumska cementacija je bila izvedena v atmosferi ogljikovodikov (acetilen) pri zelo nizkem parcialnem tlaku pod 20 mbar, pri pogojih, ki so daleč stran od termodinamskega ravnovesja. Globino cementirane plasti in koncentracijski gradient smo dosegli z regulacijo časa trajanja aktivnih (faza ogljičenja) in pasivnih (faza difuzije) faz procesa.

Dodatno možnost površinske zaščite Ni-Ti zlitin predstavljajo tehnike prekrivanja s tankim filmom zaščitnega materiala. Tako smo opravili tudi študijo prevlek, ki bi se lahko uporabile pri Ni-Ti zlitinah. Ugotovili smo, da so to oksidi titana ali njegovi nitridi, ki lahko bistveno izboljšajo biokompatibilnost in odpornost na korozijo samih Ni-Ti zlitin.

(5) Karakterizacija Ni-ti zlitin je vključevala mikroskopski pregled tankih folij vzorcev Ni-Ti žic, ki so bile pripravljene z rezanjem z ioni argona z napravo Ion Slicer (Jeol EM-09100IS) in nadalje preiskovane s presežno elektronsko mikroskopijo (TEM) z mikroskopom Jeol JEM-2100 ter energijsko disperzijskim spektrometrom Jeol JED-2300 pri pospeševalni napetosti elektronov 200 kV. Uporabili smo različne tehnike preiskav TEM kot konvencionalno TEM (CTEM), energijsko disperzijsko rentgensko spektroskopijo (EDS) za določitev elementne sestave, z uklonsko sliko pa smo določili kristalno strukturo. Rezultati kažejo, da mikrostrukturo Ni-Ti žic predstavljajo zrna poligonalnih oblik povprečne velikosti med 50 nm in 160 nm. V vzorcih so prisotne tudi faze ovalnih oblike, po kontrastu nekoliko svetlejše barve, s povprečno velikostjo med 0,2 μ m in 5 μ m. Analiza EDS je pokazala v večini primerih naslednje sestave z deležem Ti/Ni: okoli 46/54, 47/53, 48/52. Večje faze ovalne oblike imajo izrazito drugačno elementno sestavo: delež Ti/Ni je bil okoli 64/36 ali 65/35, kar bi po faznem diagramu lahko ustrezalo fazi Ti₂Ni. V vzorcih so prisotne tudi nečistoče z vsebnostjo Ti, Ni in C: delež Ti/Ni/C je bil okoli 47/0,5/53 ali 26/0,4/73, kar bi po faznem diagramu

lahko ustrezalo fazi TiC. Nastanek teh nečistoč je lahko posledica uporabe grafitnega lonca v fazi priprave taline Ni-Ti.

V okviru projekta smo sodelovali z naslednjimi partnerji: Magneti Ljubljana d.d., Zlatarna Celje d.d., Primož Ternik zasebni raziskovalec, Tren d.o.o., RCJ d.o.o., ACRONI d.o.o.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

V prvem obdobju izvajanja projekta (01.08.2013 – 31.12.2013) smo izvedli vse zastavljene aktivnosti. Na področju priprave zlitin, kontinuirnega litja, hitrega strjevanja smo opravili vse potrebne korake za realizacijo testne izdelave Ni-Ti zlitin. Sočasno smo se osredotočili na implementacijo vakuumske cementacije ter tehnik prekrivanja Ni-Ti zlitin za doseg bio-funkcionalnih lastnosti Ni-Ti zlitin. Zaradi majhne dimenzije vzorcev (majhne kontaktne površine) se v praksi srečujemo s problematiko neenakomerne cementacije površine vzorcev, ki je posledica nepopolnega razpada plina za cementacijo (etilen). Etilen pri temperaturah nad 900°C popolnoma razpade le v stiku s kovino, ki deluje kot katalizator, zato je cementacija uspešna le v primeru preizkušancev, ki imajo v primerjavi z volumnom peči dovolj veliko maso oz. površino. Za rešitev te problematike smo v okviru projekta nekoliko spremenili konstrukcijo retorte peči, ki omogoča s svojo zasnovo zadostno disociacijo etilena med procesom vakuumske cementacije.

Izvedli smo natančen pregled tuje dostopne literature s področja numeričnega modeliranja hitrih strjevalnih postopkov. Pri tem smo se omejili na t.i. »enthalpy-porosity« pristop, pri katerem je talina oz. njen prostorninski delež izračunan iz ohranitve entalpije. Na osnovi približenih podatkov za geometrijo kokile, ki bo uporabljena za hitro strjevanje NiTi zlitin, je bil izdelan prostorski numerični model. Nenazadnje, smo izvedli prvi testni primer strjevanja v enostavni prostorki geometriji (kocki), s čimer smo potrdili pravilnost pristopa in uporabe metode končnih prostornih za modeliranje hitrih strjevalnih postopkov. Pridobljeno znanje in izdelan prostorski model kokile zagotavljata nemoteno nadaljevanje dela na področju numeričnega modeliranja tokovnih in toplotnih razmer v nanotekočinah. Z raziskavami TEM/EDS različnih žic Ni-Ti smo določili kemijsko sestavo in opazovali njihovo mikrostrukturo. Ugotovili smo, da so lahko različni precipitanti v žicah povezani s litjem in taljenjem Ni-Ti zlitine. Prav tako smo opazovali precipitate Ti_2Ni in TiC, ki so večji od zrn matrice, ki jo sestavlja avstenitna faza. Do sedaj smo z raziskavami s TEM/EDS dosegli dobre rezultate, saj sta se obe metodi izkazali za ustrezni pri tovrstnih preiskavah. Rezultate preiskav bomo objavili v mednarodni publikaciji.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Na projektu ni bilo morebitnih sprememb programa raziskav in povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16965910	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Korelacija med aktivnostjo silicijevega tankega filma in gostoto zasedbe celic
		ANG	Relationship between activity of silica thin films and density of cells occupation
			Tanke plasti SiO ₂ smo nanесли na površine trakov iz nerjavnega jekla in NiTi ter raziskovali njihovo aktivnost zlasti z vidika gostote števila hidroksilnih skupin na njihovi površini. Postopek izračuna gostote aktivnih OH skupin je vključeval določitev povprečne dolžine kremenastih verig, ki tvorijo silicijeve delce skoraj enotne velikosti, na osnovi TGA

	Opis	SLO	(Termo gravimetrične analize) analize. Velikost SiO ₂ delcev je bila analizirana s pomočjo TEM mikroskopije in metode dinamičnega sipanja svetlobe. Gostoto celic fibroblasta (L929) na površini teh filmov smo raziskali z uporabo fazne kontrastne mikroskopije. Izkazalo se je, da obstaja razmerje med gostoto OH skupin in gostoto pripetih celic. Poleg tega smo proučevali in primerjali citotoksični učinek za različno termično obdelane tanke plasti SiO ₂ .
		ANG	The SiO ₂ thin films were deposited on the surfaces of stainless steel/ NiTi tapes and their activity was particularly investigated from the aspect of the number density of hydroxyl groups on their surfaces. The calculation procedure of density of active OH groups includes determination of average length of silica chains that constitute silica sol particles with almost uniform size, on the base of TGA analysis. The size of SiO ₂ particles is analyzed by TEM microscopy and dynamic light scattering method. Fibroblast (L929) cell densities on the surfaces of these films were investigated using phase contrast microcopy. It was shown that there is a relationship between OH group densities and density of attached cells. Besides, the cytotoxicity effect was studied and compared for various thermally treated SiO ₂ thin films.
	Objavljeno v		John Wiley & Sons; Journal of biomedical materials research; 2013; Impact Factor: 2.834; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.961; A': 1; WoS: IG, QE; Avtorji / Authors: Jokanović Vukoman, Čolović B., Jokanović B., Rudolf Rebeka
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	17032214	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Karakterizacija oksidne obstojnosti nerjavnega jekla pri visokih temperaturah z metalografsko preiskavo ter z in-situ merjenjem električne upornosti
		ANG	Characterization of oxidation resistance of stainless steels at high temperature by metallographic examinations and in-situ electrical resistance measurements
	Opis	SLO	Skoraj vse kovine in zlitine lahko prenesejo visoko temperaturna izpostavljanja z naraščanjem števila oksidov po stopnjah in/ali z obarjanjem oksidnih delcev v matrici. Oblikovani izdelki lahko rastejo v obliki zunanjih oksidnih plasti na površini ali kot pravi oksidni delci precipitirani (oborjeni) v kovinski matrici. Prvi primer predstavlja zunanjo oksidacijo, drugi primer je tako imenovana notranja oksidacija. Ti procesi so zelo pomembni, saj določajo lastnosti in samo uporabnost kovinskih materialov. Na splošno so nezaželeni, ker povzročajo poslabšanje mehanskih lastnosti in razkroj kovinskega materiala. Po drugi strani se lahko nadzorovan proces zunanje oksidacije uporablja za tvorbo zaščitnih prevlek in notranja oksidacija za disperzijsko utrjevanje materiala. V tem prispevku je predstavljeno spremljanje visoko temperaturne oksidacije X12Cr13 nerjavečega jekla z meritvami električne upornosti in-situ pri različnih temperaturah kaljenja v zračni atmosferi. Kinetiko nastajanja oksidov po stopnjah in njihovo morfologijo smo določili z dodatno metalografsko preiskavo, ki je bila opravljena s pomočjo optičnega in SEM elektronskega mikroskopa. Rezultati tega raziskovalnega dela kažejo, da pri spremljanju in karakterizaciji, visokotemperaturna oksidacija predstavlja orodje, ki bo prispevalo k boljšemu temeljnemu razumevanju pojavov, ki se pojavljajo pri visokotemperaturni oksidaciji kovinskih materialov .
			Practically all metals and alloys survive high-temperature exposure by growing oxide scales and/or by precipitation of the oxide particles in the matrix. Formed products can grow in shape of external oxide layers on surfaces, or as discrete oxide particles precipitated in a metal matrix. The first case represents external oxidation, and the other case is called

		<p>internal oxidation. These processes are very important, because they determine the properties and applicability of metallic materials. Generally, they are undesired, because they cause deterioration of the mechanical properties and decomposition of metallic material. On the other side, the controlled process of external oxidation could be used for formation of protective coatings and the internal oxidation for dispersion strengthening of materials. In this paper we present monitoring of hightemperature oxidation of X12Cr13 stainless steel by in-situ electrical resistance measurements at different annealing temperatures in the air atmosphere. We determined the kinetics of oxide scale formation and its morphology with additional metallographic examination made by optical and scanning electron microscopy. The results of this research work show that in-situ monitoring and characterization of high-temperature oxidation present a strong tool that will contribute to a better fundamental understanding of the phenomena that occur during high-temperature oxidation of metallic materials.</p>
	Objavljeno v	Dr. Riederer-Verlag GmbH; Praktische Metallographie; 2013; Vol. 50, Nr. 7; str. 480-490; Impact Factor: 0.274;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.8; WoS: PZ; Avtorji / Authors: Brunčko Mihael, Rudolf Rebeka, Mehrabi Kambiz, Kneissl Albert C., Anžel Ivan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	5124634 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Mehanske lastnosti epoksi kompozitov utrjenih z nizkim deležem nanosilikatnih polnil</p> <p><i>ANG</i> Mechanical properties of epoxy composites reinforced with a low volume fraction of nanosilica fillers</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V tem prispevku smo se osredotočili na pripravo in mehanske lastnosti nanosilikatne-ojačane epoksi smole Epikote 828LVEL. Epoksi sestavine, ki vsebujejo dve velikosti sferičnih silikatnih nanodelcev, 130 nm in 30 nm, smo pripravili z določeno prostorninsko frakcijo (VP = 0,5 %). Da bi preprečili aglomeracijo, smo silikatna polnila najprej predhodno obdelali z diglicidil etrom bisfenola A (BADGE). Zaradi nizke vsebnosti silikatnih polnil je bila njihova vključitev v matrici potrjena s povečano hrapavostjo površine zloma v primerjavi z gladko površino čiste epoksi smole. Uporabili smo metodo Ramanove spektroskopije, da bi pridobili dodatne informacije o velikosti širjenja razpoke. Mehanske lastnosti so bile okarakterizirane s pomočjo tritočkovnega upogibnega testa, odkrili smo 10-20 % povečanje modula elastičnosti v kompozitih sestavljenih z vključki silicijevih polnil velikosti 30 - nm in 130 nm. Raztezek pri lomu se je zmanjšal za 5-10% v obeh kompozitih v primerjavi s čisto epoksi smolo, kar kaže na krhko lomljivo obnašanje v silicijevih / epoksi kompozitih. Rezultati žilavosti so pokazali 25-30% izboljšano žilavost za oba kompozita v primerjavi s čisto epoksi smolo. Odpornost kompozita glede na udarno energijo pa je močno odvisna od velikosti silicija: opazili smo 30% povečanje za 130 nm, in 60 % povečanje za 30 nm, silika/ epoksi kompozite v primerjavi s čistimi epoksi smolami.</p> <p><i>ANG</i> In this paper we focus on the preparation and mechanical properties of the nanosilica-reinforced, epoxy resin Epikote 828LVEL. Epoxy composites containing two sizes of spherical silica nanoparticles, 130 nm and 30 nm, were prepared at a fixed volume fraction (VP = 0.5%). To prevent agglomeration, the silica fillers were initially pre-treated with diglycidyl ether of bisphenol A (BADGE). Due to the low content of silica fillers, their inclusion in the matrix was confirmed by the increased roughness of a fracture surface compared to the smooth surface of the neat epoxy. Raman spectroscopy was employed to obtain additional information about the crack-propagation path. The mechanical properties, characterized by a three-point bending test, revealed a 10-20% increase in the composite's modulus of elasticity with 30-nm and</p>

		130-nm silica-filler inclusions. Elongation at break, on the other hand, decreased for 5-10% in both composites compared to neat epoxy, suggesting brittle fracture behavior in silica/epoxy composites. The fracture toughness results showed a 25-30% improved toughening for both composites compared to the pure epoxy. The composite's resistance to failure in terms of the impact energy was, however, strongly dependent on the size of the silica: we observed a 30% increase for the 130-nm, and a 60% increase for the 30-nm, silica/epoxy composites, compared to the pure epoxy.
Objavljeno v		Elsevier Sequoia S.A.; Materials chemistry and physics; 2013; Vol. 137, no. 3; str. 910-915; Impact Factor: 2.072; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.402; A': 1; WoS: PM; Avtorji / Authors: Conradi Marjetka, Zorko Milena, Kocijan Aleksandra, Verpoest Ignaas
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17410838 Vir: COBISS.SI
	Naslov	Razvoj metod karakterizacije ortodontskih žic iz niklja in titana
		<i>SLO</i>
		Development of characterisation methods for nickel titanium orthodontic wires
		<i>ANG</i>
	Opis	Z razvitima in izdelanima napravama za simulacijo različnih obremenitev oziroma napetostnih stanj izvajamo uspešno raziskave in analize faznih sprememb v materialih z oblikovnim spominom nikelj - titan. Pri samem razvoju obeh naprav smo poskušali doseči več - funkcionalnost obeh naprav, saj smo ju želeli uporabiti za metalografsko analizo na vzdolžnih presekih in površinah kot tudi za prej predstavljeno merjenje električne upornosti. <i>SLO</i> Predstavljeni napravi nam bosta omogočali karakterizacijo mikrostrukture in faz v ortodontskih žicah pri različnih obremenitvah. S tema napravama bomo lahko opazovali spreminjanje mikrostrukture v transformacijskem območju ortodontske žice z optičnim in elektronskim mikroskopom. Z omenjenimi analizami bomo dobili informacije o spremembah v materialu, zaradi različnih obremenitev, kar nam bo omogočilo boljše razumevanje ortodontskega zdravljenja z oblikovno spominsko zlitino niklja in titana.
		<i>ANG</i> The successful research into and analysis of the phase changes in NiTi materials with the shape memory effect were conducted by developed and prepared devices for simulating different load and stress states. During the development of the two devices, we tried to achieve more functionality for both devices, because we want to use them for the metallographic analysis on the longitudinal sections and surfaces, as well as for the earlier measurement of the electrical resistance. The presented device will allow us to characterize the microstructure and phases of orthodontic wires at different loads. With these devices we can observe the change in the microstructure transformation zone of the orthodontic wires with optical and electron microscopes. With these analyses we will get the information about changes in the material due to different loads, which will allow us better understanding of the orthodontic treatment with the Ni- Ti shape memory alloy.
	Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov

	Objavljeno v	Profidtp; IRT 3000; 2013; Let. 8, 6=48; str. 26-28; Avtorji / Authors: Ferčec Janko, Rudolf Rebeka	
	Tipologija	1.04 Strokovni članek	
2.	COBISS ID	76212225	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pomurska akademija Pomurju- konferenca
		ANG	Pomurska akademija Pomurju- conference
	Opis	SLO	Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultat projekta v letu 2013 je bila organizacija in izvedba tradicionalne, že enajste znanstvene konference z naslovom Pomurska akademija Pomurju, na katerem je sodelovalo 41 predavateljev iz različnih znanstvenih disciplin. V okviru konference je bilo predstavljeno tudi predavanje na temo zlitin NiTi, ki ga je pripravila dr. Rebeka Rudolf (TEORETIČNI IZRAČUN NAPETOSTI PRI NATEZNI, TLAČNI IN STRIŽNI OBREMENITVI ZA ZAČETEK NAPETOSTNE MARTENZITNE TRANSFORMACIJE V ZLITINAH Z OBLIKOVNIM SPOMINOM NiTi). Povzetki predavanj so bili objavljeni v publikaciji PAZU.
		ANG	The most important socio-economic result of the Project in 2013 was the organisation and the realization of the already traditional eleventh scientific conference entitled "Pomurska akademija Pomurju", which was attended by 41 Lecturers from different scientific disciplines. At the conference a lecture was presented on the topic of the NiTi alloys prepared by Dr. Rebeka Rudolf (THE THEORETICAL CALCULATION OF THE STRESS IN(BY) TENSILE, COMPRESSIVE AND SHEAR LOAD FOR THE BEGINNING OF THE STRESS MARTENSITIC TRANSFORMATIONS IN THE NiTi SHAPE MEMORY ALLOYS). The Summaries of the lectures have been published in the PAZU publication.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	Združenje Pomurska akademsko znanstvena unija; 2013; 20 str.; Avtorji / Authors: Slavinec Mitja	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
3.	COBISS ID	17144342	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nikelj-titanova zlitina za ortodontske žice
		ANG	Nickel-titanium alloy for orthodontic arch-wire
	Opis	SLO	Nikelj-titanove zlitine so postale zelo uporabljen material v medicinskih aplikacijah še posebno za fiksne ortodontske aparate pri zdravljenju neporavnanih zob. Razlog je v tem, da imajo ti materiali funkcionalne lastnosti in da so biokompatibilni. Ta prispevek se osredotoča na pojasnitev procesa izdelave zlitin z oblikovnim spominom, na določitev njihovih funkcionalnih lastnosti ter na določitev stopnje biokompatibilnosti. Pri določitvi funkcionalnih lastnosti smo merili fazno temperaturo, pri kateri ima zlitina z oblikovnim spominom popolno avstenitno mikrostrukturo. Nato smo določili mehanske lastnosti s pomočjo enosnega nateznega preizkusa. V delu biokompatibilnosti smo prikazali postopek, s katerim je mogoče oceniti biološko ustreznost ortodontskih žic. Vsi ti rezultati nam posredno pomagajo pojasniti postopek in potek ortodontskega zdravljenja, še posebej za primer uporabe različnih komercialno dostopnih Ni-Ti ortodontskih žic.
		ANG	Nickel-titanium alloys have become a widely used material in medical applications, especially in orthodontic appliances for treatment of protruding teeth. The reason for this is that this material has specific functional properties and is biocompatible. This paper concentrates on the clarification of the process of manufacture of shape memory alloys and determination of the functional properties and biocompatibility of different orthodontic wires from this alloy. When establishing the functional features, we first determined the temperature of the phase in which the shape memory alloy has completely austenitic microstructure.

		Then we determined the mechanical properties with a uni-axial tension test. This helps in the understanding of orthodontic treatment using different commercially available orthodontic arch-wires from nickel-titanium alloy. In the section on biocompatibility the process of determining the biocompatibility of orthodontic wires is shown.
Šifra	B.04	Vabljeno predavanje
Objavljeno v	Društvo livarjev Slovenije; Zbornik referatov 53. mednarodnega livarskega posvetovanja, Portorož 2013; 2013; [17] str.; Avtorji / Authors: Ferčec Janko, Rudolf Rebeka	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

(1) V okviru projekta L2-5486 je bila pripravljena doktorska disertacija MR kandidata Janka Ferčec z naslovom: VPLIV NAPETOSTNEGA STANJA NA MIKROSTRUKTURO ORTODONTSKE SPOMINSKE ZLITINE NiTi, katere zagovor je predviden za 16. april 2014.

(2) V decembru 2013 je bila s kolegi Univerze v Beogradu iz Fakultete za stomatologijo narejena doktorska disertacija Evgenije Marković z naslovom: Influence of structural properties of orthodontic wires on biocompatibility and pain perception at the beginning of treatment with fixed orthodontic appliances : doctoral dissertation.
Mentor pri doktorskih disertacijah- Rebeka Rudolf:
MARKOVIĆ, Evgenija. Influence of structural properties of orthodontic wires on biocompatibility and pain perception at the beginning of treatment with fixed orthodontic appliances : doctoral dissertation. Beograd: [E. S. Marković], 2013. 184 f., ilustr., graf. prikazi, tabele. [COBISS.SI-ID 17307670]

(3) V okviru projekta smo za potrebe industrije opravili preračun tokovno-toplotnih razmer v kokili (Magneti Ljubljana d.d., Zlatarna Celje d.d.) z inovativnim pristopom reševanja problematike transformacije avstenit-martenzit.

(4) Razvoj in analize materialov za oklepno pločevino PROTAC 500; (RCJ d.o.o., ACRONI d.o.o., UL NTF) (vodja Borut Kosec)

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

Stress Dependent Electrical Resistivity of Orthodontic wire from the Shape Memory Alloy NiTi Ferčec J., Anžel I., Rudolf R., Materials and Design, 55 (2014), pp. 699
V ortodontski praksi zdravljenja neporavnanih zob se je uveljavila tehnika pomikanja zob v pravi položaj z žico. V začetni stopnji zdravljenja se običajno uporablja NiTi žica, ki poseduje superelastični efekt, kar pomeni, da pri določeni vrednosti napetosti pride v transformacijsko oziroma v področje fazne transformacije iz avstenita v martenzit. To je pri ortodontskem zdravljenju pomembno, saj morajo biti žice v tem področju, če želimo imeti majhno in časovno kontinuirano silo na zob. Transformacijsko področje je enostavno določiti pri enoosni natezni obremenitvi, medtem ko je pri večosnih obremenitvah to težje. V naši raziskavi, ki smo jo izvedli v okviru projekta L2-5486, smo določili pri kateri obremenitvi (torzija, upogib in kombinacija obeh) se začne koristiti transformacijsko področje.

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Urednik
Anali PAZU. Rudolf, Rebeka (član uredniškega odbora 2011-2013, področni urednik 2013). Murska Sobota: PAZU, 2011-. ISSN 2232-416X. [COBISS.SI-ID 257553152]

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4101	
Naslov projekta	Razvoj naprednih procesov za doseganje visoko učinkovitih nano modifiziranih tekstilnih materialov	
Vodja projekta	7814 Karin Stana Kleinschek	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810	
Cenovni razred	B	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 276 Cinkarna, metalurško-kemična industrija, d.d. 1679 Industrijski razvojni center slovenske predilne industrije - IRSPIN 1942 Julon, proizvodnja poliamidnih filamentov in granulatov d.d., Ljubljana	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija	
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Cinkarna Celje d.d.	
	Naslov	Kidričeva 26, 3000 Celje	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	26.405,58	EUR

Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:		100	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
1.	Članek		A.01
2.	Referat na mednarodni znanstveni konferenci		B.03
3.	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin		F.01
4.	Razvoj novega izdelka		F.06
5.	Upravljanje in razvoj raziskovalnega dela		D.08
Komentar	<p>V izvirnem znanstvenem članku smo opisali raziskavo, pri kateri smo tri komercialne nanoTiO₂ koloidne suspenzije nanašali na poliestrno tkanino po konvencionalnem pad-dry-cure postopku z namenom uvajanja samočistilnih in UV zaščitnih lastnosti. TEM, XRD in UV/Vis spektroskopija suspenzij so potrdile prisotnost anataznih TiO₂ nanodelcev z različno velikostjo kristalitov, kakor tudi odlično adsorpcijsko kapaciteto v UV področju.</p> <p>Glavni cilj raziskave predstavljene na mednarodni konferenci je bil preučiti vpliv nanoTiO₂ funkcionalizirane poliestrne tkanine na obarvljivost (kompatibilnost TiO₂ in disperznih barvil), barvo in jakost barvila v primerjavi z obarvanim-neobdelanim poliestrom. Tkanino smo obdelali s kombinacijo TiO₂, ki je bil oplaščen z različno količino SiO₂ (3, 5 ali 10%) in tremi različnimi disperznimi barvili v dveh koncentracijah po postopku izčrpavanja. V nadaljevanju smo preučili morfološke lastnosti tako obdelane tkanine s SEM in obarvanje s pomočjo barvne metrike (določanje CIE L*a*b* barvnih vrednosti).</p> <p>Strokovnjaki iz podjetja Cinkarna Celje so sintetizirali več različnih polimernih koncentratov z rutilnimi ali anataznimi TiO₂ nanodelci (masterbatch-e), za vključevanje v predilno maso. Predenje poliamidnih filamentnih prej s TiO₂ nanodelci je potekalo v industrijskem merilu v podjetju Julon na sodobni predilni liniji za proizvodnjo delno orientirane preje. V Julon-u so izdelali več različnih filamentnih poliamidnih prej (različna oblika prereza, število filamentov, titer preje ter vrsta in količina TiO₂ delcev). Iz prej s TiO₂ vključenimi nanodelci so izdelali nogavice, ki smo jih izpostavili temperaturam 160-199°C in UV sevanju ter določali indeks porumenitve in belino vzorcev. Ugotovili so, da so imeli vzorci z vključenimi nanodelci manjšo belino oz. večjo porumenitev od standarda, vzorce smo barvnometrično ovrednotili ter izmerili UV prepusnost.</p> <p>Pri raziskavi smo ugotavljali kompatibilnost barvalnega postopka in dodanih kemikalij z nanosom TiO₂ in tako razvili ustrezne eno-kopelne postopke izčrpavanja za različne vrste materiala s katerimi smo dosegli maksimalni nanos nanodelcev. S plazma predobdelane materiale smo: i) obdelovali z različnimi TiO₂ nanodelci, ii) barvali in istočasno dodajali TiO₂ in iii) barvali. Iz nabora osmih različnih TiO₂ past, ki so jih pripravili v Cinkarni Celje smo izbrali dve in sicer z anataznimi monokristalinskimi TiO₂ nanodelci in rutilnimi TiO₂ nanodelci oplaščenimi s 5% SiO₂. Za barvanje PES smo izbrali dve, po kemijski sestavi različni, disperzni Terasil W barvili, za barvanje PA smo izbrali dve kisli Bemacid barvili in za barvanje bombaža smo izbrali dve reaktivni Bezaktiv S barvili. Vse vzorce smo barvnometrično ovrednotili in določili barvne razlike glede na obarvane (nemodificirane) vzorce v CIE barvnem prostoru. Ugotovili smo, da sta postopka kompatibilna, vendar dodatek TiO₂ past precej spremeni barvni ton, nasičenost in svetlost odvisno od vrste in količine TiO₂ nanodelcev v pasti.</p>		
	Raziskovalno delo na projektu se izvaja skladno z organizacijsko shemo projekta, rezultati dela kažejo na učinkovitost posameznih TiO ₂ nano past na tekstinih materialih, kjer smo preučili UV zaščitno		

	Ocena	<p>sposobnost bombažne, PA in PES tkanine, ki je bila obdelana s tremi koloidnimi disperzijami z vključenimi TiO₂ nanodelci, ki so bili oplašeni s SiO₂. S transmisijsko elektronsko mikroskopijo (TEM) smo potrdili prisotnost TiO₂ nanodelcev sferične oblike in z UV/Vis spektroskopijo njihovo izrazito absorpcijsko kapaciteto v UV področju. Dobljeni rezultati kažejo sprejemljive zaščitne lastnosti proti UV žarkom odvisno od vrste in koncentracije uporabljene TiO₂ disperzije.</p> <p>Glede na ugotovljene raziskovalne rezultate vidimo tudi praktično uporabo tovrstnih postopkov v proizvodnem procesu pri plemenitenu tekstilij ter prav tako pri izdelavi koncentratov kot dodatki v izpredilno maso, kar zagotavlja tudi tržne možnosti tovrstnih produktov.</p>
2.	Naziv	Julon, Proizvodnja poliamidnih filamentov in granulatov d.d.
Naslov	Letališka c. 15, 1000 Ljubljana	
Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	6.526,25	EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	100	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.	Članek
	2.	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	3.	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	4.	Razvoj novega izdelka
	5.	Upravljanje in razvoj raziskovalnega dela
Komentar	<p>V izvirnem znanstvenem članku smo opisali raziskavo, pri kateri smo tri komercialne nanoTiO₂ koloidne suspenzije nanašali na poliestrno tkanino po konvencionalnem pad-dry-cure postopku z namenom uvajanja samočistilnih in UV zaščitnih lastnosti. TEM, XRD in UV/Vis spektroskopija suspenzij so potrdile prisotnost anataznih TiO₂ nanodelcev z različno velikostjo kristalitov, kakor tudi odlično adsorpcijsko kapaciteto v UV področju.</p> <p>Glavni cilj raziskave predstavljene na mednarodni konferenci je bil preučiti vpliv nanoTiO₂ funkcionalizirane poliestrne tkanine na obarvljivost (kompatibilnost TiO₂ in disperznih barvil), barvo in jakost barvila v primerjavi z obarvanim-neobdelanim poliestrom. Tkanino smo obdelali s kombinacijo TiO₂, ki je bil oplašen z različno količino SiO₂ (3, 5 ali 10%) in tremi različnimi disperznimi barvili v dveh koncentracijah po postopku izčrpavanja. V nadaljevanju smo preučili morfološke lastnosti tako obdelane tkanine s SEM in obarvanje s pomočjo barvne metrike (določanje CIE L*a*b* barvnih vrednosti).</p> <p>Strokovnjaki iz podjetja Cinkarna Celje so sintetizirali več različnih polimernih koncentratov z rutilnimi ali anataznimi TiO₂ nanodelci (masterbatch-e), za vključevanje v predilno maso. Predenje poliamidnih filamentnih prej s TiO₂ nanodelci je potekalo v industrijskem merilu v podjetju Julon na sodobni predilni liniji za proizvodnjo delno orientirane preje. V Julon-u so izdelali več različnih filamentnih poliamidnih prej (različna oblika prereza, število filamentov, titer preje ter vrsta in količina TiO₂ delcev). Iz prej s TiO₂ vključenimi nanodelci so izdelali nogavice, ki smo jih izpostavili temperaturam 160-199°C in UV sevanju ter določali indeks porumenitve in belino vzorcev. Ugotovili so, da so imeli vzorci z vključenimi nanodelci manjšo belino oz. večjo porumenitev od standarda, vzorce smo barvnometrično ovrednotili ter izmerili UV prepustnost.</p> <p>Pri raziskavi smo ugotavljali kompatibilnost barvalnega postopka in dodanih kemikalij z nanosom TiO₂ in tako razvili ustrezne eno-kopelne</p>	

	<p>postopke izčrpavanja za različne vrste materiala s katerimi smo dosegli maksimalni nanos nanodelcev. S plazma predobdelane materiale smo: i) obdelovali z različnimi TiO₂ nanodelci, ii) barvali in istočasno dodajali TiO₂ in iii) barvali. Iz nabora osmih različnih TiO₂ past, ki so jih pripravili v Cinkarni Celje smo izbrali dve in sicer z anataznimi monokristalini TiO₂ nanodelci in rutilnimi TiO₂ nanodelci oploščeni s 5% SiO₂. Za barvanje PES smo izbrali dve, po kemijski sestavi različni, disperzni Terasil W barvili, za barvanje PA smo izbrali dve kisli Bemacid barvili in za barvanje bombaža smo izbrali dve reaktivni Bezaktiv S barvili. Vse vzorce smo barvnometrično ovrednotili in določili barvne razlike glede na obarvane (nemodificirane) vzorce v CIE barvnem prostoru. Ugotovili smo, da sta postopka kompatibilna, vendar dodatek TiO₂ past precej spremeni barvni ton, nasičenost in svetlost odvisno od vrste in količine TiO₂ nanodelcev v pasti.</p>		
Ocena	<p>Raziskovalno delo na projektu se izvaja skladno z organizacijsko shemo projekta, rezultati dela kažejo na učinkovitost posameznih TiO₂ nano past na tekstilnih materialih, kjer smo preučili UV zaščitno sposobnost bombažne, PA in PES tkanine, ki je bila obdelana s tremi koloidnimi disperzijami z vključenimi TiO₂ nanodelci, ki so bili oploščeni s SiO₂. S transmisijsko elektronsko mikroskopijo (TEM) smo potrdili prisotnost TiO₂ nanodelcev sferične oblike in z UV/Vis spektroskopijo njihovo izrazito absorpcijsko kapaciteto v UV področju. Dobljeni rezultati kažejo sprejemljive zaščitne lastnosti proti UV žarkom odvisno od vrste in koncentracije uporabljene TiO₂ disperzije. Glede na ugotovljene raziskovalne rezultate vidimo tudi praktično uporabo tovrstnih postopkov v proizvodnem procesu v našem primeru predvsem pri izdelavi koncentratov kot dodatkov v izpredilno maso, kar zagotavlja dodatne funkcionalne lastnosti našim PA materialom.</p>		
3.	Naziv	IRSPIN - Industrijsko razvojni center slovenske predilne industrije	
	Naslov	Kidričeva 1, 1270 Litija	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	2.739,74 EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	100 %	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		
		Šifra	
	1.	Članek	A.01
	2.	Referat na mednarodni znanstveni konferenci	B.03
	3.	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	F.01
	4.	Razvoj novega izdelka	F.06
	5.	Upravljanje in razvoj raziskovalnega dela	D.08
	<p>V izvirnem znanstvenem članku smo opisali raziskavo, pri kateri smo tri komercialne nanoTiO₂ koloidne suspenzije nanašali na poliestrno tkanino po konvencionalnem pad-dry-cure postopku z namenom uvajanja samočistilnih in UV zaščitnih lastnosti. TEM, XRD in UV/Vis spektroskopija suspenzij so potrdile prisotnost anataznih TiO₂ nanodelcev z različno velikostjo kristalitov, kakor tudi odlično adsorpcijsko kapaciteto v UV področju. Glavni cilj raziskave predstavljene na mednarodni konferenci je bil preučiti vpliv nanoTiO₂ funkcionalizirane poliestrne tkanine na obarvljivost (kompatibilnost TiO₂ in disperznih barvil), barvo in jakost barvila v primerjavi z obarvanim-neobdelanim poliestrom. Tkanino smo obdelali s kombinacijo TiO₂, ki je bil oploščen z različno količino SiO₂ (3, 5 ali 10%) in tremi različnimi disperznimi barvili v dveh koncentracijah po postopku izčrpavanja. V nadaljevanju smo preučili morfološke</p>		

Komentar	<p>lastnosti tako obdelane tkanine s SEM in obarvanje s pomočjo barvne metrike (določanje CIE L*a*b* barvnih vrednosti).</p> <p>Strokovnjaki iz podjetja Cinkarna Celje so sintetizirali več različnih polimernih koncentratov z rutilnimi ali anataznimi TiO₂ nanodelci (masterbatch-e), za vključevanje v predilno maso. Predenje poliamidnih filamentnih prej s TiO₂ nanodelci je potekalo v industrijskem merilu v podjetju Julon na sodobni predilni liniji za proizvodnjo delno orientirane preje. V Julon-u so izdelali več različnih filamentnih poliamidnih prej (različna oblika prereza, število filamentov, titer preje ter vrsta in količina TiO₂ delcev). Iz prej s TiO₂ vključenimi nanodelci so izdelali nogavice, ki smo jih izpostavili temperaturam 160-199°C in UV sevanju ter določali indeks porumenitve in belino vzorcev. Ugotovili so, da so imeli vzorci z vključenimi nanodelci manjšo belino oz. večjo porumenitev od standarda, vzorce smo barvnometrično ovrednotili ter izmerili UV prepusnost.</p> <p>Pri raziskavi smo ugotavljali kompatibilnost barvalnega postopka in dodanih kemikalij z nanosom TiO₂ in tako razvili ustrezne eno-kopelne postopke izčrpavanja za različne vrste materiala s katerimi smo dosegli maksimalni nanos nanodelcev. S plazma predobdelane materiale smo: i) obdelovali z različnimi TiO₂ nanodelci, ii) barvali in istočasno dodajali TiO₂ in iii) barvali. Iz nabora osmih različnih TiO₂ past, ki so jih pripravili v Cinkarni Celje smo izbrali dve in sicer z anataznimi monokristaliniimi TiO₂ nanodelci in rutilnimi TiO₂ nanodelci oplaščenimi s 5% SiO₂. Za barvanje PES smo izbrali dve, po kemijski sestavi različni, disperzni Terasil W barvili, za barvanje PA smo izbrali dve kislil Bemacid barvili in za barvanje bombaža smo izbrali dve reaktivni Bezaktiv S barvili. Vse vzorce smo barvnometrično ovrednotili in določili barvne razlike glede na obarvane (nemodificirane) vzorce v CIE barvnem prostoru. Ugotovili smo, da sta postopka kompatibilna, vendar dodatek TiO₂ past precej spremeni barvni ton, nasičenost in svetlost odvisno od vrste in količine TiO₂ nanodelcev v pasti.</p>
Ocena	<p>Raziskovalno delo na projektu se izvaja skladno z organizacijsko shemo projekta, rezultati dela kažejo na učinkovitost posameznih TiO₂ nano past na tekstilnih materialih, kjer smo preučili UV zaščitno sposobnost bombažne, PA in PES tkanine, ki je bila obdelana s tremi koloidnimi disperzijami z vključenimi TiO₂ nanodelci, ki so bili oplašeni s SiO₂. S transmisijsko elektronsko mikroskopijo (TEM) smo potrdili prisotnost TiO₂ nanodelcev sferične oblike in z UV/Vis spektroskopijo njihovo izrazito absorpcijsko kapaciteto v UV področju. Dobljeni rezultati kažejo sprejemljive zaščitne lastnosti proti UV žarkom odvisno od vrste in koncentracije uporabljene TiO₂ disperzije. Glede na ugotovljene raziskovalne rezultate vidimo tudi praktično uporabo tovrstnih postopkov v proizvodnem procesu in pri izdelavi naših materialov, ki jim lahko na ta način dodamo nove funkcionalne lastnosti.</p>

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

V letu 2013 smo izvajali aktivnosti drugega, tretjega in četrtega delovnega sklopa raziskovalnega projekta. Tako je eksperimentalna izvedba projekta potekala na Inštitutu Jožef Stefan (raziskovalni partner v projektu), v podjetju Julon, d.d. (industrijski partner v projektu) ter v laboratorijih Oddelka za tekstilne materiale in oblikovanje na Fakulteti za strojništvo v Mariboru, po posameznih aktivnostih v skladu z zastavljenimi cilji programa raziskovalnega projekta.

Na podlagi predhodnih preskusov, dodatnega preučevanja literature in analiz obstoječega stanja na področju funkcionalizacije tekstilij, smo v okviru **Aktivnosti 2.1** izbrali različne tri različne tekstilne materiale: PES, PA in bombaž za plazma obdelavo. Izbrane materiale smo obdelali s kisikovo plazmo z namenom doseganja hidrofилnosti in tudi s CF_4 plazmo za doseganje hidrofobnosti, s tem da smo sistem predhodno optimizirali glede na vrsto materiala (**Aktivnost 2.2**). Na sistemu smo variirali razelektritveno moč (med 100 in 1000 W), frekvenco generatorja (12.56 ali 27.12 MHz), kinetično temperaturo nevtralnega plina v komori (med 300 in 500 K), čas plazemske obdelave (15 s, 30 s, 1 min in 4 min). Materiale smo natančno okarakterizirali pred in po obdelavi s plazmo z merjenjem fizikalno mehanskih lastnosti, kemijskih sprememb na površini z uporabo FT-IR spektroskopije ter meritvami stičnega kota (**Aktivnost 2.3**). Plazma obdelava ima največji vpliv na PES vzorce, kjer daljši čas plazma obdelave vpliva na hitrejšo in večjo navzemanje vode ter večjo hidrofилnost (stični kot je manjši). Med bombažnimi plazma predobdelanimi vzorci in referenco ni bistvenih razlik. V nadaljevanju smo ugotavljali kompatibilnost barvalnega postopka in dodanih kemikalij z nanosom TiO_2 . Tekom **Aktivnosti 3.2** smo tako razvili ustrezne eno-kopelne postopke izčrpavanja za različne vrste materiala s katerimi smo dosegli maksimalni nanos nanodelcev. S plazma predobdelane materiale smo: i) obdelovali z različnimi TiO_2 nanodelci, ii) barvali in istočasno dodajali TiO_2 in iii) barvali. Iz nabora osmih različnih TiO_2 past, ki so jih pripravili v Cinkarni Celje smo izbrali dve in sicer z anataznimi monokristaliniimi TiO_2 nanodelci in rutilnimi TiO_2 nanodelci oplaščenimi s 5% SiO_2 . Za barvanje PES smo izbrali dve, po kemijski sestavi različni, disperzni Terasil W barvili v koncentraciji 0,5% ob dodatku dispergatorja ter pufra (+ 9% posamezne TiO_2 paste). Obdelava je potekala 1 uro pri temperaturi 130°C. Za barvanje PA smo izbrali dve kisli Bemacid barvili v koncentraciji 0,5% ob dodatku ustreznih kemikalij (+ 9% posamezne TiO_2 paste). Obdelava je potekala 1 uro pri temperaturi 98°C. Za barvanje bombaža smo izbrali dve reaktivni Bezaktiv S barvili v koncentraciji 0,5% ob dodatku soli, bazičnega medija (pH 12) in omakalnega sredstva (+ 9% posamezne TiO_2 paste). Obdelava je potekala 110 min pri temperaturi 60° C. Vse vzorce smo barvnometrično ovrednotili in določili barvne razlike glede na obarvane (nemodificirane) vzorce v CIE barvnem prostoru. Ugotovili smo, da dodatek TiO_2 past precej spremeni barvni ton, nasičenost in svetlost odvisno od vrste in količine TiO_2 nanodelcev v pasti ter od vrste in koncentracije barvila. Funkcionalno učinkovitost plazma obdelanih in TiO_2 modificiranih tekstilij smo ovrednotili z določanjem UV zaščitnih lastnosti (**Aktivnosti 4.1**) tako, da smo merili transmisijo UVA in UVB žarkov skozi posamezno tkanino po standardu AS/NZS 4399-1996 preko celotnega ultravijoličnega spektralnega območja (290-400 nm) z uporabo UV-Vis metode. Stopnjo UV zaščite tekstilij smo določili z izračunom ultravijoličnega zaščitnega faktorja (UZF). Ugotovili smo, da s kombinacijo plazma obdelave in nanosom TiO_2 disperzij dosežemo UZF več kot 50, torej višje UZF vrednosti kot v primerjavi z vzorci, ki so bili obdelani samo s TiO_2 .

Strokovnjaki iz podjetja Cinkarna Celje so sintetizirali več različnih polimernih koncentratov z rutilnimi ali anataznimi TiO_2 nanodelci (masterbatch-e), za vključevanje v predilno maso (**Aktivnost 1.3**). Predenje poliamidnih

filamentnih prej s TiO_2 nanodelci je potekalo v industrijskem merilu v podjetju Julon na sodobni predilni liniji za proizvodnjo delno orientirane preje, ki je bila pred kratkim predelana in opremljena z galetami za uravnavanje napetosti (**Aktivnost 3.3**). V Julon-u so izdelali več različnih filamentnih poliamidnih prej (različna oblika prereza, število filamentov, titer preje ter vrsta in količina TiO_2 delcev). Analizirali smo fizikalno-mehanske lastnosti prej kot so raztezek, elastični modul, pretržni raztezek, žilavost, itd., določili ostanek pepela in vsebnost TiO_2 . Preučili smo tudi lokacijsko porazdelitev nanodelcev v preji (prečni in vzdolžni prerez). Iz prej s TiO_2 vključenimi nanodelci so izdelali nogavice, ki so jih izpostavili temperaturam 160-199°C in UV sevanju ter določali indeks porumenitve in belino vzorcev. Ugotovili so, da so imeli vzorci z vključenimi nanodelci manjšo belino oz. večjo porumenitev od standarda. V prejo so poleg TiO_2 vključili tudi vijolično barvilo ter vzorce barvometrično ovrednotili ter merili UV prepustnost. Ugotovili so, da so vzorci obdelani s TiO_2 manj nasičeni, vendar nekoliko temnejši. Spremeni se tudi barvni ton v odvisnosti od vrste in količine TiO_2 nanodelcev v preji.

Dobljene rezultate smo in jih bomo še objavili v izvirnih znanstvenih člankih v mednarodnih revijah ter na mednarodnih konferencah.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

V našem dosedanjem delu smo izvedli vse aktivnosti ter realizirali zastavljene raziskovalne cilje predvidene v okviru tretjega leta projekta. Raziskovalno delo smo izvajali glede na organizacijsko shemo projekta. Strokovnjaki iz podjetja Cinkarna Celje so sintetizirali različne polimerne koncentrate z rutilnimi ali anataznimi TiO_2 nanodelci (masterbatch-e), za vključevanje v predilno maso. Predenje poliamidnih filamentnih prej s TiO_2 nanodelci je potekalo v industrijskem merilu v podjetju Julon na sodobni predilni liniji za proizvodnjo delno orientirane preje, ki je bila pred kratkim predelana in opremljena z galetami za uravnavanje napetosti. Preučili smo tudi lokacijsko porazdelitev nanodelcev v preji (prečni in vzdolžni prerez), določili vsebnost TiO_2 , mehanske lastnosti, indeks porumenitve in belino vzorcev v odvisnosti od temperature, itd. Iz filamentnih prej so v Julonu izdelali različne pletenine, ki smo jih ovrednotili z določanjem UV zaščitnih lastnosti. V nadaljevanju smo izbrali različne tekstilije (PES, PA in bombaž) ter jih površinsko obdelali s kisikovo plazmo. Materiale smo okarakterizirali pred in po obdelavi s plazmo z uporabo FT-IR spektroskopije in merjenjem stičnega kota. Na s plazmo modificirane materiale smo nanašali dve različni nano TiO_2 pasti po postopku izčrpavanja. Ugotavljali smo kompatibilnost barvalnega postopka in dodanih kemikalij z nanosom TiO_2 . Obarvane modificirane materiale smo barvometrično ovrednotili in določili barvne razlike v CIE barvnem prostoru. Funkcionalno učinkovitost plazma obdelanih in TiO_2 modificiranih tekstilij smo ovrednotili z določanjem UV zaščitnih lastnosti in samočistilno sposobnostjo.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Vsebinskih sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo, je pa prišlo do spremembe raziskovalne skupine Fakultete za strojništvo. Zaradi prenehanja delovnega razmerja raziskovalca dr. Tmilselvana Mohana smo dodatno vključili v skupino dr. Silva Hribernika.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16802582	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Karakterizacija TiO ₂ suspenzij nano velikosti za funkcionalno modifikacijo poliestrne tkanine
		<i>ANG</i>	Characterization of nano-sized TiO ₂ suspensions for functional modification of polyester fabric
	Opis	<i>SLO</i>	V izvirnem znanstvenem članku smo opisali raziskavo, pri kateri smo tri komercialne nanoTiO ₂ koloidne suspenzije nanašali na poliestrno tkanino po konvencionalnem pad-dry-cure postopku z namenom uvajanja samočistilnih in UV zaščitnih lastnosti. TEM, XRD in UV/Vis spektroskopija suspenzij so potrdile prisotnost anataznih TiO ₂ nanodelcev z različno velikostjo kristalitov, kakor tudi odlično adsorpcijsko kapaciteto v UV področju. Morfološko strukturo nano-modificiranih PES tkanin smo okarakterizirali s SEM. Fotokatalitično aktivnost TiO ₂ nanodelcev nanosenih na tkanino smo spremljali z razbarvanjem dveh madežev, rdečega vina in rdeče pese, ki smo ju obsevali z dvema viroma UV svetlobe v različnih časovnih intervalih.
		<i>ANG</i>	Three industrially-prepared (via the sulphate synthesis process) and commercially-available nanoTiO ₂ colloidal suspensions were coated on polyester fabric using the conventional pad-dry-cure procedure, in order to enhance fabric functionalities by imparting self-cleaning and UV-protection ability. Various characterization techniques, i.e. transmission electron microscopy (TEM), X-ray diffraction analysis (XRD), and UV/Vis spectroscopy of the suspensions revealed the presence of anatase TiO ₂ spherical-shaped nanoparticles of different crystallite sizes, as well as its prominent absorption capacity within the UV region. Scanning electron microscopy (SEM) was adopted to analyse the morphological structure of nanoTiO ₂ -modified PES fabrics. Furthermore, the photocatalytic activity was investigated through the discolourations of red wine and red beet stains under two types of light sources, i.e. direct day light and artificial UV light, by means of a spectrophotometry. The UV-protective properties were also evaluated by calculating the ultraviolet protective factors of individual coated fabric. The obtained results show acceptable blocking properties against UV-rays, as well as the adequate self-cleaning abilities of TiO ₂ -modified PES fabrics as governed by the types and concentrations of applied TiO ₂ suspension.
	Objavljeno v	Elsevier Sequoia; Surface & coatings technology; 2013; Vol. 226; str. 68-74; Impact Factor: 1.941; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.172; A': 1; WoS: QG, UB; Avtorji / Authors: Ojstršek Alenka, Stana-Kleinschek Karin, Fakin Darinka	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	16946966	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv nanoTiO ₂ površinske modifikacije na obarvanje poliestra
		<i>ANG</i>	The effect of nano TiO ₂ surface modification on polyester coloration
		Glavni cilj raziskave predstavljene na mednarodni konferenci je bil preučiti vpliv nanoTiO ₂ funkcionalizirane poliestrne tkanine na obarvljivost (kompatibilnost TiO ₂ in disperznih barvil), barvo in jakost barvila v primerjavi z obarvanim-neobdelanim poliestrom. Tkanino smo	

Opis	SLO	obdelali s kombinacijo TiO ₂ , ki je bil oplaščen z različno količino SiO ₂ (3, 5 ali 10%) in tremi različnimi disperznimi barvili v dveh koncentracijah po postopku izčrpavanja. V nadaljevanju smo preučili morfološke lastnosti tako obdelane tkanine s SEM in obarvanje s pomočjo barvne metrike (določanje CIE L*a*b* barvnih vrednosti). Prav tako smo ovrednotili barvne razlike med posameznimi vzorci. Iz rezultatov smo zaključili, da večja količina SiO ₂ povzroča večjo aglomeracijo TiO ₂ nanodelcev na površini tkanine; zato je jakost barvila nižja in so barvne razlike večje, predvsem na račun večje svetlosti s TiO ₂ obdelanih vzorcev.	
	ANG	The main contribution of the present work was to study the influence of nano-sized TiO ₂ -treated polyester fabrics on functionalized surface properties on dyeability (TiO ₂ /disperse dye-bath compatibility), colour, and colour strength in comparison to dyed/non-coated polyester. Colloidal dispersions including nano-sized TiO ₂ , coated with different amount of SiO ₂ (3, 5 or 10%), were incorporated into dye-baths. Polyester fabric (PES) was dyed using three disperse dyes of different chemical structures in two concentration according to exhaustion procedure. In addition, morphological structures of nano-upgraded fabrics were characterized by scanning electron microscopy, and colouration behaviour by colorimetry (determination of CIE L*a*b* colour values). Also, colour differences between dyed and dyed/TiO ₂ -SiO ₂ were evaluated. From the obtained results, it could be concluded that higher amount of SiO ₂ contributes to higher agglomeration of TiO ₂ nanoparticles on the fabric surface; the colour strength is lower, and the total colour differences are larger, mainly on account of higher lightness (L*).	
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Technische Universität Dresden, ITM; Conference proceedings; 2013; 4 f.; Avtorji / Authors: Fakin Darinka, Ojstršek Alenka	
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	16945430	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Samočistilna sposobnost PES tkanine funkcionalizirane z nanoTiO ₂
		ANG	Self-cleaning ability of PES fabric functionalized by nano-sized TiO ₂
		SLO	Cilj predstavljene raziskave je bil ovrednotiti nanos dveh industrijsko pripravljenih in komercialno-dostopnih nanoTiO ₂ koloidnih disperzij na površini poliestrne tkanine (PES). Uporabili smo konvencionalni pad-dry-cure postopek z namenom uvajanja samočistilnih lastnosti. Koloidne disperzije smo analizirali s transmisijsko elektronsko mikroskopijo (TEM), površinsko morfologijo TiO ₂ modificiranih tkanin pa z vrstično elektronsko mikroskopijo (SEM). Samočistilno sposobnost tkanin smo spremljali z razbarvanjem dveh madežev, rdečega vina in rdeče pese, ki smo ju obsevali z dvema viroma UV svetlobe v različnih časovnih intervalih. Dobljeni rezultati kažejo ustrezno samočistilno sposobnost TiO ₂ modificiranih PES tkanin odvisno od vrste in koncentracije nanosene TiO ₂ disperzije.
		ANG	The aim of this research was to evaluate the formation of two industrially-prepared and commercially-available nanoTiO ₂ colloidal dispersions in different concentrations applied on surface of polyester fabric (PES) according to conventional pad-dry-cure procedure in order to impart self-cleaning properties. Colloidal dispersions were analysed using transmission electron microscopy (TEM), and the surface morphology of TiO ₂ modified fabrics using scanning electron microscopy (SEM). In addition, the self-cleaning ability of fabrics was investigated through discoloration of two stains, red wine and red beet, under two types of light sources, i.e. direct day light and artificial UV light, by means of a spectrophotometry. The obtained results show adequate self-cleaning ability of TiO ₂ modified PES fabrics governed by the type and

		the concentration of TiO ₂ suspension applied.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Technische Universität Dresden, ITM; Conference proceedings; 2013; 4 f.; Avtorji / Authors: Ojstršek Alenka, Stana-Kleinschek Karin, Fakin Darinka	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3. COBISS ID	16963094	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Obstojnost nano-TiO ₂ funkcionalizirane bombažne tkanine po več pranjih
	ANG	Durability of nano-TiO ₂ functionalization of cotton fabric after several launderings
Opis	SLO	Namen raziskave predstavljene na mednarodni konferenci je bil preučiti obstojnost oplaščenja bombažne tkanine z različnimi koloidnimi disperzijami nano-TiO ₂ hibridov v različnih koncentracijah po več pranjih. Preučili smo morfološke spremembe tako oplaščenih tkanin, kakor tudi obstojnost TiO ₂ hibridov po prvem, petih in desetih pralnih ciklih s pomočjo difuzijskih refleksijskih spektrov in meritev UV prepustnosti. Dobljeni rezultati nakazujejo izvrstno UV zaščito celo po več pralnih ciklih glede na koncentracijo in vrsto koloidne paste.
	ANG	The aim of the presented research was to study durability of coatings of diverse colloidal dispersions of nano-sized TiO ₂ hybrids in different concentration after several launderings. Morphological changes of the coated fabrics was examined as well as durability/bonding ability of TiO ₂ -hybrids after first, fifth and tenth laundering cycles as a function of diffuse reflectance spectra profiles and UV transmittance measurements. The gained results indicated an outstanding UV protection functionality even after several washing cycles regarding the concentration and the type of colloidal paste.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Universidade; Sustainable materials for future applications; 2013; 4 str.; Avtorji / Authors: Ojstršek Alenka, Hribernik Silvo, Fakin Darinka	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

V okviru raziskovalnega dela na projektu so sodelovale tudi študentke, ki v okviru projekta izvedle tudi eksperimentalni del svojega diplomskega/magistrskega dela. Študentka Zlatka Šuen je že zagovarjala svoje diplomsko delo, medtem, ko študentki Tamara Munda in Lili Luketič svojega magistrskega dela še nista zagovarjali, sta pa na podlagi izkušenj pri delu na projektih dobili delo v gospodarski družbi in imata priložnost, da tam ostaneta tudi zaposleni po končanem študiju.

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

V izvirnem znanstvenem članku z naslovom »The surface modification of cellulose fibres to create super-hydrophobic, oleophobic and self-cleaning properties« (Površinska modifikacija celuloznih vlaken za kreiranje superhidrofobnih, oleofobnih in samočistilnih lastnosti) smo opisali raziskavo, pri kateri smo celulozna vlakna površinsko modificirali s plazmo in nato nanесли organsko-anorganski hibridni prekursor po postopku pad-dry-cure sol-gel z namenom kreiranja »lotusovega« efekta na površini tkanine. Z merjenjem stičnega kota (154°) in kota polzenja (7°) smo potrdili superhidrofobnost, oleofobnost in samočistilno sposobnost modificiranih vlaken. Kemijske in morfološke spremembe na površini vlaken smo zasledovali z XPS, FTIR, AFM in SEM. Iz dobljenih rezultatov je razvidno, da plazma vpliva na

povečanje koncentracije kisikovih skupin, s čimer se poveča površinsko polarnost, povprečna hrapavost in dostopna površina tkanine, medtem ko aplikacija prekursorja le nekoliko poveča hrapavost.



LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-5492	
Naslov projekta	Razvoj funkcionalnih tekstilij za nego diabetičnega stopala (malum perforans)	
Vodja projekta	7814 Karin Stana Kleinschek	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:1165	
Cenovni razred	C	
Trajanje projekta	08.2013 - 07.2016	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 312 Univerzitetni klinični center Ljubljana 1553 PREDILNICA LITIJA d.o.o. 1821 Inštitut za mikrobiološke znanosti in tehnologije d.o.o. 2991 Center odličnosti polimerni materiali in tehnologije	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija	
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Predilnica Litija d.o.o.	
	Naslov	Kidričeva 1, 1270 Litija	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	22.603,74	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	35	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.	Peršin Z., et al.: The study of plasma's modification effects in viscose used as an absorbent for wound-relevant fluids. Carbohydrate polymers, 2013, vol. 97, iss. 1, str. 143-151	A.01
	2.	Kurečič M., Sfiligoj-Smole M.: Electrospinning : nanofibre production method, Tekstilec, 2013, vol. 56, no. 1, str. 4-12	A.01
	3.	T. Maver, et al.: Advanced wound dressing materials - safe antimicrobial activity and controlled drug release	B.04
	4.	Vključitev v Evropsko partnerstvo za inovacije za aktivno in zdravo staranje (European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing)	D.03
	5.		
Komentar		<p>Med najpomembnejše rezultate raziskovanja za sofinancerja štejemo objavo znanstvenega članka The study of plasma's modification effect in viscose used as an absorbent for wound-relevant fluids, kjer je obravnavana uporaba plazemske obdelave viskoznih vlaken z namenom boljšega navzemanja izločkov ran. Z izboljšanjem absorpcijskih lastnosti viskoznih vlaken, katera predstavljajo en del asortimenta, ki ga na trgu ponuja sofinancer Predilnica Litija d.o.o., smo povečali uporabno vrednost in s tem možnost prodaje viskoznih vlaken tudi na drugih področjih uporabe (npr. obliži za močno eksudirajoče rane). Sorodne aktivnosti so ključne za sofinancerja v projektu, saj potencialno predstavljajo priložnost za trženje na področju medicinskih tekstilij in tako nov korak razvoja konkurenčnih prednosti na EU trgu.</p> <p>Z objavo znanstvenega članka Elektropredenje: metoda izdelave nanovlaken, je bila slovenski javnosti predstavljena zelo perspektivna metoda, ki omogoča oblikovanje nanovlaken z želenimi lastnostmi, kot tudi nanokompozite za številne aplikacije. Kot taka je zanimiva tudi za sofinancerja, saj posredno omogoča študij lastnosti, ki so ključne tudi v proizvodnji.</p> <p>V vabljenem predavanju z naslovom Advanced wound dressing materials - safe antimicrobial activity and controlled drug release, ki je potekalo v Franciji, je bila predstavljena tematika naprednih protimikrobnih medicinskih oblog z varno vezavo srebra in s kontroliranim sproščanjem zdravilnih učinkovin. Kot partner v nacionalnih, kot tudi evropskih projektih je bil predstavljen sofinancer Predilnica Litija d.o.o., kar je ključnega pomena za izboljšanje njihove razpoznavnosti. Predavanje je vzbudilo pozornost številnih potencialnih bodočih partnerjev tako za Univerzo v Mariboru kot tudi za sofinancerja.</p> <p>Z vključitvijo projektne partnerja Univerza v Mariboru v Evropsko partnerstvo za initiative in zdravo staranje (European innovation partnership on Active and Healthy Ageing) – EIP AHA, bo omogočeno uspešno sodelovanje sofinancerja in Univerze v Mariboru tudi v nadaljnjih nacionalnih in Evropskih projektih predvsem v sklopu Obzorja 2020.</p>	
Ocena		Sofinancer Predilnica Litija d.o.o. potrjuje, da projektno delo poteka v skladu s podrobnim načrtom uresničevanja in časovne razporeditve, ki je naveden v projektni vlogi. Dosedanji rezultati raziskovalnega projekta so izrednega pomena za industrijskega partnerja (sofinancerja) saj se v projektu razvijajo inovativne tehnologije, ki bodo omogočile prodor novih izdelkov na obstoječe tržišče, hkrati pa se postopoma odpirajo možnosti za prodor na nova področja.	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

V letu 2013 smo izvajali predvsem aktivnosti prvega in drugega delovnega sklopa raziskovalnega projekta. Eksperimentalna izvedba projekta je tako potekala v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana, ter na Fakulteti za Strojništvo v Mariboru, po posameznih aktivnostih v skladu z zastavljenimi cilji programa raziskovalnega projekta.

V sklopu **Aktivnosti 1.1** je potekal izbor pacientov in donorjev zdrave mikrobne združbe. Primerni pacienti so tisti, vključno s stadijem z visokim rizikom nastanka poškodb na stopalu. To so pacienti s periferno nevropatijo, ishemijo, imajo natečene noge in deformirana stopala ter prisotnost kalusa. Takšni pacienti bodo primerni za aplikacijo. Za paciente, ki imajo ishemijo in periferno nevropatijo pa smo določili, da bodo primerni za analizo mikrobne združbe. Donorje mikrobne združbe v smislu kulturabilnih in vseh bakterij na koži bo predstavljalo 15 posameznikov. Odvzem kulturabilnih bakterij bo potekal na mestih z veliko količino bakterij vrste *Staphylococcus epidermidis*, v predelih med prsti na nogah in pod pazduhami. Odvzem celic celotnega mikrobioma bo poteka na zdravih pacientih po celih stopalih. Za tovrstno analizo smo v tej fazi pripravili potrebno dokumentacijo za odobritev pri Komisiji za medicinsko etiko. Dokumentacija zajema vlogo z obliko in vsebino anketnega lista, ki ga bo moral vsak pacient izpolniti in predložiti, izjavo odgovornega raziskovalca ter vodje raziskovalne skupine, izjavo o prostovoljni udeležbi oseb v raziskavi in izjavo o morebitnih konfliktnih interesov. Iz zdravih oseb smo pridobili približno 100 različnih izolatov in od teh je sedaj pripravljenih približno 10 sevov bakterij *S. epidermidis*. Teh 10 in dodatne bakterije, ki se bodo izolirale še v nadaljevanju projekta bomo testirali za morebitne virulencne dejavnike. Odsotnost le-teh bo pomenila, da te bakterije ustrezajo nadaljnjim aplikacijam.

V sklopu **Aktivnosti 2.1.**, smo optimirali postopek oblikovanja polisaharidnih nanovlaken, predvsem derivata celuloze – karboksimetil celuloza (CMC), s postopkom elektropredenja. Oblikovanje nanovlaken je potekalo na Elmarco Nanospider (NS500) elektropredilni napravi. Postopek elektropredenja smo optimirali z variranjem električne napetosti, kateri je predilna gošča izpostavljena med postopkom elektropredenja (od 45kV do 75kV) ter razdaljo med rotirajočo in zbiralno elektrodo (120 – 150mm). Oba parametra vplivata na jakost nastalega električnega polja in posledično na oblikovanje nanovlaken.

Za določitev optimalne recepture predilne gošče smo pripravili vodne raztopine CMC in ugotavljali vpliv koncentracije CMC (5%, 6%, 7% in 10%) in delež dodanega polietilen oksida (PEO) (razmerje CMC:PEO = 0:100, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 in 50:50) na sposobnost oblikovanja nanovlaken. Ugotovili smo, da predilna gošča brez dodatka PEO ni učinkovita v postopku elektropredenja, vendar že majhen dodatek PEO (CMC:PEO = 90:10) omogoči formacijo Taylorjevih stožcev na površini elektrode in formacijo predilnega curka. Elektropredene vzorce smo analizirali s SEM in ugotovili, da so pri razmerju CMC:PEO = 70:30 na nosilnem materialu prisotna oblikovana vlakna premera $1\mu\text{m}\pm 0,5\mu\text{m}$ (nehomogena porazdelitev premera vlaken). Z večanjem deleža PEO se premer vlaken manjša, pri razmerju CMC:PEO = 50:50, premer vlaken znaša $96\text{ nm}\pm 30\text{ nm}$.

Glede na široko paleto preizkušenih receptur predilne gošče, procesnih parametrov in dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da je optimalna receptura za oblikovanje elektropredenih CMC nanovlaken: CMC(7%) : PEO (5%) = 50:50, ter procesni parametri 65kV, razdalja med elektrodama 150 mm in hitrost vrtenja elektrode 3,7 obratov/min.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

V našem dosedanjem delu smo izvedli vse aktivnosti ter realizirali zastavljene raziskovalne cilje predvidene v okviru prve polovice prvega leta projekta. Raziskovalno delo smo izvajali glede na organizacijsko shemo projekta. Delo smo pričeli s **preučevanjem** novejših strokovne in znanstvene literature s področja elektropredenja polisaharidnih nanovlaken s poudarkom na medicinski aplikaciji, predvsem na področju nosilnih materialov za dostavo zdravil. V nadaljevanju smo s postopkom elektropredenja uspešno oblikovali CMC nanovlakna in optimirali sam postopek elektropredenja tako, da imajo vlakna želeno finost, njihova debelina pa je homogena po vsej dolžini vlakna. Pripravljene nanovlaknate strukture smo okarakterizirali glede na njihovo morfologijo in debelino nanovlaken. Izolirali smo nekaj kandidatov bakterij za aplikacijo in inkorporacijo v materiale. Pripravili smo in oddali dokumentacijo za Etično komisijo, ki nam bo omogočala nadaljne analize človeške združbe in izolacije celotnih mikrobiomov kože.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

V okviru projektne skupine je v letu 2013 prišlo do sledečih sprememb raziskovalcev:
 1. pri projektnem partnerju UM Fakulteta za Strojništvo so bili zaradi prenehanja zaposlitve izbrisani dr. Tamilselvan Mohan (št. raziskovalca: 33768), dr. Heike Ehmann (št. raziskovalca: 33769) in dr. Stefan Spirk (št. raziskovalca: 34741). Njihove raziskovalne ure so prevzeli na novo vključeni dr. Silvo Hribnik (št. raziskovalca: 27558), dr. Alenka Ojstršek (št. raziskovalca: 22407) in dr. Simona Vajnhandl (št. raziskovalca: 23461).
 2. pri projektnem partnerju CO Polimat so bili zaradi prenehanja zaposlitve izbrisani dr. Uroš Maver (št. raziskovalca: 30850) in Tina Maver (št. raziskovalca: 33260). Njune raziskovalne ure so bile prerazporejene med obstoječe raziskovalce.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16890390	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Študij učinka plazemske modifikacije viskoze uporabne kot absorber za izločke ran
		ANG	The study of plasma's modification effects in viscose used as an absorbent for wound-relevant fluids
	Opis	SLO	Ekstremno neravnovesno kisikovo plazmo smo uporabili za globinsko funkcionalizacijo viskoznih materialov, ki se uporabljajo pri zdravljenju kroničnih ran. Toplotnim učinkom, ki se običajno pojavljajo v plazemski obdelavi zaradi vpliva nabitih delcev, se lahko učinkovito izognemo z uporabo metode iniiciranja plazemskega curka brez elektrode pri zelo nizki gostoti moči od 25 W/l volumna. Uporabljen curek nevtralnno reaktivnih atomov ($3 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) pri sobni temperaturi, je omogočil učinkovito širjenje O-atomov v inter-fibrilarna področja ter posledično aktiviral površino fibrilov v notranjosti netkanih materialov. Poleg standardne Wilhelmy balance metode, s katero smo določali dinamiko absorpcije različnih tekočin na makroskopski ravni, smo za preučevanje mikroskopskih učinkov plazemske obdelave uporabili optično polarizacijsko mikroskopijo. V raziskavi smo določali sposobnost absorpcije obdelanih netkanih materialov, pri čemer smo uporabili solno raztopino, eksudat in kri. Rezultati so pokazali dramatično izboljšanje sorpcijskih lastnosti obdelanih materialov. Naša raziskava je bila usmerjena tudi v določanje sposobnosti obnovitve hidrofobnosti obdelanega materiala (staranje plazme), pri čemer smo obdelane vzorce hranili 10 dni na zraku, v dušikovi in v argonski atmosferi. Pri nekaterih vzorcih je bil opazen učinek staranja, hkrati pa smo ugotovili, da atmosfera shranjevanja ne vpliva na absorpcijske lastnosti obdelanega materiala.
		ANG	Extreme non-equilibrium oxygen plasma was used for the deep functionalisation of viscose materials used for the healing of chronic wounds. Those thermal effects, which usually appear during plasma treatment due to the influence of charged particles, were avoided effectively by using electrode-less discharge at a very low power density of 25 W/l volume. A huge flux of neutrally reactive atoms at room temperature of $3 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, allowed for the effective diffusion of O-atoms into inter-fibril space and thus the activation of fibrils throughout the non-woven materials. Apart from the standard Wilhelmy balance and pendant drop method for determining the absorption dynamics on a macroscopic scale, optical polarisation microscopy was applied for studying the microscopic effects. The sorption characteristics were determined for saline solution, exudate, and blood and the results showed a dramatic improvement. Focusing on hydrophobic recovery prevention, the modified samples were stored for 10 days in air, nitrogen, and argon atmospheres. Some ageing effects occurred, whilst the absorption properties were independent of the storage atmosphere.

	Objavljeno v	Applied Science Publishers; Carbohydrate polymers; 2013; Vol. 97, iss. 1; str. 143-151; Impact Factor: 3.479; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.005; A': 1; WoS: DW, EE, UY; Avtorji / Authors: Peršin Zdenka, Devetak Miha, Drevenšek Olenik Irena, Vesel Alenka, Mozetič Miran, Stana-Kleinschek Karin	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	16777238	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Elektropredenje: postopek izdelave nanovlaken
		<i>ANG</i>	Electrospinning: nanofibre production method
	Opis	<i>SLO</i>	<p>Elektropredenje (electrospinning) je metoda, ki temelji na uporabi elektrostatskih sil za oblikovanje neskončnih vlaken s premerom med deset nanometri in nekaj mikrometri. Tako finih vlaken ni mogoče oblikovati s konvencionalnimi metodami izdelave netkanih tekstilij. Nanovlakna, oblikovana po postopku elektropredenja, imajo izjemno veliko aktivno površino na enoto mase (pri premeru 100 nm je površina vlaken 40 m²/g), medtem ko sam postopek elektropredenja omogoča tudi načrtno oblikovanje strukture koprene (npr. načrtovanje velikosti por v kopreni z uravnavanjem premera nanovlaken in gostote vlaken). Po postopku elektropredenja lahko izdelamo nanovlakna iz sintetičnih ali naravnih polimerov in njihovih mešanic, polimerov z vključenimi različnimi nanodelci (kovinskimi, keramičnimi delci .), z vključenimi zdravilnimi učinkovinami itd. Oblikujemo lahko posamezna vlakna, kot tudi koprene z naključno ali načrtovano ureditvijo vlaken. Vlakna s kompleksno strukturo, kot na primer jedro-plašč ali votla vlakna, pa lahko proizvedemo po posebni metodi elektropredenja. Glede na prednosti, ki jih izkazujejo nanovlakna, oblikovana po postopku elektropredenja, je postal ta postopek zelo pomemben del raziskav na številnih področjih uporabe tehničnih tekstilij, kot so zaščitni materiali, zračni in oljni filtri za avtomobilsko industrijo, agrotekstilije in predvsem na področju medicine. Metoda je uporabna tudi za izdelavo materialov za baterije in fotovoltaične celice. Poleg naprav, ki so namenjene raziskavam v laboratorijskih obsegih, pa so na trgu že tudi pilotske naprave in takšne, ki so namenjene tudi industriji. V prispevku bomo predstavili pripravo nanovlaken na elektropredilni napravi, morfološke značilnosti vlaken in lastnosti izdelanih kopren v odvisnosti od pogojev oblikovanja vlaken.</p>
		<i>ANG</i>	<p>Electrospinning is a method based on the use of electrostatic forces for producing continuous fibres with the diameter from between ten nanometres to some micrometres. Such fibres cannot be produced with conventional methods for the production of nonwovens. The nanofibres formed with electrospinning have an exceptionally large active surface area per mass unit (fibre surface at diameter of 100 nm equals 40 m²/g) and the spinning process itself enables a planned formation of the web structure (e.g. planned size of pores in the web by adjusting the nanofibre diameter and fibre thickness). Nanofibres can be electrospun from synthetic or natural polymers and their blends, from polymers with various nanoparticles (metal, ceramic etc), active substances etc. We can fabricate individual fibres, as well as webs with a random or planned fibre arrangement. Fibres with a complex structure, e.g. core shell or hollow fibres, can be produced with a special electrospinning method. Regarding the advantages demonstrated by the nanofibres fabricated with electrospinning, this procedure has become an important part of research in several fields of use of technical textiles, e.g. shielding materials, air and oil filters in the car industry, agrotekstilije and most of all medical textiles. The method can also be used in the production of batteries and photovoltaic cells. Apart from the apparatus designed for the research purpose in laboratories, pilot devices and the devices designed for the use in the industry can be found on the market. The paper comprises the introduction of the</p>

		preparation procedure of nanofibres on an electrospinning apparatus, the morphological characteristics of fibres and the characteristics of electrospun webs in dependence of the conditions when forming fibres.
	Objavljeno v	Zveza inženirjev in tehnikov tekstilcev; Splošno združenje tekstilne industrije; Tekstilec; 2013; Vol. 56, no. 1; str. 4-12; Avtorji / Authors: Kurečič Manja, Sfiligoj-Smole Majda
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek
3.	COBISS ID	30828249 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Metagenomske študije PCR razmazanih bakterij 16S rRNA genov
		<i>ANG</i> Band smearing of PCR amplified bacterial 16S rRNA genes
	Opis	<i>SLO</i> Za metagenomske študije, ki temeljijo na 16S rRNA genih je pomembno, da v prvi fazi priprave ni pojava določenih artefaktov. Pojav razmazanih fragmentov na agaroznem gelu je večinoma smatran kot prisotnost fragmentov DNA različnih velikosti in s tem nespecifičnega pomnoževanja in je zato potrebno te razmazane fragemente eliminirati. V tej raziskavi smo preučili, da je lahko pojav takšnih razmazanih fragmentov lahko posledica neidelanih tvorb dvojnih vijačnic in je odvisno od heterogenosti tarč v samem vzorcu kar smo pokazali z analizo v alkalnem denaturirajočem gelu. Z novim bioinformatičnim pristopom smo tudi to dodatno ovrednotili. Pri tem pa takšni razmazani fragmenti nosijo pomembno informacijo o bogatosti in diverziteti tarč v samem vzorcu in se kot takšnih ne sme eliminirati. Glede na to, da večina raziskovalcev zmotno meni o pojavu razmazanih fragmentov v agaroznem gelu, je potrebno prej preveriti vzroke za ta pojav, preden se začne z nadaljnimi postopki.
		<i>ANG</i> Band smearing in agarose gels of PCR amplified bacterial 16S rRNA genes is understood to comprise amplicons of varying sizes arising from PCR errors, and requires elimination. We consider that with amplified heterogeneous DNA, delayed electro-migration is caused not by PCR errors but by dsDNA structures that arise from imperfect strand pairing. The extent of band smearing was found to be proportional to the sequence heterogeneity in 16S rRNA variable regions. Denaturing alkaline gels showed that all amplified DNA was of the correct size. A novel bioinformatic approach was used to reveal that band smearing occurred due to imperfectly paired strands of the amplified DNA. Since the smear is a structural fraction of the correct size PCR product, it carries important information on richness and diversity of the target DNA. For accurate analysis, the origin of the smear must first be identified before it is eliminated by examining the amplified DNA in denaturing alkaline gels.
	Objavljeno v	Elsevier; Journal of microbiological methods; 2013; Vol. 95, no. 2; str. 186-194; Impact Factor: 2.161; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.089; WoS: CO, QU; Avtorji / Authors: Zrimec Jan, Kopinč Rok, Rijavec Tomaž, Zrimec Tatjana, Lapanje Aleš
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17315862 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Napredni materiali za oskrbo ran - varen protimikrobni učinek in nadzorovano sproščanje zdravilnih učinkovin
		<i>ANG</i> Advanced wound dressing materials - safe antimicrobial activity and controlled drug release

Opis	SLO	<p>Področje celjenja in oskrbe ran je v preteklih letih doživelo kompleksen razvoj v smeri pametnejših in bolj učinkovitih terapevtskih in diagnostičnih posegov, s posebnim poudarkom na varnosti bolnikov. Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na celjenje so vzdrževanje primerne vlažnosti v in nad rano, preprečevanje infekcij ter zmanjšanje bolečine. Omenjeno lahko dosežemo z pripravo materialov z ustrezno hidrofilnostjo, ki skrbijo za ohranitev zelene vlažnosti ter z vgradnjo učinkovin za zmanjšanje bolečine. V povezavi s prvim smo ugotovili, da lahko s pomočjo plazemske obdelave dokaj enostavno zagotovimo učinkovito uravnavanje hidrofilnosti. Z uporabo amonijeve plazme lahko npr. dosežemo bistveno izboljšano hidrofilnost, ter hkrati naredimo površino tudi protimikrobno. V predavanju obravnavamo tudi drugi vidik učinkovitega celjenja ran, zmanjšanje bolečine. Poudarek je v prvi vrsti na pripravi tankih plasti, kot simuliranih medicinskih oblogah, s katerimi se lahko bistveno zniža stroške razvoja končnega izdelka. Hkrati pa se preuči primernost različnih materialov za učinkovit nadzor sproščanja izbranih protibolečinskih zdravilnih učinkovin. Metodologija priprave simuliranih tankih filmov se je izkazala kot zelo primerljiva z realnimi medicinskimi oblogami. Da bi pripravili najboljše možne rešitve oskrbe za različne vrste ran, smo prilagajali izbor osnovnih materialov, način vključitve in vrsto zdravilnih učinkovin. Kot končno testiranje smo učinkovitost dokazali s priporočenimi in vitro študijami.</p>	
	ANG	<p>Wound treatment underwent a complex evolution towards smarter and more efficient therapeutic and diagnostic interventions, while putting extreme weight onto the patient safety. The most important factors influencing wound healing are the maintenance of proper moisture in and above the wound, assuring a bacteria free environment, and pain reduction. We address these two topics, proper hydrophilicity to maintain desired moisture and pain reduction for effective healing. Regarding the first point, we found that plasma treatment can provide simple and effective hydrophilicity tunings, using one or two stages. Using ammonium based plasma as the source, we can achieve a significantly increased material hydrophilicity, as well as add some antimicrobial activity simultaneously. We also addressed pain reduction for effective healing, focusing on model thin film based systems to lower the development costs, as well as to study the potential of different materials for effective drug release control. The thin film preparation methodology proved to be highly comparable to real systems. To prepare best possible delivery solutions for different wound types, we varied the use of base materials, method of drug incorporation and the drug type, and performed in vitro studies.</p>	
Šifra	B.04 Vabljen predavanje		
Objavljeno v	European Polysaccharide Network of Excellence, EPNOE; Polysaccharides and polysaccharide - derived products, from basic science to applications; 2013; str. 12; Avtorji / Authors: Maver Tina, Maver Uroš, Spirk Stefan, Pivec Tanja, Peršin Zdenka, Mozetič Miran, Stana-Kleinschek Karin		
Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljen predavanje)		
2.	COBISS ID	512281400	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Napredni celulozni materiali za učinkovito oskrbo ran	
	ANG	Advanced cellulose-based materials for efficient wound treatment	
		Učinkovita oskrba rane je nemogoča brez izčrpnega znanja o povezani fiziologiji. Celjenje rane v prvi meri zahteva, da je ta ustrezno vlažna in brez okužb. Zagotavljanje obeh lastnosti je v kombinaciji različnih metod sicer mogoče, pogosto pa kljub vsemu pri tem pozabljamo, da lahko neprimerno obdelava osnovnih materialov vodi do spremenjenih	

Opis	SLO	<p>mehanskih lastnosti in posledično do neprimerne odziva na mestu delovanja in drugačnega obnašanja morebitnih vgrajenih aktivnih snovi. Obstoječi pristopi v večini primerov hkrati uvajajo protimikrobni učinek na račun splošne varnosti medicinske obloge. V tej študiji zato predstavljamo postopke za pripravo novih medicinskih materialov na osnovi celuloze, ki zagotavljajo varen protimikrobni učinek in primerno vlažno okolje v rani. Za doseganje varnega protimikrobnega učinka smo uporabili bodisi ireverzibilno vezavo nanodelcev srebrovega klorida in obdelavo površine s plazmo, za zagotavljanje ustrezne vlažnosti pa predvsem plazemsko obdelavo. Na taki način pripravljeni novi materiali za medicinske obloge na osnovi celuloze so se izkazali kot varni za uporabo, hkrati pa smo s pomočjo preliminarnih eksperimentov dokazali še njihovo učinkovitost.</p>	
	ANG	<p>Efficient wound treatment is not possible without thorough knowledge about wound physiology. The first lesson in wound healing is that optimal healing requires a moist and bacteria free environment. Although achievement of both is not that difficult, we often overlook the influence of moisture on the mechanical properties of the host materials and the function of active ingredients. Additionally is an efficient antimicrobial activity often achieved at the cost of the dressings' overall safety. Therefore, we present in this study the preparation of novel cellulose-based materials exhibiting a safe antimicrobial activity, while simultaneously assuring a desired moist wound environment. Irreversibly bound silver nanoparticles and a plasma treated surface layer served for the first and special plasma treatment procedures resulted in the second. Novel cellulose-based materials, prepared in such a way, were shown to be safe for use and a preliminary analysis also proved their efficiency.</p>	
Šifra	B.04 Vabljen predavanje		
Objavljeno v	Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije = Slovenian Society for Vacuum Technique; Program in knjiga povzetkov; 2013; Str. 13; Avtorji / Authors: Maver Uroš, Maver Tina, Pivec Tanja, Peršin Zdenka, Kurečič Manja, Mozetič Miran, Stana-Kleinschek Karin		
Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljen predavanje)		
3.	COBISS ID	30515673	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Sistem za raziskovanje mikrobnih interakcij	
	ANG	System for research of microbial interactions	
Opis	SLO	<p>Izum se nanaša na pripravo trdnih gojišč, kombinacije trdnih in tekočih ter poltekočih gojišč, ki omogočajo plastičnost gojenja več bakterij skupaj. S kombinacijo različnih barvil občutljivih na pH in redoks se, da izmeriti hitrost rasti in vplivno področje posamezne bakterije na drugo bakterijo v kokulturi. Izvedba je v 96 formatu in omogoča gojenje v gradientnem PCR bloku v temperaturnem gradientu.</p>	
	ANG	<p>The invention is based on the preparation of solid, liquid-liquid, solid-liquid and semisolid media, which enables cultivation of two bacteria in the same space as a co-culture. By using different dyes based on the pH and redox sensitivity it is possible to measure growth rate and effects of one bacteria to another in this co-culture. The procedure is adapted to be used in a 96 well format and enables growth at different temperatures in the gradient thermo block in a PCR machine.</p>	
Šifra	F.33 Patent v Sloveniji		
Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino; 2013; Avtorji / Authors: Koprivnikar Monika, Lapanje Aleš		
Tipologija	2.24 Patent		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

1. Člani projektne skupine so se v letu 2013 aktivno vključili v COST Action (MP 1206): Electrospun Nano-Fibres for Bio Inspired Composite Materials and Innovative Industrial Applications. Akcija COST MP 1206 zajema znanstvene dosežke in novosti na področju samega procesa elektrospredanja, oblikovanja nanovlaken in nanovlaknatih naprednih materialov, ter poobdelave elektrospredanih materialov predvsem na področjih biomedicine in tehnike, kot tudi na področju družbene in okoljske problematike nanomaterialov.

2. Univerza v Mariboru je v letu 2013 postala član pilotnega projekta Evropsko partnerstvo za inovacije za aktivno in zdravo staranje (European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing). Evropsko partnerstvo je izbralo pobudo Active and Healthy Ageing for a Better Tomorrow (AHA@UM) in Univerzo v Mariboru uvrstilo v delovno skupino B3 Integrated Care. Evropsko partnerstvo je usmerjeno k izboljšanju kvalitete življenja starejših z zadanim ciljem do leta 2020 podaljšati povprečno dolžino let zdravega življenja evropskih prebivalcev za dve leti.

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

V objavljenem znanstvenem članku smo predstavili interdisciplinarno delo raziskovalnih skupin iz različnih področij, ki predstavlja uporabo ekstremne neravnovesne kisikove plazme za globinsko funkcionalizacijo viskoznih materialov, uporabnih pri zdravljenju kroničnih ran. Plazemski curek nevtralnno reaktivnih atomov pri sobni temperaturi je omogočil aktivacijo fibrilov v notranjosti netkanih viskoznih materialov. Poleg standardne Wilhelmy-jeve metode, s katero smo določali dinamiko absorpcije različnih tekočin prisotnih v eksudirajoči rani (fiziološka raztopina, eksudat in kri) na makroskopski ravni, smo za preučevanje mikroskopskih učinkov plazemske obdelave uporabili še optično polarizacijsko mikroskopijo, ki je za te namene bila uporabljena prvič. Rezultati so pokazali dramatično izboljšanje sorpcijskih lastnosti obdelanih materialov na vse testirane izločke.

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4060	
Naslov projekta	Funkcionalizacija celuloznih materialov za razvoj novih sanitetnih ter medicinskih tekstilij	
Vodja projekta	19753 Lidija Fras Zemljič	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:2810	
Cenovni razred	B	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	377 Zavod za zdravstveno varstvo Maribor 481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta 2318 TOSAMA Tovarna sanitetnega materiala d.o.o.	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija	
Družbeno-ekonomski cilj	07. Zdravje	
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede	

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	Tosama d.o.o.	
	Naslov	Šaranovičeva cesta 35, 1230 Domžale	
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:	29.241,56	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.	Vzpostavitev protokolov za mikrobiološko testiranje	F.17
	2.	Prenos mladega raziskovalca v gospodarstvo , ki je opravil doktorat z somentorstvom iz Tosame	D.09
	3.	Izvirni znanstveni članek [17387030]	A.01
	4.	Izvirno znanstveni članek [16151574]	A.01
	5.	Diplomsko delo [17551382]	D.10
Komentar		Projekt je potekal v skladu s pričakovanji sofinancerja in časovnice posameznih sklopov raziskav so v skladu z načrtom. V okviru projekta so potekali številni sestanki, kjer so bili podani mejniki projekta.	
Ocena		Rezultati projekta so bistveni za sofinancersko organizacijo. V okviru projekta so vzpostavljene tehnologije nanosa hitozana za razvoj medicinskih tekstilij kot tudi podrobna analiza mikrobioloških lastnosti tovrstno funkcionaliziranih vlaken. Projekt je omogočil za sofinancerja nove znanstvene kot tudi uporabniške navezave. Prav tako je omogočil doprinos z vidika prehoda mladega raziskovalca v njihovo podjetje.	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

Raziskovalno delo je potekalo v skladu z načrtovanimi delovnimi sklopi.: DS3: Študij adsorpcije polisaharidov in postopkov za manipulacijo vezave (permanentna/nepermanetna) ter DS4: Uvajanje in optimizacija metod za analizo protimikrobnosti vlaknatih površin ter DS6: Karakterizacija protimikrobno funkcionaliziranih celuloznih materialov

Poudarek je bil na pripravi in na karakterizaciji hitozanskih raztopin in disperzij hitozanskih nanodelcev. Pri tem sta bila uporabljena medicinski hitozan (CS) in derivat hitozana, *N,N,N*-trimetil hitozan (TMC), pridobljena iz užitnih gob *Agaricus bisporus*. Naboj raztopin in disperzij hitozana je bil preučen z uporabo potenciometrične in polielektrolitske titracije. Množina aaminskih in/ali kvarternih amonijevih skupin po sintezi CS nanodelcev (CSNP) in TMC nanodelcev (TMCNP) je bila preučena s polielektrolitskimi titracijami. Preostanek skupin je bil pri CSNP 67 % in pri TMCNP 72 %. Posebna pozornost v DS 3 je bila usmerjena ravno k evalvaciji antimikrobne aktivnosti raztopin in disperzij v odvisnosti od dostopnega pozitivnega naboja oz. prisotnosti nanodelcev. Ugoden vpliv pozitivnega naboja na inhibicijo mikrobov se je pokazal pri določevanju minimalne inhibitorne koncentracije (MIC), kjer je CS učinkoval najboljše na vse testirane mikroorganizme (*S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans*). Raztopina CS je pokazala boljše učinkovitost v primerjavi z disperzijo nanodelcev CSNP, kar kaže na to, da ima polikationski značaj hitozana bistveno vlogo pri inhibiciji mikrobov. TMC (z DQ 66 %, TMC 66) kljub temu, da nosi permanenten pozitiven naboj na polimerni verigi, ni pokazal boljše antimikrobne aktivnosti kot CS. Zanimivo je tudi, da disperzije CSNP in TMCNP niso učinkovale bolje v primerjavi z raztopinami CS in TMC. MIC vrednosti so bile najvišje pri kandidi, kar kaže na dejstvo, da je kandida med vsemi testiranimi mikroorganizmi najbolj rezistentna na hitozan, še

posebej na TMC. Natančna določitev MIC vrednosti raztopin in disperzij nanodelcev je bila izredno pomembna z vidika izbire koncentracijskega območja za kasnejšo funkcionalizacijo celuloznih vlaken. Inhibicija laktobacilov je za medicinsko uporabnost (recimo vložki ali tamponi) nezaželena, zato so dobljene nizke vrednosti MIC sporne. Z namenom natančne preučitve mehanizma delovanja hitozana na laktobacile je bil vpeljan nov pristop z uporabo difuzijske magnetne resonance (D-NMR), ki je omogočila spremljanje izmenjave intra- in ekstracelularne vode iz celic laktobacilov. Rezultati so pokazali, da hitozan reagira s celično membrano in povzroči iztekanje intracelularnih komponent ter posledično vodi do smrti celic. Z namenom kreiranja medicinskih tekstilij je bila celulozna viskoza funkcionalizirana s CS in TMC ter CSNP in TMCNP. Imobilizacija različnih formulacij hitozana na viskozna vlakna je bila potrjena s številnimi fizikalno-kemijskimi metodami (DS6). Določitev zeta potenciala (ZP) je prispevala k poznavanju interakcij na mejnih površinah trdo-tekoče (vlakno – elektrolit). ZP je pokazal, da imajo TMC-obdelana vlakna pozitiven značaj tudi v alkalnem področju, ki je posledica permanentnega pozitivnega naboja na trimetil amonijevih skupinah, medtem ko imajo CS-obdelana vlakna še vedno rahlo negativen značaj, tipičen za celulozo. Kvantitativna določitev pozitivnega naboja na vlaknih je bila izvedena spektrofotometrično s konvencionalno metodo C.I. Acid Orange 7. Obdelava z disperzijo hitozanskih nanodelcev pri pH 7 je prispevala k najboljši adsorpciji, kar je bilo razvidno iz večjega števila dostopnih aaminskih skupin, ki so lahko formirala kompleks z anionskimi skupinami barvila Acid Orange 7. Elementarna sestava površine vlaken preučena s fotonsko elektronsko spektroskopijo (XPS) je potrdila rezultate dobljene z ZP in Acid Orange 7 tehniko. Morfologija obdelanih vlaken je bila preučena z vrstično elektronsko mikroskopijo. Različne obdelave vlaken so prispevale k drugačnim morfologijam, od tankih, filmu-podobnih prevlek do debelejših, grobih površinskih obdelav. Sorpcijske in mehanske lastnosti funkcionaliziranih vlaken so bile prav tako testirane. Rezultati sposobnosti zadrževanja vode so pokazali, da različne hitozanske obdelave nimajo negativnega vpliva na absorpcijske lastnosti vlaken. Spremljanje desorpcije CS in TMC ter CSNP in TMCNP so bile prav tako zasledovane pri vseh vzorcih. Meritve kinetike desorpcije so pokazale, da se na začetku (že po 1 h) desorbira večina produkta, po 4 h pa je dosežen maksimum desorpcije. Večja desorpcija je bila zaznana pri vlaknih obdelanih pri pH 4, kot tistih obdelanih pri pH 7. pH desorpcijskega medija ni imel bistvenega vpliva na samo desorpcijo hitozana in hitozanskih nanodelcev; večji vpliv je bil zaznan pri pH-ju uporabljenem za obdelavo vlaken. Ker je bil glavni namen tovrstnih funkcionalizacij kreiranje protimikrobno aktivnih površin na celuloznih vlaknih, je bila posebna pozornost usmerjena k testiranju protimikrobnih lastnosti funkcionaliziranih vlaken (DS4). V ta namen sta bili uporabljeni dve različni metodi, standardna testna metoda ASTM 2149 in Time-kill metoda. Obe metodi sta pokazali, da imajo CS-obdelana vlakna v splošnem boljšo sposobnost inhibicije mikroorganizmov kot TMC-obdelana vlakna. Takšni rezultati so bili pričakovani glede na to, da so rezultati MIC za CS in TMC pokazali enako. Prav tako sta obe metodi potrdili, da so vlakna obdelana s TMC popolnoma neučinkovita proti *E. coli* in da imajo zmanjšano aktivnost na *C. albicans*, kakor

ugotovljeno že pri testiranju raztopin in nanodelcev. Zaradi tega so se vlakna obdelana s TMC izkazala kot manj primerna za alternativno ginekološko zdravljenje. Testiranje občutljivosti laktobacilov na CS- in TMC-obdelana vlakna ni pokazalo, da bi takšna vlakna imela negativen učinek na mlečno-kislinske bakterije.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

Ocenjujemo, da so v celoti izpolnjeni plani za leto 2013. Izvedli smo izredno obširne raziskave v okviru DS3: Študij adsorpcije polisaharidov in postopkov za manipulacijo vezave (permanentna/nepermanetna) ter DS4: Uvajanje in optimizacija metod za analizo protimikrobnosti vlaknatih površin ter DS6: Karakterizacija protimikrobno funkcionaliziranih celuloznih materialov.

Ugotovili smo, da se vlakna pripravljena v sklopu raziskav lahko uporabljajo kot napredne medicinske tekstilije (antimikrobno delovanje). Tosama bi lahko tehnologijo uporabila za razvoj novih sanitetnih materialov, zlasti za produkcijo tamponov in vložkov. Prav tako smo ugotovili, da je za verodostojne protimikrobne rezultate nujna primerjava različnih tehnik, kot tudi vpeljava novih znanstvenih raziskav (difuzijska NMR tehnika).

Testiranja so potekala na BF UNI LJ, v Tosami, kakor tudi na Zavodu za zdravstveno varstvo Maribor. V projekt je vključen tudi partner iz tujine in sicer prof. Ivan Kosalec iz Fakulteta za Farmacijo, UNI ZG, kakor tudi Samo Lasic iz Colloidal Resource, Švedska. V okviru projekta so potekali številni sestanki, kjer so bili podani sprotni rezultati projekta ter natančno definirani načrti za naslednje trimesečje.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani je izvedla spremembe sodelavcev v projektne skupini. Delo na projektu je kljub kadrovskim spremembam potekalo skladno s programom.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17387030	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Protimikrobna in antioksidativna funkcionalizacija viskoznih vlaken z uporabo formulacije hitozan-kurkuma
		ANG	Antimicrobial and antioxidant functionalization of viscose fabric using chitosan-curcumin formulations
	Opis	SLO	Namen raziskovalnega dela je razvoj novih sinergističnih formulacij med hitozanom in kurkuminom, ki bodo izkazovale protimikrobne in antioksidativne lastnosti. Formulacije smo adsorbirali na viskozno tkanino z namenom protimikrobne in antioksidativne funkcionalizacije, ki je bistvena za medicinske tekstilije. Izvedli smo različne tehnike nanosa z različnimi kombinacijami obeh raztopin polimerov (hitozan-kurkumin) ter med njimi poiskali tisto, ki nam podaja optimalno delovanje vseh želenih lastnosti. Preučili smo tudi vezavo teh dveh spojin na tekstilni material ter ugotoviti naravo vezave oz. desorpcijo substanc s površine vlaken. Ugotovili smo, da formulacija deluje sinergistično.
			The purpose of this work was to develop new additive combinations between chitosan and curcumin in solutions as a fiber-coating. Diverse additive combinations between chitosan and curcumin in solutions were adsorbed onto viscose fabrics in order to reach the essential

		antimicrobial and antioxidant functionalization for medical textiles. The goal of this paper was to examine the adsorption of these two compounds as an additive formulation on viscose textile material as well as to analyze the desorptions of both substances from the fabric surface. Finally, the antimicrobial and antioxidant properties of viscose fabrics functionalized by chitosan-curcumin formulations were respectively examined. Curcumin as an adsorbate for textiles in combination with chitosan represents an added-value because of its anti-oxidative properties, and showing the potential to enhance existing antimicrobial performance of chitosan when applied using the preferred procedure.
	Objavljeno v	Sage Publications; Textile research journal; 2013; str. 1-12; Impact Factor: 1.135; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.912; A': 1; WoS: QJ; Avtorji / Authors: Fras Zemljič Lidija, Volmajer Valh Julija, Ristić Tijana, Bračič Matej, Šauperl Olivera, Kreže Tatjana
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	16151574 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Karakterizacija regeneriranih celuloznih vlaken z uporabo hitozana
		ANG Characterization of regenerated cellulose fibers antimicrobial functionalized by chitosan
	Opis	SLO Našteta vlakna smo protimikrobno funkcionalizirali s 1% raztopino hitozana. Uspešnost funkcionalizacije smo merili s potenciometrično titracijo, spektrofotometrično metodo C.I. Acid Orange 7 in z mikrobiološkim testiranjem. Rezultati obeh analiznih metod dobro sovpadajo. Največjo vsebnost aaminskih skupin kaže viskoza, sledi modal in nato liocel. Rezultati obeh tehnik dobro sovpadajo. Vsebnost aaminskih skupin vpliva na protimikrobni značaj vlaken. Dokazali smo, da je v povprečju pri vlaknih, z višjo vsebnostjo aaminskih skupin dosežena boljše redukcija patogenih bakterij, kakor patogenih gliv. Funkcionalizirana vlakna kažejo potencialno uporabo na številnih področjih kot so medicinske tekstilije, tehnične tekstilije, tekstilije za dom in prosti čas, oblačila za zaščito in šport itd.
		ANG Despite numerous investigations during recent decades in the field of antimicrobially treating textile fibers using chitosan, many obscurities remain regarding the adsorption/desorption behavior of chitosan and the influences of the accessible amino group content on the antimicrobial effectiveness of chitosan-treated fibers. Accordingly, the principal aim of the presented research was to evaluate different regenerated cellulose fibers regarding their abilities to provide highest antimicrobial effectiveness after chitosan treatments. Regenerated cellulose fibers such as viscose, modal and lyocell were antimicrobial functionalized by chitosan from solutions. The adsorption and desorption of the chitosan were analyzed using potentiometric titration, the spectrophotometric method with C.I. Acid orange VII, the Kjeldahl technique and polyelectrolyte titration. Mechanical properties of functionalized fibers were also checked. The antimicrobial activities of chitosan-functionalized cellulose fibers were examined, with regard to pathogen bacteria and fungi. The highest amino group content as a consequence of more intensive chitosan adsorption was found in viscose followed by modal and, finally, by lyocell. It was confirmed that those fibers with higher content of amino groups demonstrated a better reduction in pathogenic bacteria as well as pathogenic fungi. The functionalized cellulose fibers displayed potential utility in different fields of application, as exemplified by medical textiles for single use.
	Objavljeno v	Sage Publications; Textile research journal; 2013; Vol. 83, no. 2; str. 185-196; Impact Factor: 1.135; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.912; A': 1; WoS: QJ; Avtorji / Authors: Fras Zemljič Lidija, Šauperl Olivera, Kreže Tatjana, Strnad Simona

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

		Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17585942	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nano-functionalised tampons for gynaecological use
		ANG	Nano funkcionalizirani tamponi za ginekološko uporabo
	Opis	SLO	Podane so razsikave tehnologij priprave nanodelcev za razvoj novih tamponov
		ANG	The description of different technologies of nanoparticles preparation as fibre coating toward new tampon development.
	Šifra	D.06 Zaključno poročilo o tujem/mednarodnem projektu	
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo; 2013; [34] str.; Avtorji / Authors: Fras Zemljič Lidija, But Igor, Ristić Tijana, Zabret Andrej, Kralj Kunčič Marjetka, Seme Katja, Poljak Mario, Bele Marjan, Maver Uroš, Strnad Simona, Šauperl Olivera, Kreže Tatjana, Hribernik Silvo, Bračič Matej, Žižek Vida, Kos Tanja		
Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav		
2.	COBISS ID	17551382	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kemijska vezava hitozanskih nanodelcev na oksidirano celulozo
		ANG	Chemical attachment of chitosan nanoparticles onto oxidised cellulose
	Opis	SLO	Sposobnost adsorpcije hitozana in hitozanskih nanodelcev na površino materiala smo določili s FTIR spektroskopijo, kjer smo želeli dokazati tipične funkcionalne skupine celuloznih vlaken in hitozana. Z XPS spektroskopijo smo dobili podatke o kemijski sestavi površine vlaken, ki smo jih obdelali. Z gravimetrično metodo, pa smo na razliki mas pred in po obdelavi ugotovili koliko hitozana in hitozanskih nanodelcev se je vezalo na substrat. Analizirali smo tudi desorpcijo hitozana in hitozanskih nanodelcev, tako da smo preverili prisotnost celokupnega dušika (TN) v desorpcijski kopeli, medtem ko smo s polielektrolitskimi titracijami preverili prisotnost ostankov hitozana in hitozanskih nanodelcev v desorpcijski kopeli. Desoprcijo smo spremljali tudi z gravimetrično metodo; t.j. razliko mas pred in po desorpciji. Ugotovili smo, da se hitozan in hitozanski nanodelci v primerjavi z neoksidirano referenčno celulozo bolj uspešno kemijsko vežejo na oksidirano celulozo. Kljub vezavi aaminskih skupin z negativnimi skupinami celuloze in posledično manjši protonaciji le teh, so tovrstno funkcionalizirana vlakna še vedno specifično protimikrobna.
ANG		The ability to absorb chitosan and chitosan nanoparticles was determined by FTIR spectroscopy, where we wanted to show the typical functional groups of cellulose fibers and chitosan. The XPS spectroscopy gave us information on the chemical composition of the fiber surface, which were treated with the gravimetric method, in which we had difference weight, before and after treatment and determine the amount of chitosan and chitosan nanoparticles that has binded to the substrate. We also checked desorption of chitosan and chitosan nanoparticles, with verifying of the presence of total nitrogen (TN) in the desorption bath, and with polyelectrolyte titrations tested for the presence of residues of chitosan and chitosan nanoparticles in the desorption bath. We also monitored the desorption with the gravimetric method; the weight difference before and after desorption.	

		We have found that the chitosan and chitosan nanoparticles in comparison with the reference non-oxidized cellulose efficiently chemically bind to the oxidized cellulose. Despite the binding of amine groups with the negative groups of cellulose and consequently smaller protonation of these, such functionalized fibers are still specific antimicrobials.
Šifra	D.10	Pedagoško delo
Objavljeno v	[L. Berkovič]; 2013; XI, 37 f.; Avtorji / Authors: Berkovič Lea	
Tipologija	2.11	Diplomsko delo

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

V okviru raziskav je bila končana tudi doktorska naloga Tijane Ristič z naslovom: PROTIMIKROBNE MEDICINSKE TEKSTILIJE NA OSNOVI HITOZANSKIH NANODELCEV ZA GINEKOLOŠKO ZDRAVLJENJE. Nadalje je ta mlada raziskovalka dobila zaposlitev v Tosamo d.o.o in tako to predstavlja rezultat k prehodu raziskovalcev v gospodarstvo

Pomembni dosežek projekta je tudi ta, da smo v okviru projektne konzorcija vzpostavili protokole za mikrobiološka testiranja funkcionaliziranih vlaken.

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

Izjemni znanstveni dosežek je vpeljava D-NMR metode na področje študija mehanizma delovanja hitozana na laktobacile. Po naši oceni, smo prva raziskovalna skupina, ki je z tovrstno tehniko preučila mehanizem protimikrobnega delovanja hitozana oz. hitozanskih nanodelcev. Na to temo smo pripravili članek:

9.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

V tem letu ni bilo izjemnih družbeno ekonomskih dosežkov.

LETNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA V LETU 2013

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-5493
Naslov projekta	Bio in ?nano integrirani procesi za ciljno (več)funkcionalno obdelavo sintetičnih materialov
Vodja projekta	25790 Mojca Božič
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	v letu 2013:708
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	08.2013 - 07.2015
Nosilna raziskovalna organizacija	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.14 Tekstilstvo in usnjarstvo 2.14.02 Tekstilna kemija
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

2. Sofinancerji¹

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	Vrednost sofinanciranja projekta v letu 2013 je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta v letu 2013:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	

	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu v letu 2013²

V drugi polovici leta 2013 sem pričela z aktivnostmi prvega delovnega sklopa podoktorskega projekta. Eksperimentalno izvedbo projekta sem izvajala v laboratorijih Oddelka za tekstilne materiale in oblikovanje na Fakulteti za strojništvo v Mariboru, po posameznih nalogah v skladu z zastavljenimi cilji programa podoktorskega projekta.

Prvi delovni sklop podoktorskega projekta obsega izbor in modifikacijo karbonskih-TiO₂-nanocevk z bio-funkcionalnimi spojinami. V **Nalogi 1.1** sem preučila lastnosti in izbor komercialno dosegljivih karbonskih-TiO₂-nanocevk. Ugotovila sem, da bodo za doseg optimalno učinkovite fotokatalitične aktivnosti in s tem protimikrobnosti najprimernejše MWCNT - večslojne karbonske cevke z inkorporiranim TiO₂, kjer bo omogočen optimalen prehod elektronov. Ker trenutno na trgu še ni možno kupiti takšnih karbonskih-TiO₂-nanocevk, sem sintezo le-teh izvedla sama. Sintezo sem izvedla po postopku sono-kemičnega kalciniranja. Pred sintezo sem MWCNT s kislino oksidirala z namenom odstranitve nečistoč in pridobitve novih površinskih reaktivnih skupin kot so hidroksilne, karboksilne in karbonilne za poznejšo vezavo z TiO₂. Pri sintezi karbonskih-TiO₂-nanocevk sem uporabila titanijev tetraisopropoksid (205273 Aldrich) kot izvor titanija in MWCNT (773840 Aldrich). Sintetizirala sem karbonske-TiO₂-nanocevke z različnim molarnim razmerjem med TiO₂:MWCNT in jih preliminarno okarakterizirala z Raman spektroskopijo.

V **Nalogi 1.2** sem preučila lastnosti različnih naravnih fenolnih spojin in encimov za njihovo aktivacijo oziroma polimerizacijo. V prvi fazi sem s pomočjo lakaz iz *Trametes versicolor* (51639 Sigma) in 3-amino-4-hidroksibenzensulfonske kisline (186066 Aldrich) sintetizirala rdeče vodotopno fenoazin barvilo (fotosenzibilizator) in ga okarakterizirala s pomočjo UV-vis in ATR-FTIR spektroskopij. Hkrati sem prav tako spektrofotometrično preučevala reakcijo med sintetiziranim barvilom fenoazin in galično kislino (G7384 Sigma), ki sem jo pozneje uporabila kot mediator pri vezavi fenoazin barvila na karbonske-TiO₂-nanocevke.

V **Nalogi 1.3** sem različno sintetizirane karbonske-TiO₂-nanocevke funkcionalizirala *na mestu* s sintetiziranim fenoazin barvilom.

Sintezo v dveh korakih sem izvedla s predhodno sintezo fenoazin barvila in ga pozneje preko lakazno aktiviranega mediatorja (galične kisline) vezala na različno sintetizirane karbonske-TiO₂-nanocevke. Dobro oprane in liofilizirane funkcionalizirane cevke sem okarakterizirala z Raman in UV-vis

spektroskopijo. Rezultati kažejo na kovalentno vezavo vodotopnega barvila preko C=C vezi na karbonske-TiO₂-nanocevice. Iz UV-vis meritve je razvidno, da imajo disperzije čistega TiO₂ absorpcijski maksimum v UV področju, medtem ko se disperzijam z funkcionaliziranimi karbonskimi-TiO₂-nanocevkami absorpcijski maksimum prestavi v vidni del spektra; jakost absorpcije in valovna dolžina absorpcijskega maksimuma pa so odvisni od tipa funkcionalizacije in vsebnosti nanodelcev.

Dobljene prve rezultate sem in jih še bom objavila na mednarodnih konferencah ter v izvirnih znanstvenih člankih v mednarodnih revijah.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev v letu 2013³

V dosedanjem delu sem izvedla vse aktivnosti ter realizirala zastavljene raziskovalne cilje predvidene v okviru podoktorskega projekta. Raziskovalno delo sem izvajala glede na organizacijsko shemo projekta. Natančno sem preučila lastnosti vseh komercialno dosegljivih karbonskih-TiO₂-nanocevk in samih karbonskih cevk, in se na podlagi komercialne dosegljivosti produkta odločila za sintezo karbonskih-TiO₂-nanocevk, ki bodo dosegala predvidene lastnosti. Uspešno sintetizirane karbonske-TiO₂-nanocevice sem okarakterizirala glede na njihovo strukturo s pomočjo Raman, ATR-FTIR in UV-vis spektroskopije. Nadalje sem po načrtu projekta preučila funkcionalne in sintezne lastnosti posameznih fenolnih kislin in uporabljenih reakcijskih katalizatorjev (npr. lakaze). Uspešno sem izvedla sintezo barvila fenoazin in preučila reakcijske pogoje oksidacije in polimerizacije fenoazina z galično kislino. Opravila sem tudi že del zastavljene funkcionalizacije novo sintetiziranih karbonskih-TiO₂-nanocevk in jih strukturno okarakterizirala. Delo projekta poteka skladno s predvidenim načrtom in zastavljenimi raziskovalnimi cilji.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v letu 2013⁴

Delo projekta poteka skladno s predvidenim programom podoktorskega projekta.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine v letu 2013⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16593686	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Lakazno katalizirana reakcija med fenolnimi kislinami in hitozanom
		ANG	Laccase-initiated reaction between phenolic acids and chitosan
Opis	SLO	Združitev dveh naravnih polimerov kot sta fenolne kisline, znane po proti-oksidativnem delovanju in hitozan, biokompatibilen polimer s širokim spektrom proti-mikrobnega delovanja predstavlja možnost razvoja novih materialov s številnimi potencialnimi aplikacijami. V tem delu je predstavljena študija funkcionalizacije hitozana s proti-oksidativno delujočimi fenolnimi kislinami (kafeična in galična kislina), ki je bila izvedena s pomočjo reakcijskega katalizatorja lakaz iz <i>Trametes versicolor</i> . Sledenje kinetike lakazno inducirane oksidacije fenolnih kislin je bilo izvedeno s pomočjo UV-vis spektroskopije, ciklične voltometrije in elektronske paramagnetne resonančne spektroskopije (ST-EPR).	

		Rezultati prikazujejo velik vpliv pH medija na stopnjo polimerizacije med fenolnimi kislinami kot posledico delovanja fenolatnega aniona pri formaciji polimeriziranih fenolnih produktov, kot tudi njihovih funkcionalnih proti-oksidativnih lastnosti. Proti-oksidativno ABTS radikalno delovanje se je močno izboljšalo za fenolno funkcionalizirane hitozanske polimere v primerjavi z neobdelanimi.
	ANG	Phenolic acids are known to possess antioxidant activities whilst chitosan is a biocompatible polymer with antibacterial activity against a broad spectrum of bacteria. Merging both types of molecules could therefore provide several potential applications. In this work, antioxidant properties of phenolic acid-functionalized-chitosan were investigated after being prepared from structurally-different phenolic acids (caffeic and gallic acids) and chitosan using the laccase from <i>Trametes versicolor</i> as the reaction initiator. A laccase-mediated oxidation kinetic of phenolic acids was monitored by UV-Vis spectroscopy and cyclic voltammetry, as well as spin-trapping electron paramagnetic resonance spectroscopy (ST-EPR). The pH was shown to have a significant effect on the degree of phenolic acid self-polymerization, indicating the involvement of phenolate anions within the formations of coupled polyphenol products, and their functionalities, i.e. antioxidant activity. All the phenolic acid-functionalized-chitosans displayed greatly improved ABTS radical cation scavenging capacities, compared with the untreated chitosan.
Objavljeno v		Elsevier; Elsevier; Reactive & functional polymers; 2013; Vol. 73, iss. 10; str. 1377-1383; Impact Factor: 2.505; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.598; A': 1; WoS: DW, II, UY; Avtorji / Authors: Božič Mojca, Štrancar Janez, Kokol Vanja
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine v letu 2013⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	17272854 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Ciljno doseganje protimikrobne aktivnosti preko mikro/nano-strukturiranih površin z uporabo bio-in nano-tehnologije</p> <p><i>ANG</i> Targeting of antimicrobial activity via micro/nano-structured surfaces using bio- and nano-technology</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Trenutno vzdrževanje čistih površin zahteva stalno uporabo velikih količin detergentov, razkužil in antibiotikov. Obetavne alternative, ki bodo preprečile uničujoče okužbe v prihodnosti vključujejo nove mikron in nanomateriale z mehanizmi delovanja, ki na splošno zavirajo delovanje nad-molekularne zgradbe in samih procesov osnovnih celic. V prispevku je predstavljena strategija oblikovanja protimikrobnih površin z uporabo bio- in nano-tehnologije. Uporabljene so bile titanatne nanocevke (TiNT), ki v procesu fotokatalize tvorijo kratko-živeče radikale, ki imajo vpliv na bakterijske membrane ali pa neposredno delujejo na bakterijski dihalni proces in s tem preprečujejo rast bakterij. Stabilna in dolgoročna protimikrobna aktivnost kemično inertne površine polimernega materiala PES je bila dosežena z razvojem inovativnih in okolju prijaznih tehnologij kot so metode encimske in/ali plazemske pred-obdelave ter s sledečo metodo TiNT nanosa. TiNT so bile predhodno površinsko obdelane s določenimi fenolnimi kislinami, ki imajo na razpolago nove reaktivne skupine za permanentno vezavo na pred-obdelane PES površine. Za karakterizacijo površinskih lastnosti in stabilnosti (agregacija) TiNT je bila uporabljena visoko resolucijska kapilarna elektroforeza (CE). Fotokatalitska aktivnost in stabilnost funkcionaliziranih TiNT kot tudi TiNT-nano-strukturiranih PES površin,</p>

		pred in po UV obsevanju, je bila opredeljena z uporabo EPR spektroskopije.	
	ANG	<p>Clean surface maintenance still requires a continuous use of large quantities of detergents, disinfectants and antibiotics, but promising alternatives involve novel micron and nano-sized materials with more general mechanisms of action, which interfere with the basic cell supramolecular organization and processes.</p> <p>By this contribution, a strategy for creating an antimicrobially-protected material surface using bio- and nano-technology will be presented. In that respect, titanate nanotubes (TiNTs) generating short-lived radicals in the process of photocatalysis that affect the bacterial membrane or act directly on the bacterial respiratory chain, and thus prevent bacterial growth, was used. The long-term and stable antimicrobial activity of polymeric-material (PES) chemically-inert surfaces was solved by the development of innovative and environmentally friendly techniques as enzyme-based and/or plasma-based pre-treatment methods, following by specific TiNTs deposition. On the other hand, TiNTs were surface pre-modified using pre-defined phenolic acids, denoting new reactive groups, being used for reaction with pre-modified PES surface in the second step; highly resolution capillary electrophoresis (CE) was introduced as innovative technique for characterization of surface chemistry and its stability, as well as aggregation of TiNTs in that respect. The photocatalytic behavior and stability of functionalized TiNTs as well as TiNT-nanostructured PES surfaces, before and after being excited with irradiation of UV light in aqueous environment, were also defined through radicals detected using spin-trapping EPR.</p>	
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	IOS - Inštitut za okoljevarstvo in senzorje; Book of abstracts; 2013; Str. 114; Avtorji / Authors: Božič Mojca, Jaušovec Darja, Vogrinčič Robert, Štrancar Janez, Kokol Vanja	
	Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
2.	COBISS ID	17140246	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Lakazno katalizirana položajno-specifična funkcionalizacija ligninskih vlaken za uporabo le teh v naprednih tehničnih materialih
		ANG	Laccase-mediated site-specific functionalization of lignin in ignocelluloseic fibres for application in advanced technical materials
	Opis	SLO	<p>Biotehnološki procesi so ekološko in ekonomsko prijazna alternativa kemičnim postopkom, saj encimi kot biokatalizatorji delujejo samo na specifičen substrat s položajno usmerjeno reakcijo. Lakaze so oksidoreduktaze z nizko specifičnostjo substrata in lahko tako oksidirajo različne spojine kot so difenoli, arilni-diamini in amino-fenoli. Katalizacija poteka preko oksidacije štirih 1e- redukcijskega substrata s sočasno dvo 2e- redukcijo kisika v vodo. Koncept encimske modifikacije lesnega lignina s funkcionalnimi fenoli je že do potankosti opredeljen v literaturi, medtem ko je koncept modifikacije ligninskih vlaken še nedodelan, predvsem zaradi neenakomerne razporeditve in heterogene strukture lignina v vlaknih. V tem prispevku je predstavljena študija površinske funkcionalizacije lignoceluloznih vlaken s funkcionalnimi fenoli preko vezave na integriran lignin v vlaknih.</p>
		ANG	<p>Biotechnological processes are ecologically and economically friendly alternative to chemical treatments, and enzymes as biocatalysts work only on a specific substrate by a site-specific chemistry. Laccases are oxidoreductases exhibiting relatively low substrate specificity, thus can oxidize compounds such as diphenols, aryl diamines, and aminophenols. They catalyze four 1e- oxidation of a reducing substrate with concomitant two 2e- reduction of dioxygen to water. The concept of enzymatic modification of wood lignin surface with functional phenolics is</p>

	already well defined in the literature, however the concept of modification of lignocellulosic fibres remains incomplete mainly because the structure of lignocellulosic fibres is very heterogeneous and the amount of incorporated lignin in the complex fibre structure is low and irregular. Thus, by this contribution it will be presented the research aiming to define surface functionalization of lignocellulosic fibres with functional phenolics through in-fibers integrated lignin.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Università; 4th Workshop Green chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry, University of Pisa, Department of Civil and Industrial Engineering, 4-6 September 2013 - Pisa, Italy; 2013; Str. 94-95; Avtorji / Authors: Krajnc Helena, Vogrinčič Robert, Božič Mojca, Štrancar Janez, Kokol Vanja
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine v letu 2013⁷

--

9. Izjemni dosežek v letu 2013⁸

9.1. Izjemni znanstveni dosežek

<p>Sprejet znanstveni prispevek na konferenci:</p> <p>Mojca Božič, Vera Vivod, Robert Vogrinčič, Martina Majerič, Vanja Kokol. Photocatalytic activity of newly synthesised TiO₂-carbon nanotubes being post functionalized with aromatic polymers. 4th International Colloids Conference on Surface Design & Engineering</p> <p>Slovenski naslov: Fotokatalitična aktivnost novo sintetiziranih TiO₂-karbonskih nanocevk, funkcionaliziranih z aromatskimi polimeri</p> <p>V tem prispevku smo se osredotočili na sintezo TiO₂-karbonskih nanocevk z različnimi molskimi razmerji med titanijem in ogljikom. Za zmanjšanje aglomeracije smo sintetizirane TiO₂-karbonske nanocevkke naknadno funkcionalizirali z na mestu encimsko sintetiziranimi topnimi aromatskimi polimeri. Novo razviti postopek sinteze TiO₂-karbonskih nanocevk z naknadno encimsko funkcionalizacijo omogoča pridobitev stabilnih disperzij z povečanim fotokatalitičnim delovanjem oz. povečanim protimikrobnim delovanjem.</p>

--

Projekti na katerih sodelavci Fakultete za strojništvo UM izvajajo raziskave kot sodelujoča raziskovalna organizacija

- Številka raziskovalnega projekta: **L4-3641-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.5.2010 do 30.4.2013**
Vodja raziskovalnega projekta: **dr. Franc POHLEVEN ;izr.prof.dr. Vanja KOKOL**
Naslov raziskovalnega projekta: **BIOTEHNOLOŠKI PROCESI OBDELAVE LIGNOCELULOZNIH MATERIALOV**
- Številka raziskovalnega projekta: **L2- 4166-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Dr. Ema ŽAGAR ; Red.prof. dr. Karin STANA KLEINSCHEK**
Naslov raziskovalnega projekta: **SINTEZA DENDRONIZIRANIH POLIPEPTIDOV ZA UPORABO V BIOMEDICINI**
- Številka raziskovalnega projekta: **L7- 4035-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Doc.dr. Alenka VESEL ; Red.prof.dr. Karin STANA KLEINSCHEK**
Naslov raziskovalnega projekta: **RAZISKAVE OKOLJU PRIJAZNIH POSTOPKOV ČIŠČENJA DELIKATNIH BIOMEDICINSKIH KOMPONENT**
- Številka raziskovalnega projekta: **J4- 4250-0795 (temeljni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Prof.dr. Ines MANDIČ-MULEC ; (Vodja na FS izr.prof. dr. Vanja KOKOL**
Naslov raziskovalnega projekta: **METAGENOMIKA ZA PREUČEVANJE IN BIORUDARJENJE BAKTERIJSKIH LAKAZ ZA SONARAVNO OHRANJANJE OKOLJA**
- Številka raziskovalnega projekta: **L2-4173-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Prof.dr. Darinka KEK MERL ; (Vodja na FS dr. T. Bončina)**
Naslov raziskovalnega projekta: **MULTIFUNKCIONALNE NANOSTRUKTURNE PREVLEKE ZA UMETNE VSADKE – KOROZIJSKI IN TRIBOKOROZIJSKI PROCESI**
- Številka raziskovalnega projekta: **L2- 4124-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Red.prof.dr. Željko KNEZ ; (Vodja na FS dr. T. Bončina)**
Naslov raziskovalnega projekta: **PROCESIRANJE POLIMEROV Z UPORABO TRAJNOSTNIH TEHNOLOGIJ**
- Številka raziskovalnega projekta: **L7- 4009-0795 (aplikativni)**
Trajanje raziskovalnega projekta: **1.7.2011 do 30.6.2014**
Vodja raziskovalnega projekta: **Dr. M. MOZETIČ ; Vodja na FS red.prof. dr. K. Stana Kleinschek**
Naslov raziskovalnega projekta: **FUNKCIONALIZACIJA BIOMEDICINSKIH VZORCEV S TERMODINAMSKO NERAVNOVESNO PLINSKO PLAZMO**

**ZAKLJUČNA POROČILA O REZULTATIH
RAZISKOVALNIH PROJEKTOV V LETU 2013**

ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V okviru podoktorskega projekta smo razvili kompozitne celulozne substrate z magnetnimi nano delci (magnetit, kobaltov ferit). Metoda oplašanja vlaken je temeljila na predhodni aktivaciji osnovnega materiala, tj. regeneriranih celuloznih vlaken in celulozne pulpe z namenom izboljšanja interakcije med celuloznim substratom ter in

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

ANG

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

the cellulose fibres; increased accessibility and reactivity of fibres with an accompanying changes in surface morphology and supramolecular structure enabled controlled synthesis of particles on the exterior and interior of cellulose polymeric substrates. In such a way, we were able to achieve optimal functionality of the nano-modified cellulose fibres; magnetic properties and magnetic response due to the presence of magnetic particles (magnetite, cobalt ferrite).

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Cilj projekta je razvoj in študij postopkov aktivacije celuloznih substratov ter razvoj sinteznih postopkov za oblikovanje magnetnih delcev, prirejenih celuloznim vlaknom. Dosežena boljša dostopnost in reaktivnost vlaken in s tem spremenjena površinska morfologija in spremembe v nadmolekulski strukturi ter mikrostrukturi vlaken omogočajo kontrolirano sintezo delcev na površini in v notranjosti polimera. Poudarek raziskave je bil predvsem na študiju oblikovanja delcev s stališča aktivirane nadmolekulske strukture vlaken in njihove površinske morfologije, ki narekuje formacijo delcev in služi kot nukleacijsko mesto; končni cilj je bil razvoj magnetnih vlaknatih celuloznih materialov. Za doseganje magnetnih lastnosti celuloznih vlaken smo uporabili mehke magnetne delce (magnetit) ter trdne magnetne delce (kobaltov ferit). Sistem s celuloznimi vlakni, zaradi njihovih lastnosti (termična občutljivost, neobstoynost v kislih medijih, itd.) predstavlja določene omejitve pri sintezi delcev, kar pomeni, da je bilo v prvi vrsti potrebno modificirati obstoječe postopke so-obarjanja delcev; prvi del raziskave je tako predstavljal podroben študij sinteze delcev magnetita (eden od najpomembnejših predstavnikov magnetnih železovih oksidov). V sinteznih postopkih smo spreminjali molarna razmerja železovih soli, ki služijo kot prekursor in zaporedja ter način dodajanja reagentov v reakcijski sistem. Na podlagi določanja velikosti kristalitov magnetita, elektroforetične mobilnosti in velikosti aglomeratov v vodnih disperzijah ter njihovih magnetnih lastnosti, lahko zaključimo: (i) s postopkom nadzorovanega dodajanja katalizatorja v raztopino železovih soli smo sintetizirali delce z večjimi kristaliti, v primerjavi z ostalima dvema postopkoma. Večji delci dajejo višje vrednosti nasičene magnetizacije, prav tako pa se ponašajo z višjo stabilnostjo v vodnih disperzijah; (ii) molarno razmerje med dvovalentnimi in trivalentnimi železovimi ioni vpliva na velikosti kristalitov nastalih delcev. V primeru nestehiometričnih razmerij, kjer v reakcijskem sistemu obstaja presežek dvovalentnih železovih ionov, nastajajo večji delci. Ta dejavnik zahteva pozornost še posebej v primeru izvedb sintez v prisotnosti kisika, zaradi česar lahko pride do prezgodnje oksidacije raztopin dvovalentnih železovih soli; (iii) postopek so-obarjanja z dodajanjem raztopine prekursorja v raztopino katalizatorja ter postopek takojšnjega mešanja prekursorja in katalizatorja se zdita manj primerna za aplikacijo na vlakna iz vidika nezadostnega nadzora nad nastankom delcev, medtem ko je slabost postopka z nadzorovanim dodajanjem katalizatorja v raztopino železovih soli nizki pH v začetni fazi reakcije. Drugi del raziskave bo predstavljal študij nadmolekulske strukture in površinskih lastnosti vlaknatih materialov, predvsem s stališča njihovih absorpcijskih/adsorpcijskih lastnosti. Vlaknate celulozne

substrate - regenerirana celulozna vlakna in lesna pulpa - smo aktivirali s postopki nabrekanja ter zasledovali izboljšanje njihovih absorpcijskih zmogljivosti, z namenom zagotavljanja čim večjega navzemanja raztopin prekursorjev za nano delce, ki posledično zagotavlja visoko vsebnost delcev na površini in v notranjosti vlaken. Vlakna smo predobdelali z dvema različnima koncentracijama vodne raztopine natrijevega hidroksida ($w_{\text{NaOH}} = 5\%$ in $w_{\text{NaOH}} = 18\%$) ter jih posušili na različne načine (sušenje na zraku in liofilizacija z dvema načinoma zamrzovanja). Na podlagi analize strukture vlaken po predobdelavah lahko zaključimo: (i) nabrekanje vlaken v vodni raztopini natrijevega hidroksida nižje koncentracije ($w_{\text{NaOH}} = 5\%$), ne glede na postopke sušenja, ne vpliva na njihovo kristalino strukturo, kar kažejo rezultati širokokotna rentgenske analize, medtem ko nabrekanje v raztopini natrijevega hidroksida višje koncentracije ($w_{\text{NaOH}} = 18\%$) povzroči spremembe v kristalnosti predobdelanih vlaken. V primeru raztopine natrijevega hidroksida ($w_{\text{NaOH}} = 18\%$) so se zmanjšale intenzitete maksimumov kristalografskih ravnin v sipalnih krivuljah, iz česar sklepamo na zmanjšanje stopnje kristalnosti; (ii) vpliv predobdelav na delež por, njihovo velikost in površino je odvisen od koncentracije uporabljene raztopine natrijevega hidroksida in postopka sušenja ter zamrzovanja v primeru liofilizacije. Vlakna, ki smo jih predobdelali z raztopino NaOH ($w_{\text{NaOH}} = 5\%$) in posušili na zraku, izkazujejo nižji delež por in površino por, medtem ko se velikost por poveča. Obdelava z raztopino natrijevega hidroksida ($w_{\text{NaOH}} = 5\%$) v kombinaciji z liofilizacijo pa pri obeh načini zamrzovanja poviša delež por, prav tako pa tudi njihovo velikost in površino. Nabrekanje v raztopini natrijevega hidroksida ($w_{\text{NaOH}} = 18\%$) ne glede na postopke sušenja poveča delež por v vlaknih, prav tako njihovo površino, medtem ko se velikost por zniža v primerjavi z neobdelanimi vlakni pri sušenju na zraku in liofilizaciji s hitrim zamrzovanjem; (iii) med neobdelanimi in predobdelanimi vzorci se kažejo velike razlike v morfoloških površinskih lastnostih. Sušenje na zraku vlaken, obdelanih v raztopini NaOH ($w_{\text{NaOH}} = 5\%$), ne vpliva na spremembo videza površine, medtem ko postane z liofilizacijo površina vlaken hrapava in najedkana. Ta učinek je v primeru obdelave z raztopino natrijevega hidroksida ($w_{\text{NaOH}} = 18\%$) še izrazitejši. Z zamrzovanjem in liofilizacijo najedkamo gladko površino neobdelanih viskozni vlaken. Oplaščanje aktiviranih vlaknatih materialov z nano delci je potekalo na dva načina; in situ sinteza različnih delcev v prisotnosti vlaken ter adsorpcija predhodno sintetiziranih delcev iz stabilnih disperzij, kjer smo z manjšanjem van der Waalsovih in večanjem odbojnih Coulombovih interakcij zagotovili visoko površino delcev. Predobdelava vlaken in sintezni pogoji so vplivali na morfologijo plasti delcev (pokritost vlaken) ter na njihove lastnosti: (i) postopki oblikovanja slojev delcev magnetita na vlaknih z dodajanjem mešanice železovih soli v reakcijski sistem daje v primeru neobdelanih vlaken in vlaken sušenih na zraku neenakomerne plasti delcev s prisotnimi večjimi aglomerati, medtem ko je površina liofiliziranih vlaken bolj enakomerno pokrita. pH vrednost takšnega reakcijskega sistema je višja od 10. Vlakna kot tudi nastali delci so negativno nabiti. Nižja elektronegativnost liofiliziranih vlaken (tj. nižja vrednost zeta potenciala) omogoča lažje

približevanje delcev z negativnim nabojem in posledično bolj enakomerne plasti delcev; (ii) impregnacija vlaken z raztopino železovih soli in kasnejšim dodatkom amonijevega hidroksida daje zelo enakomerne plasti delcev v primeru liofiliziranih vlaken s celotno pokritostjo površine, medtem ko so neobdelana in na zraku sušena vlakna le deloma pokrita z manjšimi aglomerati; (iii) postopek, pri katerem impregniramo vlakna z mešanico železovih soli, ki smo ji zvišali pH vrednost na 4,5, daje vlakna z najbolj enakomerno pokritimi površinami. Pri tem postopku je pH vrednost raztopine prekursorja dovolj visoka, da dovoljuje impregnacijo in kasnejšo rast delcev, pri čemer ne pride do nezaželenega poslabšanja mehanskih lastnosti kot posledice kisle obdelave. Realni sistemi celuloznih vlaken predstavljajo zelo kompleksno okolje, kar je posledica nehomogenosti samega celuloznega substrata ter sestave reakcijskih sistemov oz. obdelovalnih kopeli; v ta namen smo študirali tudi izdelavo modelnih celuloznih filmov ter in situ spremljali adsorpcijo modelnih delcev na njih. V podoktorskem projektu smo prvič prikazali nadzorovano in situ oplašanje regeneriranih celuloznih vlaken, kjer aktivirana nadmolekulska struktura in morfologija vlaken diktirata rast delcev strukturo tvorjenih plasti. Dokazali smo, da aktivirana vlakna z odprtim pornim sistemom služijo kot učinkovita funkcionalizacijska platforma za izdelavo magnetnih celuloznih nanokompozitov z odličnimi magnetnimi lastnostmi. Razviti procesi aktivacije in oplašanja vlaken imajo visok potencial za prenos v industrijsko okolje, saj jih lahko integriramo v obstoječe predelovalne procese za celulozna vlakna ter jih naknadno predelamo v različne forme (preje, koprene,...). Poleg izvirnih znanstvenih dosežkov se izvedena podoktorska raziskava ponaša z izrazito tehnološko aplikativnostjo. Del raziskav smo izvedli v sodelovanju z Univerzo Karl-Franzens v Gradcu (Avstrija) ter Inštitutom Fraunhofer v Potsdamu (Nemčija); s Karl-Franzens univerzo smo sodelovali pri detajlni karakterizaciji koloidnih magnetnih delcev, na Fraunhofer inštitutu pa smo raziskovali nadmolekulsko strukturo (porne sistema) različno aktiviranih vlaken.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Delo v sklopu projekta "Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja" je potekalo v skladu z zastavljenim terminskim planom in raziskovalnimi mejniki. Opravljeno delo in doseženi rezultati sledijo in v celoti potrjujejo zastavljene hipoteze (vpliv nadmolekulske strukture celuloznih regeneriranih vlaken na nukleacijo in rast delcev ter posledično na njihovo funkcionalnost, tj. magnetne lastnosti). Raziskava je bila razdeljena v tri dele; predobdelava viskoznih vlaken z namenom aktivacije njihove površine ter povečanja pornega sistema s čimer izboljšamo adhezijo delcev in omogočimo njihovo rast v notranjosti vlaken. V drugem delu smo raziskali sintezo delcev magnetita ter lastnosti nastalih delcev; sintezne postopke smo primerjali z vidika njihove primernosti v kombinaciji s celuloznimi substrati. Tretji del je zajemal oplašanje vlaken z delci magnetita po različnih postopkih. Z nabrekanjem v vodnih raztopinah natrijevega hidroksida različnih koncentracij smo odprli strukturo vlaken, s postopki sušenja z zamrzovanjem (liofilizacija) pa smo to povečanje pornega sistema ohranili, v primerjavi s sušenjem na zraku ali pri povišanih temperaturah. Raziskali smo vpliv postopkov predobdelav na nadmolekulsko strukturo vlaken, povečanje njihovega pornega sistema, na elektrokinetične lastnosti (površinski potencial) ter mehanske lastnosti. Povečanje deleža por je odvisno od uporabljene koncentracije natrijevega hidroksida in postopka zamrzovanja; višje koncentracije so v tem pogledu bolj učinkovite, vendar povzročajo znatnejše poslabšanje mehanskih lastnosti vlaken. Za nadaljnje postopke oplašanja smo uporabili vlakna, nabrekana v 5 ut.% NaOH, ki smo jih počasi zamrzovali in liofilizirali.

Podrobna raziskava sinteze delcev magnetita je zajemala variiranje molarnih koncentracij raztopin prekursorjev ter njihovih razmerij, ter načina dodajanja komponent v reakcijski sistem. Spremljanje poteka reakcij in nastanka magnetita v posameznih fazah dodajanja reagentov oz. v določenih pH področjih ter analiza magnetnih lastnosti nastalih delcev je bila osnova za izbiro postopkov za kasnejše oplaščenje celuloznih vlaken. Koloidne lastnosti pripravljenih disperzij magnetita so bile raziskane s stališča njihove elektroforetične mobilnosti in velikosti delcev. Aktivirana površina liofiliziranih vlaken diktira nastanek homogenih in gostejših plasti nano delcev v primerjavi z neenakomerno pokritimi površinami in aglomerati na zraku sušenih vlaken oz. vlaken brez predhodnega nabrekanja. Lastnosti pripravljenih kompozitnih vlaken (viskozna vlakna z nano delci), ki so posledica anorganske faze, so v veliki meri izrazitejše v primeru liofiliziranih vlaken; stopnja zaščite proti vnetju vlaken in posledičnem temperaturnem razpadu, ki jo dajejo delci silicijevega dioksida ter vrednosti nasičene magnetizacije, ki jo prispevajo delci magnetita so višje pri vlaknih, ki smo jih pred nanosom delcev liofilizirali.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

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

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17607958	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priprava ultratankih PDMS filmov ter njihova površinska funkcionalizacija s celulozo
		ANG	Preparation of PDMS Ultrathin Films and Patterned Surface Modification with Cellulose
	Opis	SLO	V predstavljeni raziskavi smo pripravili ultratanke filme polidimetilsiloksana (PDMS) na različnih površinah z uporabo preproste in hitre metode "spin coating", ki smo jih nadalje funkcionalizirali z naravnim biopolimerom celuloze z litografskimi tehnikami. Hidrofilne plasti celuloze (preko regeneracije TMSC) smo pripravili na dva načina. S prvo metodo smo plast TMSC prekrili z litografsko masko in jo izpostavili kislinskemu hlapom, s čimer so nastala prostorsko definirana področja celuloze, obdana s TMSC. Sledilo je selektivno raztapljanje TMSC področij v organskem topilu. Pri drugi metodi smo TMSC plast prekrili z litografsko masko ter celoten sistem izpostavili UV/ozonski obdelavi, napašili s TMSC, ter regenerirali v celulozo. Pretvorba hidrofobnih TMSC plasti v hidrofilna celulozna področja smo potrdili z določanjem omakanja in fluorescenčno mikroskopijo. Razvite celulozne strukture so transparentne in stabilne v širokem pH območju ter organskih topilih. Površinske lastnosti polimernih filmov smo okarakterizirali s kvarčno mikrotehniko, elipsometrijo, rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo, mikroskopom na atomsko silo, določanjem stičnega kota ter potenciala zaradi pretoka.
		ANG	In this investigation, polydimethylsiloxane (PDMS) ultrathin films are prepared on a variety of solid surfaces by a simple and fast spin coating method, and patterned with the natural biopolymer cellulose via lithographic methods. Two surface patterning methods are developed to create coatings of hydrophilic cellulose, regenerated from trimethylsilyl cellulose (TMSC) on the PDMS thin films. In method 1, spin coated TMSC films on PDMS are covered with a lithographic mask and exposed to vapors of hydrochloric acid, which results in spatially separated cellulose pads surrounded by TMSC. Subsequent selective dissolution of TMSC with organic solvents results in a direct anchoring of cellulose pads on the PDMS. In method 2, PDMS thin films covered with a lithographic mask are exposed to UV/ozone, spray coated with TMSC and regenerated to cellulose. The conversion of hydrophobic TMSC into hydrophilic cellulose

		coatings is confirmed by wettability and fluorescence measurements. The developed structures are highly transparent and stable in aqueous solutions (pH 3-9) and organic solvents. The surface properties of the polymer films are characterized using a quartz crystal microbalance with dissipation (QCM-D), ellipsometry, X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), atomic force microscope (AFM), contact angle and streaming potential measurements.	
	Objavljeno v	RSC Publishing; RSC advances; 2014; Impact Factor: 2.562; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.175; WoS: DY; Avtorji / Authors: Bračič Matej, Mohan Tamilselvan, Kargl Rupert, Griesser Thomas, Hribernik Silvo, Köstler Stefan, Stana-Kleinschek Karin, Fras Zemljič Lidija	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	16941846	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Razvoj kompozitnih celuloznih vlaken z magnetnimi lastnostmi
		<i>ANG</i>	Development of composite cellulose fibres with magnetic properties
	Opis	<i>SLO</i>	V prispevku predstavljamo pripravo organsko/anorganskih hibridnih materialov, tj. celuloznih vlaknovin s pritrjenimi magnetnimi delci železovega oksida. Raziskava je bila razdeljena v tri dele; predobdelava viskoznih vlaken z namenom aktivacije njihove površine ter povečanja pornega sistema s čimer izboljšamo adhezijo delcev in omogočimo njihovo rast v notranjosti vlaken. V drugem delu smo raziskali sintezo delcev magnetita ter lastnosti nastalih delcev; sintezne postopke smo primerjali z vidika njihove primernosti v kombinaciji s celuloznimi substrati. Tretji del je zajemal oplaščenje vlaken z delci magnetita po različnih postopkih. Raziskali smo vpliv postopkov predobdelav na nadmolekulsko strukturo vlaken, povečanje njihovega pornega sistema, na elektrokinetične lastnosti (površinski potencial) ter mehanske lastnosti. Oplaščanje vlaken z magnetnimi delci smo izvedli z in situ sintezo delcev na vlaknih ter z adsorpcijo že formiranih delcev iz stabilne magnetne tekočine. Kompozitna vlakna z delci magnetita izkazujejo magnetni odziv, stopnja katerega je odvisna od predhodne aktivacije vlaken v kombinaciji s primernim postopkom sinteze delcev.
		<i>ANG</i>	We are reporting on the preparation of organic/inorganic hybrid materials, namely cellulose fibrous networks with attached magnetic iron oxide particles. Research work was divided into three parts; pretreatment of regenerated cellulose fibres with an aim to activate their surface and enlarge the pore system, in order to enhance the adhesion of particles and allow their growth inside of fibres. Second part is concerned with the magnetite particles' synthesis and their properties; synthesis procedures were compared from the viewpoint of their suitability to be combined with cellulose fibres. Third part deals with the coating of fibres with magnetic iron oxide particles with different procedures. Effect of different pre-treatment procedures on fibres' supramolecular structure, enlargement of their pore system, surface potential and mechanical properties was investigated. Coating of fibres was carried out with an in situ formation of particles in presence of fibres, as well as with adsorption of particles from a pre-prepared dispersion. Composite magnetite-decorated cellulose fibres exhibit magnetic behaviour, degree of which is dependent on employed fibres' pre-treatment in combination with specific synthesis protocol for magnetite formation. Developed magnetic fibres are being considered as a shielding material for electromagnetic radiation.
	Objavljeno v	Istanbul Technical University, Faculty of Textile Technologies and Design; Innovative and functional textiles; 2013; 2 str.; Avtorji / Authors: Hribernik Silvo, Sfiligoj-Smole Majda, Stana-Kleinschek Karin	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	17076758 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Rastlinska vlakna za tekstilne in tehnične aplikacije
	ANG	Plant fibres for textile and technical applications
Opis	SLO	Overview of research in the field of natural plant fibres (e.g. grass species) with an emphasis on cellulose substrates and their implementation in the production of nano-composites.
	ANG	Pregled raziskav na področju naravnih rastlinskih vlaken (npr. trave) s poudarkom na celuloznih substratih in njihovi uporabi v pripravi nano-kompozitov.
Šifra	B.06 Drugo	
Objavljeno v	InTech; Advances in agrophysical research; 2013; Str. 369-397; Avtorji / Authors: Sfiligoj-Smole Majda, Hribernik Silvo, Stana-Kleinschek Karin, Kreže Tatjana	
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
2.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Strokovnjak v Evropski tekstilni tehnološki platformi
	ANG	European Textile Technology Platform expert
Opis	SLO	Različne ekspertne skupine v Evropski tekstilni tehnološki platformi temeljijo na aktivni participaciji strokovnjakov iz sorodnih industrijskih sektorjev ter znanstvenih disciplin z namenom prenašanja znanstveno-tehnoloških dognanj ter diagnosticiranjem industrijskih in inovacijskih potreb.
	ANG	The various working groups of the platform seek active involvement of experts from related industrial sectors and scientific disciplines who will contribute with knowledge about scientific-technological advances that can be transferred to textiles (innovation enablers) or with knowledge about industrial requirements and innovation needs that can be met through transfer from the textile domain (innovation customers).
Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih	
Objavljeno v	http://www.textile-platform.eu/	
Tipologija	1.25 Drugi sestavni deli	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Podoktorski projekt Razvoj magnetnih in prevodnih celuloznih materialov za absorpcijo elektromagnetnega valovanja in rezultati, ki izhajajo iz raziskave predstavljajo nov prispevek na področju razvoja tehničnih polimernih materialov. Kombinacija celuloznega substrata s funkcionalnimi magnetnimi nano delci predstavlja nov pristop k funkcionalizaciji

biorazgradljivih in biokompatibilnih materialov z namenom izdelave inteligentnih tehničnih tekstilij. Rezultati študija aktivacije celuloznih vlaken za optimalno oplaščenje njihovih površin z nano delci in tvorbo le-teh tudi v notranjosti vlaken predstavljajo nova spoznanja glede nukleacije delcev na trdni površini, še posebej s stališča vpliva modificirane nadmolekulske strukture in površinske morfologije vlaken.

ANG

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

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

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

ANG

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

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

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

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

--

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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

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

MEDNARODNI PROJEKTI V LETU 2013

Projekti FP 7

Številka projekta: **Ga.N. 280759**
Trajanje projekta: **1.3.2012 do 29.2.2016**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **Extended shelf-life biopolymers for sustainable and multifunctional food packaging solutions - NanoBarrier**

Številka projekta: **Ga.N. 280519**
Trajanje projekta: **24.1.2012 do 23.1.2016**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **Functional membranes/filters with anti/low-fouling surfaces for water purification trough selective adsorption on biobased nanocrystals and fibrils - NanoSelect**

Številka projekta: **Ga.N. 290486**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr. Karin Stana Kleinschek**
Naslov projekta: **Expanding EPNOE leadership towards Food and Health related materials, and oncreasing industrial participation - EPNOE CSA**

Številka projekta: **Ga.N. 264115**
Trajanje projekta: **3.1.2011 do 3.7.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr. Karin Stana Kleinschek**
Naslov projekta: **Strengthening the Romanian research capacity in Multifunctional Polymeric Materials; STREAM**

Številka projekta: **Ga.N. 331600**
Trajanje projekta: **1.6.2013 do 31.5.2015**
Nosilec projekta: **prof.dr. Karin Stana Kleinschek**
Naslov projekta: **Micro-and Nanostructured Polysaccharide Interfaces; Poly Inter Faces**

Projekti MNT Era-Net

Številka projekta: **3211-10-000369**
Trajanje projekta: **1.10.2010 do 30.9.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **Targeting of material's antimicrobial activity by newly engineered peptides; Antimicrob peptides**

Številka projekta: **3211-10-000458**
Trajanje projekta: **1.1.2011 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **Targeting antimicrobial activity via micro/nano-structured surfaces for civil applications ; Tabana**

Številka projekta: **3211-12-000022**
Trajanje projekta: **1.7.2012 do 30.6.2015**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **Nano-POlySaccharide containing Scaffolds with Controlled pOrosity and degradability; nPOSSCOG**

Številka projekta: **3211-12-000023**
Trajanje projekta: **1.7.2012 do 30.6.2015**
Nosilec projekta: **prof.dr. Karin Stana Kleinschek**
Naslov projekta: **Smart wound dressing with integrated optical pH sensors for better healing of infected wounds; WoundSens**

Številka projekta: **NEW06**
Trajanje projekta: **1.6.2012 do 1.16.2015**
Nosilec projekta: **prof.dr. Bojan Ačko**
Naslov projekta: **Traceability for computationally-intensive metrology-TraCIM**

Številka projekta: **3330-14-500042**
Trajanje projekta: **1.5.2014 do 30.4.2017**
Nosilec projekta: **dr. Silvo Hribernik**
Naslov projekta: **Polysaccharide bioshapes-chemical design and shaping into new biomaterials; Bioshapes**

Projekti EUREKA

Številka projekta: **E!5852**
Trajanje projekta: **26.7.2012 do 30.7.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič**
Naslov projekta: **Nano-functionalised tampons for gynaecological use; Nanofuntampons**

Številka projekta: **E!5831**
Trajanje projekta: **22.12.2010 do 30.10.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Ivan Anžel**
Naslov projekta: **Cell–titanium interactions of bone and dental implant; Cell-Ti**

Številka projekta: **E!5851**
Trajanje projekta: **22.12.2010 do 31.8.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Simona Strnad**
Naslov projekta: **Sustainable Materials and Products from Poultry Feather Wastes; FeVal**

Projekt Tempus

Številka projekta: **517361-TEMPUS-1-2011-IT-TEMPUS-JPHES**
Trajanje projekta: **15.10.2011 do 14.10.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr. Franci Čuš**
Naslov projekta: **Technical Education on Resource Savings for Industrial Development-TERSID**

Erasmus Mundus Euphrates

Številka projekta: **Erasmus Mundus (EMA2)-2013–2540/001–001–EM-EUPHRATES**
Trajanje projekta: **15.7.2013 do 14.7.2017**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Vanja Kokol**
Naslov projekta: **EU promotion of health through research, applied technology, education and science in India**

Projekt Leonardo da Vinci

Številka projekta: **2012-1-BE3-LEO05-05463**
Trajanje projekta: **1.10.2012 do 30.9.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr. Jože Balič**
Naslov projekta: **Vocational re-training of ageing technical workers towards the injection moulding industry**

Projekti COST

Številka projekta: **COST Action FA0904**
Trajanje projekta: **01.1.2011 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič**
Naslov projekta: **Eco-sustainable food packaging based on polymer nanomaterials; Biopack**

Številka projekta: **COST Action CM1302**
Trajanje projekta: **15.11.2013 do 14.11.2017**
Nosilec projekta: **prof.dr. Karin Stana Kleinschek**
Naslov projekta: **European Network on Smart Inorganic Polymers (SIPs)**

Številka projekta: **COST Action MP 1206**
Trajanje projekta: **23.5.2013 do 22.5.2017**
Nosilec projekta: **prof.dr. Majda Sfiligoj Smole**
Naslov projekta: **Electrospun Nano-Fibres for Bioinspired Composite Materials and inovative Industrial Applications**

Številka projekta: **MP1105**
Trajanje projekta: **23.5.2012 do 22.5.2016**
Nosilec projekta: **prof.dr. Bojana Vončina**
Naslov projekta: **Sustainable flame retardancy for textiles and related materials based on nanoparticles substituting conventional chemicals; Flaretex**

Bilateralno sodelovanje

Številka projekta: **Slovenija – Argentina; BI-AR/12-14-008**
Trajanje projekta: **13.3.2012 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr.Jože Balič**
Naslov projekta: **Modeliranje mehanskih lastnosti sferoidnega grafitnega litega železa z metodami umetne inteligence**

Številka projekta: **Slovenija – Argentina; BI-AR/12-14-011**
Trajanje projekta: **13.3.2012 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr.Bojana Vončina**
Naslov projekta: **Priprava okolju in človeku prijaznih tekstilnih materialov obdelanih s Sredstvi proti mrčesu**

Številka projekta: **Slovenija – Bosna in Hercegovina; BI-BA/12-13-016**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr.Miran Brezočnik**
Naslov projekta: **Razvoj in uporaba sodobnih tehnologij in metod za izdelavo izdelkov**

Številka projekta: **Slovenija – Bosna in Hercegovina; BI-BA/12-13-020**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr.Bojan Dolšak**
Naslov projekta: **Inteligentno orodje za ergonomski in estetski razvoj izdelkov**

Številka projekta: **Slovenija – Brazilija; BI-BR/12-14-003**
Trajanje projekta: **1.8.2012 do 30.9.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr.Franc Zupanič**
Naslov projekta: **Razvoj kontinuirnega litja nikljevih superzlitin za zobno protetiko**

Številka projekta: **Slovenija – Brazilija; BI-BR/12-14-003**
Trajanje projekta: **1.8.2012 do 30.9.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr.Franc Zupanič**
Naslov projekta: **Razvoj kontinuirnega litja nikljevih superzlitin za zobno protetiko**

Številka projekta: **Slovenija – Bosna in Hercegovina; BI-BA/14-15-016**
Trajanje projekta: **6.1.2014 do 31.12.2015**
Nosilec projekta: **prof.dr. Jelka Geršak**
Naslov projekta: **Raziskava učinkov visokozmogljivih tekstilij na udobje pri nošenju športnih oblačil**

Številka projekta: **Slovenija – Bosna in Hercegovina; BI-BA/14-15-024**
Trajanje projekta: **6.1.2014 do 31.12.2015**
Nosilec projekta: **doc.dr. Tomaž Vuherer**
Naslov projekta: **Ocena celovitosti in življenjske dobe traku tračnih transporterjev s principi mehanike loma**

Številka projekta: **Slovenija – Bosna in Hercegovina; BI-BA/14-15-037**
Trajanje projekta: **6.1.2014 do 31.12.2015**
Nosilec projekta: **doc.dr. Mirko Ficko**
Naslov projekta: **Razvoj inteligentnega sistema za napovedovanje kvalitete CO2 laserskega reza**

Številka projekta: **Slovenija – Črna gora; BI-ME/012-13-016**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr.Vladimir Gliha**
Naslov projekta: **Obnašanje enovarkovnih spojev narejenih po ATIG postopku pri utrujanju**

Številka projekta: **Slovenija – Hrvaška; BI-HR/12-13-042**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **doc.dr. Matej Vesenjajk**
Naslov projekta: **Eksperimentalno in računalniško testiranje APM krogel z napredno morfologijo por**

Številka projekta: **Slovenija – Indija; BI-IN/10-12-004**
Trajanje projekta: **1.12.2010 do 31.11.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal**
Naslov projekta: **Priprava tekstilnih filtrov za selektivno filtriranje odpadnih vod**

Številka projekta: **Slovenija – Indija; BI-IN/10-12-006**
Trajanje projekta: **1.8.2010 do 31.7.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr.Jelka Geršak**
Naslov projekta: **Razvoj oblačil za ekstremno mrzlo okolje**

Številka projekta: **Slovenija – Japonska; BI-JP/12-14-002**
Trajanje projekta: **1.4.2012 do 31.3.2014**
Nosilec projekta: **prof.dr. Zoran Ren**
Naslov projekta: **Karakterizacija mehanskega obnašanja naprednih celičnih materialov pod Vplivom udarnih obremenitev**

Številka projekta: **Slovenija – Rusija; BI-RU/12-13-029**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Nenad Gubeljajk**
Naslov projekta: **Učinek omejitve plastifikacije materiala na celovitost in faktor varnosti cevovodov**

Številka projekta: **Slovenija – Romunija; BI-RO/12-13-008**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Lidija Fras Zemljič**
Naslov projekta: **Funkcionalizacija sintetičnih polimerov za razvoj nove protimikrobne**

Številka projekta: **Slovenija – Srbija; BI-RS/12-13-024**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **dr. Rebeka Rudolf**
Naslov projekta: **Tehnologija izdelave Au nano delcev**

Številka projekta: **Slovenija – Srbija; BI-RS/12-13-034**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **doc.dr. Iztok Plačič**
Naslov projekta: **Projektna zrelost podjetij in razvoj novih izdelkov**

Številka projekta: **Slovenija – Srbija; BI-RS/12-13-031**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Aleksandra Lobnik**
Naslov projekta: **Modeliranje termomehanskih pogojev in dimenzioniranje reaktorjev za hidrolizo lignoceluloznih substratov pri postopku pridobivanja bioplina**

Številka projekta: **Slovenija – Turčija; BI-TR/11-13-006**
Trajanje projekta: **1.1.2011 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal**
Naslov projekta: **Uporaba ultrazvoka in UV sevanja za obdelavo medicinskih tekstilij**

Številka projekta: **Slovenija – Turčija; BI-TR/12-14-003**
Trajanje projekta: **1.3.2012 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **dr. Simona Jevšnik**
Naslov projekta: **Študij vpliva parametrov varjenja na zvarjeni spoj in optimizacija procesa varjenja glede na končno uporabo tekstilnih izdelkov**

Številka projekta: **Slovenija – Ukrajina; BI-UA/13-14-004**
Trajanje projekta: **1.1..2013 do 31.12.2014**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Jure Ravnik**
Naslov projekta: **Razvoj hitre metode robnih elementov za uporabo v mehaniki tekočin**

Številka projekta: **Slovenija – Združene države Amerike; BI-US/12-13-031**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Nenad Gubelj**
Naslov projekta: **Kontinuirano spremljanje kritičnih točk in napoved dobe trajanja konstrukcije mostu**

Številka projekta: **Slovenija – Združene države Amerike; BI-US/12-13-037**
Trajanje projekta: **1.1.2012 do 31.12.2013**
Nosilec projekta: **prof.dr. Alenka Majcen Le Marechal**
Naslov projekta: **Razvoj tehnologije za zaprti krog recikliranja potrošniških in industrijskih tekstilnih poliestrskih odpadkov**

Številka projekta: **Slovenija – Združene države Amerike; BI-US/14-15-043**
Trajanje projekta: **1.1..2014 do 31.12.2015**
Nosilec projekta: **izr.prof.dr. Matej Vesenj**
Naslov projekta: **Več-ciljna topološka oblikovna optimizacija lahkih struktur, napolnjenih s kovinsko peno**

CEEPUS mreže

- Mreža **PL-0007: Geometrical Product Specification**; prof.dr. Franc Čuš
- Mreža **PL-0202: e-Learning system in production engineering**; doc.dr. Mirko Ficko
- Mreža **RS-0065: Intelligent Automation for Competitive Advantage**; doc. dr. Iztok Palčič
- Mreža **SI-0206: Applications of Rapid manufacturing in Biomechanical Fields**;
izr.prof.dr. Igor Drstvenšek
- Mreža **SI-0217: Intelligent Textile Products**; prof.dr. Jelka Geršak
- Mreža **SI-0217-08-1415-Ars-Techne: Design and Development of Multifunctional Products**; prof.dr. Jelka Geršak