

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/241

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0145
Naslov programa	Polimeri in polimerni materiali s posebnimi lastnostmi
Vodja programa	6126 Majda Žigon
Obseg raziskovalnih ur	45.050
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	104 Kemijski inštitut 1858 SAVATECH družba za proizvodnjo in trženje gumenotehničnih proizvodov in pnevmatike d.o.o.

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Program dela, ki smo si ga zastavili v prejšnjem programskem obdobju, smo uspešno realizirali z dosežki, ki so mednarodno priznani. Tako smo postavili trdno osnovo za nadaljevanje kvalitetnega raziskovalnega dela na trenutno najbolj aktualnih področjih polimerov in polimernih materialov. Rezultati in vpetost v domačo in mednarodno znanstveno in razvojno sfero dokazujejo, da so bili naša vizija za razvoj področja, program in cilji dela realni. Raziskovalni program je bil zastavljen multidisciplinarno, nova znanja pa so pomembna za trajnostni razvoj tako v mednarodnem merilu kot tudi za domače okolje.

Tematika raziskovalnega programa P2-0145 so bile raziskave novih funkcionalnih polimerov in polimernih materialov s posebnimi lastnostmi. Na področju funkcionalnih polimerov smo raziskave usmerili v sintezo in karakterizacijo novih polimerov za izbrane aplikacije: biorazgradljivi polimeri kot nosilci zdravilnih učinkovin na osnovi poliesteramidov, okoljsko razgradljivi poliestri, visoko razvejeni poliestri, prevodni polimeri na osnovi substituiranih anilinov, supramolekularni tekočokristalinični poliuretanski polimeri, tekočokristalinični poliestri in delno prepletene polimerne mreže poliuretanov in akrilatov. Raziskali smo njihove lastnosti v odvisnosti od sestave, strukture, arhitekture, morfologije in stopnje zamreženja polimera. Raziskave na področju polimernih materialov so bile usmerjene v pripravo ionsko prevodnih kompozitnih membran za gorivne celice, pripravo nanokompozitov iz polimernih in elastomernih matric ter nanopolnil v talini, raztopini ali *in-situ* s ciljem izboljšati lastnosti v primerjavi s konvencionalnimi kompoziti (kemijska odpornost, toplotna in UV obstojnost ter mehanske lastnosti). Na področju recikliranja polimerov smo iz razgradnih produktov polietilentereftalata sintetizirali polimere za kompozitne materiale, na področju polimerov iz obnovljivih virov pa smo razvili postopke za utekočinjanje lesa, s katerimi smo pripravili produkte, primerne za sintezo polimerov za različne materiale, predvsem veziva (npr. poliestri, poliuretani). V nadaljevanju sledijo poudarki za posamezne sklope raziskav.

Visoko razvejeni poliestri: komercialno dosegljivim visoko razvejenim poliestrom Boltorn treh psevdogeneracij z različnim teoretskim razmerjem jedro/monomer smo opredelili molsko

maso, sestavo in strukturo, ter vpliv navedenih parametrov na njihove termične in reološke lastnosti. Termično in reološko vedenje poliestrov je posledica urejanja strukture preko H-vezi med linearnimi sekvencami, ki so nepravilnosti v strukturi. Urejenost je največja pri poliestrih nižje molske mase z odprto strukturo in najnižjo stopnjo razvejanja. Kinetiko nastajanja H-vezi smo opisali s kinetiko kristalizacije.

Biorazgradljivi polimeri: sintetizirali smo biorazgradljive in biokompatibilne amfilne kopolimere iz hidrofilnega (poliaspartatni blok) in hidrofobnega dela (polimlečni blok), ki kažejo potencial za uporabo za nosilce za kontrolirano in ciljano sproščanje zdravilnih učinkovin. Pri pripravi kopolimerov smo uporabili dva različna postopka sinteze. V talini smo iz L,L-laktida in asparginske kisline sintetizirali delno razvejeni poli(laktid-ko-aspartat) iz več blokov različne dolžine. Poli(laktid-ko-aspartat) iz dveh blokov kontrolirane dolžine pa smo sintetizirali v raztopini s polimerizacijo z odpiranjem obroča L,L-laktida na primarno aminsko končno skupino koincatorja poli(*b*-benzil L-aspartata) ob Sn(Oct)₂ kot iniciatorju. Podrobno smo raziskali sposobnost sintetiziranih kopolimerov za vezavo cinkovih ionov, ki je ključna za predvideno uporabo kopolimerov kot nosilcev zdravilnih učinkovin. Razvili smo novo metodo za določanje koncentracije cinka s fluorescenčno spektroskopijo. Vezava cinka je odvisna od vsebnosti aspartatnih enot v kopolimeru.

Okoljsko razgradljivi polimeri: razvili smo metodo za določitev povprečij in porazdelitev molskih mas polihidroksialkanoatnih kopolimerov in terpolimerov s SEC-MALS tehniko in opredelili mikrostrukturo oz. porazdelitev komonomernih enot (sekvenc) v kopolimerih poli(3-hidroksibutirat-co-3-hidroksivalerat) z NMR visoke ločljivosti (600 MHz) in z večstopenjsko masno spektrometrijo z elektrorazpršilno ionizacijo (ESI-MS) ter dobili primerljive rezultate. Raziskali smo vpliv mikrostrukture na termične lastnosti PHA.

Supramolekularni stransko verižni poliuretani: raziskali smo vpliv strukture polimera z veznim mestom v glavni ali stranski verigi na stabilnost supramolekularnih poliuretanskih kompleksov, vpliv dolžine oligometilenske verige 4-alkoksibenzojskih kislin na stabilnost mezogenih struktur supramolekularnih poliuretanov, nastanek kompleksov z azofenolnimi derivati in vpliv končnih -CN in -OMe skupin na stabilnost polimernih kompleksov.

Stransko verižni poliestri: pripravili smo stransko verižne poliestre z mezogenimi enotami na diolni kot tudi na kislinski komponenti. Kot diol smo uporabili dietanolamin, kot kislinsko komponento pa dimetilester hidroksi-izo-ftalne kisline in nanju preko alkilne verige s 6, 8, ali 10 metilenskimi skupinami vezali nitroazobenzeno ali metoksiazobenzeno mezogeno skupino. Poliestre smo sintetizirali s preestrenjem s kombinacijo 6 različnih diolov in estrov izoftalne kisline. Poliestri so v odvisnosti od sestave kristalinični, amorfni ali tekočokristalinični. Iz metil- in oktildietanolamina ter kislinskih kloridov smo pripravili poliestrske hidrokloride, s katerimi smo modificirali montmorilonit (MMT). Na debelino plasti MMT ni vplivala velikost kislinkega ostanka v poliestru, pač pa dolžina alkilne stranske verige. Eno od smol pa smo delno kvarternizirali z benzilkloridom in tudi s kvarterniziranim poliestrom uspešno modificirali MMT.

Delno prepletene polimerne mreže (semi-IPN): Z metodo ESR spektroskopije smo raziskali molekulsko dinamiko delno prepletanih poliuretanskih in poliakrilatnih mrež v odvisnosti od koncentracije komplementarnih funkcionalnih skupin. Odvisna je od kompleksnih interakcij med funkcionalnimi skupinami, ki vplivajo na heterogenost segmentnega gibanja in na fazne prehode. Ugotovili smo, da je pri mejni koncentraciji funkcionalnih skupin (0,25 mmol/g) segmentno gibanje postane manj ovirano, kar smo pripisali spremembam v strukturi in lokalni gostoti zlaganja polimernih verig.

Prevodni polimeri in polimerni kompoziti: (a) Za polimerizacijo anilinov smo namesto običajne stehiometrične kemijske polimerizacije uporabili katalitski sistem Fe³⁺/H₂O₂ in raziskali vpliv substituentov na lastnosti polimerov. Homopolimere in kopolimere različnih 2- in 3-substituiranih anilinov smo dopirali z večjimi protonskimi kislinami (oksalno kislino, p-toluensulfonsko kislino, 5-sulfosalicilno kislino, HClO₄) in polimernimi dopanti (poliakrilna kislina, poli(asparaginska kislina-ko-mlečna kislina) in H₄SiW₁₂O₄₀ x 39 H₂O). S polimernimi dopanti smo pripravili prevodne filme z dobrimi mehanskimi lastnostmi, medtem ko so imeli filmi, dopirani s protonskimi kislinami, nekoliko slabše mehanske lastnosti. (b) Pripravili smo ionsko prevodne kompozitne membrane za gorivne celice na osnovi aromatskih in fluoriranih polimerov z dodatki anorganskih nanostrukturnih polnil ter ionomernih primesi. (c) Pripravili smo nanostrukture polianilina z uporabo okolju prijazne ionske tekočine imidazolnega tipa kot mehkega templata in študirali vpliv koncentracije ionske tekočine na tvorbo nanostruktur. Ugotovili smo, da so za pripravo nanostruktur bolj primerne razredčene vodne raztopine ionske tekočine, saj nastanejo nanodelci z nižjo stopnjo agregacije kot v bolj koncentriranih raztopinah.

Polimerni nanokompoziti: (a) nanokompozite iz modificiranega montmorilonita (MMT) in polimetilmetakrilata (PMMA) smo pripravili v talini z dvopolžnim ekstruderjem, v raztopini in z enostopenjsko in situ polimerizacijo. Pri interkalaciji v raztopini smo uporabili vrsto topil z različno polarnostjo. Z zniževanjem polarnosti topila se je povečevala debelina plasti MMT oziroma

interkalacija polimera med plasti MMT. Pri interkalaciji v talini smo dosegli vedno približno enako debelino plasti MMT v nanokompozitih (3,5 nm), kljub temu, da smo uporabili štiri različno modificirane MMT in različne pogoje priprave (temperatura, število vrtljajev). Enostopenjska in situ polimerizacija je nov postopek priprave polimernih nanokompozitov, pri katerem istočasno potekajo modifikacija MMT, polimerizacija in interkalacija. Nastanejo interkalirani nanokompoziti, katerih termična stabilnost je bistveno izboljšana v primerjavi s PMMA. (b) V sodelovanju z raziskovalci Instituta Jožef Stefan smo pripravili nanokompozite z nanodelci titanovega dioksida in nanokompozite z visoko koncentracijo superparamagnetnih nanodelcev v matrici PMMA. Nanokompoziti ohranijo superparamagnetne lastnosti pri koncentraciji delcev do 48 %. (c) Pripravili smo kompozite in nanokompozite iz kavčuka EPDM in polnila ZnO ali MMT. Raziskali smo vpliv procesnih parametrov na porazdelitev delcev v elastomerni matrici in na lastnosti vulkanizatorja. (d) V sodelovanju s podjetjem Julon d.d. smo raziskali vpliv procesnih parametrov in dodatka kompatibilizatorja na porazdelitev poliamida 6 (PA6) v matrici polipropilena in na mehanske lastnosti. Velikost delcev PA6 pada s povečanjem koncentracije kompatibilizatorja do 8 %. (e) Po poliolni metodi smo sintetizirali kovinske nanodelce in nanodelce kovinskih oksidov velikosti 20 nm - 100 nm ter raziskali vplive sintetskih parametrov in dodatkov na velikost in strukturo delcev ter funkcionalizacijo njihove površine. Razvili smo pripravo nanokompozitov PMMA/ZnO po postopku polimerizacije v masi in raziskali vpliv deleža in velikosti delcev ZnO na njihove termične in optične lastnosti ter na reakcijo polimerizacije. PMMA/ZnO nanokompoziti z 0,1 - 1,0 % ZnO učinkovito absorbirajo UV svetlobo, so transparentni v vidnem delu spektra, izboljša pa se tudi njihova termična stabilnost. Temperatura razpada se poveča za 30 - 40 °C, kar pripisujemo vplivu nanodelcev ZnO na spremembo načina zaključka rasti polimerne verige. ZnO z velikostjo delcev do 100 nm vpliva tudi na hitrost polimerizacije - konstanta reakcijske hitrosti se z deležem ZnO povečuje (aktivacijska energija pada).

Polimeri iz obnovljivih virov: (a) znanje s področja degradacije polimerov smo prenesli na področje lesa za pripravo utekočinjenega lesa. Pri tem smo razvili metodo utekočinjanja s sočasno sintezo poliestrov, kjer kot regente uporabljamo glikole in anhidride organskih kislin. Za utekočinjanje smo uporabili tudi mikrovalove, kar je omogočilo hitrejšo reakcijo. Ugotovitve so bile zaščitene s tremi slovenskimi patenti. Prav tako smo utekočinjeni les uporabili kot surovino za sintezo nasičenih in nenasičenih poliestrov. (b) Proces utekočinjanja lesa smo optimizirali z zamenjavo žveplove kisline s p-toluensulfonsko kislino kot katalizatorja, pri čemer smo dosegli stopnjo utekočinjenja več kot 95 %. Iz utekočinjenega lesa in odpadnega papirja smo z adipinsko kislino sintetizirali linearni poliester za pripravo trdih poliuretanskih pen. Rezultati meritev natezne trdnosti pri 10% strižnih silah so pokazali, da imajo pene podobne lastnosti kot trde pene za izolacijo v gradbeništvu. (c) Potekajo preliminarne raziskave o uporabi utekočinjenega lesa kot alternativnega goriva. Specifična sežigna toplota je okrog 22MJ/kg, kar je mnogo več od rjavega premoga.

Glede na to, da so sodobni polimerni materiali kompleksne večkomponentne zmesi, ki jih sestavljajo polimeri različne kemijske sestave, strukture in stopnje polimerizacije, smo za njihovo karakterizacijo uporabili širok spekter naprednih instrumentalnih tehnik in po potrebi razvili ustrezne metode.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Zastavljene cilje raziskovalnega programa smo v celoti dosegli. Raziskave v okviru programa so bile usmerjene na različna področja, kot je razvidno iz prejšnje točke. Izkazalo se je, da smo v delovnem programu pravilno predvideli trende razvoja v svetu, tako da je skupina učinkovito prešla na najbolj aktualne tematike v polimerni znanosti. Rezultati skupine kažejo, da je programska skupina vrhunsko kvalificirana za kvalitetno raziskovalno delo na področju polimerov in polimernih materialov in je hkrati sposobna nuditi vrhunsko podporo za potrebe naše družbe.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat

1.	Naslov	SLO	Vpliv staranja na reološke in termične lastnosti alifatskih visoko razvejenih poliestrov na osnovi 2,2-bis(metilol)propionske kisline
		ANG	Effect of Annealing on the Rheological and Thermal Properties of Aliphatic Hyperbranched Polyester Based on 2,2-Bis(methylol)propionic Acid
	Opis	SLO	Pokazali smo, da visoko razvejeni (VR) poliestri na osnovi 2,2-bis(metilol)propionske kisline, ki jih uvrščamo med amorfne materiale, pri določenih pogojih staranja tvorijo mikrostrukturo različne stopnje urejenosti, ki močno vpliva na njihove termične in reološke lastnosti. Pomembnost dosežka je v poznavanju korelacije med strukturo in lastnostmi VR komercialno dosegljivih alifatskih poliestrov, pomembne za njihove aplikacije. Vpliv omenjenega dosežka na zainteresirano javnost izkazuje vrsta vabljenih in krajših predavanj na tujih in domačih znanstvenih konferencah ter število citacij.
		ANG	We have shown that hyperbranched (HB) polyesters based on 2,2-bis(methylol)propionic acid, which are amorphous materials, develop during annealing a microstructure of different degree of ordering that influences their thermal and rheological properties. The importance of the results of this study is understanding the relation between the hyperbranched structure and the properties of commercially available hyperbranched polyesters. The importance of the mentioned results is reflected in many invited and keynote lectures at international and national scientific conferences, and citations.
	Objavljeno v		Ema Žagar, Miroslav Huskič, Jože Grdadolnik, Majda Žigon, Andreja Zupančič-Valant: Effect of Annealing on the Rheological and Thermal Properties of Aliphatic Hyperbranched Polyester Based on 2,2-Bis(methylol)propionic Acid. <i>Macromolecules</i> , 2005, 38, 3933-3942. JCR IF: 4.024, x: 1.376; polymer science; 3/77
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		3262490	
2.	Naslov	SLO	Določitev porazdelitve sekvenc v kopolimerih poli(3-hidroksibutirat-ko-3-hidroksivalerat) z NMR in MS
		ANG	Sequence Distribution in Microbial Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) Co-polyesters Determined by NMR and MS
	Opis	SLO	V članku obravnavamo študij mikrostrukture poli(3-hidroksibutirat-ko-3-hidroksivalerat) kopolimerov (PHBV) in mešanice dveh PHBV kopoliestrov s ¹³ C NMR in ESI-MS. Rezultati so bili med seboj primerljivi. Raziskali smo tudi vpliv mikrostrukture na termične lastnosti PHBV. Kompleksno obnašanje kopoliestrov nakazuje, da so PHBV zmes več kopolimerov s široko porazdelitvijo komonomerov. Pomembnost dosežka je v prikazu komplementarnosti metod NMR in ESI-MS za opredelitev mikrostrukture in poznavanje vpliva mikrostrukture na termične lastnosti PHBV kopoliestrov.
		ANG	The microstructure of poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) copolymers (PHBV) and mixture of two PHBV was studied by ¹³ C NMR and ESI-MS. The results of both methods were in good agreement. We also studied the influence of microstructure on PHBV thermal properties. Complex melting transition indicates that PHBV are the mixtures of copolymers with broad comonomer distribution. The results demonstrate complementarity of both methods for microstructure determination and influence of microstructure on the thermal properties of PHBV copolyesters.
	Objavljeno v		Ema ŽAGAR, Andrej KRŽAN, Grazyna ADAMUS, Marek KOWALCZUK: Sequence Distribution in Microbial Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) Co-polyesters Determined by NMR and MS. <i>Biomacromolecules</i> , 2006, 7, 2210-2216. JCR IF: 3.664, x: 1.42; polymer science; 4/75
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID		3544346	
3.	Naslov	SLO	Porazdelitev molskih mas komercialnega alifatskega visoko razvejenega poliestra na osnovi 2,2-bis(metilol)propionske kisline
		ANG	Molar Mass Distribution of a Commercial Aliphatic Hyperbranched Polyester Based on 2,2-bis(methylol)propionic acid
			V članku je opisan razvoj metodologije za določevanje absolutnih povprečij molskih mas visoko razvejenih (VR) poliestrov z izključitveno kromatografijo

	Opis	SLO	v povezavi z detektorjem na sipanje svetlobe, SEC-MALS, s podporo NMR spektroskopije in DSC. VR alifatski poliestri so topni na molekularnem nivoju le, če jih predhodno termično obdelamo pri temperaturi 140 °C, jih nato hitro ohladimo na temperaturo tekočega dušika in takoj raztopimo v topilu. Poznavanje povprečne molske mase, njene porazdelitve in strukturnih značilnosti je izrednega pomena za razumevanje njihovih lastnosti.
		ANG	The article describes the development of the methodology for absolute molar mass determination of hyperbranched (HB) polyesters by size exclusion chromatography coupled to a multi-angle light scattering (SEC-MALS) assisted by NMR and DSC. HB polyesters are soluble on a molecular level only if they are thermally pre-treated by heating at 140 °C, then submerged into liquid nitrogen and immediately dissolved in a solvent. The knowledge of their average molar masses and distributions as well as their structural characteristics is highly important for the understanding of their properties.
	Objavljeno v	Ema Žagar, Majda Žigon: Molar Mass Distribution of a Commercial Aliphatic Hyperbranched Polyester Based on 2,2-bis(methylol)propionic acid. J. Chromatogr. A, 2004, 1034, 77-83. JCR IF: 3.359, x: 1.651; chemistry, analytical; 7/70	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	2983962	
4.	Naslov	SLO	Nanožičke bakrovega(I) oksida, pripravljene s poliolo metodo brez dodatkov
		ANG	Cuprous Oxide Nanowires Prepared by an Additive-free Polyol Process
	Opis	SLO	V članku je prvič opisana priprava nanožičk Cu ₂ O pri redukciji Cu(II) acetata v di(etilen glikolu). Kemijska sestava je potrjena s FTIR spektroskopijo in rentgensko praškovno difrakcijo – XRD, struktura nanožičk pa z vrstično in presevno elektronsko mikroskopijo (SEM, TEM) in s selektivno površinsko elektronsko difrakcijo - SAED. Predpostavljen je bil reakcijski mehanizem nastanka Cu ₂ O nanožičk preko bakrovih glikolatov. Pomembnost dosežka je v definiranih pogojih nastanka teh struktur, kar je osnova za njihove nadaljnje raziskave in tudi za praktično uporabo.
		ANG	For the first time we described the formation of Cu ₂ O nanowires (NW) during the reduction of Cu(II) acetate in di(ethylene glycol). The chemical composition is confirmed by FTIR and powder X-ray diffraction (XRD) while the NW structure is confirmed by scanning and transmission electron microscopy (SEM, TEM) and selected-area electron diffraction (SAED). The reaction mechanism of Cu ₂ O NW formation through copper glycolates was proposed. The importance of this achievement is in the defined conditions of the Cu ₂ O NW formation which is a basis for their further research and practical application.
	Objavljeno v	Zorica Crnjak Orel, Alojz Anžlovar, Goran Dražič, Majda Žigon: Cuprous Oxide Nanowires Prepared by an Additive-free Polyol Process. Crystal Growth & Design, 2007, 7, 453-458. JCR IF: 4.046, x: 1,511; crystallography; (1/25)	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	3645978	
5.	Naslov	SLO	Mikrovalovna kataliza in rotacijsko vroče reaktivne zvrsti
		ANG	Microwave catalysis through rotationally hot reactive species
	Opis	SLO	Članek predstavlja teoretsko študijo osnovnih razlogov za učinek mikrovalov na kemijske reakcije, ki pogosto vodi do drugačnih produktov kot pri konvekcijskem dovajanju toplotne energije. Predpostavka je, da mikrovalovi selektivno vzbujajo polarne molekularne skupke topila, ki preko trkov povzročijo neravnovesno povečanje rotacijske energije sistema, kar pomeni, da so rotacije pri višji temperaturi kot druge oblike gibanja. Predpostavka je dokazana z uporabo računalniške simulacije za primer hidrolize estra in primerjavo z eksperimentalnimi rezultati solvolize poliestra.
		ANG	We present a theoretic study of causes for microwave effects on the chemical reaction, which often leads to different products than at classical convection heating. The hypothesis used was that microwaves cause selective excitation of solvent assemblies that transfer the energy through collisions resulting in a non-equilibrium increase of rotational energy of the system meaning that rotations are formally at a higher temperature than other modes of motion. The hypothesis was supported with the use of computer simulations for the

		case of ester hydrolysis in comparison to experimental results.
Objavljeno v		Urban Bren, Andrej Kržan, Janez Mavri: Microwave catalysis through rotationally hot reactive species. J. phys. chem., A Mol. spectrosc. kinet. environ. gen. theory, 2008, 112, 166-171. JCR IF (2007): 2.918, x: 1.791; physics, atomic, molecular & chemical; 6/32
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	3846938	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Organizator mednarodne znanstvene konference Evropski polimerni kongres 2007 (EPF-2007) <i>ANG</i> Organizer of the international scientific conference European Polymer Congress 2007 (EPF-2007)
	Opis	<i>SLO</i> Organizacija Evropskega polimernega kongresa 2007 (EPF-2007) je bila poverjena Sloveniji in prof. Majdi Žigon, ki je bila predsednica Evropske polimerne federacije v letih 2006-2007. bila je glavni organizator konference in predsednica organizacijskega in programskega odbora. Na kongresu je bilo 824 udeležencev iz 49 držav s skupno 850 prispevki v osem tematskih sklopih, od tega je bilo 15 plenarnih in 90 vabljenih predavanj. Organizirana je bila tudi okrogla miza o visokošolskem izobraževanju na področju polimerov z vidika prednosti in pomanjkljivosti bolonjskega procesa. <i>ANG</i> The organization of the European Polymer Congress 2007 was given to Slovenia and Prof. Majda Žigon, a president of the European Polymer Federation (EPF) in years 2006-2007. She was the organizer of the conference and head of Scientific as well as organizing Committees. The Congress hosted 824 participants from 49 countries with altogether 850 contributions in the eight sessions, among which there were 15 plenary and 90 invited lectures. A round table on polymer education was also organized providing some observations on the advantages and drawbacks of implementing the Bologna process.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	http://www.e-polymers.org/index.php?option=com_content&task=view&id=52; ŽIGON, Majda (ur.), KUNAVER, Matjaž (ur.). European polymer congress, 2-6 July, 2007, Congress centre Bernardin, Portorož, Slovenia. Slovenian Chemical Society, 2007. Ljubljana. 1 el. optični disk (CD-ROM)
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID	28753669
2.	Naslov	<i>SLO</i> Ionsko prevodne kompozitne membrane <i>ANG</i> Ion-conducting composite membranes
	Opis	<i>SLO</i> Patent opisuje pripravo inovativne protonsko prevodne polimerne membrane za uporabo v gorivni celici. Inovacija je v sestavi, ki temelji na zmesi fluoriranega polimera ali drugih visoko odpornih topnih polimerov in kompleksne zmesi organske soli, heteropoli kisline in nanodelcev silike. Funkcionalna prednost membrane je visoka protonska prevodnost pri nizki vlažnosti ali v odsotnosti vode ter pri temperaturah nad 100 °C, kar je cilj večine raziskav protonsko prevodnih membran za gorivne celice. Patent je pomemben za proizvodnjo nove generacije visokotemperaturnih protonsko prevodnih membran. <i>ANG</i> The patent describes the preparation of an innovative proton conducting polymer membrane for use in fuel cells. The innovation is in its composition that is based on a blend of a fluorinated polymer or other highly stable soluble polymers and a complex mixture of organic salts, a heteropoly acid and silica nanoparticles. The functional advantage of the membrane is a high proton conductivity at low humidity or in the absence of water above 100 °C. The patent is important for the production of a new generation of high-temperature proton conducting membranes.

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

	Šifra	F.32	Mednarodni patent
	Objavljeno v	HOČEVAR, Stanko, KRŽAN, Andrej: Ion-conducting composite membranes. Patent no. WO2005045976, publication date 19 May 2005 : application number WO2004EP12629, date 05 November 2004 : priority number EP20030292786, date 06 November 2003. Rijswijk: European Patent Office: PCT, 2003/2005.	
	Tipologija	2.24	Patent
	COBISS.SI-ID	2986522	
3.	Naslov	SLO	Vabljen predavanja na mednarodnih znanstvenih konferencah s tematiko karakterizacije visoko razvejenih poliestrov
		ANG	Invited lectures on the topic of hyperbranched polyesters at international scientific conferences
	Opis	SLO	Vabljen predavanja za dosežke na področju visoko razvejenih polimerov potrjujejo prepoznavnost skupine v mednarodnem znanstvenem prostoru: IUPAC International symposium on advanced polymers for emerging technologies, Busan, Koreja, 2006; 3rd International symposium on the separation&characterization of natural&synthetic macromolecules, Amsterdam, Nizozemska, 2007; 2nd International symposium on nanostructured and functional polymer-based materials and composites, Lyon, Francija, 2006; 1st European chemistry congress, Budapest, Madžarska, 2006; European polymer congress 2007, Portorož.
		ANG	Invited lectures for achievements in the field of hyperbranched polymers are international recognition of the group: IUPAC International symposium on advanced polymers for emerging technologies, Busan, Korea, 2006; 3rd International symposium on the separation & characterizatin of natural&synthetic macromolecules, Amsterdam, The Netherlands, 2007; 2nd International symposium on nanostructured and functional polymer-based materials and composites, Lyon, France, 2006; 1st European chemistry congress, Budapest, Hungary, 2006; European polymer congress 2007, Portorož, Slovenia.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	Glavni avtorji: Ema Žagar, Miroslav Huskić in Majda Žigon, Knjige povzetkov konferenc	
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)		
COBISS.SI-ID	3648794		
4.	Naslov	SLO	Članstvo v generalni skupščini Evropske polimerne federacije in polimerne sekcije IUPAC (Mednarodno združenje čiste in uporabne kemije)
		ANG	Membership in the general assembly of EPF and Polymer Division of IUPAC (International union of Pure and Applied Chemistry).
	Opis	SLO	M. Žigon je bila nacionalna predstavnica v Evropski polimerni federaciji (European Polymer Federation, EPF) od 2000 do 2008 in predsednica EPF 2006-2007. M. Žigon je v letih 2008-2009 tudi nacionalna predstavnica (od skupno 10) v Polimerni sekciji IUPAC (Mednarodno združenje za čisto in aplikativno kemijo).
		ANG	M. Žigon has been a national representative to European Polymer Federation (EPF) in 2000-2008 and was a president of EPF in 2006-2007. She has also been a national representative (of all together 10) to Polymer Division of IUPAC in 2008-2009.
	Šifra	D.03	Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
	Objavljeno v	ŽIGON, Majda. V evropskem merilu so slovenski dosežki primerljivi: intervju: Majda Žigon, predsednica Evropske polimerne federacije. IRT 3000. - ISSN 1854-3669. - # Letn. #2, #št. #9 (2007), str. 128-130. http://www.iupac.org/web/ins/400 ; http://www.iupac.org/web/per/zigon	
Tipologija	1.22 Intervju		
COBISS.SI-ID	3821594		
5.	Naslov	SLO	Razvoj inovativnega vlakna Matrix
		ANG	Development of an innovative fibre Matrix
		S podjetjem Julon d.d. smo sodelovali pri izvedbi projekta »Matrix,	

Opis	SLO	inovativno vlakno prihodnosti MTX«. Novo vlakno združuje dobre lastnosti polipropilenskih vlaken in ga lahko barvamo kot poliamidna vlakna. V sklopu projekta smo preučili vpliv procesnih parametrov na morfologijo vlaken in s tem povezane mehanske lastnosti. Novo vlakno pomeni velik kvalitativni preskok v proizvodnji podjetja in tehnološko prednost, s katero bo omogočen prodor predvsem na področje športne konfekcije.
	ANG	In cooperation with the company Julon d.d. we worked on the project "Matrix, inovative fiber of future, MTX". New fibre combines good properties of propilen fibres and can be coloured as polyamide fibre. In this project we have studied the influence of processing parameters on the morphology of the fibres and mechanical properties. New fibre is a big qualitative step in production as well as technological advantage, which will enable Julon d.d. to enter sport confection market.
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
Objavljeno v	HUSKIĆ, Miroslav, ŽIGON, Majda, ANŽLOVAR, Alojz. Matrix - inovativno vlakno prihodnosti MTX: zaključno poročilo za ESRR projekt, (Delovno poročilo KI, 2399). Ljubljana: Kemijski inštitut, 2007. 57 f.	
Tipologija	2.13	Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID	3730458	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Razvoj polimerov s posebnimi lastnostmi sledi ciljem specifičnih namenov uporabe v modernih tehnologijah. Odpirajo se vedno nova področja uporabe, zato imajo velik aplikativni pomen za razvoj novih, tehnološko zahtevnih, vendar visoko profitabilnih materialov. Med le-te lahko uvrstimo tudi polimere, polimerne in elastomerne materiale, ki smo jih raziskovali in razvili v okviru programa.

Nekatere raziskave, ki smo jih začeli v okviru prejšnjega programa (tekočerkristalinični polimeri, prepletene polimerne mreže), smo zaključili, nekatere nadaljevali (visoko razvejeni, okoljsko razgradljivi in električno prevodni polimeri), odprli pa smo nova področja biorazgradljivih polimerov in priprave nanodelcev ter polimernih in elastomernih nanokompozitov. Glede na znanstvene rezultate, t.j. objave v najboljših revijah področij, lahko izpostavimo predvsem področja visoko razvejenih polimerov (objave v revijah *Macromolecules*, *Polymer*, *J. Chromatogr. A*, *Macromol. Chem. Phys.*), okoljsko razgradljivih polimerov (*Biomacromolecules*, *Chemosphere*, *Polym. Degr. Stab.*), prepletene polimernih mrež (*Polymer*, *Eur. Polym. J.*) in priprave nanodelcev in nanokompozitov (*Crystal Growth&Design*, *Eur. Polym. J.*). S temi objavami dokazujemo, da se enakovredno vključujemo v mednarodni znanstveni prostor, rezultat pa so vabljeni predavanja na mednarodnih znanstvenih konferencah, sodelovanje pri EU projektih, sodelovanje z mednarodno uveljavljenimi raziskovalnimi skupinami in prijave novih skupnih projektov. V nadaljevanju sledijo poudarki za posamezne sklope raziskav.

Visoko razvejeni polimeri: natančno smo raziskali komercialne visoko razvejene poliestre, HB-PES (Boltorn HX, Perstorp) treh psevdogeneracij z različnim teoretičnim razmerjem jedro/monomer in jih opredelili glede na molsko maso, sestavo in strukturo. Zaradi samokondenzacije monomera kot glavne stranske reakcije pri sintezi teh poliestrov nastajajo visoko razvejene strukture brez jedra, ki močno znižajo povprečja molskih mas v primerjavi s teoretičnimi vrednostmi in vplivajo na lastnosti. To smo prikazali z raziskavami vpliva staranja poliestrov pri različnih temperaturah in časih na reorganizacijo strukture, termične in reološke lastnosti. Čeprav HB polimere v splošnem uvrščamo med amorfne polimere, smo ugotovili, da med staranjem nastane mikrostruktura različne stopnje urejenosti. Termične in reološke lastnosti poliestra so posledica urejanja strukture preko H-vezi med linearnimi sekvencami, ki so v HB-PES prisotne kot nepravilnosti v strukturi. Viri: COBISS.SI-ID 2983962, 3262490, 3409434, 3741722. Objave tega sklopa imajo največje število citacij.

Okoljsko razgradljivi polimeri: strukturo smo analizirali polihidroksialkanoatne kopolimere in terpolimere z NMR visoke ločljivosti (600 MHz) in ESI-MS spektrometrijo. Podrobno smo opisali porazdelitev posameznih monomernih enot in jo korelirali z lastnostmi. Viri: COBISS.SI-ID 2983194, 3544346.

Nanodelci in nanokompoziti: nanodelce in nanožičke ZnO in Cu₂O smo sintetizirali po poliolnem postopku v glikolih. Z ZnO smo pripravili nanokompozite iz polimetilmetakrilata (PMMA) po postopku polimerizacije v masi. Ostanki diola na površini delcev ZnO delujejo kot organofilni modifikatorji in so zato ZnO nanodelci homogeno porazdeljeni po polimerni matrici. Viri: COBISS.SI-ID 3645978, 3589146, 3669018, 3829530. Nanokompozite PMMA/montmorilonit

(PMMA/MMT) smo pripravili z enostopenjsko in situ interkalacijsko polimerizacijo s sočasno potekajočo modifikacijo MMT s kvarterno amonijevo soljo, polimerizacijo MMA in interkalacijo polimera v plasti MMT. Vir: COBISS.SI-ID 3827482.
Ionsko prevodni polimerni kompoziti: razvili smo membrano iz kompozitnega materiala za gorivne celice in jo patentirali. Vir: COBISS.SI-ID 2986522.
Polimeri iz obnovljivih virov: razvili smo metodo za sočasno utekočinjanja lesa in sintezo poliestrov ter jo patentirali skupaj s postopki za sintezo različnih polimerov. Viri: COBISS.SI-ID 1405065, 1405321, 1405577.

ANG

Development of specialty polymers as high performance materials is driven by a number of selected specific applications using advanced technologies. Such new, technologically demanding, small volume, but highly profitable »high-tech« materials are gaining more and more importance. Polymers, polymer and elastomer materials that we have been investigated and developed during the program followed the same goals.

Some of the research topics that were a continuation of our previous research work program were finished (liquid crystalline polymers, interpenetrating polymer networks), some were continued (hyperbranched, environmentally degradable and electrically conductive polymers), while we also started work in several new fields (biodegradable polymers, preparation of nanoparticles and polymer nanocomposites. Regarding scientific results, e.g. papers in the best journals of the scientific field, some topics can be exposed: hyperbranched polymers (Macromolecules, Polymer, J. Chromatogr. A, Macromol. Chem. Phys.), environmentally degradable polymers (Biomacromolecules, Chemosphere, Polym. Degr. Stab.), IPN (Polymer, Eur. Polym. J.) and nanoparticles & nanocomposites (Crystal Growth&Design, Eur. Polym. J.). These contributions rank among the best in international science community and have resulted in invited lectures at international conferences, collaboration in EU projects, collaboration with internationally recognized research groups, and research project applications. Some important emphases follow below:

Hyperbranched polymers: commercially available hyperbranched polyesters, HB-PES (Boltorn HX, Perstorp), of three pseudo-generations with different theoretical core/monomer ratio were characterized with respect to molar mass, composition, and structure. HB structures without a core molecule are formed due to monomer self-condensation as the main side reaction in the synthesis of Boltorn polyesters. They considerably decrease the number average molar masses as compared to theoretical values and influence polyester properties, as demonstrated by investigating the effects of annealing on their structural, thermal and rheological properties. Though HB polymers are generally considered to be amorphous materials, we confirmed that thermal and rheological behavior of HB-PES is a consequence of structural ordering through formation of H-bonds between linear sequences, which are present in the HB structure as defects. Sources: COBISS.SI-ID 2983962, 3262490, 3409434, 3741722. Publications related to this topic have the highest number of citations.

Environmentally degradable polymers: a detailed structural characterization of hydroxyalkanoate copolymers was performed using high resolution NMR and ESI-MS. The distribution of monomer units in the copolymers was correlated to their properties. Sources: COBISS.SI-ID 2983194, 3544346.

Nanoparticles and nanocomposites: ZnO and Cu₂O nanoparticles and nanowires were synthesized by polyol method using various glycols. ZnO particles were further used in the preparation of poly(methyl methacrylate) (PMMA) nanocomposites by polymerization of MMA in bulk. Since residual glycols on the ZnO nanoparticle surface act as organophilic modifiers they are homogeneously dispersed in polymer matrix. Sources: COBISS.SI-ID 3645978, 3589146, 3669018, 3829530. PMMA/montmorillonite (PMMA/MMT) nanocomposites were prepared by one-step in situ intercalative solution polymerization involving simultaneous modification of MMT with quaternary ammonium salts, polymerization of MMA and polymer intercalation into MMT layers. Source: COBISS.SI-ID 3827482.

Ion-conducting polymer composites: we developed and patented a polymer composite membrane for fuel cells. Source: COBISS.SI-ID 2986522.

Polymers from renewable resources: we developed and patented a procedure for simultaneous wood liquefaction and synthesis of polyesters as well as for the synthesis of different polymers. Sources: COBISS.SI-ID 1405065, 1405321, 1405577.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Izvajanje programa je potekalo v sodelovanju z Razvojnim inštitutom podjetja Savatech. Program je pomembno povezan s slovensko kemijsko industrijo, ki ustvarja velik delež narodnega dohodka ravno na področju polimernih materialov (okoli 40% prihodka kemijske industrije), število raziskovalcev in strokovnjakov na tem področju pa žal ne ustreza temu

deležu in je premajhno. Program je bil zasnovan tako, da je ob vključevanju v najbolj aktualne raziskave v svetu, katerih skupni cilj je razvoj novih polimernih materialov z izboljšanimi lastnostmi in večjo sonaravnostjo polimernih materialov, ustvarjal novo znanje, potrebno za napredek slovenske industrije in predvsem za vzgojo kvalitetnih kadrov. V raziskovalno delo skupine so bili vključeni mladi raziskovalci in dodiplomski študenti, ki so se po končanem izobraževanju in pridobljenih akademskih stopnjah kvalificirano vključili v raziskovalno-razvojno delo.

Ob nesporni znanstveni odličnosti raziskav (publikacije v najboljših revijah področij, organizacija največjega evropskega polimernega kongresa EPF 2007 z 800 udeleženci s celega sveta) je iz programa izšlo tudi devet patentov in patentnih prijav, kar kaže na inovativnost rezultatov in usmerjenost raziskav v aplikativno zanimiva področja tako za slovensko kot tudi mednarodno gospodarstvo. Eno od področij (polimeri iz obnovljivih surovin - utekočinjenega lesa) je bilo izbrano za predstavitev na prireditvi Hevrek 2006. Rezultati raziskav programa so bili podlaga za bolj intenzivno sodelovanje z industrijskimi partnerji, s katerimi smo uspešno izvedli nekaj razvojnih, industrijskih, Eureka in COST projektov, dva od teh v okviru sofinanciranja ESRR (Julon, Ljubljana; Savatech, Kranj). K temu so pripomogla tudi precejšnja finančna vlaganja v infrastrukturo (laboratorijski ekstruder, detektor na sipanje svetlobe, elektronski mikroskop na poljsko silo, krio-ultramikrotom). Aktivni smo bili tudi pri aktivnostih grozda Plasttehnika in pri organizaciji delovanja tehnološke platforme Napredni materiali in tehnologije (NaMaT), ki združujeta vizijo in povezujeta razvojne kapacitete industrijskih partnerjev in raziskovalnih inštitucij.

Raziskave v okviru programa so dolgoročno pomembne za številne razvojne cilje Slovenije: spodbujanje konkurenčnosti in gospodarske rasti z racionalizacijo proizvodnje in razvojem novih proizvodov, procesov in tehnologij; varstvo okolja, učinkovita raba energije, izboljšanje kvalitete življenja in zdravja.

ANG

This program has been realized in close collaboration with Savatech's Research & Development Institute. The research program is closely connected to the Slovenian chemical industry, which creates a substantial part of the national income in the area of polymer materials (around 40% of income of the whole chemical industry). Unfortunately, the number of polymer researchers and experts is much smaller than the share of polymer industry in the Slovenian chemical industry. The program was designed to be involved in the most important research activities in polymer science with the goal to develop novel polymeric materials with enhanced properties. Through this work we created new knowledge needed for the progress of the Slovenian polymer industry and especially for the education of high quality specialists in the area. Young researchers (Ph.D. students) and under-graduate students were involved in the research activities of the group to become qualified for a successful entry into the R&D activities in Slovenian industry after their education is finished.

Scientific excellence of the executed research work is manifested in the papers published in the best journals of research fields, two years presidency of the European Polymer Federation in 2006-07 and organization of the largest European Polymer Congress in 2007 with 800 participants from all over the world. Nine patents and patent applications indicate innovative ideas and results confirming our orientation towards applied research. The field of polymers from renewable resources-liquefied wood was presented at fair Heureka 2006. Intensive collaboration with industrial partners has also been established. Several research&development, industrial, Eureka and COST projects were successfully realized, two of them within EU structural funds (Julon, Ljubljana; Savatech, Kranj). This was achieved also due to significant investments into new infrastructure (twin-screw extruder, laser light scattering detector, field-emission electron microscopy, krio-ultramikrotom). In addition, we participated in the activities of the Plasttechnic cluster and technology platform Advanced Materials and Technologies, both joining the vision and development capacities of industrial partners and research institutions. Research activities within the program are of long-term importance for development and economic growth of the Republic of Slovenia: increased competitiveness and economic growth with the production rationalization and development of novel products, processes and technologies; protection of environment, efficient energy consumption, improvement of quality of life and health.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	1

- doktorati	3	2
- specializacije		
Skupaj:	5	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2		
- gospodarstvo	1	2	
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	3	2	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	KUNAVER, Matjaž (ur.). Mednarodni strokovni seminar Barva in premazi, Bled, 21.-22.06.2005. Zbornik referatov. Ljubljana: Kemijski inštitut; Maribor: Društvo koloristov Slovenije, 2005. 1 zv. (loč. pag.), graf. prikazi. ISBN 961-90948-4-0. [COBISS.SI-ID 220896000]	16
2.	KUNAVER, Matjaž (ur.), KLANJŠEK GUNDE, Marta (ur.). 4. mednarodni seminar Barve in premazi = 4th International Seminar Colour and Coatings, 15. in 16. november 2007, Bled, Slovenija. Zbornik razširjenih povzetkov. Ljubljana: Kemijski inštitut, 2007. 72 str., ilustr. ISBN 978-961-6104-09-8. [COBISS.SI-ID 235974656]	16
3.	European polymer congress [also] epf, 2-6 july, 2007, Congress centre Bernardin, Portorož, Slovenia : [urednika Majda Žigon, Matjaž Kunaver]. Ljubljana: Slovenian Chemical Society, 2007. 1 el. optični disk (CD-ROM) [COBISS.SI-ID 28753669]	832
4.	European Polymer Congress [tudi] EPF 2007, Portorož, Slovenia, July 2-6, 2007 [urednika Ida Poljanšek, Majda Žigon]. Ljubljana: Slovenian Chemical Society, 2007. 1 el. optični disk (CD-ROM). Programme and book of abstracts. Ljubljana: Slovenian Chemical Society, 2007. 324 str., ilustr. ISBN 978-961-90731-7-9. [COBISS.SI-ID 233752576]	832
5.	Acta chimica slovenica. Žigon, Majda (član uredniškega odbora 2001--). [Tiskana izd.]. Ljubljana: Slovensko kemijsko društvo: =Slovenian Chemical Society, 1993-. ISSN 1318-0207. http://acta.chem-soc.si/ . [COBISS.SI-ID 14086149]	
6.	Materiali in tehnologije. Žigon, Majda (področni urednik 2000-). Ljubljana: Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, 2000-. ISSN 1580-2949. http://www.imt.si/materiali-tehnologije/ . [COBISS.SI-ID 106193664]	
7.	E-polymers. Žigon, Majda (član uredniškega sveta 2001-). [Online ed., http://www.e-polymers.org/]. [Eltilville]: B. Jung, 2001-. ISSN 1618-7229. [COBISS.SI-ID 2553882]	
8.	IJPAC. International journal of polymer analysis and characterization. Žigon, Majda (član uredniškega odbora 2006-). Lausanne: Gordon and Breach, 1995-. ISSN 1023-666X.	

	[COBISS.SI-ID 655386]	
9.	Surface coatings international, Part B, Coatings transactions. Kunaver, Matjaž (član uredniškega odbora 2001-). Wembley: SURFEX Limited, 2001-2006. ISSN 1476-4865. [COBISS.SI-ID 23326213]	
10.	Pigment & resin technology. Kunaver, Matjaž (član uredniškega odbora 2003-). London: Sawell Publications. ISSN 0369-9420. [COBISS.SI-ID 6575621]	

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	
Skupaj:	1

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

<p>Mednarodni in evropski projekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NANOFUN-POLY, 2004 - 2008, mreža odličnosti v 6. OP EU: "Nanostructured and functional polymer-based materials and nanocomposites", NMP3-CT-2004-500361 - Wheypol, 2002-2004: integrirani projekt v 5. OP EU, Dairy industry waste as source for sustainable polymeric material production, G5RD-CT-2001-00591 - Apollon, 2001-2004: integrirani projekt v 5. OP EU, Advanced PEM Fuel Cells, ENK5-CT-2001-00572 - Nemesis, 2001-2004: razvoj protonsko prevodne polimerne membrane, Naročnik Renault SA Francija - NanoBioPharmaceutics, integrirani projekt v 6. OP EU, 2006-2009: "Nanoscale functionalities for targeted delivery of biopharmaceutics", - COST 868, Functionalization of Renewable Polymeric Materials (2006-2010) - Eureka, 2007-2008: E!4116 - THERMOSET-REUSE; Razvoj novih materialov in aplikacij iz odpada duroplastičnih mas (Kolektor Sikom) - Industrijski projekt s PPG, ZDA: raziskovalno-razvojno sodelovanje, 2005-2006. <p>Bilateralna sodelovanja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Srbija in Črna Gora, 2004-2005: BI-SCG/04-05/31; Biorazgradljivi polimeri - Češka 2005-2006: BI-CZ/05-06/018; Prevodni polimeri s heteroatomi v glavni verigi: sinteza in lastnosti polprevodnih in prevodnih polimernih mešanic in kompozitov - Češka 2007-2008: BI-CZ/07-08/003; Nanostrukturni polimerni kompozitni sistemi za uporabo v sončnih celicah in elektronskih napravah - Velika Britanija, 2005: Partnership in science, PSP 14/2005: A synthesis and characterisation of polymers from renewable sources - Italija 2003-2004: Okoljsko razgradljivi polimerni materiali in plastika v Sloveniji - Hrvaška, 2003-2004: Struktura in dinamika prepletenih polimernih mrež - Hrvaška, 2005-2006: Polimerni nanokompozitni materiali na osnovi montmorilonita - Hrvaška, 2007-2008: Priprava polimernih nanokompozitov s plastovitimi silikati modificirani s polilioni, šifra projekta BI-HR/07-08-039 - Poljska, 2008-2009: Blok-kopolimeri na osnovi polilaktida in poliaminokislin kot nosilci za učinkovine
--

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

- Termo, d.d., industrija termičnih izolacij, Škofja Loka, 2005: Raziskovalno-razvojno sodelovanje
- Kolpa, Proizvodnja in predelava plastičnih mas, d.d., Metlika, 2007, Raziskovalno-razvojno sodelovanje
- Saturnus Embalaža, d.d., Ljubljana, 2003-2004, sodelovanje na področju optimizacije proizvodnih procesov
- Julon, d.d., Ljubljana, 2006-2007, ESRR: MTX - inovativno vlakno prihodnosti
- Savatech, d.o.o., 2006-2007, ESRR: Povečanje konkurenčne sposobnosti izdelkov na osnovi multifunkcionalnih polimernih materialov
- Lek farmacevtska družba, d.d., Ljubljana, 2006-2008, raziskovalno-razvojno sodelovanje
- ZORD, Ljubljana: raziskovalno-razvojno sodelovanje 2007-2008
- Belinka Perkemija, d.o.o., Ljubljana, raziskovalno-razvojno sodelovanje 2008-2009
- Gozdno gospodarstvo Postojna, 2008-2009, raziskovalno-razvojno sodelovanje
- CRP Znanje za varnost in mir, 2006-2010, M2-0106: Samočistilni fotokatalitski premazi in prevleke
- CRP Konkurenčnost Slovenije 2006-2013: Slovenija in prehod na ekonomijo vodika (akronim SPEV) 2007-08, V1-0297:

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

- Člani programske skupine sodelujemo v naslednjih povezavah gospodarskih (proizvajalci, predelovalci in/ali uporabniki polimernih materialov) in raziskovalno-izobraževalnih organizacij:
- Grozd "Plasttehnika"
 - Tehnološka platforma "Napredni materiali in tehnologije", NaMaT
 - Tehnološka mreža "Inteligentni polimerni materiali in pripadajoče tehnologije", IPMT
- Člani programske skupine sodelujemo v naslednjih pomembnih gospodarskih in državnih telesih:
- M. Žigon in T. Kos: Svet za konkurenčnost, 3. razvojna skupina za materiale in nanotehnologije, 2008
 - A. Kržan: Komisija za oceno vlog, Tehnološki park Ljubljana, 2008
 - M. Huskić: predsednik SIST/TC PMA Polimerni materiali in izdelki, 2001-2007
 - M. Žigon: predsednica Evropske polimerne federacije, 2006-2007
 - M. Žigon: predsednica Sekcije za polimere Slovenskega kemijskega društva, 2000-2008
 - M. Žigon: članica znanstvenega sveta mreže odličnosti v 6. OP EU Nanofun-poly, 2006-2007
 - M. Žigon: nacionalna predstavnica v IUPAC, Polimerna sekcija, 2008-2009

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Izid učnega gradiva o polimerih s slovensko znanstveno terminologijo
Opis	Tekst obravnava osnovne značilnosti polimerov (sestava, struktura, reakcije polimerizacije), lastnosti polimerov, pomembnejše tehnike za njihovo karakterizacijo ter sistematično opisuje značilnosti najpomembnejših predstavnikov polimerov. Je učno gradivo za študente kemijskega inženirstva in kemije, pa tudi drugih študijskih usmeritev.
Objavljeno v	ŽIGON, Majda. Uvod v polimere : zapiski predavanj. Ljubljana: Kemijski inštitut, 2006. IV, 133 str., graf. prikazi
COBISS.SI-ID	3450394

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	Utekočinjeni les kot surovina za pripravo polimerov
Opis	Uporaba biomase je pomemben del trajnostnega vidika novih polimernih materialov. Ena novejših metod je utekočinjenje lesa in drugih lignoceluloznih biomas ter uporaba produktov za pripravo novih polimerov.

	Na to temo so imeli sodelavci programske skupine nekaj intervjujev v časnikih in na radiu.
Objavljeno v	KUNAVER, Matjaž, TIŠLER, Vesna, KRŽAN, Andrej. Gorivo in surovina, ki nadomešča nafto : uporabnost utekočinjenega lesa. Delo (Ljubl.), 25. jan. 2007, leto 49, št. 20, str. 17. KUNAVER, Matjaž. Plastika bo v prihodnje "lesena" : v sintezi polimerov lahko del surovin nadomestimo z obnovljivimi viri. Finance, 27. okt. 2008, št. 207, str. 30. KUNAVER, Matjaž. Utekočinjeni les iz gozdov : oddaja Pogledi na sodobno znanost. Ljubljana: Radio Slovenija 3, program ARS, 21. jan. 2008.
COBISS.SI-ID	3911706

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Organska kemijska tehnologija I
	Vrsta študijskega programa	univ.; kemijsko inženirstvo
	Naziv univerze/fakultete	Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani
2.	Naslov predmeta	Tehnologija plastike
	Vrsta študijskega programa	univ.; industrijsko oblikovanje
	Naziv univerze/fakultete	Akademija za likovno umetnost in oblikovanje, Univerza v Ljubljani
3.	Naslov predmeta	Struktura in stereokemija polimerov
	Vrsta študijskega programa	podiplomski; kemijska tehnologija, materiali
	Naziv univerze/fakultete	Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani
4.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	
5.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	
6.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	

	Naziv univerze/ fakultete	
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	Izboljšanje delovanja administracije					

G.04.03.	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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar¹⁵

Program dela, ki smo si ga zastavili v prejšnjem programskem obdobju, smo uspešno realizirali z dosežki, ki so mednarodno priznani. Tako smo postavili trdno osnovo za nadaljevanje kvalitetnega raziskovalnega dela na trenutno najbolj aktualnih področjih polimerov, polimernih in elastomernih materialov. Rezultati in vpetost v domačo in mednarodno znanstveno in razvojno sfero dokazujejo, da so bili naša vizija za razvoj področja, program in cilji dela realni. Raziskovalni program je bil zastavljen multidisciplinarno in s sodelovanjem raziskovalca iz industrije, nova znanja pa so pomembna za trajnostni razvoj tako v mednarodnem merilu kot tudi za domače okolje. V raziskovalno delo so bili vključeni mladi raziskovalci in dodiplomski študenti, ki so se po zaključenem usposabljanju kvalificirano vključili v raziskovalno-razvojno delo.

Sodelavci programske skupine smo organizirali ali sodelovali pri organizaciji seminarjev in konferenc s področja polimerov in polimernih materialov in na ta način prispevali k vseživljenskemu izobraževanju strokovnjakov na tem področju.

Raziskave v okviru programa so dolgoročno pomembne za številne razvojne cilje Slovenije: spodbujanje konkurenčnosti in gospodarske rasti z racionalizacijo proizvodnje in razvojem novih proizvodov, procesov in tehnologij; varstvo okolja, učinkovita raba energije, izboljšanje kvalitete življenja in zdravja.

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, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

	zastopniki oz. pooblaščenice osebe
--	------------------------------------

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

vodja raziskovalnega programa		raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Majda Žigon	in/ali	Kemijski inštitut
		SAVATECH družba za proizvodnjo in trženje gumenotehničnih proizvodov in pnevmatike d.o.o.

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/241

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a