

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/176



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0030
Naslov programa	Razvoj materialov po sol-gel postopkih in njihova uporaba v sistemih za izkoriščanje nekonvencionalnih virov energije Development of materials using sol-gel procedurs and their application in systems for exploitation of unconventional energy sources
Vodja programa	2565 Boris Orel
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)	42873
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	104 Kemijski inštitut 1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.04 Kemija
Družbeno-ekonomski cilj	05. Energija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Program je bil usmerjen v razvoj sol-gel postopkov za izdelavo materialov z visoko dodano vrednostjo in relativno enostavno uporabo, saj sol-gel postopki ne zahtevajo niti vakuuma, niti ekstremnih pogojev kot so visoka temperatura in tlaki ter odsotnost atmosfere.

Izpopolnili smo sintezo poliedričnih silsekvioksanov (nadalje POSS) ter njihovo sintezo tudi patentirali. Te spojine so se pokazale primerne za izdelavo različnih tankih prevlek, premazov za sončne absorberje, elektrod v elektrokromnih sklopih, trdnih in poltrdnih elektrolitov za Graetzlove celice in elektrokromne sklope ter za izdelavo različnih premazov z vodo in olje odbojnimi lastnostmi. Potrdili smo uporabnost sol-gel materialov tudi na komercialnih produktih, kot so to absorberji, na katere smo s pomočjo coli-coating postopka nanašali premaze, pri katerih smo dosegli oplaščenje pigmentov s pomočjo silanov (*patent: SI 23002 (A), 2010-09-30*. Ljubljana) ter patent tudi prodali nemškemu podjetju sončnih absorberjev Alanod. Med posebne dosežke sodi izdelava premazov, katerih komponente (vezivo in dispergator) so v celoti osnovane na sol-gel materialih (*patentna prijava: WO2013/158049 (A1), 2013-10-24*.). Pokazali smo tudi, da so uporabljeni pristopi uporabni za izdelavo drugih energetsko učinkovitih premazov, kot so to premazi za znižanje temperature objektov (cool paints).

Pomembne napredek smo naredili pri tankih plasteh, ki služijo za izdelavo elektrokromnih pametnih (*smart*) oken in naprav. Pokazali smo, da se s preprosto tehniko mletja pigment oprasči s silani ali usteznimi dispergatorji in nato tvori tanke plasti, na primer nikljevega oksida. Pri teh plasteh v procesih oksidacije in redukcije, ki vodita k spremembi prepustnosti teh plasti za svetlobo, ni potrebna interkalacija/deinterkalacija litijevih ionov, temveč za oksidacijo in redukcijo poskrbi ustrezna elektronska prevodnost nikljevega oksida, ki jo je material pridobil zaradi ustrezne sinteze. Uporaba sol-gel pristopov je odprla tudi možnosti izdelave trdnih in poltrdnih (gelskih) litijevih in jodidnih elektrolitov, pomembnih za razvoj Graetzlovih fotocelic (jodidni), elektrokromnih sistemov (litijevi, jodidni) in seveda tudi litijevih baterij (litijevi). Pomemben dosežek je uporaba sol-gel tankih prevlek za doseganje vodo in olje odbojnosti tekstilij. Švilne objave, ki jih imamo skupaj s prof. dr. B. Siemončič (NTF, Tekstilna fakulteta, UL) po pokazale velik interes svetovne znanstvene javnosti za naše raziskave, kar potrjuje pravilno usmerjenost programa v razvoj sol-gel materialov. Podobno velja tudi za izdelavo različnih pigmentov (na primer ZnO) ter premazov za tiskarske tehnike.

ANG

This programme was focused on the development of sol-gel materials known to have a distinguished added value, because their production and fabrication does not need elaborate techniques such vacuum deposition or extreme conditions like high temperature, various pressures etc.

The main focus was given to the synthesis and application of polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) that were also patented (patent *AT 509428 (B1), 2014-09-15*, Wien). POSS are the smallest nanocomposites in nature with polyfunctionality, enabling their use in many practical materials, such as thin films for solar absorbers, electrodes for electrochromic devices, solid and semi-solid electrolytes for Graetz cells and electrochromic windows and as additives for making water and oil repellent coatings. All mentioned application areas were tested and materials properties published in public. The use of the silane based materials was confirmed by their application in practice as solar absorber coatings, where the dispersion of the pigments was achieved by using silanes and POSS molecules (*patent: SI 23002 (A), 2010-09-30*, Ljubljana). This patent was sold to German company Alanod. We demonstrated that the sol-gel approach provided many other coatings such as cool paints suitable for decreasing surface temperatures of the building roofs.

A large part of our activities were devoted to the development of electrochromic thin pigment

coatings. The most relevant result was the finding that the change of transmittance took place without insertion of lithium ions in the case of nickel oxide pigment coatings. The use of sol-gel approaches opened the possibility for the production of solid and semi-solid (gelled) lithium and iodide electrodes, important for the development of Graetzel photocells (iodide), electrochromic systems (lithium, iodide) and also lithium batteries (lithium). Important achievement is the use of sol-gel impregnation for various fabrics leading to water and oil repellency. Numerous publications, which we have together with prof. Dr. B. Simončič (NTF, Textile faculty, UL), met high interest of scientific world for our investigations. This confirms that the direction towards development of sol-gel materials is the right one. Similar achievements were also made in the field of development of various pigments (for instance, ZnO) and applications in printing industry.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)²

SLO

Tekom vseh petih let programa so raziskave potekale v okviru petih tematskih sklopov.

S sol-gel postopki smo pripravili različne multifunkcionalne produkte iz sintetiziranih ustrezno funkcionaliziranih sol-gel prekurzorjev. V letu 2009 smo zaključili sodelovanje v EU projektu Apollon-B, v katerem smo razvijali hidrofobne sol-gel membrane za gorivne celice. Za EU projekt Innoshade smo sintetizirali serijo dvostransko alkoksilisil-funkcionaliziranih imidazolijevih ionskih tekočin, ki so omogočale njihovo *in situ* polimerizacijo v elektrokromnih sklopih. Poleg razvoja teh semi-trdnih elektrolitov z ionsko prevodnostjo do reda velikosti 10^{-3} S/cm smo v okviru EU projekta Innoshade razvijali tudi oksidne nasprotne tanke plasti, predvsem nizkotemperaturne, ki so primerne tudi za njihovo nanašanje na polimerne, torej temperaturno neobstoječe fleksibilne substrate (Ni_{1-x}O , TiO_2 , WO_3). Za inovacijo dvostopenjskega postopka za pripravo takšnih plasti Ni_{1-x}O smo prejeli 2. nagrado na 7. slovenskem forumu inovacij. Delo na področju sol-gel prekurzorjev so pomembno zaznamovale še raziskave protikorozijskih prevlek za elektronska vezja (projekt MNTERA.NET BONACO) in druge kovine/zlitine. Različne sintetizirane sol-gel prekurzorje smo testirali glede na možnosti za impregnacijo tekstila, pri čemer smo dosegli izredno učinkovitost impregnacij ter pomembno prispevali pri razvoju tehnik nanašanja in karakterizacije, o čemer priča tudi visoka citiranost teh člankov. Pri vseh materialih smo veliko pozornosti posvetili razvoju analitskih tehnik. Izpostavili bi predvsem razvoj različnih *in situ* in *ex situ* IR in Ramanskih spektroelektrokemijskih meritev, ki so nam omogočile neposreden vpogled v procese interkalacije/deinterkalacije ter določanje degradacijskih procesov pri protikorozijskih plasteh. Intenzivno smo razvijali tudi študij sol-gel procesov z reološkimi meritvami, kar je v zadnjem času omogočilo npr. neposredno korelacijo viskoelastičnih lastnosti gelov in njihove prevodnosti.

ZnO nanodelci. V okviru tega sklopa raziskav smo študirali nastanek ZnO in večplastnega mikrosferičnega hidrocinkita ZnHC, kot prekurzorja za sintezo ZnO. Ugotovili smo, da poteka mehanizem rasti teh delcev predvsem po neklasičnem konceptu in da kristalizacija poteka s povezovanjem nanogradnikov (510 nm) v večje urejene kristalne mikrostrukture, kar smo dokazali s kombinacijo *in situ* SAXS metode in *ex situ* elektronske mikroskopije ter modelom delnega naboja (PCM). Pokazali smo, da imajo delci ZnO, dobljeni s precipitacijo v raztopini, skupno mikrostrukturo, ki je sestavljena iz dveh skoraj identičnih heksagonalnih delov. S podrobno TEM mikroskopijo smo ugotovili, da je na stiku obeh paličastih delov, tj. v ravninski napaki bazalne ravnine, prisotna ena atomska plast silicija in da je stik obeh delcev inverzna meja, saj so polarne

osi ravnin v obeh delcih orientirane v smeri glava glava.

Tiskarski materiali. Pripravili smo elektroprevodne polimerne nanokompozite z namenom, da povečamo njihovo prevodnost, ki je odvisna od stopnje polimerizacije in od lastnosti prevodnega ogljika. Ugotavljali smo obstojnost in temperaturno reverzibilnost termokromnih tiskarskih barv v povezavi z njihovimi barvnometričnimi lastnostmi. Razvijali smo tudi fotokromne indikatorje, ki delujejo na osnovi fotokatalitsko aktivnih snovi in določili spremembo barve v odvisnosti od obsevanja s sončno svetlobo. Pripravili smo nekaj uklonskih mrežic, proučili možnosti replikacije. Pokazali smo, da je goniospektrofotometrične odbojnosti mogoče uporabiti za enoličen zapis videza različnih površin.

Spektralno selektivne barve. Delo na področju razvoja spektralno selektivnih barv se je v obdobju 2009-2014 izrazilo predvsem v močnem sodelovanju z industrijo, tako domačimi (Helios), kot tujimi partnerji (Alanod, Nemčija; Brightsource, Izrael; Aventa, Norveška) in tudi komercializacijo pripravljenih premazov. Tako smo v letu 2010 nemškemu podjetju Alanod prodali dva slovenska patenta, ki smo jih razvili na Kemijskem inštitutu, in skupaj prijavili evropski patent, Alanod pa te barve proizvaja na Kitajskem. S podjetjem Aventa smo sodelovali pri razvoju barv za polimerne sončne kolektorje, predvsem v okviru MATERA ERA.NET projekta Multifuncoat. Intenzivno delo na področju spektralno selektivnih barv pa je privedlo še do sodelovanja z izraelskim podjetjem Brightsource, za katero smo pripravili premaz za naslednjo generacijo koncentratorskih sončnih elektrarn (100 MW). Razvili smo tudi postopke za določevanje življenjske dobe premazov, ki so se pokazali uporabni tudi za bodoče delo za izraelsko podjetje Brightsource ter metrološkega EU projekta Necso, kjer je naša naloga testiranje stabilnosti kermetnih selektivnih plasti in izdelava ustreznega računskega postopka za oceno življenjske dobe v visokotemperaturnih vakuumskih sprejemnikih za pridobivanje električne energije (podjetje Aries, Španija).

Razgradnja okolju škodljivih spojin. Osredotočili smo se na obstojnost izbranih škodljivih spojin v okolju, njihove fotokemijske pretvorbe, identifikacijo razgradnih produktov ter strupenost za različne testne organizme. Raziskavo smo nadgradili z ugotavljanjem primernosti različnih AOP za odstranjevanje le-teh iz okolja.

Pesticide (CAP) in njihove razgradne produkte (IMP, TCP, 6-CNA) smo študirali v fotoreaktorjih s simulirano svetlobo, reakcije kloriranja pa pod dezinfekcijskimi pogoji. Razgradnjo smo spremljali z HPLC-DAD oz. MS in nekatere od razgradnih produktov tudi sintetizirali in analizirali z IR in NMR. Strupenost smo ugotavljali z uporabo različnih testnih organizmov.

Z uporabo imobiliziranega TiO₂ smo učinkovito razgradili tri neonikotinoide, pri čemer smo dokazali, da se tiametoksam pretvarja v klotianidin. Študirali smo tudi možnost uporabe ozonacije za čiščenje odpadnih vod iz frizerskih salonov. Rezultati so pokazali visoko stopnjo razbarvanja in mineralizacije kot tudi znižanje KPK in strupenosti.

Dodatna sredstva

KI

Glede na dodeljena sredstva smo raziskave razširili v smeri preverjanja, kakšna je uporabnost nekaterih eksperimentalnih metod, ki smo jih začeli uvajati v lanskem letu. To je predvsem uporaba Ramanske spektroskopije v kombinaciji z AFM tehniko, s pomočjo katere smo ugotavljali porazdelitev posameznih zvrsti v kompozitnih plasteh. To je odprlo različna področja, in sicer študij korozijskih zaščitnih prevlek, pa tudi drugih različnih multifunkcionalnih prevlek, narejenih po sol-gel postopkih. Obstoječo tehniko smo že uspeli nadgraditi *in situ*

Ramansko spektroelektrokemijo, vendar vse možnosti sočasne uporabe elektrokemijske in spektroskopske tehnike še niso poznane. Tako smo z dodeljenimi sredstvi pripravili dodatne *in situ* celice s pomočjo katerih smo opredelili najprimernejšo geometrijo elektrod (delovna, referenčna, nasprotna) za absolutne meritve korozijskih potencialov, poleg tega pa tudi vpliv manjšega volumna elektrolita, ki dopušča fokusacijo vzbujevalnega laserskega žarka na merjeno prevleko. S pomočjo Ramanskih spektrov smo izluščili morfologijo korozijskega razpada in s tem razpoznavali vrsto korozijskega razpada v odvisnosti od elektrolita in kovine/zlitine pri posameznih prevlekah. Meritve morfologije korozijskih razpadnih produktov smo nadgradili z uporabo *in situ* AFM tehnike, ki je bila do sedaj redko uporabljena v svetovni literaturi. *In situ* spektroelektrokemija je uporabna tudi za študij mehanizma interkalacije/deinterkalacije elektrokromnih materialov, kjer smo nadaljevali s pripravo pigmentnih plasti.

Čeprav so reološke študije v našem laboratoriju do sedaj bile omejene predvsem na reševanje problematike premazne industrije, smo v zadnjem letu pričeli z uporabo reoloških meritev še za raziskave reoloških lastnosti različnih elektrolitov na osnovi organsko-anorganskih hibridnih materialov, med njimi tudi alkoksisilil-funkcionaliziranih ionskih tekočin. Pri utrjevanju sol-gel ionskih tekočin pride do utrjevanja in gelacije, časovni potek tega procesa pa moramo nujno poznati za tehnološko uporabo elektrolitov v baterijah in elektrokromnih celicah. Končni namen teh raziskav je poznavanje tehnoloških parametrov, t.j. časa gelacije, ki daje plasti elektrolita z optimalnimi prevodnostnimi lastnostmi, kar se odraža na delovanju tako litijevih celic kot tudi elektrokromnih sistemov.

Na področju premazov za solarne sisteme smo nadaljevali z izdelavo prevlek (tankih in debelih) po mokrih postopkih za ravne (ploščate) in nizkotemperaturne ter visokotemperaturne sončne absorberje. Tako smo za tuje partnerje še nadalje razvijali spektralno selektivne barve (Alanod, Nemčija; Aventa, Norveška) in spektralno neselektivne visokotemperaturno obstojne barve (Brightsource, Izrael), z namenom razumevati degradacijske mehanizme, do katerih pride tekom njihove življenjske dobe. V ta namen smo tudi izdelali novo metodologijo, ki temelji na izokonverzni (*model free*) kinetiki, ki pri oceni življenjske dobe upošteva tudi vmesne razpadne produkte, ki jih po ustaljenih postopkih, ki so do sedaj v uporabi (IEA Task 10), ni mogoče upoštevati.

Ramansko spektroskopijo smo uporabili tudi za raziskovanje oksidacije kermetnih plasti, katerih stabilnost je ena od glavnih usmeritev EU projekta NECSO. Ploskovne Ramanske posnetke (*Raman imaging*) kermetnih plasti smo uporabili za opredelitev oksidacijske korozije teh plasti, podvrženih različnim obremenilnim testom, in sicer pri različnih parcialnih tlakih kisika in temperaturah izpostave. Dobljene podatke smo uporabili za izračun napovedi življenjske dobe kermetnih plasti v vakuumskih visokotemperaturnih sprejemnikih za pridobivanje elektrike. Tovrstni eksperimenti so pomemben prispevek k razumevanju propadanja teh materialov.

UNG

Izboljšava fotokatalitskih lastnosti TiO_2 s pomočjo vključevanja Ni v sistem, z namenom, da se izdelajo delci TiO_2 pigmenta, ki so oplaščeni s tanko prevleko nekaterih oksidov prehodnih kovin, predvsem nikljevega oksida (*core-shell nanoparticles*). Za izdelavo omenjenih nanokompozitov bomo uporabili mokre depozicijske postopke na osnovi sol-gel kemije v kombinaciji z mehanskim mletjem mešanice TiO_2 v raztopini (solu) prekurzorjev kovinskih alkoxidov in ustreznih soli. Tako je že znana kombinacija TiO_2 -Ni(OH) $_2$, ki se je izkazala kot odličen material za pridobivanje vodika iz ustreznih topil. Preverili smo tudi učinkovitost tovrstnih materialov za pridobivanje prevlek s fotokatalitskim učinkom.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev²

SLO

Zastavljeni cilji programa so bili realizirani v celoti na vseh petih tematskih sklopih. Glede na povezavo z industrijo in prenosom znanja in tehnologije izstopa področje spektralno selektivnih barv za sončne zbiralnike. Intenzivno sodelovanje je privedlo do prodaje dveh slovenskih patentov nemškemu podjetju Alanod in skupne prijave

evropskega patenta (WO2013/158049 (A1), 2013). Ta prenos znanja v industrijo je bil nagrajen z več nagradami (Puhova nagrada, nagrade za inovacijo,...(Priloga 1)), v podjetju Alanod pa ga na industrijski liniji že nanašajo na aluminijevo pločevino. Omeniti velja tudi sodelovanje z norveškim podjetjem Avento, pri katerem se je izkazalo, da lahko spektralno selektivne premaze, razvite na KI, uspešno apliciramo tudi na polimerne sončne zbiralnike. Izkušnje na področju razvoja spektralno selektivnih barv smo nadgradili s sodelovanjem z izraelskim podjetjem Brightsource, ki je v celoti financiral dva projekta s področja razvoja barv, ki bi bile primerne za uporabo v novi generaciji koncentratorskih sončnih elektrarn (100 mW), trenutno, v letu 2014, pa je začel financirati še projekt za testiranje življenjske dobe spektralno selektivnih plasti. Študij stabilnosti spektralno selektivnih plasti pa poteka tudi v okviru EU projekta Necsos. Intenzivno sodelovanje v Necsos EU projektu in s podjetjem Brightsource je sicer odprlo novo področje študija stabilnosti premazov, je pa to seveda šlo na račun osnovnih raziskav, predvsem števila objav. Tudi prijava patenta WO2013/158049 (A1) je kar za dve leti onemogočila objavo rezultatov s tega področja, čeprav je bil omenjeni sol-gel premaz že nanešen na Alanodovi liniji pod industrijskimi pogoji.

Tudi na vseh ostalih področjih smo razvili različne multifunkcionalne materiale, ki so se izkazali s svojo učinkovitostjo. Posebno bi izpostavili sol-gel tanke plasti za korozijsko zaščito aluminijeve zlitine AA 2024 za letalsko industrijo in elektronskih vezij (projekt MENTERA.NET BONACO). Za študij teh protikorozijskih materialov smo uporabili različne analize postopke (IR, Raman, ²⁹Si NMR, SEM,...), med katerimi je potrebno izpostaviti uporabo IR refleksijsko-absorpcijske spektroskopije pod kotom oplazenja, ki je dala podatke o interakcijah med aktivnimi skupinami sol-gel plasti ter kovinskim substratom. Podobne postopke smo tudi uporabljali za študij tekstilnih impregnacij ter s tem razširili uporabo sol-gel materialov tudi v področje tekstilij.

Ekstenzivna uporaba analiznih postopkov se je pokazala kot koristen pristop za študij fotorazgradnje CAP ter za določevanje reaktivnosti spojin, ki se tvorijo pri fotokemijskih procesih v teh spojinah, kar smo korelirali z njihovo strupenostjo, ugotovljeno s testi, narejenimi z vodnimi bolhami in črvi.

Nove analize pristope smo tudi koristno uporabili za določevanje interakcij med sol-gel dispergatorji in različnimi nanodelci.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014⁴

SLO

V letih od 2009 in 2014 ni bilo sprememb glede na znanstvene raziskave in predvideno sodelovanje z industrijo, ki je bilo navedeno v predlogu tega programa.

Spremembe v skupini so se dogajale le v primeru, ko so mladi raziskovalci po zaključku študija prešli v nova delovna razmerja na drugih organizacijah. Ti prehodi so navedeni v točki 11 tega poročila.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	5188890	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv ZnO vsebnosti, stabilnosti in morfologije na kinetiko fotokatalitske razgradnje kofeina in resazurina
		ANG	The impact of ZnO load, stability and morphology on the kinetics of the photocatalytic degradation of caffeine and resazurin
			Cinkov oksid (ZnO), z različnimi morfologijami smo sintetizirali

	Opis	SLO	<p>solvotermalno z različnimi tehnikami. Voda, 1-butanol in etilenglikol so bili uporabljeni kot topila, pri temperaturi od 90 do 120 °C. Resazurin in kofein sta bila uporabljena za vrednotenje fotokatalitske aktivnosti vseh pripravljenih vzorcev (zlasti primerjanje ZnO s komercialnim titanovim dioksidom P25, Evonik Degussa) z uporabo UV spektroskopije. Sestava, kristaliničnost, in morfologija pripravljenih materialov, so bile ugotovljene s FTIR, XRD, TEM in tehniko FEGSEM. Izmerili smo energetske reže Eg dobljenih polprevodnikov, specifično površino (BET) in poroznost pripravljenih delcev. Velikost kristalov smo določili in ugotovili, da ima pomembno vlogo pri fotokatalizi, ki se je povečala z manjšanjem velikosti delcev. Pri povečani agregaciji smo ugotovili nasprotni učinek. Morfologija delcev je močno vplivala na fotokatalitski proces.</p>
		ANG	<p>Zinc oxide (ZnO) powders with diverse morphologies were synthesized with various solvothermal techniques. Water, 1-butanol and ethylene glycol were used as the solvents, while the temperature of the solvothermal synthesis was varied from 90 to 120 °C. Resazurin and caffeine were used for the evaluation of the photocatalytic activity of all the prepared samples, and in particular, to compare ZnO with commercial titanium dioxide photocatalytic material (P25, Evonik Degussa) using UV-vis spectroscopy. The composition, crystallinity, and morphology of the prepared materials were investigated with FTIR, XRD, TEM and FEGSEM techniques. The band gaps of the obtained semiconductors were measured because the band gap of hydrozincite, determined in this study to be 4.1 eV, has not been reported previously. The specific surface area (BET) and the porosity of the prepared particles were estimated. The crystal size in one dimension was estimated and was found to play an important role in the photocatalytic activity, which increased with a smaller size. A higher degree of aggregation caused the opposite effect. Thus, a more aggregated material with a larger surface area than a less aggregated one exhibited a lower photocatalytic activity. The particle morphology strongly influenced the photocatalytic process.</p>
	Objavljeno v	Elsevier; Applied catalysis. B, Environmental; 2013; Vol. 136/137; str. 202-209; Impact Factor: 6.007; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.798; A'': 1; A': 1; WoS: EI, IH, II; Avtorji / Authors: Bitenc Marko, Horvat Barbara, Likozar Blaž, Dražič Goran, Crnjak Orel Zorica	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	5335578	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Primerjava elektrokromnih lastnosti Ni _{1-x} O v litijevih elektrolitih in elektrolitih brez litijevih ionov: od Ni _{1-x} O pigmentnih plasti do fleksibilnih elektrokromnih sklopov
		ANG	Comparison of electrochromic properties of Ni [sub] 1-xO in lithium and lithium-free aprotic electrolytes
	Opis	SLO	<p>Poročamo o dvostopenjski proceduri za pripravo nizkotemperaturnih Ni_{1-x}O pigmentnih prevlek z nizko motnostjo, ki so primerne za fleksibilne substrate. S to proceduro najprej pripravimo Ni_{1-x}O pigment iz nikljevega acetata in H₂O₂-urea raztopine in uporabimo termično obdelavo pri 400°C. Tako pripravljene pigmentne prevleke smo mleli s cirkonijskimi sferami v vodi in mešanici voda-nikljev oksihidroksi precipitat, ki sočasno delujeta kot dispergator in vezivno sredstvo. Pripravljene suspenzije smo nanosili s tehniko vrtenja na FTO stekla ali fleksibilne ITO-PET folije in plasti tretirali pri 150 °C. Potencialno ciklanje smo izvedli v LiClO₄/propilen karbonat in TBA⁺ triflat/propilen karbonat elektrolitih, kar je pokazalo, da pigmentne prevleke izkazujejo elektrokemijsko in elektrokromno aktivnost tudi v elektrolitu brez litijevih ionov. Poleg tega so variacije v oksidacijskih in redukcijskih pikih pri različnih hitrostih preleta potenciala potrdile prisotnost</p>

		površinskih elektrokemijskih reakcij.	
	ANG	The article reported the two-step procedure for the preparation of low-temperature Ni _{1-x} O pigment coatings with low haze appropriate for flexible substrates. With this procedure, first, the Ni _{1-x} O pigment was prepared from nickel acetate reacting with H ₂ O ₂ -urea solution and using thermal treatment at 400°C. The so-prepared pigment was milled with zirconia beads in water or water with added nickel oxyhydroxy precipitate acting simultaneously as the dispersant and coating binder. The prepared suspensions were spin coated on FTO glass or flexible ITO-PET foils, respectively, and cured at 150 °C. Potential cycling was performed in LiClO ₄ /propylene carbonate and TBA+ triflate/propylene carbonate electrolytes, revealing that the pigment coatings exhibited electrochemical and electrochromic activity also in lithium free electrolyte, while variations of the oxidation and reduction reaction peaks at various scan rates confirmed the presence of surface electrochemical reactions.	
	Objavljeno v	North-Holland;Elsevier Science; Solar energy materials and solar cells; 2014; Vol. 120, Pt. A; str. 116-130; Impact Factor: 5.030;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; A': 1; WoS: ID, PM, UB; Avtorji / Authors: Mihelčič Mohor, Šurca Vuk Angela, Jerman Ivan, Orel Boris, Švegl Franc, Moulki Hakim, Faure Cyril, Campet Guy, Rougier Aline	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	4830746	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	POSS ionske tekočine kot elektroliti za hibridne elektrokromne naprave
		ANG	POSS based ionic liquid as an electrolyte for hybrid electrochromic devices
	Opis	SLO	The main objective of this study was to broaden the assortment of I-/I ₃ redox ionic liquids using polyhedral oligomeric silsesquioxanes (PaSS) acting as nanobuilding blocks for the construction of functionalized 1,3-alkylimidazolium iodide solid (melting temperature ISD-200°C) and room temperature (RT) ionic liquids. The structural characteristics of the synthesised final ionic liquids and the corresponding intermediates were determined using ¹ H, ²⁹ Si NMR and infrared spectroscopic measurements. Raman spectra were next reported, in order to demonstrate the presence of polyiodides formed after the addition of iodine and the formation of redox electrolytes. Ionic conductivity values obtained from the impedance (EIS) spectra were determined in the temperature interval from room temperature up to 100°C. Finally, a hybrid electrochromic cell was constructed from room temperature MePrIm+Ix-I ₀ 7T8 pass (x= 1, 1.2, 3 and 5) ionic liquids encapsulated between a lithiated W ₀ 3 working and Pt counter-electrode, and colouring-bleaching changes assessed for cells cycled up to 1000 repetitive cycles.
		ANG	The main objective of this study was to broaden the assortment of I-/I ₃ -redox ionic liquids using polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) acting as nanobuilding blocks for the construction of functionalized 1,3-alkylimidazolium iodide solid and room temperature ionic liquids. The structural characteristics of the synthesised final ionic liquids and the corresponding intermediates were determined using ¹ H, ²⁹ Si NMR and IR spectroscopy. Raman spectra were next reported, to demonstrate the presence of polyiodides formed after the addition of iodine and the formation of redox electrolytes. Ionic conductivity values obtained from the impedance spectra were determined in the temperature interval from room temperature to 100°C. Finally, a hybrid electrochromic cell was constructed from room temperature MePrIm+I-xI ₀ 7T8 (x= 1, 1.2, 3 and 5) ionic liquids encapsulated between a lithiated W ₀ 3 working and Pt counter electrode, and colouring-bleaching changes assessed for 1000 cycles.
			North-Holland;Elsevier Science; Solar energy materials and solar cells;

	Objavljeno v	2011; Vol. 95, iss. 12; str. 3472-3481; Impact Factor: 4.542; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.27; A': 1; WoS: ID, PM; Avtorji / Authors: Čolović Marija, Jerman Ivan, Gaberšček Miran, Orel Boris	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	4133146	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Strukturne lastnosti in protibakterijski učinek hidrofobnih in oleofobnih sol-gel prevlek za bombažne tkanine
		ANG	Structural properties and antibacterial effects of hydrophobic and oleophobic sol-gel coatings for cotton fabrics
	Opis	SLO	Raziskali smo omakalne lastnosti hidrofobnega bis-ureapropyl-trietoksisililpropil-terminiranega polidimetilsiloksanskega 1000 (PDMSU) sol-gel hibrida, ki tvori pralno obstojne vodoodbojne apreture na bombažnih tkaninah. Dodatek 1H,1H,2H,2H-perfluorooktiltrietoksisilana (PFOTES) k PDMSU daje nizko energijske prevleke na aluminiju. Regenerativna narava olje- in vodoodbojnih lastnosti pranih apretur iz PDMSU-PFOTES je pripisana površinski mobilnosti T8 PFOTES poliedrov.
		ANG	We described the wetting properties of the hydrophobic bis-ureapropyl-triethoxysilylpropyl-terminated polydimethylsiloxane 1000 (PDMSU) sol-gel hybrid, which forms washing-resistant water repellent finishes on cotton fabrics. The addition of 1H,1H,2H,2H-perfluorooctyltriethoxysilane (PFOTES) to PDMSU resulted in a low-energy surface on aluminum. The regenerative nature of the water- and oil repellent properties of washed PFOTES-PDMSU finished cotton fabrics was attributed to the surface mobility of the T8 PFOTES based polyhedra.
	Objavljeno v	American Chemical Society; Langmuir; 2009; Vol. 25, issue 10; str. 5869-80; Impact Factor: 3.898; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.034; A': 1; WoS: DY, EI, PM; Avtorji / Authors: Vilčnik Aljaž, Jerman Ivan, Šurca Vuk Angela, Koželj Matjaž, Orel Boris, Tomšič Brigita, Simončič Barbara, Kovač Janez	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	1972987	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Fotokatalitska degradacija dimetoata z uporabo LbL tehnike TiO ₂ /polimer pripravljenih hibridnih filmov
		ANG	Photocatalytic degradation of dimethoate using LbL fabricated TiO ₂ /polymer hybrid films
	Opis	SLO	V tem delu smo študirali razgradnjo dimetoata z uporabo UV svetlobe in z uporabo LbL tehnike TiO ₂ /polimer pripravljenih hibridnih filmov. Razgradnjo smo spremljali z uporabo HPLC analize in TOC meritev v odvisnosti od časa obsevanja. Popolno razgradnjo dimetoata smo dosegli z dodatkom 4g/L TiO ₂ in 180 minutnim obsevanjem. Nastanek razgradnih produktov smo potrdili z GCMS. Strupenost obsevanih vzorcev smo ugotavljali z uporabo luminiscenčnih bakterij Vibrio fischeri. Rezultati so pokazali na povemano strupenost obsevanih vzorcev v primerjavi z izhodno spojino.
		ANG	Degradation of dimethoate under UV irradiation using TiO ₂ /polymer films prepared by the layer-by-layer (LbL) method was investigated. The degradation was monitored using HPLC analysis and TOC measurements as a function of irradiation time, to see the change in concentration of dimethoate and mineralization, respectively. Complete degradation of dimethoate was achieved under TiO ₂ optimum loading of 4 g/L at an UV irradiation time of 180 min. The degradation byproducts were analyzed and confirmed by GCMS. Toxicity of the irradiated samples was measured using the luminescence of bacteria Vibrio fischeri after 30 min of incubation and

		the results showed more toxicity than the parent compound.
Objavljeno v		Elsevier Scientific Publ. Co.; Journal of hazardous materials; 2011; Vol. 195; str. 214-222; Impact Factor: 4.173; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.895; A": 1; A': 1; WoS: IH, IM, JA; Avtorji / Authors: Priya D. Neela, Modak Jayant M., Trebše Polonca, Žabar Romina, Raichur Ashok M.
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	5455642 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Sol-gel spektralno selektivni absorberji in proces za pripravo ANG Sol-gel based spectrally selective solar absorber coatings and the process for producing said coatings
	Opis	SLO Ta izum se nanaša na proizvodnjo sol-gel spektralno selektivnih površin, to je premazov na kovinskih podlagah za izkoriščanje sončne energije. Natančneje, izum se nanaša na: metode za proizvodnjo različnih sestav premazov, v kateri je sol-gel vezivo organsko-anorganski hibrid in je izdelano po sol-gel postopku; in metod za nanašanje prevlek na različnih podlagah za izdelavo površin, ki imajo visoko sončno absorptanco in nizko toplotno emitanco, to je površin z visoko spektralno selektivnostjo. ANG This invention relates to production of sol-gel based spectrally selective surfaces, that is, coatings on metallic substrates, for harvesting solar thermal energy. More specifically, the invention relates to methods for producing various coating compositions, in which the sol-gel binder is an organic-inorganic hybrid and is made by a sol-gel process; and methods for application of the coating composition on various substrates in order to obtain surfaces exhibiting high solar absorptance and low thermal emittance; that is, surfaces with high spectral selectivity.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	World Intellectual Property Organization, International Bureau; 2013; 27 str.; Avtorji / Authors: Jerman Ivan, Mihelčič Mohor, Koželj Matjaž, Orel Boris
	Tipologija	2.23 Patentna prijava
2.	COBISS ID	5360922 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Ionske spojine s siloksi skupino ANG Ionic compounds having a silyloxy group
	Opis	SLO Podane so ionske spojine na katere je vezane siloksi skupina. Opisane so tudi postopki za pripravo takih ionskih spojin kot tudi pripravo elektrolitov, elektrokemijskih celic in električnih kondenzatorjev, ki vsebuje te ionske spojine. ANG There is provided an ionic compound having attached thereto a silyloxy group. There is also provided methods of making this ionic compound as well as electrolytes, electrochemical cells and capacitors comprising this ionic compound.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	World Intellectual Property Organization, International Bureau; 2013; 91 str.; Avtorji / Authors: Koželj Matjaž, Guerfi Abdelbast, Trottier Julie, Zaghbi Karim

	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
3.	COBISS ID	4929050	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Barvni večplastni premazi z nizko sončno absorptivnostjo in visoko toplotno emisivnostjo
		ANG	Coloured multilayer coatings exhibiting low solar absorptivity and high thermal emittance
	Opis	SLO	Predmet izuma predstavi i) barvne večplastne premaze z nizko sončno absorptivnostjo in visoko termično emisivnostjo, ki se lahko uporablja kot kontrola maksimalne temperature prebarvane površine, izpostavljene direktni sončni svetlobi; ii) proces za pripravo takšnih površin in iii) hladne površine, pripravljene z uporabo teh premazov. Barvni premazi so pripravljene z uporabo visoko reflektirajočih kovinskih lusk ali lusk, prevlečenih s kovino, IR transparentnih ali IR reflektirajočih pigmentov in različnih transparentnih veziv z visoko toplotno emisivnostjo, ki zagotavljajo visoko termično emisivnost. Premazi se lahko nanašajo z brizganjem s stisnjenim zrakom ali z nanašanjem iz svitka na svitek.
		ANG	This invention relates to: i) a coloured multilayer coatings that exhibit low solar absorptance and high thermal emittance, which could be used for controlling the highest temperature of coated surfaces exposed to direct sunlight; ii) the process for coating application; and iii) cool surfaces prepared by application of these coatings. The coloured coating compositions are made by mixing highly reflective metallic or metallised flakes, IR transparent or IR reflecting colorants and various binders, their high thermal emittance is assured by application of a transparent top coating possessing high thermal emittance. Coatings can be applied by spray-coating applications or by coil-coating applications.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji	
	Objavljeno v	Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino; 2012; 21 str., 4 str. pril.; Avtorji / Authors: Orel Boris, Koželj Matjaž, Jerman Ivan, Mihelčič Mohor, Spreizer Helena, Slemenik Perše Lidija	
	Tipologija	2.24 Patent	
4.	COBISS ID	4235290	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Postopek za sol-gel pripravo korozijsko zaščitnih prevlek za sončne zbiralnike
		ANG	Method for producing sol-gel anti-corrosion coatings for solar absorber
	Opis	SLO	Predmet tega izuma je sol-gel postopek za pripravo antikorozijskih prevlek za sončne zbiralnike. Bistvo izuma so procesi za pripravo ultra tankih prevlek (0.5-500 nm), ki ne poslabšajo optičnih lastnosti površin. Tako zaščiteni absorberji zdržijo več kot 20 dni slane komore. Izum je tudi prejel zlato priznanje na prireditvi Nagrade za inovacije za leto 2009 v Osrednjeslovenski regiji ter zlato priznanje Gospodarske zbornice Slovenije za inovacije za leto 2009. Oddana je že tudi mednarodna patentna prijava. Patent je že prodan v tujino (Alanod, Nemčija).
		ANG	The subject of this invention is a sol-gel procedure for the preparation of anticorrosion coatings for solar collectors. Core of this invention are processes for the preparation of ultra thin coatings (0.5-500 nm), which do not deteriorate optical properties of surfaces. So protected absorbers can be more than 20 days in salt spray chamber. The innovation was awarded by golden prize at Regional competition and golden prize of Chamber of Commerce and Industry of Slovenia for innovation in 2009. There was already submitted the world patent claim. Patent was sold abroad (Alanod, Germany).
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji	

	Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2010; 15 str.; Avtorji / Authors: Koželj Matjaž, Orel Boris, Šurca Vuk Angela, Jerman Ivan	
	Tipologija	2.24 Patent	
5.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Puhovo priznanje
		ANG	Puh Award
	Opis	SLO	Sodelovanje Kemijskega inštituta in Heliosa je vodilo do razvoja novih spektralno selektivnih premazov za sončne absorberje. Rezultat uspešnega sodelovanja je bil nagrajen s Puhovim priznanjem za izume, razvojne dosežke in uporabo znanstvenih izsledkov pri uvajanju novosti v gospodarsko prakso, ki sodi med najvišje državne nagrade na raziskovalnem področju. Novi premazi omogočajo množično izdelavo absorpcijskih prevlek za sončne sprejemnike toplote z neprekinjenim postopkom nanašanja na svitek aluminijeve ali pocinkane pločevine. Tako narejeni absorberji so cenovno bistveno bolj ugodni.
		ANG	Cooperation of National Institute of Chemistry and Helios led to the development of new spectrally selective coatings for solar absorbers. The result of successful cooperation was awarded by Puh Award for Inventions, Development Achievements and Transfer of Scientific Investigations in Industry, which belong among the highest state awards in the scientific field. New coatings enable mass production of absorption coatings for solar collectors with continuous deposition on aluminium or zincated sheet metal. Absorbers, prepared in this way, are much cheaper than vacuum deposited absorbers.
	Šifra	E.01 Domače nagrade	
	Objavljeno v	http://www.helios-group.eu/slo/skupina-helios/novice/2649 http://www.ki.si/novice/single-prikaz/novice/novica/prestizno-puhovo-priznanje-je-prejela-skupina-raziskovalcev-s-kemijskega-institutu-in-podjetja-hel/	
	Tipologija	1.25 Drugi sestavni deli	

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine^Z

Mednarodni patenti, prijave

JERMAN, I., MIHELČIČ, M., KOŽELJ, M., OREL, B. Sol-gel based spectrally selective solar absorber coatings and the process for producing said coatings: patentna prijava: WO2013/158049 (A1), 2013-10-24. München: World Intellectual Property Organization, International Bureau, 2013 [COBISS.SI-ID 5455642]

KOŽELJ, M., GUERFI, A., TROTTIER, J., ZAGHIB, K. Ionic compounds having a silyloxy group: patentna prijava: WO2013149349 (A1), 2013-10-10. München: World Intellectual Property Organization, International Bureau, 2013 [COBISS.SI-ID 5360922]

BRUS, D., ŠVEGL, F., CRNJAK OREL, Z. Process for the preparation of functionalized zinc oxide nanoparticulate powders: patentna prijava: PCT/EP2014/070913, 2014-09-30. Hague: European Patent Office, 2014 [COBISS.SI-ID 5612826]

Slovenski patenti

OREL, B., KOŽELJ, M. Z N-heterocikličnim karbenom posredovana priprava poliedričnih silseskvioksanov SI 24110 (A) [COBISS.SI-ID 5452058]

OREL, B., KOŽELJ, M., JERMAN, I., MIHELČIČ, M., SPREIZER, H., SLEMENIK PERŠE, L. Barvni večplastni premazi z nizko sončno absorptivnostjo in visoko toplotno emisivnostjo: SI 23451 (A) [COBISS.SI-ID 4929050]

KOŽELJ, M., OREL, B., JERMAN, I. Postopek za pripravo poliedričnih silseskvioksanov: SI 23292

(A) [COBISS.SI-ID 4380186]

KOŽELJ, M., OREL, B., STEINBÜCHER, M., JERMAN, I., VODLAN, M. Pigmenti, modificirani z aminokislinami za spektralne selektivne premaze, metoda za njihovo pripravo in uporabo v premazih: SI 23055 (A) [COBISS.SI-ID 4562714]

KOŽELJ, M., OREL, B., ŠURCA VUK, A., JERMAN, I. Postopek za sol-gel pripravo korozijsko zaščitnih prevlek za sončne zbiralnike: SI 23002 (A) [COBISS.SI-ID 4235290]

ANŽLOVAR, A., CRNJAK OREL, Z., ŽIGON, M. Nanodelci in nanožičke ZnO z organofilno površino in njihovi nanokompoziti s polimetil metakrilatom: SI 22669 (A) [COBISS.SI-ID 4139034]

SEVER ŠKAPIN, A., KLANJŠEK GUNDE, M., ŠKRLEP, L., URBAS, R., ŽIVEC, P. UV-indikatorska funkcionalna tiskarska barva: SI 23372 A [COBISS.SI-ID 1841255]

9.Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1.Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Sol-gel postopki so v zadnjih letih doživeli velik razmah, kar pričajo številne objave. To lahko pripišemo veliki uporabnosti sol-gel materialov, predvsem kot prekursorjev za izdelavo tankih prevlek z multifunkcionalnimi lastnostmi. Posledično so se zaradi uporabe sol-gel postopkov odprle nove možnosti za teoretične kot tudi za uporabne/praktične raziskave. Med bazična znanja, ki smo jih razvijali, sodi vsekakor izdelava novih postopkov za pripravo poliedričnih oligomernih silseskvioksanov. Postopke smo patentno zaščitili in tako dosegli, da se POSS materiali lahko po naših postopkih izdelujejo tudi v Sloveniji. Za Helios smo to demonstrirali z izdelavo vodo in olje odbojnih POSS aditivov (5 kg), žal pa Helios z njihovo sintezo ni bil pripravljen pričeti na industrijski ravni. Veliko lastnosti sol-gel materialov smo pokazali svetovni javnosti kot prvi: uspešna zaščita kovin proti koroziji s POSS materiali, uporaba POSS (superdizerantov) za dispergiranje pigmentov za premaze, ki se uporabljajo za sončne sprejemnike, uporaba sililiranih ionskih tekočin za pripravo poltrdnih elektrolitov za Graetzlove sončne celice. Pokazali smo, da novo pripravljene POSS tvorijo samo-sestavljive (SAM) plasti in da njihova uporaba pri apretiranju bombažnih tkanin daje slednjim super vodo- in olje-odbojne lastnosti. Za vse omenjene materiale smo podrobno ugotavljali njihovo strukturo, medsebojne interakcije in tako razširili razumevanje sol-gel materialov. Do teh rezultatov in ugotovitev smo prišli nenazadnje s sodelovanjem s člani celotne programske skupine. Posebej v zadnjem letu je bilo uspešno sodelovanje z Univerzo v Novi gorici na področju strukture in lastnosti tankih plasti s fotokatalitskimi in superhidrofilnimi lastnostmi. Delo programske skupine je šlo tudi preko formalnih okvirov, ki ga je določalo financiranje. Posebno uspešno je bilo sodelovanje z Oddelkom za tekstilstvo, NTF (s prof. dr. B. Simončič) na področju pridobivanja novih sol-gel finišeov za bombažne tkanine, kjer je naš prispevek k razumevanju interakcij silanov z bombažnimi vlakni naletel na ugoden odziv svetovne znanstvene javnosti.

ANG

As regards the wide use of the application of sol-gel materials mainly for the production of thin coatings with multifunctional properties, the basic studies of the sol-gel materials have gained extremely high momentum. Numerous novel materials opened many challenges in understanding their properties. POSS materials developed in this programme represent a typical example of the sol-gel materials, which were examined in details bringing about new understanding of their properties and finding new routes for their preparation. Particularly, the novel patented synthesis route for POSS represents an example of successful transfer of basic chemistry to practice allowing Slovene industry (Helios, Chemcolor) to make their own POSS additive for their paints. The use of POSS in Slovene paint coatings is realistic to expect in future.

Many new properties of POSS and other sol-gel materials have been explained and published for the first time in international journals. For instance, anticorrosion properties of POSS materials, superdispersant properties of POSS for various pigments in different organic polymeric and sol-gel resin binder coating systems, self-assembling properties, semi-solid electrolytes prepared from silylated ionic liquids with a negligible vapour pressure suitable for electrochromic and Graetzel cells and sol-gel coatings for textile fabrics imparting them super water- and oil-repellent properties. For all sol-gel coatings and materials in-depth studies have been made for the understanding of their mutual interactions performed by using various advanced experimental techniques. All these findings were achieved in close collaboration of all

programme partners. Especially during the last year there was a successful collaboration with the University of Nova Gorica on determination of structure and properties of thin layers with photocatalytic and superhydrophilic properties. Work of programme group also surpassed the formal financial frames. For instance, there was an efficient collaboration with Department for textile, NTF (Prof. Dr. B. Simončič) in the field of novel sol-gel impregnations for cotton fibers. Our joint work significantly contributed to the understanding of the interactions of silans with fibers and achieved very good response of international scientific community.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Nesporno drži, da Slovenija potrebuje prodor na mednarodni trg znanja in uporabo tega znanja v praktičnih izdelkih in materialih. Sol-gel postopki to omogočajo: so poceni, izdelava v industrijskem obsegu je dosegljiva domači industriji, materiali imajo visoko dodano vrednost in lahko nadomeščajo standardne materiale, ki jih industrija v svetu uporablja. Glavna usmeritev programa je bila v uporabo sol-gel materialov za razvoj material, ki se lahko uporabljajo za izdelavo naprav in sistemov za pridobivanje sončne toplote v sončnih sprejemnikih. Razvoj teh materialov smo začeli že leta 1988 (absorberji), razvoj sol-gel postopkov pa leta 1990 (elektrokromni materiali) in v tem času pokazali, da se lahko, vsaj materiale za sončne absorberje, tudi trži v evropskem merilu. Dokaz je izdelava sončnih absorberjev po coil-coating postopku. Slovenija nima svoje znamke za sončne absorberje, čeprav bi prodan patent nemški industriji to vsekakor omogočal. Za slovensko industrijo smo še najbližje uporabi sol-gel materialov prišli z izdelavo aditivov, ki dvigujejo kvaliteto in s tem ceno premazov, ki jih izdeluje domača premazna industrija (Helios, v zadnjem času pa Chemcolor iz Sevnice). Naše izkušnje so pokazale, da se da osnovna znanja iz kemije prenesti v prakso le v primeru, ko je postavljen trden teoretični in praktični temelj za njihov prenos na industrijski nivo. Program je v veliki meri potrdil, da samo bazična znanost ni dovolj, za potrditev uspešnih osnovnih raziskav je nujen tudi prenos znanja v prakso. To nam je v okviru tega programa tudi deloma uspelo.

ANG

Unquestionably, in order to make Slovene way to progress, industry breakthrough is needed by using the knowledge of basic science and its application for the production of novel materials and systems. The sol-gel route is exactly the way to achieve this goal since it is easy to apply and use and the production of materials does not need expensive techniques and new industrial setups. The sol-gel route makes it possible to provide materials with a highly added value suitable for variety of applications. There are many examples, where the sol-gel materials successfully substituted common materials in variety of systems and devices. The main focus of the sol-gel chemistry in the frame of this programme was the development of materials relevant for the non-conventional energy systems, the solar absorber coatings representing the most important application. We started with the development of the solar absorber coatings in the year 1988 (solar absorber coatings) and in the year 1990, our interest was broadened to the thin electrochromic films needed to make smart windows. Since then the main commercial breakthrough has been made for the application of solar absorber coatings which resulted in selling the know-how of the selective paint fabrication to German solar absorber manufacturer Alanod. Slovene industry benefited from that becoming exclusive manufacturer of the paint for the Alanod factory. Unfortunately, other Slovene industry did not follow them and the moment to establish Slovene trade mark for solar absorber production has not been realized. Nevertheless, Helios paint manufacturer intended to improve their products by our assistance of producing certain quantity (5 kg) of water and oil repellent POSS, which served as additive for domestic and common paints. This knowledge exists and can make Helios more competitive for special paints interesting for the EU market. Recently, also Chemcolor (Sevnica) expressed their interest in our knowledge on fabrication of solar coatings in general. Results of this programme proved that the investment in the basic knowledge on the sol-gel routes can result in commercial applications.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	10
bolonjski program - II. stopnja	6
univerzitetni (stari) program	15

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
31635	Mojca Friškovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
32111	Dajana Japić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32109	Metka Hajzeri	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32102	Marija Čolović	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29491	Peter Podbršček	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27750	Dunja Mahne	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28367	Romina Žabar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30436	Petra Potočnik Izgoršek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28565	Matjaž Koželj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
0	Rahela Kulčar (Zagreb)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27704	Nina Hauptman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26504	Marko Bitenc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25457	Brigita Tomšič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27945	Ivan Jerman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
36463	Aljaž Vilčnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Rafko Urankar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
37333	Katja Malovrh Rebec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
33202	Aleksander Rauter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" 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	
31635	Mojca Friškovec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32111	Dajana Japić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32109	Metka Hajzeri	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
32102	Marija Čolović	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
29491	Peter Podbršček	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
27750	Dunja Mahne	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28367	Romina Žabar	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	

30436	Petra Potočnik Izgoršek	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28565	Matjaž Koželj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
25457	Brigita Tomšič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
27945	Ivan Jerman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
36463	Aljaž Vilčnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
27704	Nina Hauptman	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
26504	Marko Bitenc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
33202	Aleksander Rauter	<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

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
35212	Kristina Bašnec	A - raziskovalec/strokovnjak	10	
0	Maja Jakovljević	C - študent - doktorand	2	
0	Silvia Kačerova	C - študent - doktorand	3	
0	Igor Djerdj	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

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹⁵

SLO

NECSO, *Nanoscale Enhanced Characterisation of Solar Selective Coatings*, EU projekt, 20132016, GA 310344 (B. Orel)

INNOSHADDE, *Innovative switchable shading appliances based on nanomaterials and hybrid electrochromic device configurations*, EU projekt, 20082012, GA 200431 (B. Orel)

APOLLON-B, *Polymer electrolytes and non noble metal electrocatalysts for high temperature fuel cells*, STREP EU projekt, 2006–2009 (nosilec na KI: S. Hočevar)

MULTIFUNCOAT, *Multifunctional paint coatings for »allpolymeric« solar thermal collectors*, MATERA ERANET projekt, 20092011, partnerja: AVENTA AS, Fjellhamar, Norveška in Helios, Slovenija (B. Orel)

BONACO, *Board nano coating*, MNTERA.NET projekt, 2011–2013, partnerja: Arcelic, Turčija in Helios, Slovenija (B. Orel)

NOVAPOL, *Novel generation of polymethacrylate zink oxide nanocomposites for advanced applications*, ERANET projekt, 2009–2012, Kungliga Högskolan AB, Stockholm, in Kolpa d.d., Metlika in Akripol, Trebnje (Z. Crnjak Orel).

GENIS LAB, The Gender in Science and Technology LAB, Št. pogodbe: 266636 (Z. Crnjak Orel)

Polimerni materiali za solarne toplotne aplikacije, IEA projekt, Aktivnost: *Solar Heating and Cooling (SHC) Programme*, 2005-2014 (B. Orel)

COST akcija MP0902, *Composites of Inorganic Nanotubes and Polymers (COINAPO)*, 2009-2013 (Z. Crnjak Orel)

COST akcija FP1104, *New possibilities for print media and packaging – combining print with digital*, 20122015 (M. Klanjšek Gunde)

COST akcija MP1202, *Rational design of hybrid materials: the next step towards advanced functional materials (HINT)*, 20122016 (A. Šurca Vuk)

CMST COST akcija CM1206 EXIL, *Exchange on ionic liquids*, 20132017 (M. Koželj)

CIE Division 1, predstavnica Slovenije (M. Klanjšek Gunde)

CIE TC253, *Multigeometry color measurements of effect materials*, 2002-2012 (M. Klanjšek Gunde)

CIE TC1-69, Indoor daylight illuminant, 2005-2009 (M. Klanjšek Gunde)

GOTRAWAMA, Čezmejni sistem za upravljanje z vodami na urbanem območju Gorice in Nove Gorice, Program čezmejnega sodelovanja SIItalija, 20072013 in 20112014 (P. Trebše)

AGRIKNOWS, Prenos znanja v kmetijstvu kot dodana vrednost pri zaščiti okolja, Program čezmejnega sodelovanja SIItalija, 20122015 (P. Trebše)

MCHEM, *Modernisation of postgraduate studies in chemistry and chemistry related programmes*, Tempus IV, 20102013, GA 20103205/001001, Univerza v Greenwichu, UK (P. Trebše)

Bilateralni projekti:

SI-Češka republika, Večfunkcionalne tiskarske barve za zaščito pred ponarejanjem, BI CZ/09 10 006 (M. Klanjšek Gunde)

SI-Makedonija, Dinamika protonov v optično neizotropnih kristalih s kratko vodikovo vezjo, IR disperzijska analiza in teoretične raziskave, BIMK/1011007 (M. Klanjšek Gunde).

SI-Hrvaška, Nove grafične aplikacije s kromogenimi tiskarskimi barvami, BIHR/1011023 (M. Klanjšek Gunde)

SI-Hrvaška, Novi nanostrukturne materiali za termoelektrike, Institut Rudjer Bošković (Z. Crnjak Orel)

SI-ZDA, Nanodosubmikrometrsko veliki delci cinkovega oksida kot UV absorberji za polimerne (nano)kompozite, Texas Christian University, 20092012 (Z. Crnjak Orel)

SI-Indija, Razvoj različnih fotokatalitskih materialov za učinkovito razgradnjo različnih industrijskih onesnaževal, 20102012, Indian institute of Science, Bangalore, BIIN/1012 - 005 (P. Trebše)

SI-Kitajska, Fotostabilnost nekaterih industrijskih kemikalij, UV filtrov, Univerza za geoznanosti, Wuhan, 2009–2011 (P. Trebše).

SI-Francija, Fotorazgradnja izbranih neonikotinooidov, 20122013, Univerza Blaise Pascal Clermont Ferrand, BIFR/1213PROTEUS010 (prof. dr. P. Trebše)

SI-Rusija, Stabilnost zaščitnih sredstev pred soncem pod dezinfekcijskimi pogoji, 2012-2013, Moskovska državna univerza Lomonosov, BIRU/1213018 (P. Trebše)

SI-Črna Gora, Ugotavljanje onesnaženosti okolja na Goriškem in ob Skadarskem jezeru kot posledica kmetijske dejavnosti, 20122013, Univerza v Podgorici, BIME/01213 006 (P. Trebše)

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

Povezava z mednarodno industrijo:

Brightsource Industries, Izrael, dva industrijska projekta (2012–2013): *Development of high absorptivity coating in Development of solar selective coating*: V okviru obeh projektov se razvijajo spektralno selektivni premazi. Projekta v celoti financira podjetje Brightsource Industries (avtor in iniciator projekta B. Orel, izvajalec I. Jerman).

Brightsource Industries, Izrael, industrijski projekt (2014): *HSA coating life time assessment* (nosilec: I. Jerman).

ALANOD SOLAR, Nemčija, industrijski projekt: *Development of coloured TSSS paints* (nemškemu podjetju smo prodali dva slovenska patenta in skupaj pridobili evropski patent)

Domače povezave:

Projekt v okviru TIA, Mobilni sistem za pripravo pitne vode. V okviru projekta smo razvili posebno enoto (bioassay) sistema za ugotavljanje onesnaženosti vode z organofosfatnimi spojinami, ki so lahko pesticidi ali pa bojni strupi (P. Trebše)

M10238, Priprava in karakterizacija hibridnih, nanostrukturiranih premazov za korozijsko zaščito kovinskih površin, CRP projekt Znanost za varnost in mir, 20072009 (B. Orel)

Raziskava EKO postopkov površinske zaščite kovinskih delov, št. pogodbe EKOMEH/1005/04/09 (271/09L02) v okviru projekta EKOMEH, Razvoj in industrializacija ekološko inovativnih izdelkov široke potrošnje izbran za sofinanciranje na javnem razpisu »Neposredne za skupne razvojnoinvesticijske projekte – Projekti 2008«, NIKO d.d., 20072013 (B. Orel)

Hibridni nanokompozitni aditivi za funkcionalne, multifunkcionalne in inteligentne barve in smole, TIA projekt, nosilec projekta Color, d.d., pogodba št. 2227/09L02, 20092010 (B. Orel)

Center odličnosti nizkoogljicne tehnologije (CO-NOT), št. pogodbe z MVZT 3211-09-000641, 2009-2013 (B. Orel)

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹²

SLO

Razvoj postopkov za izdelavo spektralno selektivnih premazov smo pripeljali do točke, ki je že omogočila prenos v prakso. Izdelan tehnološki postopek priprave disperzij iz pigmentov v nano obliki je rezultiral v izdelavi sončnih absorberjev, ki jih sedaj po naših patentih izdeluje nemško podjetje Alanod z letno proizvodnjo vsaj milijon kvadratnih metrov. Podjetje Alanod je preneslo našo tehnologijo na Kitajsko, za katero se ve, da je največji izdelovalec solarnih absorberjev na svetu. Selektivne površine, narejene iz disperzij mešanice pigmentov z Al luski, je uporabilo podjetje Aventa za izdelavo polimernih absorberjev. Gre za pomemben premik v solarnotermičnih tehnologijah, kjer se kaže tendenca po nižji ceni. Izdelava ima vrsto prednosti, med drugim tudi pripravo absorberjev s pomočjo ekstruzije.

Med tehnološko zrele produkte sodi premaz za sončne stolpe za pridobivanje elektrike, ki jih gradi podjetje Brightsource. Ta del raziskav sodi med najbolj industrijske aplikacije, saj nadgrajuje tehnologijo običajnih visokotemperaturnih premazov. Po tehnologiji so ti premazi najbolj primerljivi s premazi, ki jih izdeluje slovenska industrija in s tem umešča KI neposredno v slovenski prostor ter omogoča plodno sodelovanje. Rešili smo problem ocene življenjske dobe premazov (vsaj 15 let), ki je potrdil in prepričal kupce, da so obstoječi pristopi zanesljiv pokazatelj stabilnosti. To je rezultiralo v financiranju projekta ocene življenjske dobe premazov za Brightsource (*HSA coating life time assessment*, 2014).

Poznavanje postopkov izdelave nanopigmentnih disperzij je omogočil pripravo tankih plasti iz elektrokromnih (EC) pigmentov. Gre za nanašanje po *coil-coating* postopkih, kar je bilo realizirano v nemški tovarni Coatema. Gre za relativno novo smer izdelave EC pametnih sistemov, kjer lahko disperzijo nanese na plastične folije in tanko plast utrdimo pri nizkih temperaturah. Glavna prednost tega postopka je v masovni tehnologiji, ki daje EC folije z bistveno širšo uporabo kot jih imajo standardna EC okna na steklih.

Obvladovanje sol-gel postopkov, skupaj s sintezo POSS silseskvioksanov, je omogočilo prodor tudi na področju izdelave novih impregnacij za tekstilije. Glavno breme teh raziskav je nosila Naravoslovnotehniška fakulteta (Oddelek za tekstilstvo, B. Simončič). Skupaj nam je uspelo promovirati omenjene impregnacije z vrsto člankov, kaže pa se tudi bližnja uporaba v domači industriji (Zvezda Kranj).

Raziskovalni rezultati, ki so doseženi v sodelovanju s podjetjem Cetus, so v fazi patentiranja in uvedbe v proizvodnjo. Gre za delo z MR-ji (Mojca Friškovec, Kristina Bašnec) in sodelovanje v KROP Cetus projektu.

Iz povedanega sledi, da so temeljne raziskave omogočile razvoj tehnologij in to s tako stopnjo, da so se produkti že pojavili na trgu.

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	300.000 EUR
	Poznavanje tehnologije za izdelavo premazov za sončne absorberje tako na kovinskih kot na polimernih folijah predstavlja osnovo za izdelavo ustreznih sistemov: sprejemnikov sončne toplote za pridobivanje tople vode, sprejemnikov za pridobivanje toplega zraka in nenazadnje, izdelavo tankih plasti z optičnimi lastnostmi, ki omogočajo selektiven dotok sončnega sevanja v

ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	zgradbe. Slovenija nima industrije, ki bi zapolnila trg sončnih sprejemnikov, senčil ter stekel za izkoriščanje sončnega sevanja, razen nekaterih izjem, ki uporabljajo tuje produkte. Zato je to odlična baza za vrsto spin off podjetij. Tipičen zgled za to je uporaba naših tehnologij in materialov v tovarni premazov Chemcolor, ki izdeluje premaze za tuja podjetja - norveško Avento in izraelski Brightsource, pa tudi za slovensko podjetje, ki ga vodi A. Bizjak in izdeluje toplozračne sončne sprejemnike v Celju.
---	--

17. Izjemni dosežek v letu 2014¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

<p>Članek v Applied catalysis B, Environmental - Izpis iz Cobissa:</p> <p>BITENC, Marko, HORVAT, Barbara, LIKOZAR, Blaž, DRAŽIĆ, Goran, CRNJAK OREL, Zorica. The impact of ZnO load, stability and morphology on the kinetics of the photocatalytic degradation of caffeine and resazurin. Applied catalysis. B, Environmental, ISSN 0926-3373. [Print ed.], 2013, vol. 136/137, str. 202-209, doi: 10.1016/j.apcatb.2013.02.016. [COBISS.SI-ID 5188890], [JCR, SNIP, WoS do 3. 2. 2015: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 2, normirano št. čistih citatov (NC): 1, Scopus do 3. 2. 2015: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 2, normirano št. čistih citatov (NC): 1] IF = 6.007</p>

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

<p>Če predstavlja solarna elektrika izziv naslednjega desetletja, so spektralno selektivne plasti, narejene po sol-gel postopkih (WO2013158049 A1) ali iz polisiloksanskih smol (Cobiss 5452058), dosežek zato, ker se lahko izdelujejo s pomočjo masovnih postopkov nanašanja na kovinski svitek. Premaz, narejen iz polisiloksanskih smol in črnih pigmentov, je komercialno zanimiv za nemško podjetje Alanod, ki je z naše strani prodani patent uveljavil po svetu in na Kitajskem tudi naredil tovarno za izdelavo absorberjev na osnovi tega patenta. Patent trži Helios iz Domžal (nekaj milijonov m²/leto). Novi sol-gel patent (WO2013158049 A1) omogoča nadaljevanje tega dela. Izdelava spektralno neselektivnih premazov za izraelski Brightsource je še en pomemben aspekt sodelovanja z mednarodno industrijo. Sodelovanje je pomembno predvsem zaradi neposrednega industrijskega naročila in plačila raziskav. V okviru tega sodelovanja in EU projekta Necso razvijamo tudi izračune za oceno življenjske dobe premazov.</p>

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
matične RO (JRO in/ali RO s
koncesijo):*

Kemijski inštitut

in

vodja raziskovalnega programa:

Boris Orel

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

16.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/176

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² 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. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ 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 zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa 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](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa 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](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://www.sicris.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

¹⁴ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ 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 vodja/koordinator navedenega projekta.

Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ 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](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot prilonko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2015 v1.00b

0A-8D-2D-A2-5D-D2-02-14-E7-05-5E-B7-DF-A2-0A-84-AC-5A-76-8F