

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/888

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0134
Naslov programa	Bioanorganska in bioorganska kemija
Vodja programa	3439 Peter Bukovec
Obseg raziskovalnih ur	34.000
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	103 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo 106 Institut "Jožef Stefan"

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

BIOANORGANSKI SKLOP

Prvi med predvidenimi cilji se nanaša na biomimetske modele interakcij kovinskih ionov z izbranimi organskimi molekulami. Kot kovino smo izbrali molibden, ki je esencialni element in ima vrsto funkcij v živih organizmih. Za molibden v oksidacijskem stanju +5 so značilne $\{Mo_2O_4\}^{2+}$ dinuklearne enote, ki se pri reakcijah z ligandi s kisikovimi donornimi atomi, na različne načine samourejajo. Tako smo študirali reakcije piridinijevega hidrogenmaleata z mononuklearnimi oksohalomolibdati. Pripravili smo serijo oksomolibdatnih kompleksov z metanolom, pri čemer pride do nastanka dinuklearnih in tetranuklearnih klastrov. Cis/trans izomerizacija oksomolibdatnih dimerov sodi med osnovne reakcije samourejanja Mo klastrov. Pripravili smo nove komplekse molibdena z malonovo in sukcinso kislino in jih strukturno karakterizirali.

Naslednji cilj se nanaša na študij vezave kovinskih ionov na biološke makromolekule. Vezava kovinskega iona lahko bistveno spremeni lastnosti makromolekule, pri čemer ima vsak kovinski ion svoj specifični vpliv. Študirali smo koordinacijsko sfero Mn(II), Co(II) in Ni(II) v njihovih kompleksih s hialuronsko kislino, ki smo jih pripravili z reakcijami med Na-hialuronatom in ustreznimi kovinskimi kloridi. S FTIR in EXAFS spektroskopijo smo ugotovili, da je v večini primerov koordinacija kovinskih ionov oktaedrična, redkeje pa tetraedrična. Koordinacijsko število ni odvisno samo od kovinskega iona, temveč tudi od načina priprave vzorcev. Z molekularnim modeliranjem smo študirali mesta vezave Co(II) na hialuronsko kislino. Posebna pozornost je bila posvečena koordinacijskemu poliedru centralnega atoma, pri čemer smo uporabili kvantnomehansko modeliranje.

Na področju priprave novih Pt(II) kompleksov s citotoksičnim delovanjem so bile raziskave usmerjene v sintezo in izolacijo kompleksov s 3-hidroksimetilpiridinom in 1,7-bis(4-hidroxy-3-methoxy-phenyl)hepta-1,6-diene-3,5-dionom. Karakterizacija spojin je bila narejena predvsem z NMR spektroskopijo in rentgensko strukturno analizo. V sodelovanju z Onkološkim inštitutom je bila določena citotoksičnost naših substanc v primerjavi s citostatiki, ki so v klinični uporabi.

Vloga kovinskih ionov v okolju, posebno v hrani, je zelo aktualna tema, posebno če gre za možne toksične efekte. Znano je, da aluminij povzroča degenerativne poškodbe. Toksičnost je v splošnem odvisna od kemijske zvrsti, pri aluminiju pa zveza med toksičnostjo in tipom zvrsti še ni pojasnjena. Študirali smo speciacijo aluminija v različnih čajnih ekstraktih tako, da smo s kromatografskimi separacijami določili razmerja med posameznimi zvrstmi.

Naslednji cilj predvideva pripravo in študij tankih plasti kovinskih oksidov, ki imajo vrsto potencialnih aplikacij. V seriji treh člankov smo objavili študij sol-gel priprave filmov iz CeO₂ in CeO₂, dopiranega z vanadijevimi oksidi. Dobre elektrokemijske lastnosti pripravljenih filmov smo korelirali z neredom v strukturi filma. Vlogo termične analize pri optimizaciji elektrokromnega efekta tankih plasti nikljevega oksida sintetiziranega po sol-gel postopku, smo ugotavljali vpliv prekursorja in zmožnosti termične analize pri tej optimizaciji. Rezultati kažejo, da imata oba parametra, tako izbrani prekursor kot tudi režim termične obdelave, bistveni vpliv na elektrokromne lastnosti pripravljenih tankih plasti. Zadnji cilj predvideva ukvarjanje s problematiko kovin v biološkem in širšem okolju, iskanje specifičnih analiznih rešitev in študij možnosti imobilizacije kovin, ki so v topni obliki in predstavljajo onesnaževanje okolja. Tako smo uvedli metodo za določevanje visokomolekularnih zvrsti aluminija v bioloških vzorcih. Na področju onesnaževanja okolja s kovinami pa smo prikazali možnosti imobilizacije Ni in Zn topnih zvrsti s fosfatnimi stabilizatorji. BIOORGANSKI SKLOP

Glavni cilj raziskovalnega programa v omenjenem sklopu so nova znanja na področju halogenske organske kemije. Naš pglavitni namen je raziskovanje novih pristopov k selektivni uvedbi halogenskih atomov v organske molekule, tako da pri tem čim bolj posnemamo procese, ki potekajo v naravi. Reagente, substrate in reakcijske pogoje modeliramo tako, da imajo čim večji biomimetski značaj.

Raziskovali smo metode direktnega jodiranja organskih molekul z jodidom ali elementarnim jodom in ugotovili, da je vodikov peroksid v obliki 30% vodne raztopine ali kompleksa urea/H₂O₂ lahko odličen aktivator teh reakcij, ki hkrati regenerira nastali vodikov jodid v aktiven jodirni reagent, tako da je v večini primerov atomska ekonomija joda maksimalna. Metodologijo smo najprej testirali na vrsti aromatskih molekul pod klasičnimi reakcijskimi pogoji z uporabo organskih topil (metanol, acetonitril), nato pa nadgradili metodologijo tako, da smo za reakcijski medij uporabili vodo ali pa reakcije vodili pod pogoji brez topil. Na osnovi teh odkritij smo take, okolju bolj prijazne sintetske metode, uporabili za selektivno jodiranje alkenov, ketonov in 1,3-dikarbonilnih derivatov. Odkrili in razvili smo tudi metodo aerobnega oksidativnega jodiranja organskih spojin z elementarnim jodom ob prisotnosti NaNO₂ kot katalizatorja. Raziskovali smo tudi reakcije bromiranja organskih spojin v vodnem mediju ali pod reakcijskimi pogoji brez topil z N-bromosukcinimidom (NBS) ali s sistemom HBr/H₂O₂ in ugotovili, da je moč tudi pod temi, okolju bolj prijaznimi pogoji, bromirati ketone in 1,3-dikarbonilne spojine na ?-mesto ob karbonilni skupini, aromatske molekule pa v odvisnosti od pogojev reakcije na jedro ali benzilno mesto. Prav tako smo uspešno uporabili fluorna topila (npr. perfluorooktan, C₈F₁₈) kot tekočo membrano za počasno in difuzijsko kontrolirano dodajanje broma v reakcijsko zmes, pri čemer se izognemo uporabi kloriranih topil, zmanjšamo količina organskih topil, medtem ko se fluorno topilo v celoti ponovno uporabi brez potrebnega čiščenja. Raziskovali smo reakcije fluoriranja organskih spojin z N-F reagenti v vodi in pod pogoji brez uporabe topil ter ugotovili, da je SelectfluorTM F-TEDA-BF₄ odličen reagent za selektivno fluoriranje v vodnem mediju, medtem, ko je za določene substrate pod pogoji brez topil, boljša izbira reagent NFSi. *Omenjena odkritja pomenijo velik preboj na področju halogeniranja organskih spojin in pomemben prispevek k okolju bolj prijaznem pristopu pri sintezi organskih molekul. Rezultati omenjenih raziskav so že zelo zgodaj dosegli zantno odmevnost v znanstveni javnosti.*

Pri raziskavah sinteze antimalarijsko aktivnih cikličnih peroksidov smo ugotovili, da uporaba fluoriranih alkoholov kot topil, ki aktivirajo oksidacijske lastnosti vodikovega peroksida, omogoča enostavno in direktno sintezo simetričnih in nesimetričnih 1,2,4,5-tetraoksanov iz enostavnih ketonov, ki smo jim določili tudi antimalarijske aktivnosti in raziskali vpliv polarnosti teh molekul na njihove in vitro aktivnosti. Odkrili smo, da je molekularni jod odličen katalizator za sintezo dihidroperoksidov z direktno oksidacijo ketonov z H₂O₂. *Vsa ta odkritja predstavljajo kvalitativni preskok pri sintezi antimalarikov na bazi cikličnih peroksidov.*

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Gledano v celoti ocenjujemo znanstveni učinek programa kot zelo uspešen, saj

smo rezultate raziskav v obdobju 2004-2008 objavili v več kot 70 originalnih znanstvenih publikacijah v uglednih mednarodnih revijah. Kumulativni povprečni faktor vpliva teh publikacij je nad povprečjem področja obeh sklopov. Odmevnost del članov programske skupine je velika. Vsebinsko pomenijo rezultati dela v okviru obeh sklopov precejšnji prispevek k znanstvenem razvoju na vseh področjih, ki so bila predmet raziskav. Predvideni program je bil v celoti realiziran.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Selektivno in učinkovito fluoriranje organskih spojin v vodi z uporabo Slectfluor F-TEDA-BF4
		ANG	Selective and effective fluorination of organic compounds in water using Selectfluor F-TEDA-BF4
	Opis	SLO	V omenjeni publikaciji, objavljeni v najboljši znanstveni reviji za primarno literaturo s področja organske kemije smo pokazali, da je mogoče organske spojine selektivno in učinkovito fluorirati tudi v vodnem mediju z uporabo reagenta Selectfluor F-TEDA-BF4.
		ANG	We have shown that organic compounds can be selectively and efficiently fluorinated in aqueous media. This achievement represents an original contribution and important breakthrough in organofluorine chemistry and a significant "greening" of these synthetic protocols, which have been for a long time been considered dangerous and risky. We published this work in Organic Letters, the highest ranked journal for original scientific papers in the field of organic chemistry.
	Objavljeno v	STAVBER, G., ZUPAN, M., JEREB, M., STAVBER, S.. Org. lett., 2004, vol. 6, str. 4973-4976, JCR IF: 4.195	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	18711079		
2.	Naslov	SLO	Jod kot katalizator za učinkovito pretvorbo gem-dihidroperoksidov z vodno raztopino vodikovega peroksida
		ANG	Iodine as a catalytic for efficient conversion of ketones to gem-dihydroperoxides by aqueous hydrogen peroxide.
	Opis	SLO	V omenjeni publikaciji, prav tako objavljeni v najboljši znanstveni reviji za primarno literaturo s področja organske kemije, smo poročali o odkritju, da je elementarni jod odličen katalizator za selektivno in učinkovito oksidacijo ketonov do gem-dihidroperoksidov z uporabo 30% vodne raztopine hydrogen peroksida kot oksidanta. Geminalni dihidroperoksidi so ključni prekursorji za sintezo cele vrste organskih peroksidov, dosedaj poznane metode za njihovo pripravo so bile zelo zapletene in manj selektivne, zato odkrita metoda pomeni pomemben prispevek na področju kemije organskih peroksidov.
		ANG	We discovered that molecular iodine is an excellent catalyst for selective and efficient oxidation of ketones to gem-dihydroperoxides using 30% aqueous hydrogen peroxide. Geminal dihydroperoxides are the key precursors in the synthesis of various organic peroxides, up to now known methods for their preparations are low yield and unselective. In a short period of time the publication has been sharing a considerably interest among scientific community.
	Objavljeno v	ŽMITEK, K., ZUPAN, M., STAVBER, S., ISKRA, J.. Org. lett., 2006, vol. 8, str. 2491-2494, JCR IF: 4.659	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	19881255		
3.	Naslov	SLO	Bromiranje ketonov s H ₂ O ₂ -HBr »v vodi«
		ANG	Bromination of ketones with H ₂ O ₂ -HBr "on water".

Opis	SLO	V publikaciji, objavljeni v vodilni reviji s področja zelene kemije, smo poročali o metodi oksidativnega bromiranja ketonov s kombinacijo H ₂ O ₂ -HBr v vodnem mediju. Reakcija selektivno vodi do alfa-bromiranih ketonov, atomska ekonomija broma je maksimalna, pretvorba poteka v vodnem mediju, tudi za izolacijo produktov nismo uporabili organskih topil. Tak postopek pomeni nov pristop k bromiranju organskih molekul in pomemben prispevek k okolju bolj prijaznim transformacijam organskih spojin.
	ANG	In the article published in the leading journal for scientific achievements in the field of green chemistry we report the oxidative bromination of ketones using combination of H ₂ O ₂ -HBr in aqueous media. The reaction resulted in selective and efficient formation of alfa-bromo-substituted ketones, bromine atom economy was found to be maximal, while for the isolation of final product any organic solvent was used. Publication have been for a month on the list of top-ten articles in Green Chemistry journal.
Objavljeno v	PODGORŠEK, A., STAVBER, S., ZUPAN, M., ISKRA, J.. Green chem. (Print), 2007, issue 11, vol. 9, str. 1212-1218, JCR IF (2006): 4.192	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	21186343	
4. Naslov	SLO	Vezava bakra(II) na celularni prionski protein
	ANG	Copper(II) ion binding to cellular prion protein
Opis	SLO	Prionske bolezni sodijo med neurodegenerativne bolezni, ki nastanejo pri konverziji celičnega prionskega proteina v njegovo degenerativno isoformo. Eksperimentalni podatki dokazujejo, da bakrovi(II) ioni sodelujejo v tem procesu. Ab initio QM/MM modeliranje in dostopni eksperimentalni podatki so bili uporabljeni za identifikacijo in evaluacijo treh potencialnih mest za vezavo bakrovih(II) ionov v C-terminalnem delu normalnega prionskega proteina.
	ANG	Prion diseases are fatal neurodegenerative diseases thought to arise from posttranslational conversion of normal cellular prion protein to a scrapie isoform. Experimental data suggest a role for copper(II) ions in the process. Ab initio QM/MM approach and available experimental data were combined in order to identify and evaluate three potential Copper(II) ion binding sites in the C-terminal portion of the normal cellular prion protein. Our results suggest that copper(II) ion binds to His 187 but not to His 140 and His 177 of the binding site in the cellular prion protein.
Objavljeno v	ZIDAR, J., TRATAR-PIRC, E., HODOŠČEK, M., BUKOVEC, P.. J. chem. inf. mod., 2008, vol. 48, no. 2, str. 283-287, JCR IF (2007): 2.986	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	3858714	
5. Naslov	SLO	N-fluoro-1,4-diazoniabicyclo[2.2.2]oktan dikationske soli; učinkovita fluorirna sredstva in mediatorji funkcionalizacije za organske spojine.
	ANG	N-fluoro-1,4-diazoniabicyclo[2.2.2]octane dication salts; efficient fluorinating agents and functionalization mediators for organic compounds.
Opis	SLO	Na povabilo založbe in urednika smo pripravili obširen prispevek za knjigo iz serije Advances in organic synthesis: Modern organofluorine chemistry- Synthetic aspects v katerem smo podali trenutno najbolj popolen pregled raziskav na področju kemije N-F reagentov iz skupine soli N-Fluoro-diazoniabicyclo[2.2.2]oktana. V poglavju predstavljena kemija vsebuje tudi področje raziskav po katerih je skupina prepoznavna v svetu.
	ANG	We were invited to contribute a chapter to the most comprehensive collection of scientific achievements in the field of synthetic organofluorine chemistry for which we prepared a complete review of the chemistry of N-F reagents from the group of N-fluoro-1,4-diazoniabicyclo(2.2.2)octane salts. This publication represents an indispensable and universal source of information of current research in the field of organofluorine chemistry. It was a great honour and recognition for us to participate in this publication.
Objavljeno v	STAVBER, S., ZUPAN, M.. In: RAHMAN, Atta-ur- (editor.), LAALI, Kenneth K. (editor.). Advances in organic synthesis. Volume 2. 2nd ed.: Modern organofluorine chemistry-Synthetic aspects; Hilversum: Bentham Science Publishers, 2006, str. 213-268.	
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	

COBISS.SI-ID	19778855
--------------	----------

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Projekt "Partnerstvo fakultet in šol: vseživljensko izobraževanje učiteljev naravoslovnih predmetov".
		ANG	Project "Partnership between faculties and schools: lifetime education of science teachers".
	Opis	SLO	Cilji projekta so bili: Povezati strokovno-teoretično in praktično-pedagoško usposabljanje učiteljev naravoslovnih predmetov na osnovnošolski in srednješolski stopnji, razviti učinkovite in cenovno sprejemljive modele vseživljenskega izobraževanja učiteljev naravoslovnih predmetov in jim omogočiti v stalnih časovnih obdobjih osvežiti in dopolniti znanje stroke in sodobnih didaktičnih pristopov prenosa znanja v šolsko prakso. Izobraževalni del projekta je bil v veliki meri naravnani na interdisciplinarnost določenih tem in je potekal v obliki delavnic in seminarjev.
		ANG	There were altogether 59 primary and secondary schools. The purpose of the project was to set up a link between the chemistry teachers at all levels of education for better motivation and exchange of ideas. A model of a seminar was designed based on the proposals of the users, and it was tested in a number of seminars.
	Šifra	D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov	
	Objavljeno v	http://partnerstvo.fkkt.uni-lj.si/	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
COBISS.SI-ID	28798213		
2.	Naslov	SLO	Projekt "LIFE 03 ENV/SL/000557-LIMNOTOP, Sonaravna sanacija komunalne deponije Financiranje: Evropska komisija v letih 2004-2006
		ANG	Project "LIFE 03 ENV/SL/000557-LIMNOTOP, The Sustainable Rehabilitation of the Landfil Site", Funding: European Commission in the period 2004-2006.
	Opis	SLO	V sodelovanju z občino Ormož je bil izveden pilotni projekt sanacije komunalne deponije, pri čemer je bila implementirana nova in izvirna rešitev, ki upošteva načela trajnostnega razvoja. Sodelavci Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo so skrbeli za celovit monitornig anorganskih in organskih snovi v izcedni vodi, zemlji in v rastlinah ter z upoštevanjem masne bilance deponije kontrolirali uspešnost delovanja prototipa. Implementirana rešitev je enostavna in cenovno ugodna ter predstavlja učinkovito zaščito okolja.
		ANG	In cooperation with Ormož community a pilot project of landfill rehabilitation was carried out with the implementation of a new and inovative solution taking into account the principles of sustainable development. Close by the landfill site of an area of 4000 m ² a wetland has been constructed and connected to fandfil by underground pipes. Recycling of water through constructed wetland and landfil enables a permanent washing out of landfil body and subsequent cleaning of leachate in constructed wetland.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa	
	Objavljeno v	http://www1.ormoz.si	
	Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)	
COBISS.SI-ID	22483417		
3.	Naslov	SLO	Karakterizacija in stabilnost barvnih slojev umetniških predmetov
		ANG	Characterization and stability of painted layers of art objects
	Opis	SLO	V okviru doktorske disertacije "Karakterizacija in stabilnost barvnih slojev umetniških predmetov" doktorandke Polone Ropret je bil izdelan restavratorsko-konzervatorski postopek za restavracijo poslikave ladijskega oboka stolne cerkve v Ljubljani. Razvit je bil postopek čiščenja poslikave z nasičeno raztopino amonijevega karbonata ali hidrogenkarbonata, absorpcije nastalih produktov v celulozno pulpo in silikagel ter vezave po retuširanju z metil hidroksi celuloznim etrom. Z razvitim postopkom je bila uspešno

		restavrirana celotna poslikava ladijskega oboka stolne cerkve v izmeri 600 m ² .
	ANG	In the framework of PhD thesis "Characterization and stability of painted layers of art objects" of Polona Ropret a renovation-conservation procedure has been elaborated for restoration of St. Nicolaus cathedral ceiling. A procedure was developed for cleaning the paintings with saturated solutions of ammonium carbonate or hydrogencarbonate, for absorption of waste products into a cellulose pulp and silicagel, and for stabilization after retouching with methyl hydroxy cellulose ether. The developed procedure was successfully applied for restoration of 600 m ² of the cathedral ceiling.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	Polonca Ropret, doktorska disertacija, UL-FKKT, Ljubljana, 2007
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
	COBISS.SI-ID	28455173
4.	Naslov	SLO Mentorstva doktorandom
		ANG Supervision of PhD students
	Opis	SLO KRALJ, Petra. Ljubljana, 2006. Mentor: Marko Zupan. ROPRET, Polona. Ljubljana, 2007. Mentor: Peter Bukovec. PRAVST, Igor. Ljubljana 2008, Mentor: Marko Zupan. STAVBER, Gaj. Ljubljana 2009. Mentor: Marko Zupan. ŽMITEK, Katja. Ljubljana 2008. Mentor: Jernej Iskra. PODGORŠEK, Katja. Ljubljana 2009. Mentor: Jernej Iskra.
		ANG KRALJ, Petra. Ljubljana, 2006. Mentor: Marko Zupan. ROPRET, Polona. Ljubljana, 2007. Mentor: Peter Bukovec. PRAVST, Igor. Ljubljana 2008, Mentor: Marko Zupan. STAVBER, Gaj. Ljubljana 2009. Mentor: Marko Zupan. ŽMITEK, Katja. Ljubljana 2008. Mentor: Jernej Iskra. PODGORŠEK, Katja. Ljubljana 2009. Mentor: Jernej Iskra.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	KRALJ, Petra, doktorska disertacija. UL-FKKT, Ljubljana, 2006 ROPRET, Polona, doktorska disertacija. UL-FKKT, Ljubljana, 2007 PRAVST, Igor, doktorska disertacija, UL-FKKT, 2008 ŽMITEK, Katja, doktorska disertacija, UL-FKKT, 2008 STAVBER, Gaj, doktorska disertacija, UL-FKKT, 2009 PODGORŠEK, Ajda, doktorska disertacija, UL-FKKT, 2009
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	27504901
5.	Naslov	SLO Postopek priprave 2-sulfinil-1H-benzimidazolov
		ANG Process for preparing 2-sulfinyl-1H-benzimidazoles
	Opis	SLO V sodelovanju s Krka d.d. smo razvili nov postopek za selektivno oksidacijo sulfidne funkcionalne skupine v sulfoksidno s 30% vodno raztopino H ₂ O ₂ in MTO kot katalizatorjem in metodo aplicirali na 4 farmakološke učinkovine iz skupine 2-sulfinil-1H-benzimidazolov, ki se uporabljajo za acidobazno regulacijo zgornjega prebavnega trakta. Postopek je v procesu mednarodne patentne zaščite, v Krki pa že po njem poteka redna proizvodnja omenjenih preparatov.
		ANG In the collaboration with company Krka we developed a new protocol for selective oxidation of sulfide functional group into sulfoxide group using 30% aqueous H ₂ O ₂ and MTO as the catalyst. The new protocol was applied for the synthesis of 4 compounds from the family of 2-sulfinyl-1H-benzimidazoles, which are used as drugs for acidobase regulation in human medicine. The synthetic protocol is in the phase of international patent protection, while the compounds are already produced in Krka.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent
	Objavljeno v	ISKRA, J., STAVBER, S., KOTAR-JORDAN, B., RUŽIČ, M., SMODIŠ, J., ZUPET, R.. Process for preparing 2-sulfinyl-1H-benzimidazoles, patentna prijava EP203093(A1). Berlin: European Patent Office, 2007.
	Tipologija	2.23 Patentna prijava

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Zaključeni program se je v obeh glavnih sklopih vključeval v prednostne smeri, ki so bile definirane v 6. okvirnem programu Evropske skupnosti. Biomimetski modeli interakcij kovinskih ionov z organskimi molekulami, modelni sistemi za študij vezave kovinskih ionov na biološke molekule ter sinteze novih kovinskih kompleksov z biološko aktivnostjo sodijo v prednostni področji št.1 in št.2: »Zdravje« ter »Hrana, agrikultura, biotehnologija«. Posebno aktualni tematici sta vezava kovinskih ionov na prionske proteine in sinteza novih biološko aktivnih kompleksov, prva zaradi pojasnitve nastanka prionskih bolezni, druga pri iskanju boljših kemoterapevtikov. Področje kovinskih oksidov kot materialov za katalizatorje in fotokatalizatorje sodi v prednostno smer št. 4: »Nanoznanosti, nanotehnologije, materiali in nove tehnologije« ter v prednostno smer št. 6: »Okolje«. Tematika vezana na kovinske zvrsti v okolju in njihovo imobilizacijo tudi sodi v prednostno smer št. 6. V navedene prednostne smeri se vključuje tudi celoten bioorganski sklop, kjer je še posebej poudarjena močna usmeritev v zeleno kemijo.

ANG

The two main parts of the programme, bioinorganic and bioorganic, followed the priorities, that were defined in 6. framework programme of European community. Biomimetic models of metal ions interactions with organic molecules, and syntheses of new metal complexes with biological activity belong to nr.1 and nr.2 priorities: »Health« and »Food, agriculture, biotechnology«. Of special importance is the binding of metal ions to prion proteins and the preparation of new bioactive metal complexes, the first one to clarify prion diseases, the second one for progress of chemotherapy. Catalytic and photocatalytic metal oxides belong to priority nr. 4: »Nanoscience, nanotechnologies, materials and new technologies« and to priority nr. 6: »Environment«. Identification of toxic metal species in environment and their immobilization belong to priority nr. 6 too. The bioorganic part as a whole follows the mentioned priorities, with a strong orientation to green chemistry.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Zaključeni raziskovalni program predstavlja pomemben prispevek k trajnostnemu družbeno-ekonomskemu in kulturnemu razvoju Slovenije na naslednjih področjih:

- nova znanja in izobraževanje vrhunsko usposobljenih kadrov na področju anorganske in organske kemije
- prispevek k uvajanju okolju prijaznih kemijskih procesov
- izdelava postopkov za zaščito kulturne dediščine
- uvajanje trajnostnih okoljskih tehnologij.

ANG

The programme represents an important contribution to sustainable development of Slovenia. The importance of the programme for Slovenia's socio-economic and cultural development are:

- a new knowledge and education of top inorganic and organic chemists
- contribution to benign chemistry processes, which are friendly to the nature
- elaboration of procedures important for preservation of cultural heritage of Slovenia
- implementation of sustainable environmental technologies

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	
- doktorati	6	2
- specializacije		
Skupaj:	8	2

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2	1	
- gospodarstvo	4	1	
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	6	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.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*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	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	
Skupaj:	0

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

LIFE 03 ENV/SLO/000557-LIMNOTOP, The Sustainable Rehabilitation of the Landfil Site, 2004-2006, Glavni partner: Peter Bukovec, (http://www1.ormoz.si) (106.325 Euro)
EURODEMO: European Co-ordination Action for Demonstration of Efficient Soil and Groundwater Remediation, 2004-2006, Partnerka: Marija Zupančič, (http://www.eurodemo.info/).
Evropski socialni sklad: Partnerstvo fakultet in šol, 2004-2005, št. 3311-04-297004.

Koordinatorica: Nataša Bukovec (60.357 Euro)
Evropski socialni sklad: Partnerstvo fakultet in šol: Vseživljensko izobraževanje, 2006-2007 št. 3311-06-297006. Koordinatorica: Nataša Bukovec (64.019 Euro)
COST D20: Metal Compounds in the Treatment of Cancer, partnerka Nataša Bukovec
COST D29: New Fluorous Media and Processes for Cleaner and Safer Chemistry, partner Jernej Iskra
COST 540: Photocatalytic Technologies and Novel Nanosurfaces Materials - Critical issues (PHONASUM), partnerka Romana Cerc-Korošec
Raziskovalno delo (avgust-december 2006) na področju kemijskih reakcij v ionskih tekočinah MR Jasminke Pavlinac na Kent State University, ZDA v laboratoriju prof. Kenneth Laali-ja.
Raziskovalno delo (februar-maj 2006) na področju fluoriranih topil in topnosti plinov v njih MR Ajde Podgoršek na CNRS/Blaise Pascal University; Aubiere Cedex, Francija v laboratoriju Dr. Margarida Costa Gomes.
Raziskovalno delo (avgust-december 2007) na področju fluoriranja organskih spojin pod zelenimi reakcijskimi pogoji; MR Jasminka Pavlinac na University of York, VB, v laboratoriju Prof. J. Clark)
Sodelovanje s skupino Dr. Danielle Bonnet-Delpon (CNRS; BIOCIS UPRES A 8076; University Paris-Sud; Francija na področju sinteze in antimalarijske aktivnosti cikličnih tetraoksanov (Dr. Jernej Iskra, MR Katja Žmitek).
Enoletno podoktorsko izpopolnjevanje Dr. Marjana Jereba na ETH pri prof A. Togni (2005)

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

Industrijski projekt: Novi površinsko aktivni materiali in njihova uporaba v nehumani kozmetiki; naročnik : ECOT d.o.o. Ljubljana, nosilec Dr. Stojan Stavber; od 2005 dalje; 10.000 euro/letno
Industrijski projekt: Raziskave na področju sinteze farmakoloških učinkovin; naročnik Krka, d.d. Novo Mesto; nosilec Dr. Jernej Iskra, sonosilec Dr. Stojan Stavber; od 2007 dalje; 20-25.000 euro/letno
Industrijski projekt: Razvoj metode za določitev stopnje polikondenzacije melaminsko-sečninsko-formaldehidne smole na kameni volni, Avtorja: Romana Cerc Korošec in Peter Bukovec, Naročnik: Melamin, Kočevje; 10.000 euro/leto
LIFE 03 ENV/SLO/000557-LIMNOTOP, The Sustainable Rehabilitation of the Landfil Site, 2004-2006, Glavni partner: Peter Bukovec, (http://www1.ormoz.si) (106.325 Euro)
Evropski socialni sklad: Partnerstvo fakultet in šol, 2004-2005, št. 3311-04-297004. Koordinatorica: Nataša Bukovec (60.357 Euro)
Evropski socialni sklad: Partnerstvo fakultet in šol: Vseživljensko izobraževanje, 2006-2007 št. 3311-06-297006. Koordinatorica: Nataša Bukovec (64.019 Euro)

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.)

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	MILAČIČ, R., ŠČANČAR, J., PROSENC, M., ŠTURM, T., MLADENVIČ, A., BUKOVEC, P.. Uporaba črne žindre v cestogradnji : študij okoljskih vplivov.
	Uporaba filtrskega prahu iz elektroobločnih peči je možna kot dodatek

Opis	asfaltom, oziroma kot dodatek v cementne kompozite. S primerno množino dodanega fitrskega pepela se ne spremenijo fizikalno-mehanske lastnosti asfaltov in cementnih kompozitov.
Objavljeno v	V: KORTNIK, Jože (ur.), BAJŽELJ, Uroš (ur.), GRILC, Viktor (ur.), HRAST, Klementina (ur.), IVANC, Marijan (ur.), JELEN, Bojan (ur.), LESKOŠEK, Milka (ur.), LESKOVAR, Jože (ur.), PODLIPNIK, Bernarda (ur.), VOVK, Marinka (ur.). "Gospodarjenje z odpadki - GzO'08" : zbornik 9. strokovnega posvetovanja z mednarodno udeležbo, Otočec, 28. avgust 2008. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, 2008, str. 199-210.
COBISS.SI-ID	21931047

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	VRTAČNIK, M., BUKOVEC, N., PLANINŠIČ, G., ZUPANČIČ, G.. Kako bomo z zmanjševanjem števila ur naravoslovnih predmetov popularizirali naravoslovje?
Opis	Avtorji prispevka kritično obravnavajo predlagane spremembe v obsegu naravoslovnih predmetov gimnazijskih programov, kjer se predlaga krčenje naravoslovja.
Objavljeno v	Delo (Ljubl.), 24. mar. 2006, letn. 48, št. 69, str. 5.
COBISS.SI-ID	6539081

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

1.	Naslov predmeta	Bioorganska kemija
	Vrsta študijskega programa	Biokemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT
2.	Naslov predmeta	Bioanorganska kemija
	Vrsta študijskega programa	Biokemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT
3.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz organske kemije
	Vrsta študijskega programa	Kemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT
4.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz anorganske kemije
	Vrsta študijskega programa	Kemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT

5.	Naslov predmeta	Kemija halosubstituiranih spojin
	Vrsta študijskega programa	Kemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT
6.	Naslov predmeta	Anorganska kemija
	Vrsta študijskega programa	Kemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT
7.	Naslov predmeta	Anorganska kemija II
	Vrsta študijskega programa	Kemija
	Naziv univerze/fakultete	UL FKKT

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 type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					

G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar¹⁵

--

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:

vodja raziskovalnega programa	zastopniki oz. pooblaščenec osebe raziskovalnih organizacij in/ali
-------------------------------	--

		koncesionarjev
Peter Bukovec	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
		Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/888

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](#)

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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), kratek 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), kratek 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