

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/282

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0152
Naslov programa	Kemijsko reakcijsko inženirstvo
Vodja programa	849 Janez Levec
Obseg raziskovalnih ur	48.450
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	104 Kemijski inštitut

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Programska skupina je v preteklem programskem obdobju študirala kinetične aspekte nekaterih pomembnih kataliziranih in nekataliziranih reakcij. Tako je bilo opravljeno več študij na katalitski oksidaciji modelnih organskih onesnaževalcev, na odstranjevanju nitratnega iona v pitni vodi, parcialni oksidaciji CO v prebitnem vodiku, reakciji vodnega plina in uporabi superkritičnega ogljikovega dioksida kot zelenega topila. Rezultati so bili priobčeni v 19 objavah v mednarodni periodiki, ki jo grobo uvrščamo v prvi kvartil (sicer pa spadajo v prvih 3-10 % na področju), 8 del je bilo objavljeno v periodiki iz drugega kvartila in dve iz tretjega ter prikazani na mnogih mednarodnih konferencah. Pomembnost objavljenih del oziroma rezultatov odražajo visoko število citatov, povabila za predavanja na mednarodnih konferencah in univerzah (3), poglavja v monografijah (3), organizacija mednarodne konference, članstvo (3) v znanstvenih odborih mednarodnih konferenc, članstvo (3) v mednarodnih uredniških odborih periodičnih publikacij in vabljenost v uredništvo redne številke ugledne I&ECR pri ACS. V obdobju 2004-2008 smo del raziskovalne dejavnosti v okviru raziskovalnega programa namenili tudi reševanju ekoloških problemov na področju pitnih in industrijskih odpadnih voda. Odpravljanja le-teh smo se lotevali z interdisciplinarnim razvojem katalitskih postopkov, s sintezo in karakterizacijo ter uporabo novih tipov heterogenih katalizatorjev ter njihovo uporabo v modernih čistilnih postopkih, ki temeljijo na metodah oksidacije oziroma redukcije (hidrogenacije) ter omogočajo destruktivno obdelavo pitnih in industrijskih odpadnih voda, s tem pa popolno odstranitev tako organskih kot tudi anorganskih polutantov. Te raziskave temeljijo na poglobljenih kinetičnih in mehanističnih študijah preučevanih procesov. Z namenom nadaljnega izboljšanja učinkovitosti in ekonomike katalitskih čistilnih procesov smo se ukvarjali tudi z razvojem integriranih postopkov. Le-ti v procesnih shemah poleg dvo-ali trifaznih reaktorjev vključujejo tudi fizikalno-kemijske stopnje čiščenja vodnih tokov (npr. ionska izmenjava), s čimer je moč na enostaven način odpraviti pomanjkljivosti posameznih procesnih stopenj. Pri preučevanju procesa katalitske hidrogenacije z namenom odstranjevanja nitratnega iona iz onesnažene podtalnice smo ugotovili, da vodenje reakcije v konvencionalnih trifaznih pretočnih reaktorjih s strnjenim slojem katalizatorja ne zagotavlja zadostne selektivnosti (tj. pretvorbe

nitratnega iona v dušik) in s tem ne dovoljuje direktnega čiščenja z nitratnimi ioni onesnažene pitne vode. Zato smo razvili integrirani proces za selektivno odstranjevanje presežnih množin nitratnega iona iz onesnažene podtalnice, ki v procesni shemi sinergistično povezuje konvencionalni fizikalno-kemijski proces ionske izmenjave s procesom katalitske denitrifikacije, pri čemer slednji poteka v dvofaznem reaktorju s strnjenim slojem Pd-Cu/g-Al₂O₃ bimetalnega katalizatorja. Nedavno smo z uporabo dveh ločenih katalitskih reaktorjev (bodisi reaktorjev s strnjenim slojem katalizatorja bodisi reaktorjev z goščo), napolnjenih s Pd-Cu oziroma Pd katalizatorjem, učinkovito modificirali procesno shemo integriranega procesa za odstranjevanje presežnih množin nitratnega iona iz pitne vode, s čimer se je še dodatno zmanjšala produkcija amonijevega iona kot stranskega produkta reakcije.

Za destruktivno oksidacijo organskih polutantov v industrijskih odpadnih vodah s procesom heterogeno katalizirane mokre oksidacije (CWAO) smo sintetizirali različne Ru/TiO₂ in Ru/ZrO₂ katalizatorje, ki omogočajo učinkovito odstranjevanje organskih polutantov iz odpadnih voda in njihovo popolno pretvorbo v ogljikov dioksid, tudi v primerih, ko odpadne vode vsebujejo aromatske organske spojine in precejšnje množine soli. S poskusi katalitske oksidacije industrijskih odpadnih voda, vodene v kontinuirnem kapalnem reaktorju, je bila potrjena tako visoka aktivnost teh katalizatorjev za oksidativno destrukcijo organskih polutantov (bodisi alifatskih bodisi aromatskih), kakor tudi njihova kemijska stabilnost in s tem dolga življenjska doba Ru/TiO₂ in Ru/ZrO₂ katalizatorjev v hidrotermalnih reakcijskih pogojih. Ti katalizatorji obenem omogočajo visoko stopnjo zmanjšanja akutne strupenosti tretiranih odpadnih voda. Za časovno napoved hitrosti izginetja oziroma stopnje pretvorbe celotnega organskega ogljika (TOC) smo razvili kinetični model, ki v skladu s teoretičnimi dognanji predvideva kinetiko drugega reda v vseh stopnjah triangularne reakcijske sheme; napovedi modela se dobro ujemajo z izmerjenimi vrednostmi.

Katalitsko oksidacijo organske specije smo izvajali v membranskem reaktorju, tj. cevni anorganski membrani, ki je bila v sloju z najmanjšimi delci (nm) impregnirana s katalitsko aktivno specijo (Pt). Prednost uporabe mebrane naj bi bila ločitev kapljevinske faze z raztopljeno mravljično kislino (modelni polutant) in plinaste faze s kisikom kot drugim reaktantom. Kontaktna površina med plinasto in kapljevinsko fazo, ki predstavlja reakcijsko cono, naj bi se vzpostavila v membrani na mestu, kjer je najvišja koncentracija katalizatorja, tj. v sloju z najmanjšimi delci oziroma tik ob njem. Ker se ta sloj nahaja ob notranji omočeni steni membrane, se kapljevinstemu reaktantu tako skrajša pot, celoten proces pa tako ni upočasnen zaradi daljše poti plinastega reaktanta, saj je profil koncentracije kisika praktično konstanten v neomočenem delu membrane. Z eksperimenti hidrodinamske narave in matematičnim modeliranjem ter vodenjem reakcije katalitske oksidacije smo ugotovili, da lahko lego reakcijske cone zelo uspešno kontroliramo s transmembranskim tlakom, tj. razliko med tlakom na strani plina in na strani kapljevine. Razvili smo dva matematična modela, ki heterogeno katalizirano reakcijo v preučevanem reaktorskem sistemu popiše na osnovi snovnih fluksov oziroma snovne bilance ter omogočata zanesljivo napoved debeline cone, v kateri poteka kemijska reakcija, in koncentracijske profile reaktantov v omočenem delu stene cevne keramične membrane.

V preteklem programskem obdobju so bile opravljene tudi raziskave kinetike in mehanizmov heterogeno kataliziranih reakcij s pomočjo sodobne *in-situ* FTIR/ATR spektroskopije, ki omogoča zajemanje podatkov v realnem času, tudi ko reakcije izvajamo v večfaznih reaktorskih sistemih. Učinkovitost te eksperimentalne tehnike, še zlasti kar se tiče razreševanja dilem v zvezi z reakcijskimi mehanizmi in merjenja reakcijskih hitrosti s pomočjo kemometrijskih tehnik, je bila demonstrirana na primerih: (i) Pd/C katalizirane enantioselektivne hidrogenacije prokiralnih, α,β -nenasičenih eksocikličnih ketonov, inducirane s (S)-prolinom v različnih organskih topilih, in (ii) katalitske trifazne diastereoselektivne hidrogenacije derivatov *o*-toluinske in 2-metilnikotinske kisline v prisotnosti trdnega Rh/C katalizatorja.

Preučevali smo tudi postopke za sintezo nanostrukturnih baker-cerijevih kompleksnih oksidov, njihovo strukturno karakterizacijo, določitev njihovih redoks lastnosti in njihove katalitske aktivnosti ter selektivnosti v dveh najpomembnejših procesih za čiščenje vodika, pridobljenega z reformingom ogljikovodičnih goriv za uporabo v nizkotemperaturnih elektrokemičnih členih na gorivo (gorivnih celicah): (i) reakciji vodnega plina (water gas shift - WGS) in (ii) reakciji selektivne oksidacije ogljikovega monoksida v prebitnem vodiku (CO Preferential Oxidation - PrOX). Obstoječi industrijski katalizatorji za ta dva procesa so neprimerni za uporabo v mobilnih in prenosnih sistemih za soproizvodnjo elektrike in toplote z gorivnimi celicami, ker so pirofori in kemijsko nestabilni pri cikličnem obratovanju reaktorjev (zagon - izklop).

V objavljenih raziskavah smo pokazali, da imajo baker-cerijevi nanostrukturni katalizatorji v PrOX procesu aktivnost primerljivo s tržnimi katalizatorji Pt/g-Al₂O₃ in dvakrat višjo selektivnost v primerljivih reakcijskih pogojih, hkrati pa so bistveno cenejši, ker ne vsebujejo plemenitih kovin. Tudi v reakciji vodnega plina (WGS) so baker-cerijevi nanostrukturni

katalizatorji dovolj aktivni in selektivni v primerjavi s tržnimi katalizatorji, ki vsebujejo za velikostni red višjo koncentracijo bakra in so zato ob stiku z zrakom piroforni. Struktura baker-cerijevih oksidnih katalizatorjev je specifična: zaradi močne interakcije med katalitično aktivno komponento (CuO , Cu) in nosilcem (CeO_2), t.im. SMSI učinkom (Strong Metal-Support Interaction), pri kateri pride, kot kažejo novejši *ab initio* kvantno-kemijski modelni izračuni, do prekrivanja d-orbital bakra s p-orbitalami kisika in f-orbitalami cerija, imajo tovrstni redoks katalizatorji veliko prednost v številnih heterogeno kataliziranih reakcijah.

Del raziskovalnih naporov je bil usmerjen v razvoj ultrazvočnega senzorja, ki je namenjen merjenju hitrosti zvoka in zvočne atenuacije v fluidih pri zvišanih tlakih. Senzor je sestavljen iz 200 kHz piezo-električnega oddajnika in sprejemnika, razdaljo med njima pa je mogoče poljubno spreminjati med merjenjem, tako da avtoklava ni potrebno odpirati. S tem senzorjem je bil izmerjen koeficient absorpcije zvoka, hitrost zvoka in zvočna amplituda v ogljikovem dioksidu med 298 in 343 K in 6-8 MPa. Rezultati so pokazali, da lahko z merjenjem zvočne amplitude natančneje določimo lego kritične točke, saj je sprememba zvočne amplitude v bližini kritične točke mnogo večja kot sprememba zvočne hitrosti. O pomembnosti in uporabnosti akustične tehnike, ki je opisana v prispevku, priča tudi sestavek z naslovom "An Ultrasound Sensor for High Pressure Application - Slovenia", priobčen v Advanced Sensor Technologies for Industrial Automation and Process Control (Technical Insights), tehniške založbe Frost & Sullivan, ZDA, 31. december 2005; (<http://www.frost.com/prod/servlet/report-toc.pag?repid=D499-01-00-00-00>). S pomočjo tega senzorja smo lahko natančno določili ekspanzijski koeficient z ogljikovim dioksidom ekspandiranega topila in tudi topnost vodika v takem topilu.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Raziskovalno delo je potekalo skladno z programom. Nekoliko zmanjšana intenzivnost dela je bila le pri raziskavah tvorbe mikrododelcev aktivne učinkovine na polimernem nosilcu v superkritičnih fluidih. Razlog za ta odmik je bila zahtevna gradnja visokotlačne celice, predvsem čas, ki ga je terjala izdelava konstrukcija delov in izdelava izven inštitutske strojne delavnice.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Integrirani proces redukcije nitratnih in nitrinih ionov v pitni vodi
		ANG	Improvement of an integrated ion-exchange-catalytic process for nitrate removal by introducing a two-stage denitrification step.
	Opis	SLO	V članku je predstavljena izpopolnjena tehnologija odstranjevanja nitratov iz pitne vode. Nova tehnologija uporablja dva reaktorja: v prvem, polnjenim z bimetalnim katalizatorjem, se nitratni ioni zelo selektivno (do 97 %) reducirajo v nitritne, v drugem, polnjenim z monometalnim katalizatorjem, pa se nitritni ioni naprej reducirajo v dušik. Nova tehnologija za velikostni red znižuje produkcijo neželenih oziroma škodljivih amonijevih ionov, kar predstavlja veliko prednost pri eventualni komercializaciji.
		ANG	In an ion-exchange column the nitrate ions are first adsorbed on ion exchange resins and then exchanged by chloride ions from the regeneration solution. Nitrate ions transferring into the regeneration solution are then reduced by hydrogen over a bimetallic catalyst in trickle bed reactor to nitrogen. The new technology reduces the formation of very unwanted side-product ammonia for almost an order of magnitude, which is positively an important step beyond the present state-of-the-art.
	Objavljeno v		PINTAR, Albin, BATISTA, Jurka. Appl. catal., B Environ., 2006, vol. 63, str. 150-159, JCR IF (2005): 3.809.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		3408410	

2.	Naslov	SLO	Kinetika parcialne oksidacije ogljikovega monoksida
		ANG	Transient kinetic model of CO oxidation over a nanostructured Cu-CeO catalyst
	Opis	SLO	Temperaturno programirana redukcija nanstrukturiranega Cu-CeO katalizatorja daje kvalitativno sliko o reducibilnosti tega katalizatorja. Izmerjene koncentracijske odzive CO in CO ₂ na stopenjsko motnjo smo uporabili za postavitev tranzitivnega kinetičnega modela na podlagi elementarnih reakcijskih stopenj. Izračunane aktivacijske energije za elementarne reakcijske stopnje potekajoče na površini se gibljejo med 10 in 40 kJ/mol, za reakcijsko stopnjo reoksidacije katalizatorja 73 kJ/mol in za difuzijo mrežnega kisika v katalizatorju 40 kJ/mol.
		ANG	The dynamics of oxidation of carbon monoxide (CO) over Cu-CeO nanostructured catalyst was studied. Temperature programmed reduction of the catalyst by CO yielded a pretty clear qualitative picture of the catalyst reversibility. According to the concentration responses of CO, oxygen, and carbon dioxide the activation energies for the surface reactions were found to be between 10 and 40 kJ/mol, for re-oxidation reaction 73 kJ/mol, and for the diffusion of the lattice oxygen within the catalyst about 40 kJ/mol, respectively.
	Objavljeno v		SEDMAK, Gregor, HOČEVAR, Stanko, LEVEC, Janez. J. catal., 2004, vol. 222, no. 1, str. 87-99, JCR IF (2003): 4.063.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		2967322
3.	Naslov	SLO	Membranski reaktor: lokacija reakcijske ploskve
		ANG	Positioning of the reaction zone for gas-liquid reactions in catalytic membrane reactor
	Opis	SLO	Kvantitativno je opredeljena lokacija reakcijske cone v membranskem reaktorju, v katerem izvajamo reakcijo med reaktanti iz tekoče in plinske faze. Analiza je opravljena na podlagi meritev in analize masnega prenosa v nereakcijskih pogojih (raztapljanje CO ₂ v vodi) in reakcijskih pogojih (oksidacija mravljične kisline na s platino impregniranem filtrirnem sloju membrane). Na osnovi meritev snovnega prenosa je bilo ugotovljeno, da z nadtlakom plinske faze od 0.5 do 0.9 bara izpodrinemo tekočo fazo iz nosilnega sloja membrane, zato so v eksperimentalnih pogojih omočeni le filtrirni sloji.
		ANG	Herein the location of reaction zone within a porous inorganic membrane doped with a catalytically active phase (Pt) is studied. The zone, i.e. the contact surface between the gaseous and the liquid reactant, depends on the transmembrane pressure between the phases. The oxidation of formic acid was used as a model reaction. On the basis of measured mass transfer rates it was found out that the pressure difference (gas-liquid) of 0.5 - 0.9 bar is enough to remove all the liquid from the membrane support (coarse) layer; thus only the filtration layers are kept wetted.
	Objavljeno v		BERČIČ, Gorazd, PINTAR, Albin, LEVEC, Janez. Catal. today, 2005, vol. 105, no. 3/4, str. 589-597, JCR IF (2004): 3.108
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		3341082
4.	Naslov	SLO	Dvofazni tok skozi porozni sloj v kapalnem reaktorju
		ANG	Flow through packed bed reactors. 2 : Two-phase concurrent downflow.
	Opis	SLO	Prispevek obravnava hidrodinamiko dvofaznega toka kapljevine in plina skozi porozni sloj katalizatorja. Izmerjena je bila najširša baza podatkov doslej za pogoje pod visokim tlakom. Podatki so bili obdelani s konceptom relativne permeabilnosti. V nasprotju z nekaterimi predhodnimi študijami je bilo ugotovljeno, da sta tako relativna permeabilnost plina kot kapljevine odvisni le od nasičenosti sloja. Tako oblika delcev kot obratovalni tlak ne vplivata na obliko funkcijske odvisnosti relativne permeabilnosti od nasičenosti sloja, če uporabimo splošno obliko Ergunove enačbe.
			The hydrodynamics of high pressure concurrent two-phase flow through a porous bed is studied experimentally. Experimental data were analyzed by means of the relative permeability concept. It was found that the gas- and

		ANG	the liquid-phase relative permeability is a function of the bed saturation only. The particle shape as well as pressure do not have an influence on the relation between the relative permeability and saturation as long as the general Ergun type equation is used.
	Objavljeno v		NEMEC, Damjan, LEVEC, Janez. Chem. eng. sci., 2005, vol. 60, str. 6958-6970, JCR IF (2004): 1.735.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		3311130
5.	Naslov	SLO	Ultrazvočni senzor v superkritični tehnologiji
		ANG	Ultrasound speed and absorption study in near-critical CO ₂ : a sensor for high-pressure application.
	Opis	SLO	Ultrazvočni senzor, ki je namenjen merjenju hitrosti zvoka in zvočne atenuacije v fluidih pri zvišanih tlakih, je sestavljen iz 200 kHz piezo-električnega oddajnika in sprejemnika, razdaljo med njima pa je mogoče poljubno spreminjati med merjenjem. Pomembnost in uporabnost te akustične tehnike, je opisana v sestavku "An Ultrasound Sensor for High Pressure Application - Slovenia", priobčena v Advanced Sensor Technologies for Industrial Automation and Process Control, Frost & Sullivan, ZDA, 31. december 2005; (http://www.frost.com/prod/servlet/report-toc.pag?repid=D499-01-00-00-00).
		ANG	By means of an ultrasound sensor the sound absorption coefficient, the speed of sound, and the sound amplitude was measured in carbon dioxide at temperatures between 298 in 343 K and pressures of 6-8 MPa. This novel technique is noted in "An Ultrasound Sensor for High Pressure Application - Slovenia", published in Advanced Sensor Technologies for Industrial Automation and Process Control, Frost & Sullivan, ZDA, 31st December 2005; (http://www.frost.com/prod/servlet/report-toc.pag?repid=D499-01-00-00-00).
	Objavljeno v		ZEVIK, Luka, BABIČ, Matjaž, LEVEC, Janez. J. supercrit. fluids., 2006, vol. 36, no. 3, str. 245-253, JCR IF (2005): 2.144.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		3395610

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Mednarodni simpozij o večfaznih reaktorjih
		ANG	5th Inter. symp. on catalysis in multiphase reactors and 4th Intern. symp. on multifunctional reactors (CAMURE-5 & ISMR-4 symp.)
	Opis	SLO	V Portorožu smo zbrali veliko število mednarodno uglednih strokovnjakov iz področij katalize v večfaznih sistemih in večfunkcijskih reaktorjev. Na simpoziju je bilo predstavljenih 123 prispevkov iz 30 držav vseh kontinentov, ki so bili razporejeni v 10 sekcij. Najbolj sta bili zastopani sekciji Kinetika in modeliranje ter Prenos snovi in toplote. Na simpoziju smo podelili posebne nagrade za najboljše posterje mladim raziskovalcem - doktorskim študentom. Sponzor: Evropska federacija za kemijsko inženirstvo (EFCE).
		ANG	5th International Symposium on Catalysis in Multiphase Reactors and 4th International Symposium on Multifunctional Reactors merged into a single event. The idea to merge the symposia was primarily driven by a desire to bring together experts from both areas of research activity and, thus, provide a platform for discussing the latest developments in the field of multiphase catalytic systems and multifunctional reactors. The authors came from 30 countries from all continents except Australia; among the presentations were 17 papers for a student contest.
	Šifra		B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v		Organizacija 5th International symposium on catalysis in multiphase reactors [and] 4th International symposium on multifunctional reactors [also] CAMURE 5 & ISMR-4 symposium. Portorož-Portorose [Slovenia], 15-18 June 2005. Book oBook of extended abstracts. Ljubljana: National Institute of Chemistry, 2005. 299 str. ISBN 961-6104-07-1.]

		Tipologija	1.20 Predgovor, spremna beseda
		COBISS.SI-ID	220413696
2.	Naslov	SLO	Vabljenno uredništvo
		ANG	Industrial & engineering chemistry research. American Chemical Society,
	Opis	SLO	J. Levec in A. Pintar sta na vabilo ameriške periodike Industrial and Engineering Chemistry Research (ACS) izbrala najboljše prispevke s 5th International symposium on catalysis in multiphase reactors and 4th International symposium on multifunctional reactors (CAMURE 5 & ISMR-4 symposium), ki je potekal v Portorožu od 15. do 18. junija 2005. Tako je I&ECR (IF 1.504), ki je izbrane prispevke recenzirala s svojim sistemom, objavila 52 člankov, od tega 16 % iz področja kinetike in modeliranja ter 25 % iz prenosa snovi in toplote.
		ANG	Based on the selection made by J. Levec and A. Pintar, 52 peer-reviewed papers presented at the CAMURE-5 & ISMR-4 Symposium was published in a special issue of Industrial and Engineering Chemistry Research (vol. 44, no. 25, 2005).
	Šifra		C.03 Vabljeni urednik revije (guest-associated editor)
	Objavljeno v		Industrial & engineering chemistry research. Washington, D.C: American Chemical Society, 1987-. ISSN 0888-5885. Ind. eng. chem. res.. [Print ed.], 2005, vol. 44, no. 25, str. 9369.
	Tipologija		1.20 Predgovor, spremna beseda
		COBISS.SI-ID	50711
3.	Naslov	SLO	Član uredniškega odbora
		ANG	International journal of chemical engineering (Levec, Janez – member of the editorial board since 2007-).
	Opis	SLO	Strokovno periodiko z naslovom Letters in Chemical Engineering, ustanovljene l. 2007 in ki je sprva objavljala le kratke prispevke (do štiri strani), je založnik na pobudo strokovne javnosti v l. 2008 spremenil v International Journal of Chemical Engineering, s tem pa ni več omejeval dolžine prispevkov.
		ANG	International peer review journal publishes papers in the chemical engineering discipline. It was introduced by Hindawi in y. 2007 under the title "Letters in Chemical Engineering" and was devoted to short four-page papers only. In y. 2008 the publisher change the policy and the journal now publishes a regular peer review papers without page limitation.
	Šifra		C.04 Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v		International journal of chemical engineering. New York; Cairo: Hindawi Publishing Corporation, 2008 - ISSN 1687-806X.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
		COBISS.SI-ID	3883290
4.	Naslov	SLO	Član v mednarodnem svetovalnem odboru
		ANG	Chinese journal of chemical engineering. (Levec, Janez – member of the international advisory board: 2000-).
	Opis	SLO	Periodiko (izhaja vsak drugi mesec) z naslovom Chinese Journal of Chemical Engineering sta l. 1982 ustanovili Kitajska kemijska industrija in Zveza inženirjev Kitajske ter Tisk kemijske industrije Kitajske. Namenjena je originalnim znanstvenim in razvojnim objavam s področja kemijskega inženirstva.
		ANG	A bimonthly peer review journal was established in y. 1982 by Chinese chemical industry with Engineering Federation of China and China chemical industry press. It is characterized by publishing original scientific papers in the field of chemical engineering.
	Šifra		C.04 Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v		Chinese journal of chemical engineering. Beijing; Chemical Industry Press; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag Berlin, 1982-. ISSN 1004-9541
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

	COBISS.SI-ID	2317850
5.	Naslov	SLO Član uredniškega odbora
		ANG Recent patents on chemical engineering. (Pintar, Albin – member of the editorial board: 2008-).
	Opis	SLO Revija "Recent Patents on Chemical Engineering" je pričela izhajati leta 2008. V njej bodo objavljeni pregledni članki, ki bodo obravnavali patentno literaturo na področju kemijskega inženirstva. Revija bo objavljala tudi preglede patentov s tega področja, podeljenih v zadnjem času. Predvidoma bodo vsako leto izšle tri številke.
		ANG Recent Patents on Chemical Engineering publishes review articles by experts on recent patents in chemical engineering. A selection of important and recent patents on chemical engineering is also included in the journal. The journal is essential reading for all researchers involved in chemical engineering science.
	Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v	Recent patents on chemical engineering. Sharjah [U.A.E.]: Bentham Science, 2008- http://www.bentham.org/cheng/index.htm .
	Tipologija	1.04 Strokovni članek
	COBISS.SI-ID	3875098

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Glede na to, da je več kot 90 % vseh komercialnih procesov katalitske narave, kinetika heterogeno kataliziranih reakcij zaposluje raziskovalce po vsem svetu že več kot šest dekad. Tudi raziskovalna skupina, ki predlaga pričujoči program, je v devetdesetih letih prejšnjega stoletja odločilno doprinesla k raziskavam in razvoju katalitske oksidacije organskih polutantov v industrijskih odpadnih vodah in pri tem požela velik mednarodni odmev, saj so bila samo ta dela skupine citirana več kot 500-krat. Pokazala je, da je z uporabo ustreznega katalizatorja mogoče sicer zelo ostre pogoje oksidacije močno omiliti, kar povečuje kompetitivnost procesa. Prav zaradi pionirskega dela na tem področju je sodelovala na treh projektih EU in vrsto let služila kot konzultant veliki mednarodni korporaciji KTI-Mannesmann. Podoben znanstveni odmev je skupina dosegla z raziskavami membranskih katalitskih sistemov, ki jih je izvajala v okviru 5. okvirnega programa EU (WATERCATOX projekt). Na osnovi teh raziskav je bilo zaključeno, da so membranski reaktorji ekonomsko uporabni tudi za katalitske reakcije v sistemih plin-kapljevina-trdno. V zadnjih letih je skupina v mednarodni znanstveni periodiki objavila tudi več znanstvenih del s področja razvoja katalitskih postopkov (PROX, WGS) za sintezo in čiščenje vodika.

ANG

Considering the fact that roughly 90 % of all commercial processes are catalytic, studies in heterogeneous catalytic reaction kinetics represent a major topic in numerous research institutions for more than six decades. The research group which proposes this programme, made an important pioneering contribution to the field of catalytic oxidation of organic pollutants in industrial waste waters in the early nineties, which is supported by the fact that our scientific papers published on this topic were cited more than 500 times. It was demonstrated that by using a heterogeneous catalyst, catalytic oxidation of organic pollutants in industrial waste waters can be performed under milder conditions than during noncatalytic oxidation, making this reaction pathway economically much more viable. As a result of our pioneering work in this topic, the group was a part of three scientific projects financially supported by the EU, and was an expert consultant for the international corporation KTI-Mannesmann. The research group achieved a similar international success with the research on catalytic membrane reactors conducted within the 5th EU research programme (WATERCATOX project). On the basis of this research, it was established that membrane reactors can be successfully employed for catalytic reactions in gas-liquid-solid chemical processes without economical constraints. During the last couple of years, numerous articles on the topic of PROX and WGS reactions for synthesis and purification of hydrogen rich gas streams were published in highly respected international scientific journals.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

a) za trajnostni družbeno-ekonomski in kulturni razvoj

Potreba po kvantitativnem ovrednotenju hitrosti kemijske transformacije je več ali manj prisotna v vsaki kemijski, petrokemijski ali farmacevtski tovarni. S kvalificiranim znanjem kemijske inženirske kinetike so se sodelavci programske skupine v preteklih letih ponovno izkazali v farmacevtski industriji (LEK) in v petrokemijskem obratu Nafta Lendava in doprinesli k povečanju dodane vrednosti. Tako bodo nadaljne raziskave še bolj povečale ekspertno znanje na področju inženirizacije kemijskih procesov ter ob vzgoji mladih doktorjev znanosti to znanje stalno prenašale v industrijsko okolje. Razvoj katalitskih postopkov za sintezo vodika iz obnovljivih virov je pomemben za kemijsko industrijo in nasploh za razvoj novih tehnologij, medtem ko bo razvoj učinkovitih procesov za odstranjevanje oz. pretvorbo toplogrednega ogljikovega dioksida nacionalnega pomena pri uresničevanju obveznosti, ki izvirajo iz Kyotskega sporazuma. Ker je kinetika transformacije različnih specij izjemnega pomena tudi v okolju, so infrastrukturna znanja tega področja nepogrešljiva tudi pri okoljevarstvenih posegih. Razvoj gorivnih celic je nacionalnega pomena in zanimanje zanj je izkazano s strani več gospodarskih družb.

b) za tehnološki razvoj

S poznavanjem hitrosti transformacije izhodnih snovi v zelene produkte lahko skupaj s termodinamskimi omejitvami postavimo temelje vsakega komercialnega procesa. To se je v preteklosti zgodilo v LEK-u in Nafti Lendavi, ko so sodelavci programske skupine določili optimalne pogoje obratovanja že obstoječih procesov in tako bistveno skrajšali čas za kemijsko reakcijo oziroma povečali kapaciteto industrijske naprave. Usmerjenost raziskovalne skupine v praktične rešitve je mogoče najbolje ilustrirati z domačimi in mednarodnimi patenti, ki so jih pridobili sodelavci programske skupine v preteklem obdobju, npr.: Ion-conducting composite membranes : patent no. WO2005045976, publication date 19 May 2005 : application number WO2004EP12629, date 05 November 2004 : priority number EP20030292786, date 06 November 2003. Rijswijk: European Patent Office: PCT, 2003/2005.

c) za utrjevanje nacionalne identitete in ohranjanje bogastva naravne in kulturne dediščine

Z raziskavami na področju kemijskega reakcijskega inženirstva je programska skupina unikatna v slovenskem prostoru in zato pomaga pri utrjevanju slovenskega izrazoslovja na tem področju, saj je področje zelo močno vpeto tudi v pedagoški proces na slovenskih univerzah.

ANG

a) sustainable socio-economic and cultural development

The need for quantitative determination of chemical reaction rate is present in more or less every chemical, petrochemical and pharmaceutical factory. With our extensive knowledge in the field of chemical reaction engineering and reactor design, members of this research group significantly contributed to the optimization of production and improvement of added value in pharmaceutical company LEK (Sandoz group) and petrochemical plant Nafta Lendava. Further research in this field will expand our already vast knowledge of chemical process design; with the education and integration of young PhD students into industrial processes this will enable us a transfer of knowledge into the industrial environment. Development of new catalytic processes for hydrogen production from renewable sources is of paramount importance for chemical industry and for the development of new technologies, while efficient sequestration of carbon dioxide reduces their impact on environment, promotes the field of green technologies and helps to achieve goals, set by the Kyoto agreement. Research and development of fuel cells and accompanying technologies is a national energetic priority for which many companies have shown interest in.

b) technological development

With the knowledge of chemical reaction kinetics and thermodynamic constraints, all commercial chemical processes can be designed and optimized. This was the case in projects for LEK and Nafta Lendava companies, where in the past years members from this research group helped to set optimal operating conditions for particular processes and thus noticeably shortened the reaction time and maximized the industrial production. Aspirations toward practical solutions from this research group manifested themselves in national and international patents, e.g.: Ion-conducting composite membranes : patent no. WO2005045976, publication

date 19 May 2005: application number WO2004EP12629, date 05 November 2004 : priority number EP20030292786, date 06 November 2003. Rijswijk: European Patent Office: PCT, 2003/2005.

c) preservation of national identity, national and cultural heritage

This research group is unique in the field of chemical reaction engineering in Slovenia and therefore helps to preserve its Slovene scientific terminology. Furthermore, group members are strongly involved in the Slovene University educational program.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	2
- doktorati	2	2
- specializacije		
Skupaj:	4	4

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi			
- gospodarstvo	2	2	
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	2	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.	5th International symposium on catalysis in multiphase reactors and 4th International symposium on multifunctional reactors, Portorož-Portorose, Slovenia, 15-18 June 2005. Book of extended abstracts. Ljubljana: National Institute of Chemistry, 2005. 299 str. ISBN 961-6104-07-1.	123
2.	Industrial & engineering chemistry research. Levec, Janez and Pintar, Albin (gostujoča urednika). [Print ed.]. Washington, D.C: American Chemical Society, 1987-. ISSN 0888-5885. [COBISS.SI-ID 50711]	52
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	1
- študenti, doktorandi iz tujine	4
Skupaj:	5

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

WATERCATOX (EVK1-2000-00073) Waste Water Treatment by Catalytic Oxidation (5 FP: 2001 - 2004).

NEMESIS (New Medium Temperature Polymer Proton Conducting Membrane for Fuel Cell Vehicle), NIC/2001/001, RCHPAC G5001 C (GIE RENAULT RECHERCHE INNOVATION, Guyancourt, France: 2001-2005).

APOLLON (ENK5-CT-2001-00572) Advanced PEM Fuel Cells (5 FP: 2001-2005).

APOLLON-B (NMP3-CT-2006-033228) Polymer Electrolytes and Non-Noble Metal Electrocatalysts for High Temperature PEM Fuel Cells (6 FP: 2006-2009).

BIOCOUP (SES6-518312) Coprocessing of Upgraded Bio-Liquids in Standard Refinery Units (6 FP: 2006-2011).

Preliminarni razvojni projekt z naslovom: Membralox® Catalytic Membrane Reactors/Contactors for treatment of waste water containing aromatics, Pall-Exekia, Bazet, Francija (2005-2006).

Visokotlačne in analitične tehnologije za določitev termodinamskih lastnosti materialov za Bayer Technologies Services, Leverkusen, Nemčija (contract no. 287/05-L14).

Sodelovanje (neformalno) z Univerzo Erlangen-Nuerenberg, Nemčija, na področju tvorbe mikrodlecev v farmacevtske namene z uporabo SCF-GAS tehnike ter študija sproščanja zdravičnih učinkovin

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

Evaluacija in optimizacija procesa hidrogeniranja v sintezi Lizinopriila: Sandoz-Lek, Mengeš (2006)

Študij sinteze in optimizacija procesa kemijske spojine: Krka, Novo mesto (2005)

Izvedljivostna študija mikroreaktorskega procesorja logističnega goriva za napajanje nizkotemperaturnih PEM gorivnih celic v vojaških prenosnih električnih napajalnih sistemih: MORS (2007).

Izvedljivostna študija za organizacijo kompetenčnega centra za tehnologijo vodika in gorivnih celic v RS: MORS (2007).

Procesor za proizvodnjo vodika iz logističnega goriva (dizel-metanol)- ProLoG : MORS št. (2007-2010)

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.)

Dolgoročno sodelovanje na področju optimizacije procesov; Krka, Novo mesto (51/07-L01/L13; 2007-)
Član Izvršilnega odbora slovenske Tehnološke platforme za vodik in gorivne celice (2005 -S. Hočevar)
Drugi delegat Vlade Republike Slovenije v Zrcalni skupini Evropske tehnološke platforme za vodik in gorivne celice (Mirror Group of Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform) (2004 - S. Hočevar)
Vladni ekspert za področje gorivnih celic v Evropski obrambni agenciji (European Defence Agency) in v strokovnih telesih NATO (2007 - S. Hočevar)
Član vladne delovne skupine za vodikove tehnologije pri MOP (2007 - S. Hočevar)
Član delovne skupine za kemijsko reakcijsko inženirstvo pri EFCE (1977 - J. Levec)
Član Strokovnega sveta Inovacijsko-razvojnega inštituta Univerze v Ljubljani (2008 - J. Levec)

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	Pogovor na Radio Slovenija
Opis	Pogovor z akademikom prof. dr. Janezom Levcem : oddaja Podobe znanja
Objavljeno v	Radio Slovenija, III. program, ARS program. Ljubljana, 27. maj 2005.
COBISS.SI-ID	3820314

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	Vodikova tehnologija
Opis	Razprava je potekala o ekonomiji vodika in tehnologije gorivnih celic.
Objavljeno v	Energetika.net : poslovni portal o energetiki : [osrednji dnevnoinformativni časnik o energetiki]. Ljubljana: Konzorcij Energetika.net: Solvera Lynx, 2005-. http://www.energetika.net/portal/
COBISS.SI-ID	3669274

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

1.	Naslov predmeta	Kemijsko reakcijsko inženirstvo
	Vrsta študijskega	univerzitetni-dodiplomski

	programa	
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FKKT
2.	Naslov predmeta	Načrtovanje procesov in naprav
	Vrsta študijskega programa	univerzitetni-dodiplomski
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FKKT
3.	Naslov predmeta	Osnove kemijske tehnike
	Vrsta študijskega programa	univerzitetni-dodiplomski
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FKKT
4.	Naslov predmeta	Procesna tehnika II
	Vrsta študijskega programa	univerzitetni-dodiplomski
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FS
5.	Naslov predmeta	Analiza in načrtovanje het. reakcijskih sistemov
	Vrsta študijskega programa	univerzitetni-podiplomski
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FKKT
6.	Naslov predmeta	Kemijska inženirska kinetika
	Vrsta študijskega programa	visokošolski
	Naziv univerze/ fakultete	UL-FKKT
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	

G.01.03.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj						
G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu		☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov		☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje		☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije		☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost		☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza		☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička		☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta		☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih		☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon		☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja		☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
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		☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	

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. pooblašcene osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Janez Levec	in/ali	Kemijski inštitut

Kraj in datum:

Ljubljana

17.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/282

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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., PREMŽL, 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 Sifrantu 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](#)

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

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

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

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

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

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

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

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