

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/969

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0219
<b>Naslov programa</b>	Modeliranje, simulacija in vodenje procesov
<b>Vodja programa</b>	1952 Rihard Karba
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	15.300
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje programa</b>	01.2004 - 12.2008
<b>Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)</b>	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa<sup>1</sup>

Glavni cilj programa je bil osvojitve novih znanj, ki naj služijo kot osnova za razvoj zmogljivejših in kvalitetnejših sistemov vodenja ob povečanju učinkovitosti načrtovanja. Pri tem gre, bolj kot za razvoj novih metod, za kombinacije obstoječih pristopov, ki naj bi bili čimbolj uporabni tudi v praksi, pri čemer je poudarek tudi na prenosu vsakovrstnih znanj v različnih možnih smereh. Vsebinsko smo v grobem razdelili na tri področja.

##### **Matematično modeliranje in simulacija procesov:**

- razvoj nove metode imenovane mehko intervalno modeliranje za primere modeliranja družine dinamičnih sistemov, za modeliranje družine Wiener-jevih procesov, za modeliranje nelinearnih statičnih funkcij in za odkrivanja napak v dinamičnih sistemih,
- modeliranje gibanja robotov ter trkov med njimi,
- študij mehanizma povezovanja možganskih centrov pri izvajanju motoričnih nalog na osnovi analize elektroencefalografskih signalov ob uporabi umetnih nevronske mreže in mehkih modelov,
- študij problematike harmonizacije termičnih in svetlobnih tokov v bivalnem prostoru, ki je povezana z zagotovitvijo ugodnih bivalnih pogojev v "pametni" hiši,
- modeliranje kombiniranega mikromehanskega in mikroelektronskega sistema, ki deluje kot senzor pospeška,
- modeliranje cevododov za fluide različnih gostot pri čemer predlagana možnost uporabe modelov s koncentriranimi parametri predstavlja pomembno poenostavitev obravnave,
- razvoj knjižnice v standardu MODELICA 1.6 za objektno orientirano modeliranje v procesni industriji,
- razvoj kompleksnega modela, ki vključuje metodo Monte Carlo, za študij pregrevanja ingotov v železarski peči kar omogoča optimalno zalaganje peči in s tem maksimizirano proizvodnjo,
- razvoj simulatorja hidroelektrarne na reki Ind v Pakistanu, ki je povezan s celotnim

- sistemom vodenja in omogoča pridobivanje informacije o stanju sistema pa tudi preigravanje raznih scenarijev delovanja,
- zasnova strukture kompleksnega nelinearnega modela dinamike metabolizma, ki omogoča identifikacijo mehanizmov udeleženih pri metabolizmu holesterola,
  - primeri nelinearnega modeliranja z uporabo mehkih modelov,
  - mehko modeliranje pri detekciji napak senzorjev v čistilnih napravah,
  - uporaba nevronske mreže in mehkih modelov pri raziskavi koreliranosti med EEG signali in silo stiskanja s kazalcem in palcem,
  - prilagoditev knjižnice razvite za okolje MODELICA 1.6 na novo verzijo 2.1 kar doprinaša k preglednosti modelov,
  - preverjanje učinkovitosti povezave okolij MODELICA 2.1 in MATLAB - Simulink na laboratorijskem modelu treh povezanih posod,
  - razvoj modela temperaturnih razmer v sterilizacijski peči,
  - primerjava štirih modelov za detekcijo puščanja cevovodov,
  - izvedba primerjalne študije med okolji DYMOLA - MODELICA in MATLAB - Simulink pri modeliranju mehanskih sistemov,
  - izboljšava vodenja nihajnega sistema pri proizvodnji kamene volne v Termo d.d. s pomočjo modeliranja v okolju MODELICA 2.1,
  - uporaba okolja DYMOLA-MODELICA pri proučevanju procesov v delu zavarovalnic in zdravstvenega varstva s Forresterjevo teorijo systemske dinamike,
  - priredba postopka identifikacije oziroma ocenjevanja parametrov hibridnega mehkega modela,
  - dopolnitev razvitega orodja za modeliranje in simulacijo časovnih Petrijevih mrež v okolju MATLAB z vgradnjo podpore za obarvane Petrijeve mreže,
  - identifikacija sile stiska prstov z uporabo EEG signalov, fazne demodulacije in metode glavnih komponent,
  - napovedovanje sile stiska prstov iz EEG signalov merjenih pri različnih motoričnih nalogah kot možen pristop k razvoju vmesnika možgani - računalnik,
  - uporaba umetnih nevronske mreže pri napovedovanju reakcij človeka na osnovi EEG signalov,
  - modeliranje klimatskih razmer v predavalnici,
  - objektno orientirano modeliranje lastnosti zgradb s spreminjajočim ovojem,
  - identifikacija interakcije genov v biosintezi holesterola pri človeku.

#### **Kompleksni sistemi vodenja:**

- razvoj adaptivnega mehkega regulatorja, ki je primeren za nelinearne sisteme nizkega reda, ki so pogosti v procesni industriji, pri čemer je algoritem enostaven, obenem pa robusten na parazitno dinamiko in motnje ter tako primeren za uporabo na dokaj širokem spektru industrijskih procesov,
- ovrednotenje prediktivnega vodenja na osnovi mehkega modela skozi primerjave z delovanjem ostalih znanih prediktivnih algoritmov,
- optimizacija industrijskega šaržnega procesa s pomočjo modela, ki uporablja nevronske mreže in ekspertno znanje ter vrednotenje postopka,
- pristop k načrtovanju prediktivnega algoritma vodenja multivariabilnega procesa s časovnimi zakasnitvami, ki zahteva tudi obravnavo stabilnostnih vidikov,
- algoritem za vodenje testne rakete, ki je uporabljena za preizkušanje novega tipa reaktivnega motorja, kar zahteva kompleksen in obenem robusten regulator prediktivnega značaja,
- razvoj ekspertnega sistema v okolju MATLAB, ki omogoča sistematično definicijo problema načrtovanja kompenzacijskih struktur vodenja multivariabilnih procesov, pri čemer gre tako za izbiro primerne strukture kot tudi za oceno parametrov regulatorja ter za primerjalno vrednotenje rezultatov,
- razvoj novega algoritma za pretvorbo diskretnega hibridnega avtomata v odsekoma zvezni sistem, ki je bistveno hitrejši od znanih algoritmov, kar povečuje uporabnost metod analize in sinteze vodenja odsekoma zveznih sistemov,
- razvoj algoritma za sprotno ocenjevanje parametrov na programirljivem logičnem krmilniku, ki omogoča načrtovanje enostavnega adaptivnega regulatorja,
- razvoj adaptivnega algoritma, ki omogoča robustno adaptivno vodenje sistemov ob prisotnosti parazitne dinamike,
- uporaba kompleksne metode vodenja za harmonizacijo toplotnih in svetlobnih tokov v zgradbah, pri čemer je bilo inteligentno vodenje izvedeno na standardnem programirljivem logičnem krmilniku,
- razvoj nove kombinacije nadzornega vodenja in verifikacije pri izvedbi logičnih krmilij na

- laboratorijskem modularnem proizvodnem sistemu, pri čemer so bila izdelana tudi prototipna programska orodja za avtomatsko generiranje kode programirljivih logičnih krmilnikov,
- uporaba novega algoritma za prediktivno vodenje sistemov z diskretnimi vhodi, ki temelji na analizi dosegljivosti,
  - razvoj algoritma modeliranja proizvodnje s Petri-jevimi mrežami na podlagi podatkov iz poslovno-informacijskega sistema,
  - načrtovanje prediktivnega vodenja na osnovi mehkega modela za semi-šaržni reaktor v farmacevtski industriji,
  - študij robustnega stabilnega prediktivnega vodenja na osnovi Wienerjevih modelov,
  - primerjava med modeliranjem z mehкими in CPWL modeli in njihova uporaba v prediktivnem vodenju časovno zakasnenih Wienerjevih sistemov,
  - primerjava prediktivnega vodenja na osnovi mehkega modela z ostalimi MBPC algoritmi,
  - študij prediktivnega vodenja mobilnega robota po začrtani poti,
  - predlog adaptivnega zakona, ki omogoča robustno adaptivno vodenje in smernic za izbor primernih načrtovalskih konstant,
  - predlog inteligentnega vodenja na osnovi kaskadnega mehkega regulatorja aplicirane v smislu dinamičnega adaptiranja ovoja zgradbe za doseg primernih bivalnih pogojev in energetsko učinkovitega obnašanja zgradbe,
  - nadgradnja okolja za načrtovanje vodenja multivariabilnih sistemov podprtega z ekspertnim sistemom,
  - študij načrtovanja vodenja multivariabilnih sistemov z uporabo genetskih algoritmov,
  - razširitev algoritma za prediktivno vodenje sistemov z diskretnimi vhodi, ki omogoča uporabo hibridnih mehkih modelov in s tem boljše vodenje nelinearnih hibridnih sistemov,
  - posplošitev omenjenega pristopa na multivariabilne sisteme,
  - preverjanje algoritma na primeru šaržnega reaktorja,
  - razvoj algoritmov za razvrščanje proizvodnje na podlagi modelov v obliki Petrijeve mreže,
  - prediktivno vodenje semišaržnega reaktorja v farmacevtski industriji na osnovi mehkega hibridnega modela,
  - adaptivno prediktivno vodenje temperature v šaržnih procesih, ki ima izrazito počasne izvršne člene,
  - prediktivno vodenje nestabilnih procesov z izrazito časovno zakasnitvijo na osnovi dekompozicije modela,
  - načrtovanje in analiza stabilnosti za sisteme prediktivnega vodenja na osnovi mehkih modelov,
  - stabilizacija Lorentzovih kaotičnih sistemov z mehкими regulatorji,
  - vodenje nestabilnih sistemov s prediktivnimi regulatorji,
  - načrtovanje sledilnega vodenja talilne peči,
  - analiza zastojev pri regulatorjih temelječih na Petrijevih mrežah,
  - načrtovanje mehkega hibridnega prediktivnega vodenja šaržnega reaktorja s pomočjo genetskih algoritmov,
  - vodenje laboratorijske naprave preko sistema za e - učenje,
  - hibridno prediktivno vodenje na osnovi mehkega modela,
  - mehko vodenje trokolesnega robota, ki temelji na občutljivostni analizi.

#### **Večagentni sistemi:**

- razvoj metode za sledenje skupini mobilnih robotov s pomočjo strojnega vida, pri čemer sta uspešno rešena tudi problem popačenj, ki jih v sistem vnaša kamera, in problem lastnosti osvetlitve,
- razvoj algoritma dodeljevanja vlog mobilnim robotom pri izvajanju opravil, pri čemer je bil pristop vrednoten na tekmah robotskega nogometa, kjer je bilo doseženo drugo mesto na evropskem in četrto mesto na svetovnem prvenstvu,
- razvoj prediktivnega algoritma za vodenje neholonomičnega mobilnega robota po poljubni trajektoriji, pri čemer je bilo vrednotenje pristopa izvedeno na realnem robotu s primerjalno študijo dveh različnih pristopov,
- razvoj optimalnega vodenja mobilnega robota, ki omogoča največji možni hitrostni profil ob upoštevanju vseh dinamičnih in kinematičnih omejitev,
- planiranje in optimizacija poti agentov po določenih področjih uporabnih pri nadzoru in varovanju ter v primerih nesreč,
- razvoj modelno prediktivnega vodenja z uporabo modela sledilnega pogreška, uporabnega pri vodenju mobilnih robotov v stvarnem času,

- lokalizacija in sledenje skupine mobilnih agentov s pomočjo sledenja identičnih označb ter identifikacije agentov s pomočjo znane kinematike, referenčnih in ocenjenih pomikov,
- izvedbena študija algoritma izogibanja trkom z uporabo metode transformirane mreže točk in iskanja najugodnejše poti v grafu,
- razvoj kooperativnega algoritma izogibanja trkom v skupini mobilnih agentov pri neki nalogi ter določitev optimalnih trajektorij agentov ob upoštevanju predpisane varnostne razdalje in ostalih omejitev,
- izvedba in primerjalna študija delovanja različnih okolij za simulacijo delovanja mobilnih agentov,
- simulacija interakcij z okoljem in modeliranje kinematike gibanja,
- lokalizacija mobilnega robota z upoštevanjem integracije različnih sensorjev za zaznavanje okolice in gradnja zemljevida okolice,
- algoritem vodenja mobilnih robotov v predpisani formaciji, kjer roboti natančno sledijo prevoženo pot svojega predhodnika in ohranjajo predpisano razdaljo,
- simulacija mobilnega robota z laserskim sensorjem, ki se nahaja v nekem okolju in gradnja zemljevida.
- vodenje neholonomičnih vozil, ki v vrsti sledijo vodilnemu vozilu,
- rešitev problema izogibanja trkov med mobilnimi roboti, ki temelji na Bernstein - Bezier - ovemu pristopu sledenju predpisani trajektoriji.

### 3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>2</sup>

Menimo, da smo v vseh treh glavnih področjih z ustreznimi podpodročji, ki smo jih navedli v vlogi za program v celoti izpolnili in jih še presegli v smislu, da so se pokazale tudi smernice za raziskave, ki potekajo v novem programu.

### 4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa<sup>3</sup>

Sprememb programa v smislu navodila 3 ni.

### 5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>4</sup>

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Mehko modeliranje nelinearnih dinamičnih procesov in njihove nedoločenosti za uporabo pri detekciji napak in v vodenju procesov
		ANG	Fuzzy modelling of nonlinear dynamical systems with uncertainties for the use in fault detection and in control
	Opis	SLO	Razvita je metoda, ki omogoča modeliranje nelinearnih dinamičnih procesov z uporabo tako imenovanega intervalnega mehkega modeliranja. Predlagani pristop je uporaben v primeru načrtovanja robustnega vodenja in pri detekciji napak v sistemih z negotovimi parametri. Pri nelinearnem modelnem vodenju, kjer na podlagi modela računamo predikcijo izhoda sistema, mora biti predikcija dovolj natančna pri čemer mora model omogočati vpogled v delovanje sistema, pri nelinearnih metodah zaznavanja napak pa neustrezen model povzroča ali lažne alarme ali prepočasno odzivanje na napake.
		ANG	A new method has been developed that is capable of nonlinear dynamical systems modelling by means of the so called interval fuzzy model. The proposed approach is useful in the case of robust control design as well as in the case of fault detection in systems with uncertain parameters. When using nonlinear model predictive control, where the output prediction is based on the system model, the prediction has to be precise enough while in nonlinear fault detection methods an unsuitable system model results in false alarms or in too slow responses to faults.
	Objavljeno v	Automatica (Oxf.). [Print ed.], 2005, vol. 41, str. 327-332	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID	4571988		
2.	Naslov	SLO	Prediktivno vodenje v sodobnih industrijskih procesih

		ANG	Predictive control in modern industrial processes
Opis	SLO		Modificirali smo metodo prediktivnega vodenja na osnovi modela, ki omogoča enostavno implementacijo algoritma v ceneno regulacijsko strojno opremo. Prediktivno vodenje smo implementirali v njegovi modificirani obliki za vodenje rakete, v okviru sodelovanja z japonsko vesoljsko agencijo, v primeru hibridnih semi-šaržnih reaktorjev, ki so ene od najpogostejših naprav v kemijski, farmacevtski in biokemijski industriji in na simulatorju šaržnega procesa kjer smo preizkusili različne metode adaptivnega prediktivnega vodenja, ki so se izkazale za zelo primerne v praksi.
	ANG		The modified method of model-based predictive control algorithm which enables the implementation in simple and low cost hardware was developed. Predictive control was implemented in its modified form for rocket control, in cooperation with Japan Space Agency, in the case of hybrid semi-batch reactors, being the most commonly used in chemical, pharmaceutical and biochemical industry and on the simulator of the semi-batch reactor where different approaches of adaptive predictive control were tested exhibiting good practical properties.
Objavljeno v	J. intell. robot. syst., Oct. 2006, vol. 47, no. 2, str. 125-137		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID	5592404		
3. Naslov	SLO	Vodenje in zaznavanje večagentnih mobilnih sistemov	
	ANG	Control and sensing for multiagent mobile systems	
Opis	SLO	Razvili in ovrednotili smo nove metode vodenja mobilnih robotov, ki omogočajo varno in učinkovito delovanje mobilnih sistemov v okolici. Ustrezno interakcijo z okolico smo dosegli z razvojem metod zaznavanja okolice in dogajanj v njej. Pri vodenju mobilnih robotov po določeni trajektoriji smo v regulirni zakon vpeljali prediktivne lastnosti. Predlagali in razvili smo robusten in učinkovit pristop sledenja skupine mobilnih robotov z uporabo strojnega vida. Pristopi so bili ovrednoteni na različnih tipih realnih mobilnih robotov in na razvitih digitalnih simulatorjih.	
	ANG	New feedback control of mobile robots was developed and verified enabling safe and efficient operation of mobile systems in the certain environment. Interaction with the latter was achieved by the methods for sensing the environment. In control law for mobile robots reference trajectory tracking, predictive capabilities were introduced. For motion tracking of a group of mobile agents a robust and efficient approach using computer vision was suggested and developed. The mentioned approaches were validated on the different types of real mobile robots and on the developed digital simulators.	
Objavljeno v	Robot. auton. syst.. [Print ed.], Jun. 2007, vol. 55, iss. 6, str. 460-469		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID	5894996		
4. Naslov	SLO	Prediktivno vodenje hibridnih sistemov	
	ANG	Predictive control of hybrid systems	
Opis	SLO	Razvili smo algoritem za prediktivno vodenje hibridnih sistemov z diskretnimi vhodi. Algoritem je bil zasnovan za optimalno vodenje večnamenske šaržne naprave in posplošen na prediktivno vodenje poljubnega hibridnega sistema z diskretnimi vhodi. Razvili smo novo tehniko pretvorbe med predstavitvami hibridnih modelov in uvedli možnost nelinearnega modeliranja znotraj podprostorov z uporabo mehkega pristopa. Predlagan pristop zato omogoča učinkovito prediktivno vodenje, ki je tudi računsko manj zahtevno. Pristop je bil uspešno uporabljen za prediktivno vodenje temperature v šaržnem reaktorju.	
	ANG	An algorithm for predictive control of hybrid systems with discrete inputs has been developed which was first designed for the optimal control of a multipurpose batch plant and then generalized to an arbitrary hybrid systems with discrete inputs. The new technique of transfer between different hybrid models representations was developed and the nonlinear modelling inside sub-spaces, using fuzzy approach, was introduced. So more efficient predictive control is enabled, which is computationally less demanding. The approach has been successfully applied to temperature control in a batch	

		reactor.
	Objavljeno v	Control eng. pract.. [Print ed.], 2004, vol. 12, no. 9, str. 1127-1137
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	4217428
5.	Naslov	SLO Avtomatizirana gradnja modelov za potrebe razvrščanja s Petrijevim mrežami
		ANG Automated model building for scheduling purposes using Petri nets
	Opis	SLO Razvili smo algoritem, ki omogoča avtomatizirano gradnjo modelov za potrebe razvrščanja pri čemer pa je pomembna vpetost postopkov razvrščanja v proizvodni informacijski sistem. Izvedena je tudi primerjava tehnike razvrščanja s pravili in optimizacije razvrstitve z raziskovanjem dosegljivostnega drevesa Petrijeve mreže s heurističnimi postopki. Razviti algoritem za generiranje modelov smo vključili v lastno že prej razvito orodje za delo s Petrijevim mrežami, ki smo ga dopolnili z možnostjo časovne simulacije ter vanj vgradili tudi algoritme za razvrščanje operacij na dobljenih modelih.
		ANG An algorithm for automated model building for scheduling purposes was developed where the integration of the scheduling procedures into the production information system is important.. A comparison between the rule based scheduling and scheduling with heuristic search based exploration of a Petri net reachability tree was performed. Both methods give better results than the commercial scheduler. The developed algorithm was also included in the previously developed Petri net software tool, which was extended by the timed simulation support and scheduling algorithms for the obtained models.
	Objavljeno v	Math. comput. model. dyn. syst., 2007, vol. 13, no. 3, str. 267-290
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20756263	

## 6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	SLO Izboljšanje obstoječih tehnoloških procesov
		ANG The improvement of existing technological processes
	Opis	SLO Razvili smo prediktivni regulator za temperaturni proces šaržnega reaktorja in simulator procesa za preizkus delovanja celotnega sistema. Regulator je bil uspešno implementiran na več šaržnih reaktorjih v Leku d.d. Razvili smo tudi prediktivni regulator za vodenje procesov prvega in drugega reda z zakasnitvami, ki je sprejet med proizvode japonske tovarne Mitsubishi Electric. Izboljšali smo nastavljanje parametrov stiskalnice za izdelavo tablet v Krki d.d. kjer smo z uporabo mehke logike in nevronskih mrež razvili model, ki operaterju omogoča hitro nastavitve optimalnih parametrov.
		ANG Predictive control algorithm for temperature process in semi-batch reactor and process simulator for testing the whole system were developed. The algorithm was successfully implemented on several different semi-batch reactors in Lek pharmaceutical factory. A basic predictive controller for processes of first and second order with transport delay was also developed and Mitsubishi Electric-Japan has included it among their products. The tuning of press for tablet production in Krka factory was improved by the use of fuzzy and neuro models enabling fast and efficient setting of optimal parameters.
	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2004.
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS.SI-ID	4117332	
2.	Naslov	SLO Znanstvene konference in uredništva
		ANG Scientific conferences and editorship
		Organizirali smo najpomembnejši evropski dogodek na področju modeliranja

Opis	SLO	in simulacije v letu 2007 – 6. kongres EUROSIM. Dogodek poteka vsaka tri leta. Izdali smo zbornik s povzetki in CD s celotnimi prispevki. Revija s faktorjem vpliva Simulation Modelling Practice and Theory je izdala posebno številko z najboljšimi prispevki. Gostujoča urednika sta bila prof. Karba in prof. Zupančič. Člani skupine so imeli tri plenarna predavanja na mednarodnih konferencah v tujini in so petintridesetkrat krat gostovali s predavanji na tujih univerzah. Člani skupine so v uredniških odborih sedmih revij.
	ANG	Our group organised the most important European event in the field of modelling and simulation in the year 2007 – 6th EUROSIM Congress. This is a triennial event. The Book of Abstracts and the CD Proceedings with full papers were published. The SCI journal Simulation Modelling Practice and Theory published a special issue with the best papers. The guest editors were prof. Karba and prof. Zupančič. The members of the group had 3 plenary lectures on international conferences abroad, they were 35 times hosted by foreign universities and are in the editorial boards of 7 journals.
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
Objavljeno v	EUROSIM 2007 : proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, [9-13 September, 2007, Ljubljana, Slovenia]. Vol. 1, Book of abstracts. Vienna: Argesim, cop. 2007. XLIV, 437 str., portreti. ISBN 978-3-901608-32-2. ISBN 3-901608-32-X.	
Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
COBISS.SI-ID	6063188	
3. Naslov	SLO	Vodenje in pedagoško delo
	ANG	Leadership and pedagogical work
Opis	SLO	Prof. Zupančič je bil v obdobju 2004-07 predsednik Federacije evropskih simulacijskih zvez EUROSIM. Prof. Karba je predsednik Slovenskega društva za simulacijo in modeliranje SLOSIM. Člani skupine so nosilci 14 predmetov na univerzitetnem, 7 predmetov na visokošolskem strokovnem, 4 predmetov na doktorskem in 4 predmetov na specialističnem študiju Tehnologija vodenja procesov. Napisali so 4 poglavja v monografskih publikacijah, 11 učbenikov z recenzijo in 13 drugih učnih gradiv. Bili so mentorji pr 8 doktorskih disertacijah, 8 magistrskih nalogah in 15 specialističnih nalogah.
	ANG	Prof. Zupančič was the president of EUROSIM – Federation of European Simulation Societies in the period 2004-07. Prof. Karba is the president of Slovenian Society for Modelling and Simulation SLOSIM. The group members are responsible for 14 subjects at the university, 7 at higher education and 4 at doctoral degree as well as for 4 subjects at the specialistic study Automatic Control of Industrial Processes. They published 4 chapters in monographic publications, 11 textbooks and 13 working materials for students. They were supervisors to 8 Ph.D., 8 M. Sc. and 15 specialistic theses.
Šifra	D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov	
Objavljeno v	29th EuroSim Board Meeting, Sept. 11, 2007, Ljubljana, Slovenia : report of the president. EUROSIM simul. news Eur., Apr. 2008, vol. 18, no. 1, str. 11-12 (EuroSim news section)	
Tipologija	1.05 Poljudni članek	
COBISS.SI-ID	6931540	
4. Naslov	SLO	Nagrade in priznanja članom laboratorija in študentom, ki so delovali pod mentorstvom članov
	ANG	Prizes and awards to the members of the group and to the students who were supervised by the members
Opis	SLO	Člani skupine so prejeli Zoisovo priznanje za raziskovalno delo, Vodovnikovo nagrado, Vidmarjevo nagrado, Zlati znak Univerze v Ljubljani in priznanje Izjemni partner podjetja INEA. Bili so mentorji študentom pri univezitetni in dveh fakultetnih Prešernovih ter pri Bedjaničevih nagradah za dve disertaciji, magisterij in tri diplome. Dosežena pa je bila tudi zmaga na mednarodni olimpijadi iz avtomatskega vodenja in nekaj priznanj za najboljše študentske prispevke na konferencah. Pomembna pa so tudi najvišja mesta na mednarodnih tekmovanjih iz robotskega nogometa in srečanjih študentov ICAMES.

			The highest prizes to the members of the group are Zois award for research work, Vidmar prize, Vodovnik prize, Golden symbol of the University of Ljubljana and special prize of the engineering enterprise INEA for long-term cooperation. The members were mentors in university and 2 faculty Prešeren awards as well as in Bedjanič awards for 2 Ph. D., M. Sc. and 3 diploma theses. Important are also the win at the Olympiad for the automatic control, awards for the best student papers and the highest rankings in robot soccer international championships and engineering students meeting ICAMES.
Šifra	E.01	Domače nagrade	
Objavljeno v	Dr. Igor Škrjanc, izredni profesor na Fakulteti za elektrotehniko : iskrene čestitke dobitniku Zoisovega priznanja 2008. Slamnik, 5. dec. 2008, letn. 48, št. 14, str. 4		
Tipologija	1.22	Intervju	
COBISS.SI-ID	15344786		
5. Naslov	SLO	Mednarodni in slovenski patenti	
	ANG	International and slovene patents	
Opis	SLO	V sodelovanju s podjetjem IDS d.o.o. smo razvili in patentno zaščitili elektronski sistem (mednarodni in slovenski patent), ki z uporabo mikroelektronskega regulacijskega podsistema izničuje šum vzorčenja, ki ga povzroča povratno stikalo v integracijskih sistemih. Naslednji dosežek predstavlja avtomatsko nastavljivi napajalni sistem, izveden kot sestavni del mikroelektronskega vezja, ki je tudi patentno zaščiten v Sloveniji, podana pa je tudi mednarodna patentna prijava. Vezje je še posebej primerno za napajalne sisteme izpraševalnikov brezkontaktnih kartic in radiofrekvenčnih oddajnikov.	
	ANG	In cooperation with enterprise IDS microelectronic system was developed for which the patent was granted ( international and slovenian patent ). It solves the problem of sampling noise by suppressing it using a control subsystem. Next achievement represents the automatically controlled voltage supply, which is realised as a subsystem of microelectronic circuit. The patent was granted in Slovenia and international applications are pending. The system is especially suitable for the supply systems for contactless readers in RFID systems.	
Šifra	F.32	Mednarodni patent	
Objavljeno v	PTC/SI2007/000011, prijave P-200500319; datum vložitve prijave 22. 11. 2005. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2007		
Tipologija	2.24	Patent	
COBISS.SI-ID	6186324		

## 7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>6</sup>

### 7.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>7</sup>

SLO

Razvoj znanosti na področju vodenja že nekaj desetletij karakterizira razhajanje med teoretičnimi dognanji in njihovim prenosom v praktično uporabo. Podobno pa drži ugotovitev, da se vse redkeje pojavljajo nove strategije vodenja sistemov. Zato je v našem primeru, ko gre za povezavo zelo različnih raziskav in aplikacij, glavni doprinos kombiniranje obstoječih teoretičnih principov in pristopov v smislu njihove praktične uporabnosti (implementacijske tehnologije). Mednarodno relevantno predlaganih raziskav potrjujejo področja, ki so definirana kot prednostna v 7. okvirnem programu EU (Information Society Technology, Embedded Systems, New Production Technologies) in pri evropskih tehnoloških platformah (Manufature, Embedded systems) kakor tudi programi nekaterih primerljivih evropskih skupin. Problem uravnoveženosti med svetovnimi trendi in domačimi potrebami je za fakultetne skupine še posebej specifičen. Razvijati je namreč potrebno tudi sodobne programe izobraževanja. Pri tem gre za vse možne horizontalne in vertikalne prenose znanja izkoriščajoč tudi možnosti sodobnih medijskih in komunikacijskih tehnologij.

Doprinosi k razvoju znanosti so predvsem na naslednjih področjih:



- modeliranje, simulacija in vrednotenje biosinteze holesterola in njegovih regulacijskih mehanizmov,
- uporaba funkcijske magnetne resonance in EEG podatkov pri modeliranju relacije aktivnost možganov – aktivnost človeka,
- modeliranje vpliva rizičnega načina življenja, staranja in kroničnih bolezni na razvoj resnih zdravstvenih težav, pri čemer gre za ocene njihovega pojavljanja in ekonomike zdravljenja,
- uporaba mehkega modeliranja in rekurzivne identifikacije pri vodenju in odkrivanju napak zahtevnih procesov,
- modeliranje in načrtovanje vodenja toplotnih in svetlobnih tokov v stavbah in problematika klimatizacije prostorov,
- uporaba identifikacije diskretno – dogodkovnih in hibridnih sistemov,
- prilagoditev strategij prediktivnega vodenja različnim problemom v procesni in izdelčni industriji,
- uvedba prediktivnega vodenja hibridnih sistemov z zveznimi in diskretnimi vhodi,
- razvoj inteligentne mobilne platforme, opremljene z ustreznimi senzorji, ki je sposobna avtonomnega delovanja in orientacije v okolici,
- raziskave možnosti realizacij virtualnih laboratorijev in dostopa do laboratorijskih modelnih naprav preko interneta v sklopu e – učenja.

ANG

Development of science in the field of control is already through several decades characterised with a gap between theoretical findings and their transfer to practice. Similarly the appearances of new control strategies are also very rare in last times. Due to these facts, where in our case many different connections among investigations and applications exist, the main contribution is in combining the existing theoretical principles and approaches to achieve their practical usability (implementation technologies). International relevance of the proposed research is proved by the areas being defined as priority ones in the 7th framework of EU ( Information Society Technology, Embedded Systems, New Production Technologies ) and in European technology platforms (Manufuture, Embedded systems ) as well as in some programs of comparable European groups. The problem of equilibration between world trends and domestic needs is for the faculty group especially specific. Also the modern education programmes must be namely developed. Here all possible horizontal and vertical knowledge transfers are meant, taking into account the possibilities of advanced media and communication technologies. The main contributions to the science development are in the following areas:

- modelling, simulation and validation of cholesterol biosynthesis and its control mechanisms,
- usage of functional magnetic resonance method and EEG data to model the relation brain activity – body activity,
- modelling the influence of risky life style, ageing and chronic diseases to serious diseases development, where the assessment of their appearance and healing economics were studied,
- usage of fuzzy modelling and recursive identification in the control and fault detection of demanding systems,
- modelling and control design of heat and light flows in buildings as well as modelling and control design of air conditioning in rooms,
- usage of identification of discrete event and hybrid systems,
- adaptation of the predictive control strategies to different cases in the process and manufacturing industries,
- introduction of the predictive control of hybrid systems with continuous and discrete inputs,
- development of intelligent mobile platform, equipped with the corresponding sensors, being capable of autonomous operation and orientation in the environment,
- research of the possibilities of appropriate virtual laboratory realizations and the access to the laboratory pilot plants via internet in the frame of e – learning.

## 7.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>8</sup>

SLO

Pomen tehnologije vodenja za Slovenijo je razviden iz različnih pomembnih slovenskih dokumentov, ki to področje uvrščajo med prednostna. Gre namreč za tehnologijo z multiplikativnimi učinki, kateri odločilno vplivajo na tako aktualne dejavnike kot so zmanjšanje porabe energije, surovin in onesnaženja okolja, fleksibilnost proizvodnje in kvaliteta proizvodov, dodana vrednost, humanizacija delovnih mest, aspekti trajnostnega razvoja itd. Tako področje tehnologije vodenja predstavlja eno glavnih strateških usmeritev v svetu, podobno pa drži tudi za Slovenijo še posebno zaradi trenutnih zaostankov. Rezultati raziskav torej prispevajo k dvigu konkurenčne sposobnosti storitvenih organizacij in industrije, omogočajo ustrezno sprotno

izobraževanje kadrov in doprinašajo k ustvarjanju inovativnih okolij. Gre pa tudi za vplive na zdravstvo, okolje, obrambo itd. ter za promocijske učinke skozi znanstvene in strokovne objave, organizacijo strokovnih srečanj in preko mednarodnih povezav.

Morda največji vpliv na razvoj Slovenije pa se kaže v dejstvu, da skupina v sodelovanju s skupino Sistemi in vodenje na IJS predstavlja najpomembnejši center vzgoje kadrov na področju tehnologije vodenja. Skupini namreč pokrivata več kot polovico »produkcije« kadrov v Sloveniji, ki so iz leta v leto, zaradi različnih vzrokov, vedno bolj iskani. Gre za redno in dopolnilno izobraževanje na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, kjer se rezultati raziskav sprotno vključujejo v različne oblike pedagoškega procesa.

Glede na povedano je jasno, da gre za pomembne vplive na razvoj stroke in inženirske prakse.

ANG

The importance of control technology in Slovenia can be seen in many basic Slovenian documents proclaiming this field as the priority one. The mentioned technology has namely multiplicative effects, which significantly influence as actual factors as the energy, sources and pollution reductions, flexibility and quality of production, added value, humanization of working places, aspects of sustainable development etc. So the area of control technology represents one of the leading strategic orientations in the world, where similar is valid also for Slovenia, especially due to the current delays in this field. The research results support the increase of competitiveness of engineering enterprises and industry, enable the corresponding education and contribute to the innovative environments development. However, also the influences on health care, ecology and defence as well as the promotion effects were achieved through scientific publications, organization of meetings, workshops and courses but also through the international connections.

May be the strongest influence on the Slovene development is shown by the fact that the group in cooperation with the group Systems and Control on »Josef Stefan« Institute represents the most important centre in Slovenia for the trained specialists education on the field of control technology. The groups namely produce more than half of mentioned experts in Slovenia, who are, due to different reasons, more and more wanted. Here all levels of education programmes at the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana are meant. The research results are continuously introduced into education process.

According to the mentioned facts it is clear that the influence to the development of the area as well as to engineering practice is significant.

## 8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov<sup>9</sup>

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	5	1
- doktorati	8	6
- specializacije	15	
<b>Skupaj:</b>	28	7

## 9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		1
- gospodarstvo	5	5	13
- javna uprava			1
- drugo			
<b>Skupaj:</b>	8	5	15

**10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju<sup>10</sup>**

	<b>Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)</b>	<b>Število *</b>
1.	ZUPANČIČ, Borut (ur.), KARBA, Rihard (ur.), BLAŽIČ, Sašo (ur.). EUROSIM 2007 : proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, [9-13 September, 2007, Ljubljana, Slovenia]. Vol. 1, Book of abstracts. Vienna: Argesim, cop. 2007. XLIV, 437 str., portreti. ISBN 978-3-901608-32-2. ISBN 3-901608-32-X. [COBISS.SI-ID 6063188]	420
2.	ZUPANČIČ, Borut (ur.), KARBA, Rihard (ur.), BLAŽIČ, Sašo (ur.). 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Ljubljana, Slovenia, 9-13 September, 2007. EUROSIM 2007 : proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, 9-13 September 2007, Ljubljana, Slovenia. Vol. 2, Full papers. Vienna: ARGESIM, cop. 2007. 1 optični disk (CD-ROM). ISBN 978-3-901608-32-2. ISBN 3-901608-32-X. [COBISS.SI-ID 6054996]	420
3.	Elsevierova SCI revija International journal of the Federation of European Simulation Societies: Simulation Modelling Practice and Theory ( SIMPRA ), Special Issue EUROSIM, guest editors Borut Zupančič and Rihard Karba, vol. 16, Issue 8, September 2008, ISSN 1569 - 190X	20
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**

<b>Sodelovanje v programski skupini</b>	<b>Število</b>
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	3
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	11
<b>Skupaj:</b>	14

**12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju<sup>11</sup>**

Attitude control of the winged test vehicle, bilateralni projekt z Japonsko, 2002-2004.  
Modelling, analysis and control of dynamic systems, bilateralni projekt z Argentino, 2003-2005.  
Program package for multiagent mobile robot systems, bilateralni projekt s Hrvaško, 2004-2005.  
Implementation of modern control algorithms, bilateralni projekt z BiH, 2004-2005.  
Cooperative mobile robots for industry and services, bilateralni projekt s Češko republiko, 2005-2006.

Functional genomics of complex regulatory networks from yeast to human: cross-talk of sterol homeostasis and drug metabolism - STEROLTALK, projekt 6. okvirnega programa EU, 2005-2008.  
 Identification and control of dynamical systems, bilateralni projekt z Argentino, 2006-2008.  
 Mobile intelligent cooperative minirobots for industrial applications, bilateralni projekt z Avstrijo, 2007-2008.  
 Multi-agent based robotic platform of cooperated mobile robots research and application, bilateralni projekt s Francijo, 2007-2008.  
 Multirobot mobile systems with global computer vision, bilateralni projekt s Hrvaško, 2007-2008.

### 13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS<sup>12</sup>

Izdelava prediktivnega algoritma na programirljivem logičnem krmilniku Siemens S7 za šaržni reaktor v LEK-u, za Liko-pris, 2003-2004.  
 Software design for the simulator of power plant Ghazi-Barotha, za Iskra Sistemi, 2002-2004.  
 Uporaba modeliranja in simulacije v farmakokinetiki, za LEK, 2002-2005.  
 Razvoj modela za optimalno nastavljanje tabletirke, glede na trenutno zrnatost surovine, za Krko, 2007.  
 Center odličnosti: Biotehnologija s farmacijo, projekt za MVŠZT, 2004-2006.  
 Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja, projekt za MVŠZT, 2004-2006.  
 Sodobne tehnologije vodenja za povečanje konkurenčnosti, projekt v sklopu ESRR (evropski strukturni skladi), 2004-2006.  
 Antropocentrična izvedba sistema za nadzor in upravljanje klimatske naprave za Klimal, Celje, 2007.  
 Razvoj matematičnega modela, algoritma vodenja in programa za samodejno učenje umetne nevronske mreže za proces razbarvanja tekstilnih barvil, Dama Engineering, d.o.o., Ljubljana, 2006-2007.

### 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 predstavlja konzorcij "Tehnološka vertikala", ki je združeval programsko skupino z Odsekom za sisteme in vodenje na Institutu "Jožef Stefan" in z inženiring organizacijo INEA. Omenjeno sodelovanje je preraslo v Tehnološko mrežo: Tehnologija vodenja procesov ( TVP ), katere soustanovitelj je skupina, gre pa za združenje 11 vodilnih inženiring podjetij v Sloveniji in treh najpomembnejših raziskovalnih institucij na področju ter 44 uporabnikov iz slovenske industrije. Preko mreže pa je vzpostavljena tudi povezava z evropskima platformama: Manufature in Embedded Systems. Skupina je tudi med ustanovitelji Tehnološkega centra za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvodnje ARI, ki združuje 13 industrijskih inženiring organizacij ter 4 institucije.  
 R. Karba je bil koordinator polja: Sistemi in kibernetika pri Znanstveno - raziskovalnem svetu za področje tehničnih ved na ARRS.

### 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)<sup>13</sup>

<b>Naslov</b>	Programska oprema za vodenje procesov
<b>Opis</b>	Gre za naslov učnega gradiva, ki je vzorec za enegaod 16 enotedenskih tečajev dopolnilnega izobraževanja za udeležence iz industrije v okviru specialističnega študija Tehnologija vodenja industrijskih procesov, ki smo jih skupno s kolegi iz Instituta "Jožef Stefan" izvedli v obdobju 2004 - 2008.
<b>Objavljeno v</b>	Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, 2006.
<b>COBISS.SI-ID</b>	21601319

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

<b>Naslov</b>	Predstavitve: Laboratorij za modeliranje, simulacijo in vodenje in Laboratorij
---------------	--

	za avtomatizacijo in informatizacijo procesov
<b>Opis</b>	Naslov se tiče predstavitve dejavnosti v naslovu omenjenih laboratorijev Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, ki tvorita programsko skupino.
<b>Objavljeno v</b>	Ventil (Ljubl.), 2008, letn. 14, št. 2, str. 128-132.
<b>COBISS.SI-ID</b>	10495259

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

1.	<b>Naslov predmeta</b>	Modeliranje procesov, Identifikacije, Multivariabilni sistemi, Računalniško vodenje procesov, Računalniško podprto inženirstvo
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	UNI - Avtomatika
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	Univerza v Ljubljani ( UL ) - Fakulteta za elektrotehniko ( FE )
2.	<b>Naslov predmeta</b>	Izbrana poglavja iz modeliranja in identifikacije, Izbrana poglavja iz prediktivnega in adaptivnega vodenja, Izbrana poglavja iz teorije avtomatskega vodenja, Modeliranje, simulacija in vodenje hibridnih sistemovI
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Podiplomski študij - Avtomatika
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL - FE
3.	<b>Naslov predmeta</b>	Sodobni postopki vodenja sistemov
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Specialistični študij : Tehnologija vodenja industrijskih procesov
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL - FE
4.	<b>Naslov predmeta</b>	Računalniško vodenje procesov, Modeliranje in simulacija
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	VŠŠ - Avtomatika
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL - FE
5.	<b>Naslov predmeta</b>	
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	
6.	<b>Naslov predmeta</b>	
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	

	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	
7.	<b>Naslov predmeta</b>	I
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	

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

	<b>Vpliv</b>	<b>Ni vpliva</b>	<b>Majhen vpliv</b>	<b>Srednji vpliv</b>	<b>Velik vpliv</b>	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
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: tečaji dopolnilnega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: prenos znanja v industrijo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar<sup>15</sup>**

Ker je področje modeliranja, simulacije in vodenja infrastrukturnega značaja, je vpliv programa razpreden na številna področja kjer gre, poleg že navedenih podatkov, še za za:

- organizacijo 16 enotedenskih tečajev dopolnilnega izobraževanja za udeležence iz industrije v okviru specialističnega študija Tehnologija vodenja industrijskih procesov in enotedenskega tečaja za Upravo RS za jedrsko varnost,
- dva CRP projekta: Mobilni robotski sistem za izvidniške, raziskovalne in reševalne namene in Raziskava uporabe sistemov brezpilotnih letal v Slovenski vojski v programu "Znanje za varnost in mir 2004-2010, Slovenska vojska 21. stoletja",
- projekt: Industrializacija sodobnih algoritmov vodenja za PLK - ISAV, Izdelava orodja za napredno vodenje nelinearnih in počasi se spreminjajočih procesov v sklopu ARRS, ki je predstavljal zaključne raziskave izredno uspešnega CRAFT projekta 5. okvirnega programa EU: Advanced control algorithms for programmable logic controllers - ASPECT,
- organizacijo dveh predstavitev dosežkov celovitega projekta: Sodobne tehnologije vodenja za povečanje konkurenčnosti, ki ga je sofinanciral Evropski sklad za regionalni razvoj ( združuje enajst vodilnih slovenskih podjetij, ki izvajajo storitve na področju avtomatizacije in informatizacije proizvodnje, tri raziskovalne institucije, katerih skupine se ukvarjajo z razvojem, prenosom ter uporabo znanj iz širšega področja tehnologije vodenja procesov in dvanajst uspešnih slovenskih proizvodnih podjetij, ki tovrstne storitve in znanja uporabljajo ) v hotelih Metropol ( Portorož ) in Mons ( Ljubljana ) pri čemer je šlo za dogodka s širšo odmevnostjo,
- organizacijo razstave programske in strojne opreme ter tehnične literature s področja modeliranja in simulacije v sklopu že omenjenega kongresa EUROSIM, ki je bil tudi s finančne in promotivne strani izredno uspešen.

**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/> 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. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Rihard Karba	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Kraj in datum:

Ljubljana

21.4.2009

**Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/969**

<sup>1</sup> 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](#)

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

<sup>3</sup> 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](#)

<sup>4</sup> 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., 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](#)

<sup>5</sup> 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](#)

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



## Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

<sup>7</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki Nazaj

<sup>8</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki Nazaj

<sup>9</sup> Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR Nazaj

<sup>10</sup> 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

<sup>11</sup> Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

<sup>12</sup> 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

<sup>13</sup> 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

<sup>14</sup> 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

<sup>15</sup> 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