

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/638

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0032
Naslov programa	Procesna sistemska tehnika in trajnostni razvoj
Vodja programa	6005 Zdravko Kravanja
Obseg raziskovalnih ur	11.050
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	794 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Programska skupina je v zadnjih petih letih svoje raziskave na področju procesne sistemske tehnike in trajnostnega razvoja namenila gospodarskim in družbenim razvojnim ciljem. Program smo uskladili s strateškim in akcijskim načrtom Evropske tehnološke platforme SusChem (Trajnostna kemija), zlasti na področjih industrijske biotehnologije, okoljske tehnike (podnebne spremembe, energija in surovine) in horizontalnih aktivnosti (izobraževanje in inovacije). Z rezultati smo prispevali k dvigu gospodarske razvitosti in kakovosti življenja v Sloveniji. Člani programske skupine so izvajali različne sklope raziskav, ki so opisani v nadaljevanju.

Za sistematično merjenje in doseganje trajnostnega razvoja je bilo do danes predlaganih le malo metodologij. V skupini smo razvili posebno metodo za spremljanje trajnostnega razvoja podjetij kemijske in procesnih industrij ter jo preizkusili na praktičnih primerih. Rezultat raziskav je bil v prvi fazi niz kazalcev, ki je primeren za večino podjetij te vrste industrije. Razvili smo matematični model za izračun sestavljenega kazalca trajnostnega razvoja podjetij, ki združuje njihovo delovanje na treh dimenzijah trajnosti (Krajnc D. in Glavič, 2005a, COBISS.SI-ID [9339158](#), 2005b, COBISS.SI-ID [9900054](#)). Nadalje smo se usmerili k problemu primerjalnega ocenjevanja industrijskih obratov glede na standarde najboljših razpoložljivih tehnik (BAT), definiranih v skladu s smernico o celovitem preprečevanju in obvladovanju onesnaževanja (IPPC). Razvili smo dva modela: poenostavljeni model (Krajnc D. idr., 2006, COBISS.SI-ID [10977814](#)) in natančnejši, mehko-logični model (Krajnc D. idr., 2007a, COBISS.SI-ID [11541014](#)) za primerjanje delovanja podjetij z najvišjimi standardi v sektorju, kot jih definirajo referenčni dokumenti o najboljših razpoložljivih tehnikah (BREF). Učinkovitost obeh modelov smo preizkusili v študiji primera, v kateri smo

primerjalno ocenili tri tovarne sladkorja glede na BAT. V tem sklopu raziskav smo razvili še metodologijo za doseganje proizvodnje brez odpadkov, ki smo jo preizkusili v študiji procesa proizvodnje sladkorja, kjer smo z matematičnim modeliranjem ekonomsko in okoljsko optimirali soproizvodnjo sladkorja in bioetanola (Krajnc D. idr., 2007b, COBISS.SI-ID [10963734](#)).

Razvoj novih oz. izboljšanje obstoječih proizvodnih procesov v skladu s konceptom trajnostnega razvoja med drugim zahteva inovativno modeliranje in načrtovanje bioloških sistemov čiščenja industrijskih odpadnih voda. V ta namen smo razvili metodologijo določanja kinetike anaerobnega čiščenja odpadne vode v laboratorijskem reaktorju (Tramšek idr., 2007, COBISS SI-ID [11281174](#)) ter določili najprimernejši biokinetični model razgradnje kostanjevih taninov v industrijski odpadni vodi, pri čemer smo upoštevali inhibicijske in toksične efekte, ki jih povzročajo tanini (Tramšek idr., 2006, COBISS SI-ID [10686742](#)). Z uporabo kriterija minimalnega bivalnega časa smo aplikativno načrtovali dvo-stopenjski aerobni pretočno mešalni bioreakcijski sistem za razgradnjo taninov v odpadni vodi (Tramšek in Goršek, 2008, COBISS SI-ID [12158486](#)). Učinkovito eksperimentalno optimiranje ter modeliranje je eden od ključnih temeljev industrijskega načrtovanja novih, boljših in fleksibilnejših bioreaktorskih sistemov v proizvodnji kvalitetnih ter cenovno dostopnih produktov po meri potrošnika. Tako smo v tem sklopu raziskav s Taguchijevo metodo preučevali vpliv različnih procesnih parametrov na snovni prenos kisika v bioprocesih (Tramšek in Goršek, 2007, COBISS SI-ID [11991574](#)) ter optimirali proizvodnjo kefirnih zrn (Goršek in Tramšek, 2007, COBISS SI-ID [11728150](#)). Razvili smo tudi posebno eksperimentalno metodo minimiranja absolutnega odstopanja dinamičnih profilov pH, s katero lahko določimo minimalni čas aktivacije oz. zasledujemo aktivnost kefirnih zrn (Tramšek in Goršek, 2007, COBISS SI-ID [11991062](#)). Prav tako smo primerjali različne primarne napovedne modele rasti kefirnih zrn in izbrali statistično najustreznejšega (Tramšek in Goršek, 2007, COBISS SI-ID [11679254](#)).

Ukvarjali smo se tudi z energijsko zahtevnimi procesi, ki v praksi obratujejo z neoptimalno porabo energije ter z neizkoriščenimi razpoložljivimi kapacitetami. Izvedba najboljše posodobitve oz. rekonstrukcije kompleksnih procesov zahteva simultano optimiranje, ki hkrati optimira strukturo procesa in procesne parametre ter išče najboljše alternative delovanja procesa. Kemijske procese običajno optimiramo z matematičnim metodami (NLP). Tako smo v praksi optimirali proces proizvodnje metanola. Model simultano vključuje vgradnjo plinske turbine, gorivnih celic ter obtoke nezreagirane CO₂ iz odtočnega plina, s čimer smo znižali nivo emisij (Kovač-Kralj in Glavič, 2007, COBISS.SI-ID [11479318](#); Kovač-Kralj in Glavič, COBISS.SI-ID [11755798](#)). Razvili smo metodo integriranja toplote med procesi z uporabo stopenjskega modela, ki izboljša integracijo med procesi. Energijska integracija med nerekonstruiranimi in rekonstruiranimi procesi lahko prihrani še dodatno energijo (Kovač Kralj idr., 2005, COBISS.SI-ID [9846294](#)). Metodo smo testirali na treh zahtevnih obstoječih procesih. Pri optimiranju konfiguracij novih procesov smo pri načrtovanju omrežij toplotnih prenosnikov uporabili termodinamsko analizo in metodo NLP (Krajnc M. Idr., 2006 [COBISS.SI-ID [10103830](#)]).

Na področju ekologije voda smo z naprednimi postopki ozoniranja AOP iz pitne vode odstranili atrazin pod mejo detekcije in pri tem proučevali kinetiko njegove razgradnje (Tepuš in Simonič, 2007, COBISS.SI-ID [11055382](#)). Freundlichove adsorpcijske izoterme pri adsorpcijskih materialih so pokazale veliko učinkovitost aktivnega oglja. Ukvarjali smo se tudi z vodo po regeneraciji ionskega izmenjevalca, ki smo jo biološko obdelali s postopkom anaerobne denitrifikacije ob uporabi melase kot vira ogljika. Z elektrokemijsko aktivacijo EKA smo v reaktorju pridobili oksil, ki je mešanica oksidativnih spojin klora in kisika. Ugotovili smo, da se je z uporabo oksila KPK-vrednost znižala za 70 %. Ekonomska ocena projekta za obdelavo odpadne vode z oksilom je pokazala, da gre za visoko donosno investicijo (Simonič in Novak-Pintarič, 2005, COBISS.SI-ID [10099990](#)). Z revezno osmozo smo zniževali koncentracijo nitrata v

pitni vodi. Ugotovili smo, da se koncentracija zniža do 97,5%. S tem se zniža koncentracija daleč pod mejno vrednost za pitne vode. Nitrat smo merili z validirano metodo (Tepuš in Simonič, 2007, COBISS.SI-ID [11055894](#)).

Proučevali smo vključevanje trajnostnega razvoja v visokošolsko izobraževanje (Lukman in Glavič, 2007, COBISS.SI-ID [10839062](#)). Tako smo raziskovali vključevanje načel trajnostnega razvoja v programe okoljskih in kemijskih tehnik na univerzah v Evropi. Izoblikovali smo tudi predlog kurikuluma za 1. stopnjo izobraževanja kemijskih inženirjev za okoljsko tehniko in modul za 2. stopnjo. Raziskovali smo izrazje s področja trajnostnega razvoja (Glavič in Lukman, 2007, COBISS.SI-ID [11479062](#)). V preteklem obdobju smo se v naših raziskavah osredotočili tudi na trajnostno potrošnjo in proizvodnjo in preučevali univerzo kot trajnostni sistem. Z metodo ocenjevanja vplivov na okolje v celotnem življenjskem krogu smo ocenili najbolj dominantne vplive na okolje, kot posledice različnih aktivnosti, ki se odvijajo na univerzi. Prav tako razvijamo sistem kazalnikov za vrednotenje in uvrščanje univerz z vidika trajnostnega razvoja.

V izobraževalnem procesu smo pričeli z uvajanjem modernih pristopov poučevanja in učenja (aktivno in sodelovalno delo, e-testi) ter uporabo IK tehnologije - portal ELEUM (Krajnc M., 2006 COBISS.SI-ID [10536982](#), [COBISS.SI-ID [10628374](#)]). V ta namen smo pripravili vrsto elektronskih učnih gradiv. V okviru projekta eLearning 2006 smo se aktivno vključili v evropski projekt eLearning VCSE (Virtual Campus for a Sustainable Europe).

Razvijali smo okolje za avtomatizirano načrtovanje in sintezo procesov z uporabo naprednih pristopov računalniško podprte procesne tehnike. Pri tem smo razvijali nove koncepte modeliranja, izboljšane optimizacijske algoritme in strategije, računalniško okolje in aplikacije v industriji. Pristopi, ki smo jih razvili, temeljijo na sistematičnih algoritemskih metodah ter zagotavljajo dopustne in optimalne rešitve za obravnavane optimizacijske probleme. Matematična formulacija izhaja iz superstrukture alternativ, ki smo jo izrazili kot mešano-celoštevilski-nelinearno-programirni problem (MINLP). To omogoča hkratno optimiranje zveznih in diskretnih odločitev, s tem pa tudi integracijo različnih nivojev optimiranja odločitvenih procesov in optimizacijo celotnega poslovnega sistema (enterprise wide optimization – EWO). Tehnike in strategije MINLP smo uporabili v računalniškem procesnem sintetizerju MIPSYN, ki smo ga razvili sami in predstavlja edinstveno tovrstno računalniško orodje v svetovnem merilu. V okviru tega okolja smo razvili različne inovativne modele za učinkovito sintezo kemijskih procesov z vključitvijo vseh vidikov trajnostnega razvoja. Razvite modele smo uspešno uporabili pri optimiranju obratovanja procesov, načrtovanju in rekonstrukciji procesov, pri optimiranju mehanskih struktur v gradbeništvu, investicijskem odločanju in razporejanju virov v poslovnih sistemih.

Pomemben del raziskav je predstavljal razvoj stohastičnih modelov za načrtovanje fleksibilnih in vodljivih procesov velikega obsega, ki omogočajo aplikacije na realnih industrijskih primerih (Novak-Pintarič in Kravanja, 2004, COBISS.SI-ID [8822038](#); 2007 COBISS.SI-ID [11658518](#) in 2007, COBISS.SI-ID [11339542](#)). Pristop smo uporabili tudi za optimiranje fleksibilnega šaržnega reaktorja z znano kinetiko v pogojih negotovosti (Ropotar in Kravanja, 2007, COBISS.SI-ID [12004374](#)).

Nadalje smo razvili modele za večkriterijsko optimiranje, ki omogočajo vključevanje načel trajnostnega razvoja v superstrukturni pristop in s tem sintezo okoljsko sprejemljivih kemijskih procesov (Kravanja Z. Idr., 2005, COBISS.SI-ID [10081814](#)). S simultanim pristopom smo dosegli sinergistični učinek med, sicer nasprotujočimi, ekonomskimi in okoljskimi alternativami. Tako smo generirali nove rešitve, ki izkazujejo hkrati izboljšanje ekonomike procesa in njegove okoljske sprejemljivosti. Poseben poudarek je bil namenjen razvoju različnih ekonomskih kriterijev pri sprejemanju poslovnih odločitev in študiju razlik optimalnih rešitev dobljenih s posameznimi kriteriji (Novak-Pintarič in Kravanja, 2004, COBISS.SI-ID [10405398](#)).

Modele za večperiodno optimiranje smo razvili in uporabili za sintezo reakcijskih omrežij in celotnih procesnih shem s stohastičnim multiperiodnim pristopom MINLP. Pri

tem smo upoštevali spreminjanje ekonomskih parametrov (npr. cen) v prihodnosti (I. Bedenik idr., 2004, COBIS.SI-ID [8680470](#); I. Bedenik idr., 2007, COBIS.SI-ID [11036950](#)). Večperiodno optimiranje smo uporabili tudi za optimalno razporejanje sredstev pri načrtovanju investicij za postopne rekonstrukcije procesov z znatno nižjimi sredstvi, kot so potrebna pri enkratni rekonstrukciji (N. Pintarič, Kravanja, 2007, COBIS.SI-ID [11807766](#)).

Poseben poudarek je bil namenjen algoritemski procesni integraciji. Razvili smo modele za toplotno integracijo z izbiro vrst toplotnih prenosnikov, (Soršak, Kravanja, 2004, COBIS.SI-ID [9409302](#)) in modele za masno integracijo, ki smo jih uporabili za optimiranje čistilnih naprav (Szitkai idr., 2006, COBIS.SI-ID [10472470](#)). V sodelovanju s skupino prof. Željka Kneza smo razvili optimizacijske modele za ocenjevanje topnosti trdnih substanc v superkritičnem CO₂, kar pomeni prispevek k sistematičnemu razvoju produktov farmacevtske in prehranske industrije (Škerget idr., 2005, COBIS.SI-ID [10081814](#)).

Razvite pristope smo prenesli tudi na druga področja in sicer na sintezo mehanskih struktur v gradbeništvu (Kravanja S. idr., 2005, COBIS.SI-ID [9532182](#); Kravanja S. idr., 2006, COBIS.SI-ID [11037206](#); Klanšek idr., 2007, COBIS.SI-ID [11801622](#); Šilih idr., 2008, COBIS.SI-ID [11549462](#)), optimiranje človeških virov v neproizvodnih organizacijah (Novak-Pintarič idr., 2007, COBIS.SI-ID [10752278](#)) in za optimiranje lokacije centrov za ravnanje z odpadki (Kravanja Z. idr., 2007, COBIS.SI-ID [11815958](#)). Skupina si je s svojimi raziskavami, katerih rezultate je objavljala v vrhunskih mednarodnih znanstvenih revijah, utrjevala uspešnost pri uveljavljanju v znanstveni sferi in vzdrževanju neposrednega stika z nosilci svetovnega napredka na svojem raziskovalnem področju. Prav tako so bili rezultati pomembni za razvoj aplikativnega raziskovanja. Skupina je bila in je vključena v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne razvojne in raziskovalne programe (glej razdelek II. B. 5.6.). Naši raziskovalci so bili vključeni v številne projekte za uporabnike, ki so potekali zunaj financiranja ARRS (glej razdelek II. B. 5.7.). Člani skupine aktivno sodelujejo v mnogih mednarodnih znanstvenih združenjih, so v uredniških odborih vrhunskih znanstvenih revij in odborov svetovnih in evropskih kongresov (PSE, ESCAPE) in organizirajo mednarodna in domača posvetovanja (glej razdelek II. B. 5.8.).

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Štiriletni program raziskav smo uspešno izpeljali in dosegli tudi pomembne učinke:

- Programska skupina se uspešno usmerja v nove aplikacije reakcijske in procesne systemske tehnike – okoljske, biokemijske, energijske raziskave.
- Skupina objavlja v kakovostnih znanstvenih revijah in ima ustrezno odmevnost. V štirih letih so raziskovalci v raziskovalnem programu PST, ki obsega 1,3 FTE, objavili 57 znanstvenih člankov, od tega 49 v JCR/SCI revijah s faktorjem vpliva. Web of Science kaže v zadnjih 4 letih 129 citatov, od tega 109 citratov tujih avtorjev.
- Mednarodno sodelovanje v evropskih odborih (EFCE, PREPARE, SusChem), znanstvenih odborih evropskih in svetovnih posvetovanj (WCCE, PSE, ECCE, ESCAPE, PRESS, ERSCP, ESBES), uredniških odborih vrhunskih revij SCI (Trans IChemE, CRR, CABEQ) je dobro.
- Imamo precej evropskih (6.OP – TOSSIE, IEE – EINSTEIN, MC – PSIE, EUREKA – BIOPUR), mednarodnih (NATO – CPP) in bilateralnih (SI – IR, SI – USA, SI – FR, SI – HR) projektov, vendar nimamo bogato financiranih raziskovalnih projektov.
- Dobro sodelujemo z vrsto univerz (U of Zagreb, TU Graz, U of Manchester, U of Ferrara, Politehnika Varšava, DTU Lyngby, Carnegie Mellon University v ZDA).
- Uspešno sodelujemo z vrsto najboljših slovenskih podjetij: Lek Ljubljana, Krka Novo mesto, Nafta Lendava, Pivovarna Laško, Tanin Sevnica, Perutnina Ptuj.

- Lahko se pohvalimo z enim spin-off podjetjem; naši diplomanti, magistri in doktorji znanosti so na vodilnih mestih v vrsti slovenskih podjetij.
- Uspeli smo izboljšati opremo v laboratorijih, aparaturno in programsko opremo, imamo dobro pokritost in medmrežni dostop do literature (monografij, revij).

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Sprememb programa raziskovalnega programa ni bilo.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Sinteza MINLP reaktorskih omrežij v celotnih procesnih shemah na osnovi koncepta časovno odvisnih ekonomskih območij
		<i>ANG</i> MINLP synthesis of reactor networks in overall process schemes based on a concept of time-dependent economic regions
Opis	<i>SLO</i>	Konvencionalno Koncentracijsko Dosegljivo Območje (CAR) smo pretvorili v Ekonomsko Območje (ER), pri čemer smo uporabili ekonomski optimizacijski kriterij. Na osnovi omenjenega ekonomskega optimizacijskega kriterija smo redefinirali superstrukturo za sintezo reakcijskih omrežij. Za dolgoročno sintezo smo predlagali izvedbo stohastičnega multiperiodnega MINLP. Na ta način je mogoče v sinteznem postopku ustrezno upoštevati časovno spremenljivost in nedoločenost ekonomskih parametrov. Predlagali smo tudi posebno multiperiodno strategijo, s katero smo izboljšali učinkovitost sinteze MINLP.
	<i>ANG</i>	The conventional Concentration Attainable Region (CAR) is transformed into an Economic Region (ER) using economic optimization criteria. A reactor network superstructure has been reestablished based on economical optimization criteria and the principles of ER. Over a longer period, the performing of a stochastic multi-period MINLP synthesis is recommended, in order to consider the time variability and uncertainties of economic parameters. A special multi-period strategy is proposed to upgrade the efficiency of the MINLP synthesis.
Objavljeno v	Iršič- Bedenik, N., Ropotar, M., Kravanja, Z.. Comput. chem. eng., vol. 31, iss. 5/6, 657-676, 2007, http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2006.10.007 .	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	11036950	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Izbor ekonomske namenske funkcije pri optimiranju procesnih shem
		<i>ANG</i> Selection of the economic objective function for the optimization of process flow sheets
Opis	<i>SLO</i>	V članku so predstavljeni najpomembnejši ekonomski kriteriji, ki se uporabljajo pri optimiranju kemijskih procesov in razlike v rezultatih, dobljenih z uporabo različnih kriterijev. Utemeljili smo, da je uporaba kriterija neto sedanje vrednosti z obrestno mero enako minimalno sprejemljivi interni stopnji donosnosti najprimernejši optimizacijski kriterij, ki vzpostavlja primeren kompromis med absolutno vrednostjo denarnih tokov in dobičkonosnostjo v celotnem življenjskem ciklu procesa.
	<i>ANG</i>	Paper presents the most important economic criteria suitable for optimizing chemical processes. It was shown that different optimization measures lead to different optimal results. It was proved that the maximization of the net present worth with a discount rate equal to the minimum acceptable rate of return (MARR) is the most appropriate optimization criterion because it represents a thorough compromise between the absolute terms of future cash flows and profitability through the life cycle of the project.
Objavljeno v	Novak-Pintarič, Z., Kravanja, Z.. Ind. Eng. Chem. Res., vol. 45, 12, 4222-4232, 2006, http://dx.doi.org/10.1021/ie050496z .	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	10405398	

3.	Naslov	SLO	Rekonstrukcija MINLP omrežij toplotnih prenosnikov z različnimi tipi prenosnikov
		ANG	MINLP retrofit of heat exchanger networks comprising different exchanger types.
	Opis	SLO	V članku predstavljamo simultano MINLP optimiranje in rekonstrukcijo omrežij toplotnih prenosnikov (HEN) z upoštevanjem različnih tipov prenosnikov. Disjunkcije pri obratovalni pogoji smo modelirali s konveksnimi lupinami. Nelinearni izrazi nastopajo le v namenski funkciji. Dodali smo posebne pogoje, s katerimi vzdržujemo dopustnost temperaturnih porazdelitev
		ANG	This paper describes a simultaneous MINLP optimization model for the retrofit of heat exchanger networks (HEN), comprising different exchanger types. The operability constraints for the different exchanger types are modeled by the convex hull formulation of disjunctions, nonlinear terms are modeled only within the objective function and additional constraints are included to obtain feasible temperature distribution.
	Objavljeno v	Soršak, A., Kravanja, Z.. Comput. Chem. Eng., vol. 28, 1/2, 235-251, 2004.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	9409302		
4.	Naslov	SLO	Čiščenje odpadnih vod po tiskanju z reaktivnimi barvili
		ANG	Wastewater treatment after reactive printing
	Opis	SLO	Odpadne vode, ki nastanejo po tiskanju tekstilij z reaktivnimi barvili, je treba čistiti pred izpustom v okolje. V ta namen smo preučevali membransko tehnologijo. Pilotna naprava je sestavljena iz enote za ultrafiltracijo in enote za reverzno osmozo. Kvaliteta odpadne vode po ultrafiltraciji se je izboljšala, vendar še vedno ni ustrezala slovenski zakonodaji za izpust odpadne vode v odvodnik. Učinek čiščenja odpadne vode z revezno osmozo je 95%, kar pomeni, da vodo lahko izpuščamo v odvodnik, še več, tako očiščeno vodo lahko ponovno uporabimo v procesu tiskanja.
		ANG	Membrane filtration of wastewater after textile printing with reactive dyes is described. The study of membrane filtration is based on a pilot wastewater treatment plant ultrafiltration (UF) and reverse osmosis (RO) units. The quality of the wastewater was improved by ultrafiltration, but its effluent still does not conform to the specification of concentration limits for emission into water. Permeate coming from RO meets the required specification and, therefore, could be re-used in the washing process of printed textiles.
	Objavljeno v	Šostar-Turk, S., Simonič, M., Petrinič, I.. / Dyes pigm./. [Print ed.], 2005, vol. 64, iss. 2, str. 147-152	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	8941846		
5.	Naslov	SLO	Optimiranje bioreaktorskega sistema proizvodnje kefirnih zrn
		ANG	Kefir grains production – An approach for volume optimization of two stage bioreactor system
	Opis	SLO	Namen članka je načrtovanje dvo-stopenjskega reaktorskega sistema proizvodnje kefirnih zrn. V ta namen smo najprej na osnovi eksperimentalnih meritev prirasti mase kefirnih zrn v odvisnosti od fermentacijskega časa ocenili parametre napovednega modela rasti kefirnih zrn in eksponentnega pH modela. Zatem smo razvili nov problem nelinearnega programiranja (NLP) za izračun optimalnih volumnov dveh zaporedno povezanih pretočno mešalnih bioreaktorjev (PMB).
		ANG	The main objective of the present study was to design a continuous two-stage bioreactor system for kefir grains production. Based on the experimental data of time-depended kefir grain mass increase and average pH profile during kefir grains batch propagation, parameters of predictive growth and exponential pH models were initially estimated. Afterwards, the non linear programming (NLP) optimization problem for estimating the optimal volumes of two unequal in series connected continuously stirred tank bioreactors (CSTB) has been developed.
	Objavljeno v	Goršek, A., Tramšek, M.. Biochem. eng. j.. [Print ed.], Nov. 2008, vol. 42, iss. 1, str. 153-158.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

COBISS.SI-ID	12374550
--------------	----------

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Indikatorji trajnostne proizvodnje
		<i>ANG</i> Indicators of sustainable production
	Opis	<i>SLO</i> Ena izmed glavnih težav je merjenje stopnje trajnosti podjetij iz kemijske in procesnih industrij, s katerim bi določili, katere spremembe vodijo v pravo smer. Zaradi tega smo razvili primerne kazalce trajnostne proizvodnje, ki bodo omogočali te ocenitve. Razvili smo kazalce za ocenjevanje in pospeševanje trajnostnega razvoja podjetij, pri čemer smo opredelili glavne vidike tovrstne proizvodnje in zahteve za doseg trajnostnega razvoja ter podali glavne funkcije kazalcev in opredelili njihovo vlogo.
		<i>ANG</i> One of the difficulties in measuring the company's level of sustainability is to determine which directions of change are leading towards sustainability. Hence, appropriate metrics that will enable these assessments have been proposed. Indicators of sustainable production for assessing and promoting business sustainability have been developed. The main concepts of such production and a set of necessary conditions that firms must fulfill, in order to be sustainable have been introduced. It identified major functions of indicators and it proceeded to present the role of indicators.
	Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Objavljeno v	SIKDAR, Subhas K. (ur.), GLAVIČ, Peter (ur.), JAIN, Ravi (ur.). Technological choices for sustainability : with 83 figures. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2004, str. 395-414.
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
	COBISS.SI-ID	8696086
2.	Naslov	<i>SLO</i> Tehnološka platforma Si-Kem - ustanovitev
		<i>ANG</i> Technology Platform Si-Kem - establishment
	Opis	<i>SLO</i> Po vzoru evropskih je bila 04. 10.2006 tudi v Sloveniji ustanovljena tehnološka platforma Si-Kem in sicer na pobudo 4 inštitucij: FKKT Ljubljana, FKKT Maribor, Inštituta Jožef Stefan Ljubljana in Kemijskega inštituta Ljubljana ob podpori Gospodarske zbornice Slovenije. Njen namen je izpolniti razvojne cilje, ki so zapisani v Lisbonski strategiji, razvojnih ciljih tisočletja UN in Razvojni strategiji Slovenije ter koordinirano delovanje evropskih in nacionalnih razvojnih programov in sooblikovanje razvojnih prioritet Slovenije.
		<i>ANG</i> On the basis of European Technology Platform SusChem the Platform Si-Kem was established on 04.10.2006 on request of four Coordinators: FKKT Ljubljana, FKKT Maribor, Institute Jozef Stefan Ljubljana and National Institute of Chemistry Ljubljana with the suport of The Chamber of Commerce and Industry of Slovenia. It was established to follow the research goals written in Lisbon Strategy, UN Millennium Development Goals, Slovenian Development Strategy. Its main mission is coordination between European and National reserach programs together with performing research priorities of Slovenia.
	Šifra	F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja
	Objavljeno v	Slovenska nacionalna platforma.
	Tipologija	2.22 Nova sorta
	COBISS.SI-ID	0000000
3.	Naslov	<i>SLO</i> Beta verzija MINLP sintetizerja MIPSYN na osnovi najnaprednejših tehnik disjunktnega modeliranja in alternative konveksne lupine.
		<i>ANG</i> Beta version of an MINLP process synthesizer MIPSYN, based on the most advanced dusjunctive modeling and alternative convex hull formulation.
	Opis	<i>SLO</i> Razvili smo novo verzijo procesnega sintetizerja MIPSYN, kjer za linearizacije zunanjih poenostavitev uporabljamo napredno formulacijo in za modelno

			predstavitev konveksno lupino.
		ANG	Further development of process synthesizer MIPSYN based on advanced outer approximations and different convex-hull model representation.
	Šifra		F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
	Objavljeno v		16th European symposium on computer aided process engineering and 9th International symposium on process systems engineering. Part A, (Computer-aided chemical engineering, 21A). Amsterdam Elsevier, cop. 2006, 233-238
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		10622742
4.	Naslov	SLO	Analiza predlogov ponudb za lokacije centrov za ravnanje z odpadki (naročnik: konzorcij CERO, Radovljica)
		ANG	Analysis of centres allocation for municipal wastes treatment (ordered by Consortium CERO, Radovljica)
	Opis	SLO	Na podlagi naročila konzorcija CERO, Radovljica, smo izdelali računalniški model, s katerim smo izvedli analizo možnih lokacij centrov za ravnanje z odpadki v Gorenjski regiji. Model je zasnovan kot mešano celoštevilski nelinearni problem (MINLP), s katerim določimo optimalno omrežje centrov za zbiranje, recikliranje, obdelavo in odlaganje odpadkov za več regij ali celo čezmejnih območij.
		ANG	Based on the order of the Consortium CERO, Radovljica, Slovenia, a computer model was developed, by which the allocation of centres for wastes treatment in Gorenjska region was analysed. The model was formulated as a mixed-integer nonlinear programming (MINLP) problem and enables the selection of optimal network of centres for the collection, recycling, treatment and disposal of municipal solid wastes for interregional or even cross-border regions.
	Šifra		F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v		An MINLP reconstruction of networks for the collection, recycling, treatment and disposal of municipal solid waste. PLEŠU, Valentin (ur.), AGACHI, Paul Serban (ur.). 17th European symposium on computer aided process engineering, (Computer-aided chemical engineering, 24). Amsterdam, Elsevier, 2007, str. 1319-1324
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID		11354902	
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Skupina je s svojimi raziskavami, katerih rezultate objavlja v vrhunskih mednarodnih znanstvenih revijah, prispevala k hitrejšemu razvoju evropskega in svetovnega raziskovalnega prostora. Z znanstvenimi dognanji si je skupina nadaljnje utrjevala uspešnost pri uveljavljanju v znanstveni sferi in vzdrževanju neposrednega stika z nosilci svetovnega napredka na predlaganem raziskovalnem področju. Rezultati raziskav so bili pomembni za odkrivanje novih znanstvenih resnic, za izpopolnjevanje metodološkega instrumentarija in za razvoj aplikativnega raziskovanja. Celotna raziskovalna dejavnost je bila usmerjena k ciljem 6. okvirnega programa, ki je odseval znanstvene in tehnološke prioritete preteklega obdobja glede

na gospodarsko in politično stanje v Evropi. Za uspešno odzivanje (bio-)kemijske industrije hitrim in velikim spremembam v prihodnjem desetletju smo svoja znanja usmerili v vzpodbujanje njene konkurenčnosti in trajnostne (vzdržne) gospodarske rasti temelječe na inovativni znanstveni odličnosti in tehnološki relevanci. Z najmodernejšimi znanji in orodji smo razvijali nove proizvode in procese v kemijski in procesnih industrijah, skladno s smernicami na evropskem nivoju.

Edinstvena integrirna IT metodologija za sistematično obvladovanje inovativnosti pri trajnostni sintezi, rekonstrukciji in vodenju obratov je s celovitim razvojem novih modelov, algoritmov in programskih orodij omogočala generiranje inovativnih procesov in produktov ter povečanje učinkovitosti, uspešnosti in konkurenčnosti procesnih industrij. Modeli, ki smo jih razvijali, so omogočili sistematično obravnavanje operabilnosti, trajnostnega razvoja in življenjskega ciklusa ter njihovo vključevanje v inovativno reševanje problemov v procesni industriji. Gre za sistematično obvladovanje inovativnosti za trajnostni razvoj (bio-)kemijske industrije.

ANG

With its research the group contributed to faster development of European and world research area. The results are continuously published in high quality scientific journals. With its scientific comprehension the group was very successful in enforcement in scientific sphere and maintenance of direct contact with the world leaders on our research area. Results are important for discovering new scientific findings, for improving the systematical instruments and for applicative research development. The complete programme was adjusted with the strategic and action plans of the Sixth Framework Programme, which reflected the scientific and technology priorities of the past period regarding economic and political situation in Europe. For successful response of (bio-)chemical industry to quick and large changes in last few years we focused our knowledge in encouraging its competitive position and sustainable economic growth. Innovative scientific excellence and technology relevance were the most important facts. The modern knowledge and tools have been used for developing the new products and processes in chemical and process industries in accordance with European directions. The unique integrated IT methodology for systematic management of innovation in sustainable synthesis, reconstruction and management of facilities was integrated with the development of new models, algorithms and software tools, in order to generate innovative products and processes, and to increase efficiency, effectiveness and competitiveness of process industries. The models developed allowed a systematic treatment of operability, sustainable development and life cycle in the process industry, and their involvement in an innovative problem-solving. The goal was systematic management of innovation for the sustainable development of (bio) chemical industry.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Z izvedenimi raziskavami v zadnjih 5 letih smo prispevali h gospodarski rasti, zaposlenosti, zdravju in reševanju perečih okoljskih problemov. Kemijska in procesne industrije že do sedaj ustvarjajo velik del dobička vseh predelovalnih industrij v Sloveniji, zato je bil pomen tega programa za gospodarsko moč toliko večji, še posebej v pogojih globalizacije, vse ostrejših konkurenca, negotovosti in tveganosti na tržišču. Pri tem so ključnega pomena razvoj in uporaba tehnologij na osnovi obnovljivih virov, razvoj proizvodov z visoko dodano vrednostjo, uporaba naprednih informacijskih tehnologij, inovacije na področju (bio)reakcijskih proti in procesov ter hiter prenos znanja in novih produktov v proizvodnjo. Še posebej bi izpostavili razvoj tehnologij za uporabo obnovljivih virov iz industrijskih energijskih rastlin (biorafinerije), ki naj bi obrnile negativne cenovne trende v prehranbeni verigi. Rezultati so pomembni za slovensko in evropsko kemijsko in procesne industrije ter za procesne dele nekaterih drugih panog. Uspešnost teh industrij je pomembna osnova za bodoči gospodarski razvoj in za krepitev konkurenčnega položaja evropske industrije v svetu. Od prestrukturiranja in tehnološkega preboja sta odvisni rast življenjskega standarda in kakovost življenja prebivalcev v Sloveniji in Evropi.

Raziskovalne vsebine so bile vpete v več aplikativnih projektov in bilateralnih raziskovalnih programov. Skupina je sodelovala pri evropskih (EURECA) in svetovnih projektih (NATO). Izvedeni program je bil skladen s prednostnimi raziskavami EU o trajnostnem razvoju v 6. okvirnem programu.

ANG

Our research during the last five years aimed at providing growth of economy, employment, health standards and solutions of environmental problems. Chemical and process industries create a large part of profit of all processing industries in Slovenia, therefore the proposed programme was very important for strengthening the economic power, especially in the global

marketplace under severe competition, risk and uncertainty. The key issues are the development and applications of novel technologies based on renewable resources, development of high added value products, advanced information technologies, innovations of (bio)reaction paths and processes, fast dissemination, and implementation of knowledge and new products into the manufacturing processes. The main stress would be put on the development of technologies for production of renewable resources from the industrial energy reach plants (biorefineries) in order to recover the unpleasant effects of increasing prices in the food chains. The results would be crucial for Slovenian and European chemical and process industries, as well as for the other industrial branches. The efficiencies of these industries are highly important for the future economic growth and competitiveness of European industry on a worldwide scale. The sustainable growth of living standards and quality of life for Slovenian and European residents depend strongly on the restructuring and technological breakthrough of process industries.

A fraction of the proposed programme was part of some applied projects and bilateral research programmes. The group participates in European projects (The Sixth Framework Programme, EUREKA), world's projects (NATO), and in several bilateral research programmes (Northern Ireland, Croatia, Hungary, France, USA). The proposed programme is harmonized with thematic priorities of the EU on sustainable development in The Seventh Framework Programme.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	
- doktorati	3	
- specializacije		
Skupaj:	5	0

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

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

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

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Zbornik povzetkov referatov s posvetovanja. Maribor: FKKT, 2006. 124 str. ISBN 86-435-0794-6. [COBISS.SI-ID 57444865]	128
2.	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2006, Maribor, 21. in 22. september 2006. Maribor: FKKT, 2006. 1 optični disk (CD-ROM). ISBN 86-435-0793-8. [COBISS.SI-ID 57447425]	128
3.	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2005, Maribor, 22. in 23. september 2005. Zbornik povzetkov referatov s posvetovanja. Maribor:	179

	FKKT, 2005. 176, VI str., ilustr. ISBN 86-435-0721-0. [COBISS.SI-ID 55405057]	
4.	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2005, Maribor, 22. in 23. september 2005. Maribor: FKKT, 2005. 1 optični disk (CD-ROM). ISBN 86-435-0722-9. [COBISS.SI-ID 55405313]	179
5.	GLAVIČ, Peter (ur.), SIMONIČ, Marjana (ur.). The Conference on industrial pollution and sustainable development CIPSD 14-17 December 2005, Maribor, Slovenia. Conference proceedings. Maribor: Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, 2005. 1 CD-ROM. ISBN 86-435-0746-6. [COBISS.SI-ID 10084886]	33
6.	GLAVIČ, Peter (ur.), SIMONIČ, Marjana (ur.). The Conference on industrial pollution and sustainable development, 14-17 December 2005, Maribor, Slovenia. Book of abstracts. Maribor: Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, 2005. 51 str., ilustr. ISBN 86-435-0744-X. [COBISS.SI-ID 55887105]	33
7.	SIKDAR, Subhas K. (ur.), GLAVIČ, Peter (ur.), JAIN, Ravi (ur.). Technological choices for sustainability : with 83 figures. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2004. XIX, 441 str. ISBN 3-540-21131-4. [COBISS.SI-ID 8695062]	
8.	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Jubilejni 10. Slovenski kemijski dnevi 2004, Maribor, 23. in 24. september 2004. Maribor: FKKT, 2004. 1 optični disk (CD-ROM). ISBN 86-435-0640-0. [COBISS.SI-ID 53679361]	149
9.	KRAVANJA, Zdravko (ur.), NOVAK-PINTARIČ, Zorka (ur.), KNEZ, Željko (ur.), SLEMNIK, Mojca (ur.), SIMONIČ, Samo (ur.). Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo : izzivi na pragu III. tisočletja. Prenovljena izd. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2007. 28 str., fotograf. ISBN 978-961-248-064-6. [COBISS.SI-ID 59819009]	
10.	KRAVANJA, Zdravko, GLAVIČ, Peter, KRAJNC, Majda, NOVAK-PINTARIČ, Zorka, TRAMŠEK, Marko, BOGATAJ, Miloš, KRAVANJA, Zdravko (ur.), NOVAK-PINTARIČ, Zorka (ur.). Prenova študijskih programov na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo v letih 2004/2005 : zbrano gradivo. Maribor: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2005. 76 f. [COBISS.SI-ID 9681174]	

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

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

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	10
Skupaj:	10

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

Slovensko-britanski bilateralni projekt: Sustainable Production Indicators and Reporting of Sustainability (SPIRS) Šifra: BI-GB/04-017

Trajanje: 2004

Slovensko-hrvaški bilateralni projekt: Snovna in energijska integracija kemijskih procesov

Šifra: BI-HR/06-07-026

Trajanje: 2006-2007

Znanstveno-raziskovalni bilateralni projekt z združenim kraljestvom Velike Britanije in Severne Irske (v okviru programa Partnerships in Science): Integrirano načrtovanje trajnostnih kemijskih procesov

Šifra: BI-GB/06-005

Trajanje: 2006

Znanstveno-raziskovalni bilateralni projekt s Francijo: Sinteza reakcijske destilacije s superstrukturnim MINLP pristopom

Projekt št. BI-FR/06-PROTEUS-015

Trajanje: 2006-2007

Znanstveno-raziskovalni bilateralni projekt z USA: Sinteza trajnostnih procesov z optimiranjem MINLP

Projekt št. BI-USA/06-07-030

Trajanje: 2006-2008

Raziskovalno-razvojni projekt EUREKA št. E!3611

Akronim: BIOPUR

Šifra: 3211-06-000342

Trajanje: 2006-2008

Mednarodni projekt: Postgraduate School of Industrial Ecology (PSIE)

Šifra pogodbe: MSCF-CT-2005-029529

Koordinator: Norwegian University of Science and Technology

Trajanje: 2006-2009

Mednarodni projekt: Towards Sustainable Sugar Industry in Europe (TOSSIE)

Šifra pogodbe: FOOD-CT-2005-022944

Koordinator: Politechnika Warszawska (Warsaw University of Technology), Poland

Trajanje: 2006-2009

Mednarodni projekt: INTELLIGENT ENERGY - EUROPE (EIE)

Proposal No.: EIE - 07 - 210

Proposal acronym: EINSTEIN

Trajanje: 2007-2009

NATO, Pilot study, Clean Products and Processes, Phase II

Kategorija projekta: Mednarodni projekt

Trajanje: 2003-2007

PREPARE (Preventive Environmental Protection Approaches in Europe)

Sodelovanje na dveh posvetovanjih ekspertne skupine PREPARE

- Cleaner production in Slovenia (Bled, 6-8 april 2005)

- Core group meeting: Sustainability terms and their definitions (Dunaj, 13-14 oktober 2005)

Razvoj študijskih programov za mrežo fakultet v okviru tehnike, proizvodne tehnologije in gradbeništva

Projekt št. ESS-VS_05-028

Trajanje: 2005-2006

Razvoj nove študijske smeri Trajnostni razvoj in okoljska tehnika

Številka pogodbe: 3211-06-000077

Projekt št. ESS_VS-06-4

Trajanje: 2006-2007

Posodobitev študijskega programa Kemijska tehnologija

Projekt št. ESS-VS_04-17

Trajanje: 2004-2005

Mednarodni projekt Interreg III A SLO-HU-HR: EKOPLAN

Projekt št.: 1536-06-400021
Trajanje: 2005-2008

School of Chemical Engineering and Analytical Sciences, Sustainable Industrial Systems group,
The University of Manchester, UK, Prof. dr. Adisa Azapagic

School of Chemical, Biological and Materials Engineering, University of Oklahoma, USA, Prof. dr.
Miguel J. Bagajewicz

Industrial Pollution and Sustainable development (IPSD), Maribor,
Slovenija, 15-16, december 2005.

Seminar o učinkoviti rabi in obnovljivih virih energije na Slovenskih
kemijskih dnevih 2006 (URE in OVE), Maribor, 20. september, 2006

CAPE Forum 2007 - SLOVENIA 1-2 Februar 2007, Maribor

The International Workshop on Higher Education for Sustainable Development (HESD), Maribor,
hotel Habakuk, Slovenia, Marec 29-30, 2007 (v okviru projekta ESS_VS-06/04)

International Workshop on Engineering and Management Tools for Process Integration and Plant
Optimization in Sugar Industry, April 18-20, 2007, Hotel Garni Tabor, Maribor, Slovenia (v
okviru projekta TOSSIE (Towards Sustainable Sugar Industry in Europe)

SLO - CRO: Material and energy integration of chemical processes
Trajanje: 2006- 2007

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

Analize predlogov ponudb za lokacije centrov za ravnanje z odpadki. Naročnik: Konzorcij CERO,
Radovljica
Trajanje: 2007

Eksperimentalno določanje reakcijske entalpije in adiabatnega dviga pri sintezi specialne
kemikalije na aparaturi RC1
Številka pogodbe: XLII/2-106632/2004
Kategorija projekta: Aplikativni projekt med Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo
Univerze v Mariboru in podjetjem Krka d.d.
Trajanje: 2004

Kalorimetrične študije
Kategorija projekta: Aplikativni projekt med Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo in
podjetjem Lek d.d., Ljubljana
Trajanje: 2005-2006

Optimiranje industrijske proizvodnje
Kategorija projekta: Aplikativni projekt med Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo
Univerze v Mariboru in podjetjem Krka d.d., Novo mesto
Trajanje: 2005-2006

Seminar o učinkoviti rabi in obnovljivih virih energije na Slovenskih kemijskih dnevih 2006
(Seminar o UR in OVE)
Trajanje: 2006

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.)

SusChem Slovenija, Nacionalna tehnološka platforma

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	Model MINLP za izbor optimalnega procesa za proizvodnjo bioplina iz živalske biomase.
Opis	V prispevku opisujemo uporabo matematičnega modeliranja pri sintezi in optimiranju procesov za proizvodnjo bioplina.
Objavljeno v	GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2008, Maribor, 25. in 26. september 2008 : [zbornik referatov]. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2008, 11 str. [COBISS.SI-ID V: GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Slovenski kemijski dnevi 2008, Maribor, 25. in 26. september 2008 : [zbornik referatov]. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2008, 11 str.
COBISS.SI-ID	12622870

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	Merila za razvrstitev: raziskovanje, izobraževanje in odnos do okolja : naš model primerjave univerz
Opis	Obstoječe lestvice, kot so Šanghajska in podobne ne vsebujejo kriterijev za razvrščanje univerz po okoljskih in drugih trajnostnih vidikih. V prispevku je prikazana metodologija za razvrščanje univerz po teh kriterijih.
Objavljeno v	Delo (Ljubl.), 17. nov. 2008, str. 20.
COBISS.SI-ID	12784150

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

1.	Naslov predmeta	Reakcijska tehnika, Načrtovanje procesov
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UM, FKKT
2.	Naslov predmeta	Dinamika procesov, Optimiranje procesov
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UM, FKKT
3.	Naslov predmeta	Računalniško projektiranje procesov
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UM, FKKT
4.	Naslov predmeta	Razvoj procesov
	Vrsta študijskega	UNI

	programa	
	Naziv univerze/ fakultete	UM, FKKT
5.	Naslov predmeta	Varnost procesov
	Vrsta študijskega programa	VS
	Naziv univerze/ fakultete	UM, FKKT
6.	Naslov predmeta	Tehnologija vod
	Vrsta študijskega programa	UNI, VS
	Naziv univerze/ fakultete	UM, FKKT
7.	Naslov predmeta	Projektiranje procesov, Sinteza sistemov, Tehnologija priprave vod, Kemijska varnost procesov, Upravljanje procesov v pogojih negotovosti, Reakcijska tehnika II
	Vrsta študijskega programa	MAG, DR
	Naziv univerze/ fakultete	UM, FKKT

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input 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"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
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. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Zdravko Kravanja	in/ali	Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Kraj in datum:

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/638

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

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

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

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

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

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

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

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki Nazaj

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

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

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

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

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

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

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

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