

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2013/36



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0379
Naslov programa	Modeliranje in simulacija materialov in procesov
Vodja programa	4101 Božidar Šarler
Obseg raziskovalnih ur	6008
Cenovni razred	E
Trajanje programa	01.2009 - 12.2012
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.13 Procesno strojništvo
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.03
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.03 Mehanika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

3. Povzetek raziskovalnega programa²

SLO

Programska skupina je osredotočena na modeliranje, simulacijo in optimizacijo lastnosti izdelkov, učinkovitosti proizvodnih procesov, in vpliva na okolje. To vzpostavljamo na podlagi večfizikalnih in večnivojskih modelov, ki jih rešujemo na podlagi povsem nove generacije brez mrežnih metod, ki temelji na lokalni kolokaciji ali aproksimaciji z radialnimi baznimi funkcijami. Končni cilj tovrstnega modeliranja je predikcija lastnosti izdelka v odvisnosti od procesnih parametrov posameznih korakov. To dosegamo na podlagi sklopljenih fizikalnih modelov relacij med procesnimi parametri in makrostrukturno izdelka, med makrostrukturno in mikrostrukturno izdelka ter med mikrostrukturno in lastnostmi izdelka. Makroskopski modeli temeljijo na konceptu mehanike kontinuuma za tekočine in trdnine. Mikroskopski modeli temeljijo na gibanju reprezentativnega dela mikrostrukture skozi temperaturno,

koncentracijsko in hitrostno polje celotnega procesa in so zajeti v okvir metode faznega polja ali celičnih avtomatov. Modeli so validirani na podlagi industrijskih meritev. Fizikalno modeliranje razvoja mikrostrukture skozi procesne korake dopolnjujemo, nadomeščamo in/ali umerjamo na podlagi metod računske inteligence v primerih, ko fizikalni modeli še ne obstajajo, so računsko preveč intenzivni ali dajejo nezadovoljive rezultate. Avtomatsko optimizacijo procesov vzpostavljamo na podlagi evolucijskega računanja. Pri direktni smeri iščemo mikrostrukturo kot funkcijo kombinacije procesnih korakov, pri inverzni smeri pa iščemo takšne procesne korake, ki dajejo v naprej predpostavljeno željeno mikrostrukturo. Optimizacijo procesa vzpostavljamo na podlagi minimizacije dveh uteženih namenskih funkcij: makroskopske namenske funkcije, ki upošteva produktivnost procesa, zasedenost strojev in porabo energentov ter hladilnih sredstev ter mikroskopske namenske funkcije, ki upošteva lastnosti izdelka kot funkcijo mikrostrukture. Opisano modeliranje in simulacija imata velik vpliv na: izboljšano kvaliteto, povečane možnosti ter produktivnost izdelave širšega spektra izdelkov, izboljšano znanje, potrebno za hitrejši odziv glede zahteve trga po vedno večji kvaliteti, produktivnosti in odzivnosti, izpodrivanje klasičnega razvoja novih izdelkov in procesnih poti (ki temelji pretežno na izkušnjah in poskušanju) na podlagi predhodnih simulacij, lažje definiranje razvojnih in raziskovalnih strategij («knowledge gaps», časovnice, učinkovitost in usmerjenost raziskovanja), hitrejši razvoj in aplikacija knowhova, izboljšano izobraževanje, večja fleksibilnost proizvodnje, večja fleksibilnost pri modifikacijah opreme, večja fleksibilnost pri nadzoru procesov ter kontroli kvalitete. Demonstriramo v svetovnem merilu vrhunske praktične rezultate v aluminijski, jeklarski in aeronavtični industriji.

ANG

The programme group is focused on modelling, simulation, and optimisation of the product properties, production process yield, and environmental impact. This is established by multiphysics and multiscale models that are solved by an entirely new generation of meshless methods, based on local radial basis function collocation and approximation concepts. The final goal of this modelling is in the prediction of the product properties as a function of the process parameters of each of the process steps. This is achieved by the coupled physical models of relations between the process parameters and the macrostructure, macrostructure and microstructure, and microstructure, and product properties. The macrostructure models are based on the solid and fluid continuum mechanics concepts. The microstructure models are based on the movement of the representative part of microstructure through the temperature, concentration and velocity fields of the entire process any rely on the phase field or cellular automata concepts. The models are validated by industrial measurements. The physical modelling of the microstructure evolution through the process is complemented, replaced and/or tuned on the basis of computational intelligence in cases where the physical models do not exist yet, are computationally too intensive or give poor performance. Automatic process optimisation is being established based on the evolutionary computing. The microstructure as a function of the combination of process steps is searched in the direct direction. In the inverse direction, the process steps are searched which give the predetermined desired microstructure. The process optimisation is established based on the minimisation of two weighted object functions: the macroscopic object function, which takes into account the process productivity, usage of machines and use of energy and other agents, and microscopic object function, which takes into account the product properties as a function of microstructure. The described modelling and optimisation has influence on: improved quality, enhanced process capabilities and productivity in production of a broader spectra of products, better knowledge for faster response with respect to the marked demands on enhanced quality and productivity, superseding of the classical route of new product development (based primarily on experience and trial and error) by simulation, more simple definition of future research and development strategies (knowledge gaps, time scheduling, effectiveness and direction of research), faster development and application of know-how, improved education, enhanced production flexibility, better flexibility in equipment modifications, enhanced flexibility in process control and quality assessment. Several world leading results from steel, aluminium and aeronautic industry are demonstrated.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu³

SLO

Zaradi hitrega razvoja informacijskih tehnologij je numerično modeliranje in simuliranje materialov in procesov postalo pomembno orodje pri izboljšavah obstoječih tehnologij in pri razvoju novih. Tako numerične simulacije vse bolj nadomeščajo drage industrijske poskuse. Ta pristop je še prav posebej pomemben pri metalurških procesih, saj na primer tokovne strukture v kapljeviti zlitini ali razvoj mikrostrukture zelo težko eksperimentalno opazujemo v laboratoriju, še bistveno težje pa v industrijskem okolju. Prav tako z numeričnimi simulacijami drastično skrajšamo razvoj novih izdelkov kot so npr. letala. Zato so numerične simulacije

postale poglavitno orodje za izboljššan vpogled v strukturo materialov, dinamiko procesov in za projektiranje novih izdelkov. Na ta način ponujajo veliko možnosti za optimizacijo kvalitete izdelkov, produktivnosti in varnosti proizvodnih postopkov ter vpliva na okolje. Glavni cilj programske skupine je bil okrepiti raziskave in razvoj ter izobraževanje na tem pomembnem področju v Sloveniji, na podlagi inovativnih simulacijskih orodij, namenjenih slovenski in globalni visokotehnološki industriji.

DOSEŽKI S PODROČJA BREZMREŽNIH METOD (BM)

- (1) Razvoj desingularizirane metode fundamentalnih rešitev.
- (2) Razvoj Haarovih valjčkov za probleme toka kapljevine v mejni plasti.
- (3) Razvoj BM za inženirske probleme turbulence.
- (4) Razvoj BM (originalne metode točkovnih avtomatov) za simulacijo zrnatosti in dendritsko rast.
- (5) Razvoj -h in -r adaptivnih BM.

DOSEŽKI S PODROČJA FIZIKALNIH MODELOV

- (1) Integralni večfizikalni model na več merilih temperaturnega, koncentracijskega, deformacijskega in mikrostrukturnega polja za kontinuirno ulivanje in vroče valjanje jekel.
- (2) Sodelovanje pri mednarodnem testnem primeru za makroizcejanje in prva demonstracija od diskretizacije neodvisnih rezultatov za ta test.
- (3) Razvoj prvega mednarodnega testnega primera za kontinuirno ulivanje jekla.

DOSEŽKI S PODROČJA INDUSTRIJSKIH MERITEV

- (1) Meritve temperaturnih polj ulivanja, valjanja in toplotne obdelave jekel na podlagi IR termografije v podjetju Štore Steel.
- (2) Posebej prirejene kontaktne meritve s termočleni trakovnega ulivanja aluminija v podjetju IMPOL Slovenska Bistrica.
- (3) Analize mikro in makroizcejanja jekel in aluminijevih zlitin pri različnih procesnih pogojih.

DOSEŽKI S PODROČJA MODELIRANJA SKOZI PROCES (MSP)

- (1) MSP mehanskih lastnosti aluminijske folije v podjetju IMPOL Slovenska Bistrica na podlagi umetnih nevronske mreže (UNM).
- (2) MSP mehanskih lastnosti vzmetnega jekla v podjetju Štore Steel na podlagi UNM.
- (3) Uporaba genetskega programiranja (GP) za optimalno šaržiranje jekel.
- (4) Uporaba GP za optimalno toplotno obdelavo jekel.

DOSEŽKI V AERODINAMIKI

- (1) Razvoj kombiniranih Lagrange-Eulerjevih brez mrežnih metod z vrtničnimi elementi za aerodinamiko.
- (2) Optimizacija oblik propelerjev in kril.
- (3) Aerodinamski projekt vrste nagrajenih letal podjetja Pipistrel.

PEDAGOŠKE AKTIVNOSTI

- (1) V letu 2009 sta bili v okviru projekta INSPIRE na enoletnem izobraževanju v programski skupini raziskovalka iz Madžarske dr. V. Jano, ki je v letu 2010 zaključila svojo disertacijo na Bay Zoltan Institute, Budimpešta, Madžarska in raziskovalka dr. A.Z. Lorbiecka, ki je v letu 2011 zaključila svojo disertacijo pod mentorstvom Prof. Šarlerja na Univerzi v Novi Gorici (UNG) z naslovom: Modelling of microstructure formation in metals by a novel point automata method.
- (2) V letu 2009 je bila na polletnem izobraževanju v programski skupini raziskovalka iz ZDA dr. G. Yao, ki je v letu 2010 zaključila svojo disertacijo na University of Mississippi, Hattiesburg. Za raziskave, opravljene v okviru tega programa v Sloveniji, je prejela posebno priznanje "University Innovation Award for Graduate Students" njene univerze.
- (3) V letu 2010 je pod mentorstvom Prof. Šarlerja na UNG dokončal svojo disertacijo z naslovom: Heat and fluid flow simulation of the continuous casting of steel by a meshless method, mladi raziskovalec dr. R. Vertnik. Njegova disertacija je bila nagrajena kot najboljša s področja European Committee for Computational Methods in Engineering v srednji Evropi v letu 2010.
- (4) V letu 2011 je pod mentorstvom Prof. Šarlerja na UNG dokončal svojo disertacijo z naslovom: Local meshless method for multiphase termofluid problems, mladi raziskovalec dr. G. Kosec. Za svoje delo je v letu 2010 prejel slovensko Nagrado za prispevek k trajnostnemu razvoju družbe.
- (5) V letu 2012 je pod mentorstvom Prof. Šarlerja na UNG končal svoj znanstveni magisterij z naslovom: Use of artificial neural networks in through process modelling of aluminium foils, mladi raziskovalec mag. Š. Trčko.

(6) V okviru programske skupine je svoj študij končalo 24 dodiplomskih in magistrskih študentov.

MEDNARODNE KONFERENCE

V okviru programa smo organizirali naslednje štiri mednarodne aktivnosti, ki so prispevale k promociji Slovenije:

(1) Mednarodno konferenco o brez mrežnih metodah v Sloveniji (v okviru organizacije ICCES): 5th ICCES Int. Symposium on Meshless and Other Novel Computational Methods, 31.8-2.9, 2009, Bistra, Slovenija. Knjiga z nekaterimi razširjenimi prispevki je izšla v ZDA.

(2) Mednarodno letno šolo o taljenju in strjevanju ter

(3) Mednarodno letno šolo o BM v letu 2009. Iz letnih šol sta izšli poglavji v knjigi, publicirani v Nemčiji.

(4) Mednarodno konferenco o brez mrežnih metodah v Črni Gori (v okviru organizacije ICCES): 8th ICCES Int. Symposium on Meshless and Other Novel Computational Methods, 2.9-6.9, 2012, Maestral Hotel, Budva, Montenegro. Knjiga z nekaterimi razširjenimi prispevki bo izšla v ZDA.

(5) Začeli smo s pripravami na Mednarodno konferenco o Stefanovih problemih v Sloveniji (v okviru EURO THERM), ki jo planiramo po letu 2013, po približno desetih letih, ko smo podobno prvo konferenco organizirali v Sloveniji.

Vodja programske skupine je deloval v 6. uredniških odborih znanstvenih revij in v več kot 20. znanstvenih odborih mednarodnih konferenc. Začel je urejati posebno številko revije EABE z naslovom Meshless methods in industrial applications, posebno številko revije Advances in Materials Science and Engineering z naslovom Simulation and Optimization in Materials Technology, ter pisati knjigo za založbo Taylor & Francis/CRC z naslovom "Numerical Modeling of Multiphase Systems".

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

SLO

Ocenjujemo, da smo cilje raziskovalnega programa v celoti dosegli in presegli. Kvantiteta našega dela se zrcali v 1 monografiji, v 5 poglavjih v knjigah, v več kot 50 člankih v revijah od katerih več kot polovica v najboljših, ter v več kot 20 ključnih in vabljenih predavanjih na mednarodnih konferencah in univerzah v Evropi, ZDA in Aziji. Kvaliteta našega dela se zrcali v številnih domačih in mednarodnih nagradah:

DOMAČE NAGRADE

(1) doc.dr. G. Veble v letu 2009 prejme državno tehnološko priznanje (Puhovo priznanje) za raziskave opravljene v okviru programske skupine.

(2) dr. G. Kosec je v letu 2010 prejel slovensko Nagrado za prispevek k trajnostnemu razvoju družbe.

(3) ARRS je rezultate programske skupine uvrstila med najboljše v Sloveniji v letu 2010 ter jih objavila na spletni strani.

(4) ARRS je rezultate programske skupine uvrstila med najboljše v Sloveniji v letu 2011 in povabila na njihovo predstavitev v SAZU 28.3.2013.

MEDNARODNE NAGRADE

(1) dr. G. Kosec in prof.dr. B. Šarler sta prejela priznanje "Emerald Literati Network Award of Excellence 2009" za članek G. Kosec, B. Šarler, Solution of thermofluid problems by collocation with local pressure correction, International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, 2008, vol.18, no. 7/8, pp. 868-882.

(2) dr. G. Kosec je v letu 2009 prejel prestižno štipendijo World Federation of Scientists.

(3) dr. R. Vertnik je za svojo doktorsko disertacijo prejel nagrado ECCOMAS za Centralno Evropo 2010, ki jo ta organizacija podeljuje za najboljši doktorat s podočja numeričnega modeliranja v inženirstvu.

(4) Z metodami, razvitimi v okviru projekta, je doc.dr. Gregor Veble oblikoval optimiran propeler za letalo Taurus Electro G2. Propeler, kot del modularnega pogonskega sklopa letala, je prejel Lindberghovo nagrado v okviru najboljšega električnega letala leta 2011.

<http://lindberghprize.org/theprize/>

(5) Letalo Pipistrel Taurus G4 je zmagalo na tekmovanju NASA Green Flight Challenge 2011, ki ga je sponzoriralo podjetje Google. Je hkrati največje, najtežje in najhitrejše letalo na električni pogon, trenutno edini električni štirised na svetu. Razvito je bilo na podlagi razvoja aerodinamike v okviru programske skupine.

POPULARIZACIJA AKTIVNOSTI V OKVIRU PROGRAMSKE SKUPINE

- (1) doc.dr.Gregor Veble je predstavil poljudno javno predavanje za popularizacijo znanosti na dogodku TEDx Maribor 2010 na temo aerodinamičnega oblikovanja.
- (2) prof.dr.Božidar Šarler je imel 14.12.2011 na Institutu Jožef Stefan vabljen predavanje z naslovom "O Stefanovih raziskavah večfaznih sistemov". Na predavanju je prikazal nova sistematično zbrana zgodovinska dejstva o delu našega velikega fizika na omenjenem področju ter o vplivu njegovih raziskav na moderne raziskave trdno-kapljevitih sistemov.

IZBOR NAJPOMEMBNEJŠIH DOSEŽKOV

Najpomembnejši dosežki so bili izbrani tako, da kar se da smiselno pokrijejo celoten spekter raziskav programske skupine. Pri tem nismo v celoti dali prioriteto prispevkom v revijah z najvišjim faktorjem vpliva ali največ citati.

6.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁵

V programski skupini so v zadnjem letu delovali raziskovalci prof. dr. Božidar Šarler, doc. dr. Gregor Veble, doc. dr. Miha Kovačič in dr. Robert Vertnik ter mlada raziskovalca Umut Hanoglu in mag. Qingguo Liu. Vsebina programa se v letu 2012 ni spreminjala, prav tako ne sestava programske skupine.

7.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁶

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	1176059	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Rešitev problemov potencialnega toka z modificirano metodo fundamentalnih rešitev
		ANG	Solution of potential flow problems by the modified method of fundamental solutions
	Opis	SLO	V članku smo razvili in obravnavali bistveno izboljšano metodo fundamentalnih rešitev, pri kateri ni potrebno uporabljati navidezni rob, za probleme potencialnega toka. S tem smo eliminirali bistveno slabost te metode. Metodo smo strukturirali na podlagi enoslojne in dvoslojne fundamentalne rešitve. Razvita metoda predstavlja trenutno najbolj preprosti in učinkoviti znani način reševanja problemov s potencialnimi tokovi. (Pripomba: v letu 2012 smo metodo nadgradili tudi za probleme linearne elastičnosti)
		ANG	We have developed and discussed essentially improved method of fundamental solutions in which there is no need to use the artificial boundary for problems of potential flow. With this the main drawback of the method was eliminated. The method has been structured by the single layer and the double layer fundamental solution with similar accuracy. The developed method currently represents most simple and effective known solution of potential flow problems. (Remark: we have successfully upgraded the method in 2012 to the problems of linear elasticity)
	Objavljeno v	Elsevier; Engineering analysis with boundary elements; 2009; Vol. 33, no. 12; str. 1374-1382; Impact Factor: 1.531;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.918; A': 1; WoS: IF, PO; Avtorji / Authors: Šarler Božidar	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	1729275	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Simulacija rasti dendritov z različno orientacijo na podlagi metode točkovnih avtomatov
		ANG	Simulation of dendritic growth with different orientation by using the point automata method

Opis	SLO	<p>Namen tega članka je simulacija termično inducirane kapljevito-trdne dendritske rasti v dveh dimenzijah na podlagi sklopljenega determinističnega modela prenosa toplote na podlagi mehanike kontinuuma in stohastičnega lokaliziranega modela kinetike faznega prehoda, ki upošteva podhladitev, ukrivljenost, kinetično in termodinamsko anizotropijo. Stohastični model sprejema informacijo o temperaturi iz determinističnega modela in deterministični model sprejema informacijo o deležu trdne faze iz stohastičnega modela. Model prenosa toplote je rešen na regularni mreži na podlagi standardne metode končnih razlik (MKE). Model kinetike faznega prehoda je rešen na podlagi klasične metode celičnih avtomatov (CA) in nove metode točkovnih avtomatov (TA). Metodo TA smo v članku razvili in vpeljali v smislu izogibanja anizotropiji mreže, ki jo opažamo pri klasični CA metodi. Dendritske strukture so pri CA metodi občutljive na relativni položaj kota med strukturo celic in poglavitno osjo rasti kristala, kar ni fizikalno. CA metodo smo vzpostavili s kvadratnimi celicami in z Neumannovo okolico. TA metodo smo vzpostavili na podlagi naključno porazdeljenih točk in okolice, podobno kot pri brez mrežnih metodah. Obe metodi dasta enake rezultate v primeru regularne porazdelitve točk v TA metodi in okolice s pet točkami. Izdelali smo celovito primerjavo med obema stohastičnima metodama glede na izračun ukrivljenosti, dendritov z različno orientacijo kristalografskih osi in tipa naključne porazdelitve točk. Pokažemo, da lahko novo metodo uporabimo za izračun dendritov pri katerikoli orientaciji.</p>	
	ANG	<p>The aim of this paper is simulation of thermally induced liquid-solid dendritic growth in two dimensions by a coupled deterministic continuum mechanics heat transfer model and a stochastic localized phase change kinetics model that takes into account the undercooling, curvature, kinetic and thermodynamic anisotropy. The stochastic model receives temperature information from the deterministic model and the deterministic model receives the solid fraction information from the stochastic model. The heat transfer model is solved on a regular grid by the standard explicit Finite Difference Method (FDM). The phase-change kinetics model is solved by the classical Cellular Automata (CA) approach and a novel Point Automata (PA) approach. The PA method was developed and introduced in this paper to circumvent the mesh anisotropy problem, associated with the classical CA method. Dendritic structures are in the CA approach sensitive on the relative angle between the cell structure and the preferential crystal growth direction which is not physical. The CA approach is established on quadratic cells and Neumann neighborhood. The PA approach is established on randomly distributed points and neighbourhood configuration, similar as appears in meshless methods. Both methods provide same results in case of regular PA node arrangements and neighborhood configuration with five points. A comprehensive comparison between both stochastic approaches has been made with respect to curvature calculations, dendrites with different orientations of crystallographic angles and types of the node arrangements randomness. It has been shown that the new method can be used for calculation of the dendrites in any orientation.</p>	
	Objavljeno v	Tech Science Press; Computers, materials & continua; 2010; Vol. 18, no. 1; str. 69-103; Impact Factor: 1.360; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.826; A': 1; WoS: IF, PM, PO; Avtorji / Authors: Lorbicka Agnieszka Zuzanna, Šarler Božidar	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
3.	COBISS ID	1781243	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Lokalni kolokacijski način reševanja turbulentnih problemov s kombinirano prisilno in naravno konvekcijo	

		ANG	Local collocation approach for solving turbulent combined forced and natural convection problems
	Opis	SLO	V delu je opisan razvoj brez mrežne lokalne kolokacijske metode za reševanje nestisljivih turbulentnih problemov mešane prisilne in naravne konvekcije. Prednosti predstavljenega brez mrežnega pristopa so preprostost, natančnost, podobno programiranje v 2. in 3. dimenzijah in neposredna uporabnost pri neuniformnih porazdelitvah računskih točk. Rezultati so bili verificirani na podlagi smiselnega ujemanja z direktnimi numeričnimi simulacijami Kasagija in Nishimure za Reynoldsovo število 4494, temelječe na širini kanala in Grashofovo število 9.6×10^5 .
		ANG	Development of meshless local collocation method for solution of incompressible turbulent problems of mixed forced and natural convection problems is described in the present work. The advantages of the represented meshfree approach are its simplicity, accuracy, similar coding in 2 and 3 dimensions, and straightforward applicability in nonuniform node arrangements. The results have been verified by achieving reasonable agreement with the direct numerical simulation of Kasagi and Nishimura for Reynolds number 4494, based on the channel width, and Grashof number 9.6×10^5 .
	Objavljeno v		Global Science Press; Advances in applied mathematics and mechanics; 2011; Vol. 3, no. 3; str. 259-279; Impact Factor: 0.750; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.89; WoS: PN, PU; Avtorji / Authors: Vertnik Robert, Šarler Božidar
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	1905659	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Brez mrežni način reševanja problemov makroizcejanja
		ANG	A meshless approach towards solution of macrosegregation phenomena
	Opis	SLO	V članku je obravnavano makroizcejanje kot posledico strjevanja binarne zlitine Al4.5%Cu v dvodimenzionalni pravokotni kotanji. Predpostavljene so sklopljene volumsko povprečene vodilne enačbe za maso, energijo, gibalno količino in sestavine. Fazne lastnosti so izluščene iz vzvodnega strjevalnega pravila, kašasto področje je modelirano z Darcyjevimi zakonom in kapljevita faza je predpostavljena, da se obnaša kot nestisljiva Newtonska kapljevina. Dvojno-difuzijski pojavi v talini so modelirani s termično in sestavinsko Bussinesqovo aproksimacijo. Fizikalni model je rešen z novo lokalno kolokacijsko metodo z radialnimi baznimi funkcijami (LRBFCM). Natopajoča fizikalno relevantna polja so predstavljena na prekrivajočih se pet-točkovnih pod-domenah na podlagi kolokacije z multikvadrničnimi radialnimi baznimi funkcijami (RBF). Nastopajoči prvi in drugi odvodi polj so rešeni iz primernih odvodov RBF. Polja so rešena na podlagi eksplisitne sheme. Sklopitev med tlakom in hitrostjo je izračunana iz lokalne sheme za korekcijo tlaka. Evolucija strjevanja, opisana s temperaturo, hitrostjo, deležem kapljevite faze in koncentracijo je predstavljena v štirih točkah. Popolnoma strjeno stanje je analizirano na podlagi makroizcejnega stanja po treh vertikalnih in treh horizontalnih linijah. Rezultati so primerjani s klasično metodo kontrolnih prostornin (FVM). Prikazano je nepričakovano dobro ujemanje numeričnih rezultatov obeh metod. Zaradi tega lahko rezultate uporabimo kot referenčne rezultate za prihodnje verifikacijske študije. Prednosti predstavljenega brez mrežnega pristopa so preprostost, podobna numerična implementacija v 2D in 3D, neposredna uporabnost v primerih z neuniformnimi porazdelitvami točk. Članek najbrž prvič prikazuje uporabo brez mrežne metode pri tako močno nelinearnem in večfizikalnem problemu.

		<p>tackled in the present paper. Coupled volume averaged governing equations for mass, energy, momentum and species transfer are considered. The phase properties are resolved from the Lever solidification rule, the mushy zone is modeled by the Darcy law and the liquid phase is assumed to behave like an incompressible Newtonian fluid. Double diffusive effects in the melt are modeled by the thermal and solutal Boussinesq hypothesis. The physical model is solved by the novel Local Radial Basis Function Collocation Method (LRBFCM). The involved physical relevant fields are represented on overlapping 5 noded subdomains through collocation by using multiquadrics Radial Basis Functions (RBF). The involved first and second derivatives of the fields are calculated from the respective derivatives of the RBFs. The fields are solved through explicit time stepping. The pressure-velocity coupling is calculated through a local pressure correction scheme. The evolution of the solidification process is presented through temperature, velocity, liquid fraction and species concentration histories in four sampling points. The fully solidified state is analyzed through final macrosegregation map in three vertical and three horizontal cross-sections. The results are compared with the classical Finite Volume Method (FVM). A surprisingly good agreement of the numerical solution of both methods is shown and therefore the results can be used as a reference for future verification studies. The advantages of the represented meshless approach are its simplicity, accuracy, similar coding in 2D and 3D, and straightforward applicability in nonuniform node arrangements. The paper probably for the first time shows an application of a meshless method in such a highly nonlinear and multiphysics problem.</p>
	Objavljeno v	Tech Science Press; Computers, materials & continua; 2011; Vol. 22, no. 2; str. 169-195; Impact Factor: 0.972; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.881; WoS: IF, PM, PO; Avtorji / Authors: Kosec Gregor, Založnik Miha, Šarler Božidar, Combeau Hervé
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	1740027 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Kolokacijska metoda na podlagi Haarovih valjčkov za numerično reševanje problemov toka tekočine v mejnih plasteh</p> <p><i>ANG</i> Haar wavelet collocation method for the numerical solution of boundary layer fluid flow problems</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Na podlagi Haarovih valjčkov je predlagana učinkovita numerična metoda za reševanje sistemov običajnih diferencialnih enačb (ODE), povezanih z mejnimi plastmi pri naravni konvekciji fluidov z visokimi Prandtlovimi števili (Pr). Numerične raziskave tovrstnih problemov so potrebne, ker so v obstoječi literaturi večina problemi z majhnim Pr. V tem delu simultano rešimo problem naravne konvekcije, ki ga sestavljajo sklopljene nelinearne ODE. ODE so dobljene iz Navier Stokesovih enač na podlagi podobnostne transformacije. Preučen je vpliv Pr na prenos toplote. Zmožljivosti kolokacijske metode s Haarovimi valčki (KMHV) smo primerjali z metodo končnih razlik (MKE), Metodo Runge-Kutta (MRK), in homotopno analizo (HAM) ter ekzaktno rešitvijo pri zadnjem problemu. Bolj natančni rezultati so doseženi z dekompozicijo z valčki v obliki analize na več nivojih, ki predstavlja rešitev danega problema. Pri tej analizi rešitev najdemo na grobo postavljenih mrežnih točkah, potem pa jo ofinjujemo s povečevanjem nivojev Haarovih valjčkov. Neumannovi robni pogoji, ki so problematični pri večini numeričnih metod, so avtomatsko zadoščeni. Posebna lastnost te nove numerične metode je njena preprosta uporabnost pri številnih različnih robnih pogojih. Izdelana je bila analiza učinkovitosti metode KMHV glede na metodo Runge-Kutta z uporabo ukaza Timing v programu Mathematica. V</p>

		<p>kratkem je predstavljena analiza konvergence predlagane metode. Izdelani so numerični testi za uporabnost, učinkovitost in natančnost metode.</p>
	ANG	<p>Based on Haar wavelets an efficient numerical method is proposed for the numerical solution of system of coupled Ordinary Differential Equations (ODEs) related to the natural convection boundary layer fluid flow problems with high Prandtl number (Pr). The numerical study of these flow models is necessary as the existing literature is more focused on the flow problems with small values of Pr. In this work, the problem of natural convection which consists of coupled nonlinear ODEs is solved simultaneously. The ODEs are obtained from the Navier Stokes equations through the similarity transformations. The effects of variation of Pr on heat transfer are investigated. Performance of the Haar Wavelets Collocation Method (HWCM) is compared with the finite difference method (FDM), Runge-Kutta Method (RKM), homotopy analysis method (HAM) and exact solution for the last problem. More accurate solutions are obtained by wavelets decomposition in the form of a multi-resolution analysis of the function which represents solution of the given problems. Through this analysis the solution is found on the coarse grid points and then refined towards higher accuracy by increasing the level of the Haar wavelets. Neumann boundary conditions, which are problematic for most of the numerical methods, are automatically coped with. A distinctive feature of the proposed method is its simple applicability for a variety of boundary conditions. Efficiency analysis of HWCM versus RKM is performed using Timing command in Mathematica software. A brief convergence analysis of the proposed method is given. Numerical tests are performed to test the applicability, efficiency and accuracy of the method.</p>
Objavljeno v		Ed. scientifique et medicales Elsevier; Elsevier; International journal of thermal sciences; 2011; Vol. 50, no. 5; Str. 686-697; Impact Factor: 2.142; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.056; A': 1; WoS: DT, IU; Avtorji / Authors: Islam Siraj-ul-, Šarler Božidar, Aziz Imran, Haq Fazal-i-
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine^Z

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	1080315 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Numerično modeliranje strukture zrn pri kontinuirnem ulivanju jekla</p> <p>ANG Numerical modeling of grain structure in continuous casting of steel</p>
	Opis	<p>SLO Razvit je bil numerični model na več merilih za simulacijo strukture zrn (enakoosno-stebričasti prehod, stebričasto-enakoosni prehod) med kontinuirnim ulivanjem jeklenih gredic. Model na podlagi celičnih avtomatov je povezan z modelom prenosa toplote. Metoda celičnih avtomatov temelji na Nastacovi definiciji soseščine, Gaussovemu nukleacijskemu pravilu in KGT modelu rasti. Parametre mikroskopskega modela smo umerili na podlagi eksperimentalnih podatkov za jeklo 51CrMoV4. Izdelane so bile simulacije za različna ulivanja.</p> <p>ANG A multiscale numerical model is developed for the simulation of solidification grain structure formation (equiaxed to columnar and columnar to equiaxed transitions) during the continuous casting process of steel billets. The cellular automata microstructure model is combined with the macroscopic heat transfer model. The cellular automata method is based on the Nastac's definition of neighborhood, Gaussian</p>

		nucleation rule, and KGT growth model. The microscopic model parameters have been adjusted with the experimental data for steel 51CrMoV4. Simulations have been carried out for different castings.
Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	Tech Science Press; Computers, materials & continua; 2009; Vol. 8, no. 3; str. 195-208; Impact Factor: 2.316; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.918; A': 1; WoS: IF, PM, PO; Avtorji / Authors: Lorbicka Agnieszka Zuzanna, Vertnik Robert, Gjerkeš Henrik, Manojlovič Gojko, Senčič Bojan, Cesar Janko, Šarler Božidar	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	1066747 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Uporaba genetskega programiranja za izboljšanje produktivnosti mehkega žarjenja v jeklarski industriji
	ANG	Application of the genetic programming for increasing the soft annealing productivity in steel industry
Opis	SLO	Izdelali smo model vpliva trdote jekla glede na procesne parametre mehkega žarjenja na podlagi genetskega programiranja. Rezultate smo praktično uporabili v podjetju Štore Steel. Produktivnost žarilne peči smo na ta način povečali za več kot dvakrat in s tem bistveno izboljšali obstoječi tehnološki postopek.
	ANG	We have developed a model of steel hardness with respect to the process parameters of soft annealing based on the genetic programming. The described developments have been used in practice in Štore Steel company. We have increased the productivity of the annealing furnace for more than two times based on the described developments and with this significantly improved the existing production process.
Šifra	F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	Marcel Dekker; Materials and manufacturing processes; 2009; Vol. 24, no. 3; str. 369-374; Impact Factor: 0.968; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.067; WoS: IK, PM; Avtorji / Authors: Kovačič Miha, Šarler Božidar	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	2601467 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Uporaba umetnih nevronske mreže pri projektiranju proizvodnje jekla
	ANG	Application of artificial neural networks in design of steel production path
Opis	SLO	Umetne nevronske mreže (UNM) smo uporabili kot alternativo fizikalnemu modeliranju za izračun relacij med procesnimi parametri proizvodnje jeklenih polizdelkov (topljenje starega železa, legiranje, kontinuirno ulivanje, odvajanje vodika, ponovno segrevanje, valjanje, hlajenje na hladilni klopi) in mehanskimi lastnostmi končnega izdelka (raztezek, natezna trdnost, elastični modul, trdota po valjanju, skrček). UNM podajajo bistveno hitrejšo tehniko ocene odziva, komplementarno fizikalnemu modeliranju. Procesna pot proizvodnje palic v podjetju Štore Steel je bila izbrana za demonstracijo novega pristopa. Uporabljena UNM je večslojna s povratnim razširjanjem napak, sigmoidalno aktivacijsko funkcijo in nadzorovanim učenjem. Celotni set 123 procesnih parametrov je bil reduciran na 34 najbolj vplivnih, uporabli pa smo 1879 podatkovnih setov za učenje. Rezultati parametričnih študij, ki smo jih opravili, so konsistentni s pričakovanji, ki temeljijo na industrijskih izkušnjah. Vsekakor pa so potrebne nadaljne študije pri zajemanju podatkov in pri analitičnih procedurah za izdelavo metodologije, ki bi bila zanesljivo uporabna v vsakdanji praksi. Metodologija je bila po vsej verjetnosti prvič uporabljena pri modeliranju skozi proces izdelave jekla.

		<p>Artificial neural networks (ANNs) are employed as an alternative to physical modeling for calculation of the relations between the production path process parameters (melting of scrap steel and alloying, continuous casting, hydrogen removal, reheating, rolling, and cooling on a cooling bed) and the final product mechanical properties (elongation, tensile strength, yield stress, hardness after rolling, necking) of steel semi products. They provide a much faster technique of response evaluation complementary to physical modeling. The Štore Steel company process path for production of steel bars is used as an example for demonstrating the new approach. The applied ANN is of a multilayer feedforward type with sigmoid activation function and supervised learning. The entire set of 123 process parameters has been reduced to 34 influential ones and 1879 data sets from the production line have been used for learning. The results of parametric studies performed on the ANN based model seem consistent with the expectations based on industrial experiences. However, further improvements in data acquisition and analytical procedures are foreseen in order to obtain a methodology, reliable enough for use in the everyday industrial practice. The methodology seems to be for the first time applied in the through process modeling of steel production.</p>				
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije				
	Objavljeno v	Tech Science Press; Computers, materials & continua; 2012; Vol. 30, no. 1; str. 19-38; Impact Factor: 0.972; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.881; WoS: IF, PM, PO; Avtorji / Authors: Grešovnik Igor, Kodelja Tadej, Vertnik Robert, Senčič Bojan, Kovačič Miha, Šarler Božidar				
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek				
4.	COBISS ID	2174971 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Pipistrel Taurus G4</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Pipistrel Taurus G4</td> </tr> </table>	SLO	Pipistrel Taurus G4	ANG	Pipistrel Taurus G4
SLO	Pipistrel Taurus G4					
ANG	Pipistrel Taurus G4					
	Opis	<p>Letalo Pipistrel Taurus G4 je zmagalo na tekmovanju NASA Green Flight Challenge 2011, ki ga je sponzoriral Google. Je hkrati največje, najtežje in najhitrejše letalo na električni pogon, trenutno edini električni štirised na svetu. Prispevek predstavi pot letala od ideje, preko načrtovanja do izvedbe, testiranj in udeležbe na tekmovanju. Objavljena so dejstva iz ozadja, tehnični diagrami in ideologija v ozadju koncepta letala. Avtorji prav tako razkrijejo tekmovalno taktiko in znanje, pridobljeno v postopkih testiranja. Projekt načrtovanja in izdelave letala Taurus G4 je trajal pičlih 5 mesecev, zato so bili pri izvedbi potrebni inovativni pristopi kot npr. hitra izdelava prototipa in sočasni razvoj na več področjih hkrati. Teoretično ozadje je multidisciplinarno in obsega vse od aeronavtičnih, strojniških, elektrotehničnih znanj, pa do statistike pri analizi in obdelavi podatkov s testiranj. Zmogljivosti letala Taurus G4 se z natančnostjo nekaj procentov (1 do 3 %) ujemajo s predvidevanji simulacij. Dokazali smo, da lahko z uporabo simulacij v zelo kratkem času razvijemo izdelek, ki se obnaša v skladu s predvidevanji, čeprav po svoji vsebini ni konvencionalen. Letalo Taurus G4 je po konstrukciji dvotrupec in spada v kategorijo t.i. multibody letal. Prednosti konstrukcije se kažejo v odlični porazdelitvi mase vzdolž krila, pri tem pa se lahko doseže izdatno manjša konstrukcijska masa letala, s tem pa tudi manjša raba energije za določeni namen. Konstrukcijski vidik je mogoče uporabiti pri letalih različnih izvedb, kjer je sposobnost nošenja tovora velikega pomena. Poudarimo pomen in uporabnost hitre izdelave prototipov, inovativne konstrukcijske rešitve, edinstvene aerodinamične rešitve in CFD optimizacijo, znanja o električnem pogonskem sistemu, znanja za prihodnost načrtovanja letal z majhno specifično energijsko rabo. Izsledki so uporabni tako za inženirje kot tudi raziskovalce.</p>				

		<p>The Pipistrel Taurus G4 plane won NASA Gen Flight Challenge 2011, sponsored by Google. Is currently the largest, heaviest and the fastest electro-powered aircraft, and the only electro-powered four-seater in the world. The article presents the plane path from idea, through planning to implementation, testing and participation in the contest. Published are the facts from background, technical diagrams and the ideology behind the concept of the plane. The authors also disclosed to competitive tactics and knowledge gained in testing procedures. Project design and manufacture of aircraft Taurus G4 lasted a mere 5 months, and it has been necessary to implement innovative approaches such as rapid prototyping and concurrent development in several areas simultaneously. The theoretical background is multidisciplinary and include all of the aeronautical, mechanical engineering, electrical engineering skills, as well as the statistics in the analysis and processing data from tests. The capacity of aircraft Taurus G4 correspond to the predictions of simulations within accuracy of few percent (1 to 3%). We demonstrated that we can develop a product in a very short time, based on the simulations, which behaves predictable, although it is not conventional. The Taurus G4 plane has double body design and belongs to the category of so called multi-body aircraft. The advantages of the structure is shown in excellent mass distribution along the wing, while it can achieve substantial lower structural weight of aircraft, the reby also use less energy for a particular purpose. The structural aspect can be used in aircraft of different implementations, where the ability to carry loads is of great importance. We emphasize the importance and usefulness of rapid prototyping, innovative construction solutions, unique aerodynamic solutions and CFD optimization, knowledge of the electric propulsion system, and knowledge for the future design of aircraft with low specific energy use. The findings are useful for engineers and researchers.</p>	
	ANG		
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka	
Objavljeno v	Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.] = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.]; Strojniški vestnik; 2011; Letn. 57, št. 12; str. 869-878; Impact Factor: 0.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.056; WoS: IU; Avtorji / Authors: Tomažič Tine, Plevnik Vid, Veble Gregor, Tomažič Jure, Popit Franc, Kolar Sašo, Kikelj Rado, Langelaan Jacob W., Miles Kirk		
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	1737723	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nove študije brez mrežnih in drugih numeričnih metod
		ANG	Recent studies in meshless & other novel computational methods
	Opis	SLO	V knjigi, ki je izšla v ZDA, so zbrana poglavja z najnovejšimi izsledki s področja brez mrežnih metod, ki so jih napisali ugledni avtorji.
		ANG	In the book, published in USA, recent advances in the field of meshless methods are presented by distinguished authors.
	Šifra	C.01	Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige
	Objavljeno v	Tech Science Press; 2010; IV, 121 str.; A": 1; A': 1; Avtorji / Authors: Šarler Božidar, Atluri Satya N.	
	Tipologija	2.01	Znanstvena monografija

9. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁸

Programsko skupino sestavljajo tudi raziskovalci, ki so delno zaposleni na UNG in delno v podjetjih Štore-Steel in Pipistrel. Brez dvoma omenjena sestava omogoča najbolj neposreden prenos temeljnih rezultatov programske skupine v industrijsko okolje.

To se zrcali v ponudbi novih izdelkov na trgu, širitvi obstoječih trgov, znižanju stroškov proizvodnje, razširitvi področja dejavnosti, večji konkurenčni sposobnosti, povečanju izvoza in dobička.

Tako npr. podjetje Štore-Steel poroča, da so rezultati programske skupine, skupaj s spremljajočimi aplikativnimi projekti, dali naslednje efekte:

- Najbolj se je razširila ponudba izredno zahtevnih izdelkov, ki so namenjeni predvsem hladnemu kovanju. Od leta 2009 je bilo izdelanih več tisoč novih izdelkov.
- Izdelava zahtevnejših izdelkov je omogočila razširitev obstoječih trgov v Evropi kot na primer v Franciji, Nemčiji, na Češkem in Slovaškem ter širitev na nove trge kot na primer v Argentino, Indijo in na Kitajsko.
- Optimizacija procesov ima velik vpliv na znižanje specifičnih stroškov proizvodnje. Še bolj izrazit pa je vpliv simulacije procesov, ki je drastično znižal stroške osvajanja novih kvalitete jekel, določanja tehnologije toplotne obdelave in razvoja novih proizvodov.
- Osvojene so nove kvalitete jekel za hladno kovanje in novi režimi toplotnih obdelav za ta jekla.
- Z opisanimi raziskavami smo zagotovili tudi večjo konkurenčno sposobnost na slovenskem in EU trgih, saj simuliranje in optimiranje procesov omogoča hitrejšo, cenejšo in bolj zanesljivo proizvodnjo.
- Novi in zahtevnejši izdelki so omogočili porast deleža izvoza, ki je dosegel 75 %.
- Od leta 2009 se je dobiček povečal za več deset odstotkov.

Tako podjetje Pipistrel poroča, da so rezultati programske skupine, skupaj s spremljajočimi aplikativnimi projekti, omogočili razvoj novih vrhunskih in mednarodno nagrajenih izdelkov in širitev proizvodnje v Italijo.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskovalni program se uvršča v moderno raziskovalno področje modeliranja, simulacije in optimizacije procesov, materialov in izdelkov, ki ima vse bolj vidno vlogo v mednarodnem raziskovalnem prostoru - zaradi vse večjih potreb po ceneni izdelkih z visoko vsebnostjo znanja, novih materialih ter okolju bolj prijaznih tehnologijah. Vsebina raziskav je v ta prostor aktivno vpeta tako s temeljnimi kot aplikativnimi raziskavami. Pri tem si v okviru temeljnih raziskav prizadevamo v svetovno zakladnico znanja prispevati z novimi pristopi modeliranja kapljevito-trdnih in trdno-trdnih sistemov na več sklopljenih merilih, z novimi brez mrežnimi numeričnimi pristopi ter s kombinacijo uporabe računske inteligence. Med drugim smo demonstrirali prvi razvoj in uporabo brez mrežnih metod za industrijsko relevantne probleme s turbulentnim tokom, prvo uporabo brez mrežnih metod pri modeliranju mikrostrukture (naša originalna metoda točkovnih avtomatov), in prvo modeliranje skozi proces proizvodnje aluminija in jekla na podlagi umetnih nevronske mreže. Prav tako smo udeleženi pri razvoju mednarodnih testnih primerov za Stefanove probleme. Med drugim smo kot prvi demonstrirali od diskretizacije neodvisne rezultate makroizcejanja ter predlagali prvi mednarodni testni primer kontinuirnega ulivanja. Predlagane raziskave imajo neposredne povezave z mednarodnim raziskovalnim prostorom (Evropa, ZDA, Azija) preko več mednarodnih projektov. Mednarodno izobraževanje, ki izhaja iz rezultatov programa, rezultira v sodelovanju z CISM, elitno mednarodno šolo za mehaniko iz Vidma, Italija in v modulu Modeliranje materialov in procesov v okviru podiplomskega študija Fizike na Univerzi v Novi Gorici. Vodja programske skupine je bil povabljen s strani vrhunskih revije EABE in IJME za gostujočega urednika posebnih števil z vsebino raziskav programa, ter, da napiše knjigo za založbo Taylor & Francis/CRC Press o Numeričnem modeliranju večfaznih sistemov, kot jih obravnavamo v okviru programa. Vse tri aktivnosti so v teku. Znanstveni cilji programske skupine sovpadajo s prioritetami EU 2020: nanotehnologije, napredni materiali in napredni proizvodni postopki.

ANG

Research program belongs to the modern research area of modelling, simulation and optimisation of processes, materials and products, which plays an ever increasing role in

international research - because of the impulses for inexpensive products with a large know-how input, for new materials, products and environmentally friendly technologies. Our research program is actively integrated in this research area by its basic and applied components. In the framework of our fundamental research, we are seeking new approaches in modelling of solid-liquid and solid-solid systems at coupled microscopic and macroscopic scales by using advanced meshfree methods and combinations with computational intelligence. We have among others demonstrated first development and application of meshless methods to industrially relevant turbulent fluid flow problems, first application of meshless methods in microstructure modelling (our original point automata method), and first through process model of aluminum and steel production based on artificial neural networks. We are also involved in the development of international test cases for Stefan problems and comparisons between numerical models and experiments. We have among others for the first time demonstrated discretisation independent results of macrosegregation as well as suggested first international test case for continuous casting of steel. The proposed research has a direct link to international research area (Europe, USA, Asia) through several international projects. International education, originating from the present program, results in the cooperation with CISM, the renowned international advanced school of mechanics in Udine in Italy, and in the module Modelling of Materials and Processes in the framework of post graduated study of Physics at the University of Nova Gorica. The programme group leader has been invited to guest edit a special issues of top ranked journals EABE and IJME in the topics that coincide with the research of the programme group, and to write a book for Taylor & Francis/CRC Press publisher on the topics Numerical modelling of multiphase systems, as tackled in the program group. All three activities are underway. The scientific topics of the program group coincide with the EU 2020 research priorities: Nanotechnologies, Advanced materials, Advanced manufacturing systems.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

(1) Programska skupina aktivno sodeluje z največjimi, najbolj profitabilnimi in v izvoz naravnanimi slovenskimi družbami (od katerih zavisi vsaj 10.000 delovnih mest), kot so IMPOL Slovenska Bistrica (kontinuirno ulivanje ter trakovno ulivanje aluminijevih zlitin), METAL Ravne (ulivanje velikih jeklenih ingotov, pretaljevanje pod žlindro), Štore Steel (modeliranje skozi proces), TALUM Kidričevo (implementacija nanodelcev v aluminij), HIDRIA Idria (tlačno ulivanje). Našteti primeri demonstrirajo spin-off naših temeljnih raziskovalnih rezultatov, ki vplivajo na več milijonske evrske letne prihranke in so brez dvoma pomembni za Slovenijo. Programska skupina prispeva k transformaciji te tradicionalno surovinsko in energijsko intenzivne industrijske panoge v na znanju temelječo panogo.

(2) Napredni aerodinamični design, razvit v okviru programske skupine, omogoča podjetju za izdelavo letal Pipistrel, ohraniti svetovno, s strani NASE nagrajeno vodilno vlogo pri razvoju letal.

(3) Vrhunsko znanje, pridobljeno v okviru programa, bo utrdilo sodelovanje in izvoz slovenskega znanja v globalno industrijo proizvodnje jeklarske opreme, ki je pravkar začela (DANIELI iz Italije): A. Mukhopadhyay, B. Šarler, A. Polo, M. Ometto, Integration of Automation Solutions of Casting and Rolling for Better Control of Product Quality, AISTech 2011: Proceedings of the Iron & Steel Technology Conference, May 2-5, 2011, Indianapolis, Indiana, USA, Warrendale: Association for Iron and Steel Technology, 2011, vol. 2, pp. 1007-1020, in k velikim proizvajalcem nerjavnega jekla v Aziji, skozi pravkar odobreni projekt, podprt s strani Research Grants Council of Hong Kong, projekt št. 101112.

(4) Opisane raziskave poleg ostalega utrjujejo slovensko znanstveno in kulturno dediščino ter narodno identiteto in morajo biti v Sloveniji doma prej kot kjerkoli drugod! Jožef Stefan (1835-1893) je bil med prvimi, ki je vzpostavil analitične osnove za obravnavanje kapljevito-trdnih procesov. V čast našemu velikemu znanstveniku se je za tovrstne procese uveljavilo ime Stefanovi problemi. Področje raziskav tega programa pokriva področje Stefanovih problemov.

(5) Vizija programske skupine je vzdrževati doseženo vodilno vlogo pri razvoju brez mrežnih numeričnih metod in pri modeliranju trdno-kapljevitih in trdno-trdnih večfaznih sistemov ter pomagati slovenski in globalni industriji pri vzpostavitvi vrhunskih tehnoloških postopkov in izdelkov na kar se da ekonomičen in okolju prijazen način. Dodatno je vizija programske

skupine sodelovanje pri vrhunskem izobraževanju na področju modeliranja materialov in procesov. Vizija programske skupine je tudi povečanje državnega financiranja, zaradi jasno doseženih vsestransko pozitivnih učinkov v preteklih štirih letih, ki bo omogočilo okrepitev skupine na deset izkušenih raziskovalcev in pet mladih raziskovalcev, ki bodo aktivno sodelovali z vsaj desetimi raziskovalci iz industrije in akademskih organizacij, na tem, za Slovenijo nadvse ekonomsko pomembnem, raziskovalnem področju.

ANG

(1) The program group is actively collaborating with largest, most profitable and export oriented metallurgical companies in Slovenia (on which depend at least 10.000 jobs), such as IMPOL Slovenska Bistrica (continuous casting and thin strip casting of aluminium alloys), METAL Ravne (casting of large steel ingots, electroslag remelting), Štore Steel (through process modelling), TALUM Kidričevo (implementation of nanoparticles in aluminium), HIDRIA Idria (pressure die casting). The listed examples demonstrate spin-offs of our basic project results which influence several million € savings each year and are undoubtedly important for Slovenian industry. The program group contributes to transformation of this traditionally resource and energy intensive industry to knowledge based industry.

(2) The advanced aerodynamic design, developed within program group allows Pipistrel plane company to maintain its world leading, NASA awarded role in development of planes.

(3) The top end knowledge, gained within the proposed program, fosters the collaboration and export of Slovenian knowledge to global multinational steel equipment process industry (DANIELI from Italy), which just started: A. Mukhopadhyay, B. Šarler, A. Polo, M. Ometto, Integration of Automation Solutions of Casting and Rolling for Better Control of Product Quality, AISTech 2011: Proceedings of the Iron & Steel Technology Conference, May 2-5, 2011, Indianapolis, Indiana, USA, Warrendale: Association for Iron and Steel Technology, 2011, vol. 2, pp. 1007-1020, and to the largest producers of stainless steel in Asia through just approved project, supported by the Research Grants Council of Hong Kong, project. No. 101112.

(4) Last, but not least - the described research strengthens Slovenian scientific and cultural heritage and national identity and has to be at home in Slovenia prior to anywhere else! Jožef Stefan (1835-1893) was among the first who made the analytical foundations for liquid-solid processes. In honour of our great scientist, such processes got the name Stefan problems. This program copes with the field of Stefan problems.

(5) The vision of the program group is to maintain the achieved leading role in development of meshless methods and physical modelling of solid-liquid and solid-solid multiphase systems, and to help the Slovenian and global industry in establishment of competitive technological procedures and products in an economic and environmentally friendly way. In addition, the vision of the program group presents also involvement of topmost education in the field of modelling of materials and processes. The vision of the program group is also to enhance its Slovenian state funding, due to the achieved versatile and clearly demonstrated beneficial effects in last four years, and to strengthen the group to ten senior and five junior researchers, actively connected to at least ten researchers in industry and other academic institutions, on this, economically extremely important research field for Slovenia.

11. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju

1.1.2009-31.12.2012¹²

11.1. Diplome¹³

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	19
bolonjski program - II. stopnja	2
univerzitetni (stari) program	3

11.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
28913	Štefan Trčko	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23018	Robert Vertnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29096	Agnieszka Z. Lorbiecka	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28366	Gregor Kosec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij
Dr. - Doktorat znanosti
MR - mladi raziskovalec

12. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁵

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
28913	Štefan Trčko	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
23018	Robert Vertnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28366	Gregor Kosec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
B - gospodarstvo
C - javna uprava
D - družbene dejavnosti
E - tujina
F - drugo

13. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2012

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
32454	Siraj Ul-Islam	B - uveljavljeni	12	
29096	Agnieszka Z. Lorbiecka	C - študent - doktorand	12	
0	Viktoria Jano	C - študent - doktorand	12	
0	Guangming Yao	C - študent - doktorand	5	
0	Igor Vušanović	B - uveljavljeni	4	
0	Dominique Gobin	B - uveljavljeni	2	
0	Ching Shyang Chen	B - uveljavljeni	1	
0	Alain Kassab	B - uveljavljeni	1	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
C - študent - doktorand iz tujine
D - podoktorand iz tujine

14. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2012¹⁶

SLO

- (1) Multilateralni projekt 6.o.p Marie Curie EU INSPIRE MRTN-CT-2005019296 (20052009): Optimization of Systems, Energy Management and Environmental Impact in Process Engineering. V okviru projekta smo sodelovali s konzorcijem 16. institucij: TU Clausthal Nemčija, Industrija Aluminija IMPOL Slovenija, CUTECH GmbH Nemčija, ENEL Italija, Gaz de France Francija, Energy Research Center Nizozemska, NTU Athens Grčija, TU Berlin Nemčija, TU Ostrava Češka, Silesian University of Technology Poljska, TU Tampere Finska, University of Florence Italija, University of Leeds Velika Britanija, Brunel University Velika Britanija, Fluent Deutschland GmbH Nemčija. Omenjene raziskovalne in gospodarske institucije se ukvarjajo pretežno z energetsko zahtevnimi procesi, okoljsko problematiko in z razvojem simulacijskih kapacitet. Vzpostavljeno sodelovanje še vedno nadaljujemo in nudi številne možnosti prenosa znanja (Šarler).
- (2) Bilateralni projekt Slovenija-Francija (2009-2010): Napredno modeliranje strjevanja: razvoj referenčnih testov in numeričnih metod (Šarler-Založnik).
- (3) Bilateralni projekt Slovenija-Francija (2012-2013): Modeliranje strjevanja na več merilih (Šarler-Založnik). V okviru programa smo sodelovali z: Laboratorijem FAST, University Pierre & Marie Curie & University Paris Sud, Pariz, Francija (Gobin) ter konzorcijem francoskih laboratorijev za strjevanje (Combeau). V okviru programa smo fizikalne modele posplošili na več sestavin in omogočili simulacijo strjevanja zlitin kot so SnPb in AlFeSiMn.
- (4) Bilateralni projekt Slovenija-ZDA (2009-2010): Napredne brez mrežne metode (Šarler-Kassab-Chen). V okviru programa smo sodelovali z: University of Southern Mississippi, ZDA (Chen) in University of Central Florida, ZDA (Kassab). V okviru programa smo naredili številne primerjave in optimizacije formulacij različnih brez mrežnih metod, ki so izšle v najboljših revijah, vendar jih zaradi stiske z dovoljenim prostorom eksplicitno ne navajamo.
- (5) Raziskovalni projekt, podprt s sredstvi EU in sofinanciran s strani podjetij Pipistrel in Seaway, RIP08/41: Razvoj modularno zasnovanih aeronavtičnih in vetrnih produktov (Veble).
- (6) Bilateralni projekt Slovenija - Črna Gora (2012-2013): Napredno modeliranje kontinuirnega ulivanja jekla (Šarler-Vušanović).
- (7) Raziskovalni projekt, financiran iz Research Grants Council of Hong Kong, No.101112: Lokalne Brez mrežne metode za simulacijo kapljevito-trdnih procesov (2012-2015), izvajalki projekta: City University of Hong Kong in Univerza v Novi Gorici (Hon-Šarler).
- (8) Rezultati programske skupine so omogočili ustanovitev "Laboratorija za sisteme z naprednimi materiali" v okviru Centra odličnosti za biosenzoriko, instrumentacijo in procesno kontrolo COBIK (2010-2013), ki je delno podprt s strani EU. Raziskovalni fokus laboratorija je izdelava, modeliranje in simulacija nanostrukturiranih kompozitnih materialov na podlagi jekla, aluminija in epoksidnih smol.

15. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), potekali izven financiranja ARRS¹⁷

SLO

- Člani programske skupine doc. dr. G. Veble, doc. dr. M. Kovačič in dr. R. Vertnik so delno zaposleni tudi v industrijskih raziskovalnih skupinah podjetij Pipistrel in Štore Steel. Omenjeno zelo olajša sodelovanje z industrijo in vpliva na raziskave programske skupine. Podjetje Pipistrel je bilo izbrano za zmagovalca prestižne European Business Award v kategoriji UKTI Award for Innovation in je s tem postalo najbolj inovativno podjetje v Evropski Uniji v letu 2010. Podjetje Štore Steel proizvaja 1/3 vrhunskih vzmetnih jekel v Evropi in je dobavitelj najbolj prestižnih avtomobilskih znamk kot sta npr. Ferrari in Rolls Royce. Brez dvoma so raziskave v okviru te programske skupine pripomogle k njihovem uspehu.
- (1) Štore Steel, Modeliranje in optimizacija za konkurenčno kontinuirno ulivanje gredic (raziskave v okviru dolgoročnega sodelovanja, pogodba podpisana 25.3.2002) (Šarler).
- (2) Pipistrel in Seaway, sodelovanje na področju razvoja novih letal in plovil (Veble).

(3) Goriške opekarne, Modeliranje procesa izdelave in uporabe opek, (raziskave v okviru dolgoročnega sodelovanja, pogodba podpisana 28.3.2002) (Šarler).

(4) IMPOL Slovenska Bistrica, Modeliranje in optimizacija za konkurenčno kontinuirno ulivanje aluminijevih zlitin (raziskave v okviru dolgoročnega sodelovanja, pogodba podpisana 27.5.2002) (Šarler).

(5) HIDRIA Idria, Modeliranje tlačnega litja za avtomobilsko industrijo (Šarler).

(6) V preteklih letih smo intenzivno nadaljevali dogovore o sodelovanju s podjetjem Danieli iz Buttria, Italija, ki je globalni proizvajalec jeklarske opreme, pri razvoju modeliranja kontinuirnega ulivanja jekla in modeliranja skozi proces (Šarler).

(7) V letu 2012 smo intenzivno nadaljevali dogovore o sodelovanju s podjetjem Siderimpes iz Gorice, Italija pri razvoju modeliranja vročega oblikovnega valjanja jekla (Šarler).

16. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁸

SLO

Raziskovalni program vsebuje uravnotežen spekter temeljnih in aplikativnih raziskav ter povsem konkretnih posodobitev proizvodnje in izdelkov. Raziskave so sklenjene v logična sosledja: tako so bila skoraj vsa znanja, razvita v okviru predhodnih temeljnih in predkonkurenčnih raziskav, na katerih temelji in se izvaja ta program, čez leto ali dve uporabljena pri izboljšavah obstoječih in razvoju novih tehnologij. Nove numerične metode so uporabljene v naših simulacijskih sistemih za različne tipe industrijskih postopkov in izdelkov. Pri tem izstopajo predvsem večfizikalni in modeli na več nivojih metalurških procesov kot so ulivanje, valjanje in toplotna obdelava ter razvoj novih letal.

Relevantnost naših raziskav se s tehnološkega stališča zrcali v razvoju slovenskih izdelkov najvišjega svetovnega ranga in sodelovanju z multinacionalnimi družbami kot npr Danieli (A. Mukhopadhyay, B. Šarler, A. Polo, M. Ometto, Integration of Automation Solutions of Casting and Rolling for Better Control of Product Quality, AISTech 2011, Proceedings of the Iron & Steel Technology Conference and Exposition, May 2-5, Indiana Convention Center, Indianapolis, USA, Vol. II, pp. 1007-1020) ter pri pridobitvi projekta, ki ga financira Reseach Council of Hong Kong.

Raziskave v okviru programske skupine poleg ostalega utrjujejo slovensko znanstveno in kulturno dediščino ter narodno identiteto in morajo biti v Sloveniji doma prej kot kjerkoli drugod! Jožef Stefan (1835-1893) je bil med prvimi, ki je vzpostavil analitične osnove za obravnavanje kapljevito-trdnih procesov. V čast našemu velikemu znanstveniku se je za tovrstne procese uveljavilo ime Stefanovi problemi. Raziskave v okviru tega programa pokrivajo področje Stefanovih problemov.

Vodja programske skupine je v letih 2009-2012 uspešno vodil in dokončal naslednja projekta, financirana s strani ARRS:

J2-0099: Modeliranje in simulacija kapljevito trdnih procesov na več merilih (2008-2011),
L2-9508: Simulacija mikrostrukture za kontinuirno ulivanje jekel z vrhunsko kvaliteto (2007-2009).

Rezultate obeh projektov so recenzenti ocenili s komplimenti in najvišjo možno oceno.

Pridobil pa je tudi dva nova projekta:

J2-4120: Napredno modeliranje kapljevito-trdnih procesov (2011-2014),
L2-3651: Simulacija in optimizacija procesov ulivanja, valjanja in toplotne obdelave za konkurenčno proizvodnjo vrhunskih jekel (2009-2013).

Omenjene projekte je bilo možno predlagati in pridobiti tudi zaradi znanja, referenc in relevantnosti, pridobljenih v tej programski skupini.

17. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	100.000 €

ocena potrebne infrastrukture in opreme¹⁹

Komercialne licence za podatkovne baze snovnih lastnosti, vizualizacijski programi, prevajalniki, serverji in pisarniška oprema.

18. Izjemni dosežek v 2012²⁰

18.1. Izjemni znanstveni dosežek

Ob ustanovitvi leta 2009 je programska skupina P2-0379 Modeliranje in simulacija materialov in procesov razvijala originalne brez mrežne metode na podlagi kolokacije z radilnimi baznimi funkcijami zgolj za probleme mehanike tekočin. Omenjene raziskave je postopoma razširila tudi na področje mehanike trdnin. Najprej smo začeli s teoretičnim razvojem, nato pa še v praksi uporabili brez mrežno numerično modeliranje problemov mehanike trdnin z velikimi deformacijami. Tako smo kot prvi na svetu razvili termomehanski model za proces vročega valjanja jekla na podlagi brez mrežne metode računanja in ga praktično uporabili v podjetju Štore Steel za pravilno nastavitve procesnih parametrov.

HANOGLU, Umot, ŠARLER, Božidar. Simulation of hot shape rolling by a meshless method, ECCOMAS 2012, Proceedings of the 6th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, 10-14.9.2012, Vienna, Austria, 2012, str. 331. [COBISS.SI-ID 2649339] (članek bo izšel v reviji CMES)

18.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Sodelavci programske skupine P2-0379 Modeliranje in simulacija materialov in procesov so v preteklosti soorganizirali številne mednarodne konference in posebne sekcije na mednarodnih konferencah, pretežno na področju brez mrežnih metod in strjevanja, kjer izkazujejo vodilne rezultate. Tako so leta 2009 in 2012 soorganizirali mednarodni konferenci o brez mrežnih metodah: 5th ICCES Int.Symp. on Meshless and Other Novel Computational Methods, 31.8-2.9, 2009, Bistra, Slovenia, 8th ICCES Int.Symp. on Meshless and Other Novel Computational Methods, 2-6.9, 2012 Maestral Hotel, Budva, Montenegro. Knjiga z nekaterimi razširjenimi prispevki s prve konference je že izšla v ZDA, z druge pa je v pripravi.

8th ICCES Special Symposium on Meshless & Other Novel Computational Methods, 2-6.9, 2012, Maestral Hotel, Budva, Montenegro, ATLURI, Satya N. (ur.), VUŠANOVIĆ, Igor (ur.), ŠARLER, Božidar (ur.). Book of abstracts. Podgorica: University of Montenegro Press, 2012. IX, 40 f. [COBISS.SI-ID 2534395]

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Novi Gorici

Božidar Šarler

ŽIG

Kraj in datum:

Novi Gorici

14.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2013/36

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevaljalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani ARRS (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen program, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31. 12. 2012), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite število opravljenih diplom v času trajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹⁴ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite MR. [Nazaj](#)

¹⁵ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2012), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega

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

¹⁸ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁹ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

²⁰ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2013 v1.00

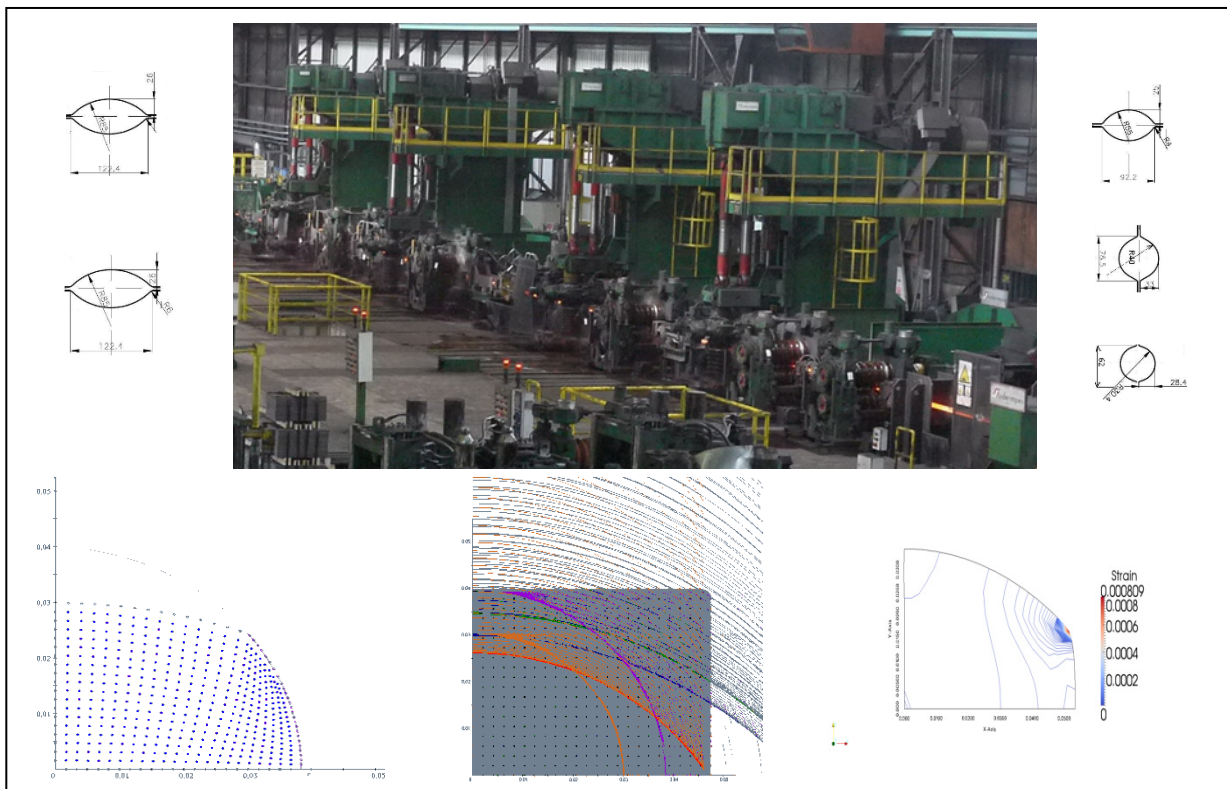
1E-61-31-5C-AF-36-47-A8-A9-4F-B2-2B-31-74-47-4E-FE-AD-84-D3

VEDA 2. Tehnika Področje: 2.13 Procesno strojništvo

Znanstveni dosežek: Simulacija vročega valjanja

1.01 Izvirni znanstveni članek

Vir: [COBISS.SI-ID2120955], [COBISS.SI-ID 1958907], [COBISS.SI-ID2649339]



Ob ustanovitvi leta 2009 je programska skupina P2-0379 Modeliranje in simulacija materialov in procesov razvijala originalne brez mrežne metode na podlagi kolokacije z radialnimi baznimi funkcijami zgoj za probleme mehanike tekočin. Omenjene raziskave je postopoma razširila tudi na področje mehanike trdnin. Najprej smo začeli s teoretičnim razvojem, nato pa še v praksi uporabili brez mrežno numerično modeliranje problemov mehanike trdnin z velikimi deformacijami. Tako smo kot prvi na svetu razvili termomehanski model za proces vročega valjanja jekla na podlagi brez mrežne metode računanja in ga praktično uporabili v podjetju Štore Steel za pravilno nastavitve procesnih parametrov.

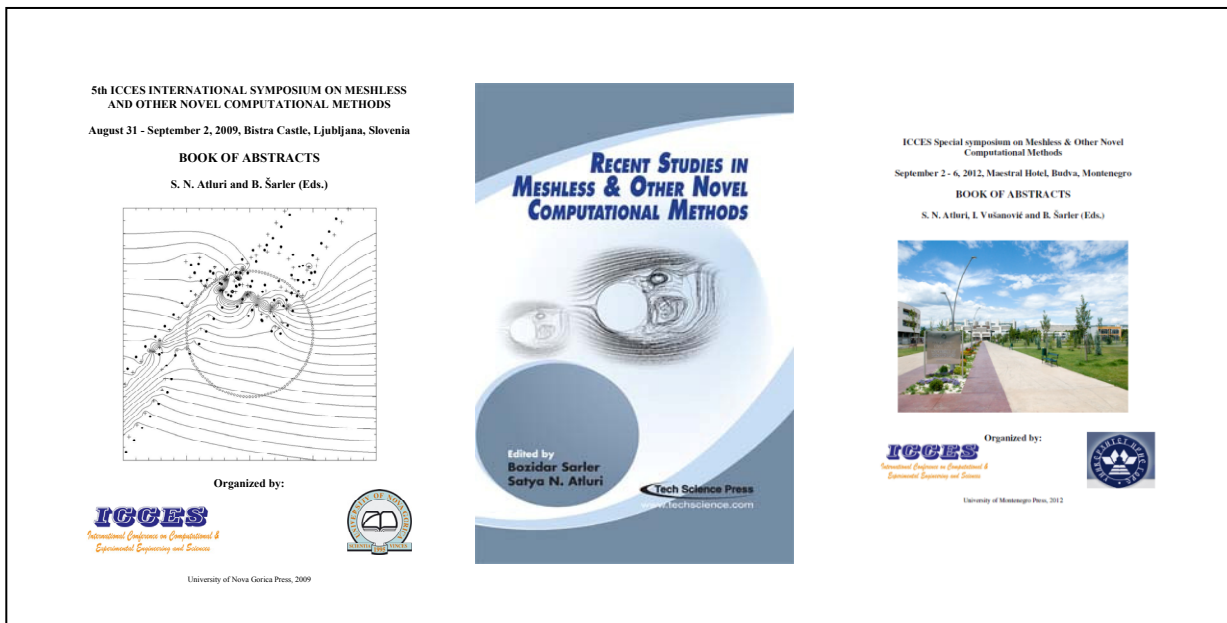
HANOGLU, Umut, ŠARLER, Božidar. Simulation of hot shape rolling by a meshless method, ECCOMAS 2012, Proceedings of the 6th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, 10-14.9.2012, Vienna, Austria, 2012, str. 331. [COBISS.SI-ID 2649339], (članek z razširjeno vsebino bo izšel v reviji Computer Modelling in Engineering & Sciences)

VEDA 2. Tehnika
Področje: 2.13 Procesno strojništvo

Družbeno-ekononski dosežek: Organizacija mednarodnih konferenc

C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige,

Vir: [COBISS.SI-ID246732288], [COBISS.SI-ID2534395], [COBISS.SI-ID1737723]



Sodelavci programske skupine P2-0379 Modeliranje in simulacija materialov in procesov so v preteklosti soorganizirali številne mednarodne konference in posebne sekcije na mednarodnih konferencah, pretežno na področju brez mrežnih metod in strjevanja, kjer izkazujejo vodilne rezultate. Tako so leta 2009 in 2012 soorganizirali mednarodni konferenci o brez mrežnih metodah: 5th ICCES Int.Symp. on Meshless and Other Novel Computational Methods, 31.8-2.9, 2009, Bistra, Slovenija, 8th ICCES Int.Symp. on Meshless and Other Novel Computational Methods, 2-6.9, 2012 Maestral Hotel, Budva, Montenegro. Knjiga z nekaterimi razširjenimi prispevki s prve konference je že izšla v ZDA, z druge pa je v pripravi.

8th ICCES Special Symposium on Meshless & Other Novel Computational Methods, 2-6.9, 2012, Maestral Hotel, Budva, Montenegro, ATLURI, Satya N. (ur.), VUŠANOVIĆ, Igor (ur.), ŠARLER, Božidar (ur.). Book of abstracts. Podgorica: University of Montenegro Press, 2012. IX, 40 f. [COBISS.SI-ID2534395]