

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/237



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-4120
Naslov projekta	NAPREDNO MODELIRANJE IN SIMULACIJA KAPLJEVITO-TRDNIH PROCESOV
Vodja projekta	4101 Božidar Šarler
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	6359
Cenovni razred	E
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 206 Inštitut za kovinske materiale in tehnologije
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.13 Procesno strojništvo 2.13.01 Večfazni sistemi
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Doseženi znanstveni cilji raziskovalnega projekta so izboljšani fizikalni popis in nadaljnji razvoj numeričnih metod za kapljevito-trdne procese. Fizikalno modeliranje tovrstnih procesov je bilo postavljeno v okvir volumsko-povprečene enofazne formulacije na makroskopskem merilu in na koncept točkovnih avtomatov na mikroskopskem merilu. Omenjeni fizikalni okvir je bil

uporabljen za študij enakoosnega in stebričastega strjevanja s povezovanjem makroskopskih transportnih pojavov z razvojem mikrostrukture. Ohranitvene enačbe za maso, energijo, gibalno količino in sestavine so bile sočasno in povezano reševane na mikroskopskem in makroskopskem merilu. Poudarek je bil na razvoju simulacijskega sistema za izračun makroizcejanja. Sistem je bil nadgrajen z optimizacijskim ogrodjem, ki omogoča minimizacijo koncentracijskih in strukturnih nehomogenosti v strjenem materialu z vplivanjem na dinamiko procesnih parametrov. Specifične konstitucijske zveze so bile eksperimentalno preverjene na podlagi novih domačih in tujih laboratorijskih poskusov z binarnimi zlitinami ter industrijskimi podatki, pridobljenimi pri postopku kontinuirnega ulivanja tehnološko zanimivih vzmetnih jekel. Prvič so bile brez mrežne metode uporabljene za izračun makroskopskih in mikroskopskih enačb na neuniformni mreži in v zapleteni geometriji in treh dimenzijah. Razvita eksplicitna kolokacijska metoda z radialnimi baznimi funkcijami je bila izboljšana s prilagodljivostjo za učinkovito obravnavo velikega števila neznank ter za obravnavo mikro-celic/točk. Obstoječi mednarodni primerjalni testni primeri za Stefanove probleme so bili dopolnjeni z novimi nalogami za strjevanje večsestavinskih sistemov pri turbulentnih industrijskih pogojih.

Raziskave so prispevale k nadaljnjemu razvoju eksperimentalno podprtega temeljnega znanja za modeliranje kapljevito-trdnih procesov ter vplivale na nadaljnje poskuse, teorijo, projektiranje in izobraževanje. Specifične nadgradnje razvitega temeljnega znanja so bile uporabljene pri simulaciji naravnih, biomedicinskih in tehnoloških procesov. V okviru projekta smo priredili več mednarodnih konferenc, prejeli več nagrad in priznanj, predstavili vabljena ključna predavanja, objavljali v revijah najvišjega ranga, uredili posebne številke mednarodnih revij in kot predavatelji sodelovali v letnih šolah.

ANG

The achieved scientific goals of this research project were enhancement of the physical modelling capabilities and further development of numerical methods for liquid-solid processes. The physical modelling of liquid-solid systems is on the macroscopic scale based on volume-averaged one-phase formulation and on the microscale on the point automata concept. This framework is used to study the equiaxed and columnar solidification by connecting the macroscopic transport phenomena with the microstructure evolution. The mass, momentum, energy and species equations are simultaneously solved on microscopic and macroscopic levels. The emphasis is put on the development of simulation system for prediction of macrosegregation. This system has been enhanced with the optimization framework which allows minimisation of concentration and structural inhomogeneities in the solidified material by influencing the dynamics of process parameters. The model assumptions were validated based on the predictions of domestic and foreign laboratory experiments with metallic binary alloys and data from industrial continuous casting process with spring steels of technological interest. For the first time, innovative meshless solutions have been used to solve macroscopic and microscopic equations on non-uniform grids and complicated geometries in three dimensions. Recently developed explicit local radial basis function collocation method has been enhanced with adaptivity for efficient handling of the involved large number of unknowns and micro-cells/points. The existing comparison exercises for Stefan problems have been complemented with new benchmarks for solidification of multicomponent systems and turbulent conditions.

The study has gained new, experimentally verified basic knowledge regarding the physical modelling of liquid-solid processes and meshless solution of relevant coupled set of transport equations. The study is expected to influence further experimental and theoretical developments, design and education. Specific upgrades of the deduced basic knowledge have been used for simulation of various natural, biomedical and technological processes. Organisation of several international conferences, several international awards and recognitions, invited keynotes, publishing in topmost journals, editing of special numbers of international journals and teaching in summer schools are the results of the project.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V poročilu so med besedilom navedene izbrane poglavitne objave s faktorjem vpliva, ki niso zajete v točkah 5 in 6 tega poročila.

Nadaljni razvoj fizikalnega modela in brez mrežnih metod sta izvajala Laboratorij za večfazne procese UNG in Laboratorij za simulacijo materialov in procesov IMT.

NADALJNI RAZVOJ FIZIKALNEGA MODELA

Fizikalni model smo nadalje razvili na podlagi volumnskega povprečevanja. Dogajanje na makroskopskem nivoju smo sklopili z dogajanjem na mikroskopskem nivoju. Formulacijo smo dopolnili za turbulentni tok. Mikroskopski model smo razvili tako, da je sposoben obravnave večkomponentnih zlitin ob upoštevanju lineariziranega faznega diagrama. Za tok med dendriti in deformacijo zrn smo razvili posebno verzijo nesingularne metode fundamentalnih rešitev, kjer ni potrebna diskretizacija roba. Predlagali smo štiri nove testne primere za kontinuirno ulivanje, kjer strjevanje poteka ob prisotnosti turbulence v talini. Uspešno smo rešili spekter testnih primerov SMACS in ga primerjali z rezultati drugih laboratorijev.

LIU, Qingguo, ŠARLER, Božidar. Non-singular method of fundamental solutions for two-dimensional isotropic elasticity problems. *Computer modeling in engineering & sciences*. CMES, ISSN 1526-1492. Tiskana izd., 2013, vol. 91, no. 4, str. 235-267. [COBISS.SI-ID 2750203]

SINCICH, Eva, ŠARLER, Božidar. Non-singular method of fundamental solutions based on Laplace decomposition for 2D Stokes flow problems. *Computer modeling in engineering & sciences*. CMES, ISSN 1526-1492. Tiskana izd., 2014, vol. 99, no. 5, str. 393-415. [COBISS.SI-ID 3547899]

NADALJNI RAZVOJ BREZMREŽNIH METOD

Vse nastopajoče makroskopske enačbe smo rešili na podlagi brez mrežne metode, ki temelji na (1) lokalni kolokaciji z multikvadrničnimi radialnimi baznimi funkcijami ter (2) Haarovimi valjčki. Preverili smo več različnih tlačnih korekcij in jih med seboj kritično primerjali. Razvili smo več različnih načinov prilagodljivosti in jih med seboj primerjali. Med seboj smo primerjali tudi različne formulacije kot npr. globalna-lokalna, šibka-močna s ciljem iskanja čim več prednosti, ki bi jih lahko nato uporabili pri realističnih industrijskih problemih. Razvili smo simulacije v 3D. Začeli smo obravnavati tudi probleme s prosto površino.

ISLAM, Siraj-ul-, ŠARLER, Božidar, AZIZ, Imran, HAQ, Fazal-i-. Haar wavelet collocation method for the numerical solution of boundary layer fluid flow problems. *International journal of thermal sciences*, ISSN 1290-0729, 2011, vol. 50, no. 5, str. 686-697. [COBISS.SI-ID 1740027]

YAO, Guangming, ISLAM, Siraj-ul-, ŠARLER, Božidar. Assessment of global and local meshless methods based on collocation with radial basis functions for parabolic partial differential equations in three dimensions. *Engineering analysis with boundary elements*, ISSN 0955-7997. [Print ed.], nov. 2012, vol. 36, no. 11, str. 1640-1648. [COBISS.SI-ID 2405371]

ISLAM, Siraj-ul-, ŠARLER, Božidar, VERTNIK, Robert, KOSEC, Gregor. Radial basis function collocation method for the numerical solution of the two-dimensional transient nonlinear coupled Burgers' equations. *Applied mathematical modelling*, ISSN 0307-904X. [Print ed.], 2012, vol. 36, issue 3, str. 1148-1160. [COBISS.SI-ID 24965415]

MRAMOR, Katarina, VERTNIK, Robert, ŠARLER, Božidar. Low and intermediate Re solution of lid driven cavity problem by local radial basis function collocation method. *Computers, materials & continua*, ISSN 1546-2218, 2013, vol. 36, no. 1, str. 1-21. [COBISS.SI-ID 2865659]

VERTNIK, Robert, ŠARLER, Božidar. Local collocation approach for solving turbulent combined forced and natural convection problems. *Advances in applied mathematics and mechanics*, ISSN 2070-0733, 2011, vol. 3, no. 3, str. 259-279. [COBISS.SI-ID 1781243]

VERTNIK, Robert, ŠARLER, Božidar. Solution of a continuous casting of steel benchmark test by a meshless method. *Engineering analysis with boundary elements*, ISSN 0955-7997. [Print ed.], 2014, vol. 45, str. 45-61. [COBISS.SI-ID 3222523]

HON, Yiu-Chung, ŠARLER, Božidar, YUN, Dong-fang. Local radial basis function collocation method for solving thermo-driven fluid-flow problems with free surface. *Engineering analysis with boundary elements*, ISSN 0955-7997. [Print ed.], 7 str., ilustr., doi: 10.1016/j.enganabound.2014.11.006. [COBISS.SI-ID 3715835]

OPTIMIZACIJA

Optimizacijski sklop projekta je izvajala projektna skupina z Odseka za inteligentne sisteme IJS. Obravnavali smo optimizacijsko nalogo določanja vrednosti procesnih parametrov za strjevanje zlitine, pri katerih dobimo želeno strukturo zlitine v čim krajšem času. Delo na tej nalogi je obsegalo (1) formulacijo optimizacijskega problema strjevanja dvokomponentne zlitine Al_{4,5} mas%Cu, v katerem so neodvisne spremenljivke vrednosti koeficienta toplotne prestopnosti, optimizacijski kriteriji pa koncentracije legirnega elementa v zlitini in čas strjevanja; (2) nadgradnjo obstoječe optimizacijske metodologije z vidika specifičnih zahtev obravnavanega problema; (3) vzpostavitev optimizacijskega programskega okolja, ki vključuje simulator procesa strjevanja zlitine po brez mrežni metodi in algoritem diferencialne evolucije za večkriterijsko optimizacijo; (4) optimizacijske izračune, ki so potrdili sprejemljivo računsko zahtevnost optimizacijskega postopka ter ustrezno kakovost in fizikalno smiselnost rezultatov optimizacije.

Za skupino z IJS je bilo sodelovanje v projektu pomembno predvsem kot spodbuda za izpopolnjevanje stohastičnih optimizacijskih postopkov, ki jih sicer proučuje in razvija. To je potekalo v dveh smereh: preko vključevanja nadomestnih modelov v optimizacijo in preko analize rezultatov večkriterijske optimizacije z njihovo vizualizacijo. Ideja nadomestnih modelov je pohitriti optimizacijski postopek z uporabo modelov prostora rešitev, ki so enostavnejši od fizikalnih modelov in ki jih gradimo in izpopolnjujemo med iterativnim optimizacijskim postopkom. V našem primeru smo v ta namen uporabili modeliranje z Gaussovimi procesi in za njihovo vključitev v optimizacijski postopek posplošili relacijo dominiranosti rešitev, ki omogoča primerjavo rešitev ob negotovosti. Za analizo rezultatov večkriterijske optimizacije, ki jih dobimo v obliki aproksimacijskih množic, smo razvili izvirno vizualizacijsko metodo, ki zmanjša dimenzionalnost aproksimacijske množice in jo uporabniku prikaže na pregleden način. Z vključitvijo nadomestnih modelov torej izboljšamo računsko učinkovitost optimizacijskega postopka, z vizualizacijo rezultatov pa uporabniku omogočimo boljše razumevanje procesa, ki je predmet optimizacije.

MLAKAR, Miha, TUŠAR, Tea, FILIPIČ, Bogdan. Comparing solutions under uncertainty in multiobjective optimization. *Mathematical problems in engineering*, ISSN 1024-123X. [Print ed.], vol. 2014, 2014, str. 817964-1-817964-10, doi: 10.1155/2014/817964. [COBISS.SI-ID 27700263]

MLAKAR, Miha, PETELIN, Dejan, TUŠAR, Tea, FILIPIČ, Bogdan. GP-DEMO : differential evolution for multiobjective optimization based on Gaussian process models. *European journal of operational research*, ISSN 0377-2217. [Print ed.], 2015, vol. 243, no. 2, str. 347-361 [COBISS.SI-ID 27815207]

EKSPERIMENTALNE METODE IN PRIMERJAVA MODELOV Z EKSPERIMENTI

V podjetju IMPOL smo sodelavci UNG izvedli industrijske meritve temperature aluminijskega traku med procesom trakovnega ulivanja na napravi Jumbo 3C. Analizirali smo meritve in pripravili članek, ki je v končni redakciji. V okviru projekta so na Odseku za kovinske materiale in tehnologije IMT eksperimentalno preverili mikrostrukturne značilnosti modelne zlitine Al-4,5mas% Cu. Pripravili so vzorce s kontrolirano mikrostrukturo, doseženo pri različnih hitrostih ohlajanja. Druga modelna zlitina pa je bilo vzmetno jeklo tipa 51CrV4. Pripravili so vzorce s kontrolirano mikrostrukturo, ki je bila dosežena pri različnih hitrostih ohlajanja. V obeh primerih so študirali mikrostrukturo in mikro-kemijo s svetlobnim (LM) in vrstičnim elektronskim mikroskopom (FE-SEM) in uporabili EDS analizo metodo (EDS energijsko disperzijska rentgenska spektroskopija) z namenom določitve obsega izcejanja na makro in mikro skali v odvisnosti od hitrosti ohlajanja. Eksperimentalni rezultati so bili uporabljeni za validacijo numeričnih modelov.

ŠUŠTARŠIČ, Borivoj, JENKO, Monika, ŠARLER, Božidar. Microstructure characteristics of the Al-w(Cu) 4.5 % model alloy. *Materials and technologies*, ISSN 1580-2949. [Tiskana izd.], Sep.-Oct. 2014, letn. 48, št. 5, str. 743-752. [COBISS.SI-ID 1076650]

ȚORKAR, Matjaž, TEHOVNIK, Franc, ARH, Boštjan, JENKO, Monika, ŠARLER, Božidar, RAJIĆ, Žarko. Microstructure characteristics of the model spring steel 51CrV4, *Materials and technologies*, ISSN 1580-2949. [Tiskana izd.], jul.-aug. 2014, letn. 48, št. 4, str. 537-543. [COBISS.SI-ID 1067690]

LETNE ŠOLE IN POPULARIZACIJA VSEBINE PROJEKTA

Prof. Šarler je s projektnimi vsebinami sodeloval na letni šoli Multiscale and multiphysics simulations based on meshless methods na Univerzi v Ljubljani in na letni šoli Meshless Methods na University of Napoli "Parthenope", Italija ter na Konferenca o možnostih karijerne poti mladih doktorjev znanosti v gospodarstvu 24. apr. 2013.

VABLJENA PREDAVANJA

Projektna skupina je rezultate projekta predstavila na številnih uglednih mednarodnih konferencah ter raziskovalnih in izobraževalnih ustanovah doma in v tujini v obliki vabljenih predavanj. Zaradi omejitev s prostorom jih tukaj eksplicitno ne navajamo, so pa nekatera predavanja navedena v vmesnih letnih poročilih projekta.

IZOBRAŽEVANJE

V okviru projekta so svoje doktorske disertacije dokončali, kot je bilo predvideno v projektni dokumentaciji, dr. Tea Tušar, dr. Gregor Kosec, dr. Quingguo Liu, dr. Agieszka Zuzanna Lorbiecka, dr. Katarina Mramor in dr. Arsim Bytyqui.

BIBLIOGRAFIJA O STEFANOVEM PROBLEMU

V letu 2012 je nosilec projekta sodeloval pri pripravi knjige o J. Stefanu, ki jo uredil prof.dr. John Crepeau iz University of Idaho, ZDA ter napisal predgovor: Jožef Stefan: his scientific legacy on the 175th anniversary of his birth. Bentham Science, 2013, str. I-II. V okviru projekta je nadaljeval z urejanjem obsežne zbirke publikacij na temo Stefanovi problemi ter decembra 2012 v okviru kolokvija IJS predaval o Stefanovih problemih.

MEDNARODNI PROJEKTI

Sodelavci projekta smo vzporedno izvajali naslednje mednarodne projekte:

(1) Raziskovalni projekt, financiran iz Research Grants Council of Hong Kong, No.101112: Lokalne Brezmrežne metode za simulacijo kapljevito-trdnih procesov (2012-2015), izvajalki projekta: City University of Hong Kong in Univerza v Novi Gorici (Hon-Šarler).

(2) V letu 214 smo pridobili novi mednarodni projekt, ki ga financira Helmholtz Association, Nemčija z naslovom Innovative Methods for Imaging with the Use of Free Electron Laser (XFEL) and Synchrotron Sources - Computational Design of High Pressure Micro-Nozzles (2014-2017) v katerem neposredno uporabljamo izsledke tega temeljnega projekta. (Chapman-Šarler)

(3) Metodologijo optimiranja z evolucijskimi algoritmi v povezavi s problemsko specifičnimi modeli smo razvijali in preizkušali tudi v okviru evropskega projekta 7.OP MIRABEL, št. pogodbe 248195, ki je bil uspešno zaključen v letu 2013. Istega leta smo pridobili triletni multilateralni projekt Artemis COPCAMS (COgnitive & Perceptive CAMeraS) in pričeli z njegovim izvajanjem. V njem optimiramo napovedne modele za nadzor kakovosti industrijskih polizdelkov. Izvajalec projekta v Sloveniji je IJS.

4.Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program projekta se je oslanjal na v januarju 2011 dokončani predhodni triletni projekt J2-0099 Modeliranje in simulacija kapljevito trdnih procesov na več merilih, katerega rezultati so bili ocenjeni po vsem merilih z najvišjo oceno. Program dela projekta J2-4120 je bil v celoti izdelan ali presežen. Vsi v projektni dokumentaciji predvideni raziskovalni cilji projekta so bili doseženi ali preseženi, kar je razvidno iz tega poročila.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Raziskovalni projekt se je izvajal povsem v skladu s projektno dokumentacijo.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	1998331
		Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Reševanje difuzijskih problemov na nestrukturirani, amorfni diskretizaciji na podlagi brez mrežne metode
		ANG	Solving diffusion problems on an unstructured, amorphous grid by a meshless method
	Opis	SLO	V članku opišemo originalni razvoj brez mrežnih rešitvenih postopkov za izračun difuzijskih problemov na ekstremno neuniformnih porazdelitvah računskih točk, ki jih uporabljamo v primerih z velikimi gradienti polj. V tem primeru uporabimo namesto kolokacije metodo najmanjših kvadratov. Opisane raziskave in izkušnje smo vključili v simulacijske sisteme na več merilih (mikro/makro) za ulivanje, valjanje in toplotno obdelavo. Komentar: članek smo izbrali kot tipičnega s področja modeliranja mikrostrukture.
		ANG	We describe the original development of meshless methods for calculation of diffusion problems on extremely non-uniform distribution of nodes, used in large gradient situations. A least squares method is used instead of collocation in such situations. The described research and experiences gained have been incorporated in multiscale (micro/macro) simulation systems for casting, rolling and heat treatment. Comment: the paper was selected as typical in the field of microstructure modelling.
	Objavljeno v		Ed. scientifique et medicales Elsevier; Elsevier; International journal of thermal sciences; 2012; Vol. 51; str. 16-22; Impact Factor: 2.470; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.171; A ¹ : 1; WoS: DT, IU; Avtorji / Authors: Reuther K., Šarler Božidar, Rettenmayr Markus
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	2177275	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	H-adaptivna lokalna kolokacijska metoda z radialnimi baznimi funkcijami
		ANG	H-adaptive local radial basis function collocation meshless method
	Opis	SLO	V članku vpeljemo učinkovito H-adaptivno nadgradnjo k reševanju transportnih pojavov z lokalno kolokacijsko metodo z radialnimi baznimi funkcijami (LRBFCM). Transportna spremenljivka je predstavljena na prekrivajočih se 5-točkovnih vplivnih domenah na podlagi kolokacije z multikvadrinimi radialnimi baznimi funkcijami (RBF). Nastopajoči prvi in drugi odvodi spremenljivk so izračunani iz ustreznih odvodov RBF. Transportna enačba je rešena na ekspliciten način. H-adaptivna nadgradnja vsebuje dodajanje/odvzemanje od ene do štirih točk iz okolice referenčne točke. Število dodanih ali odvzetih točk zavisi od topologije okolice referenčne točke. Dodajanje/odvzemanje sproža indikator napake, ki preprosto zavisi od razmerja med normo kolokacijskih koeficientov in kolokacijske matrike. Dodajanje/odvzemanje točk je sorazerno s tem indikatorjem. Takšna prilagodljivost zelo poveča razmerje med natančnostjo in učinkovitostjo metode. Zmogljivost metode je numerično testirana na podlagi Burgerjeve enačbe. Rezultate primerjamo z različnimi publiciranimi rezultati. Demonstriramo izstopajočo CPU učinkovitost in natančnost rezultatov. Članek najbrž prikazuje prvo preprosto in učinkovito H-adaptivno metodo, projektirano na vplivni domeni s petimi točkami. Prednosti predstavljene brez mrežne metode so njena preprostost, natančnost, podobna numerična implementacija v 2D in 3D, neposredna uporabnost pri neuniformnem položaju točk in naravna paralelna implementacija. Komentar: članek smo izbrali za demonstracijo dosežkov s področja adaptivnosti.

		<p>This paper introduces an effective H-adaptive upgrade to solution of the transport phenomena by the novel Local Radial Basis Function Collocation Method (LRBFCM). The transport variable is represented on overlapping 5-noded influence-domains through collocation by using multiquadrics Radial Basis Functions (RBF). The involved first and second derivatives of the variable are calculated from the respective derivatives of the RBFs. The transport equation is solved through explicit time stepping. The H-adaptive upgrade includes refinement/derefinement of one to four nodes to/from the vicinity of the reference node. The number of the nodes added or removed depends on the topology of the reference node vicinity. The refinement/derefinement is triggered by an error indicator, which very simply depends on the ratio between the norm of the collocation coefficients and collocation matrix. The refinement/derefinement is proportional with the growth/decay of this indicator. Such adaptivity much increases the accuracy/performance ratio of the method. The performance of the method is numerically tested on two-dimensional Burger's equation. The results are compared with different numerical solutions, published in literature. Outstanding CPU efficiency and accuracy are clearly demonstrated from the results. The paper probably for the first time shows such a simple and effective H-adaptive meshless method, designed on five noded influence domain. The advantages of the represented meshless approach are its simplicity, accuracy, similar coding in 2D and 3D, straightforward applicability in non-uniform node arrangements, and native parallel implementation.</p> <p>Comment: the paper was selected to demonstrate achievements in the field of adaptivity.</p>
	Objavljeno v	Tech Science Press; Computers, materials & continua; 2011; Vol. 26, no. 3; str. 227-253; Impact Factor: 0.972; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.881; WoS: IF, PM, PO; Avtorji / Authors: Kosec Gregor, Šarler Božidar
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	1905659 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Brezmrežni način reševanja problemov makroizcejanja
		<i>ANG</i> A meshless approach towards solution of macrosegregation phenomena
	Opis	<i>SLO</i> <p>V članku je obravnavano makroizcejanje kot posledica 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 Darcyjevim 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 apriksimacijo. Fizikalni model je rešen z novo lokalno kolokacijsko metodo z radialnimi baznimi funkcijami (LRBFCM). Natopajoča fizikalno relevantna polja so predstavljena na prekrivajočih se pettočkovnih poddomenah na podlagi kolokacije z multikvadrirnimi radialnimi baznimi funkcijami (RBF). Nastopajoči prvi in drugi odvodi polj so rešeni iz primernih odvodov RBFjev. Polja so rešena na podlagi eksplicitne 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</p>

		<p>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> <p>Komentar: članek je izbran za demonstracijo dosežkov s področja modeliranja makroizcejanja na več merilih.</p>
	ANG	<p>The simulation of macrosegregation as a consequence of solidification of a binary Al4.5% Cu alloy in a 2 dimensional rectangular enclosure is 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 crosssections. 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> <p>Comment: the paper was selected to demonstrate achievements in the field of multiscale macrosegregation modelling.</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
4.	COBISS ID	2827003 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Simulacija naravne konvekcije pod vplivom magnetnega polja z eksplicitno lokalno kolokacijsko metodo z radialnimi baznimi funkcijami</p> <p>ANG Simulation of natural convection influenced by magnetic field with explicit local radial basis function collocation method</p>
		<p>Namen članka je razširitev in raziskava nove brez mrežne lokalne kolokacijske metode z radialnimi baznimi funkcijami (LKMRBF) pri reševanju ustaljenega, laminarnega toka z naravno konvekcijo, pod vplivom magnetnega polja. Problem je določen s sklopljenimi enačbami za maso, gibalno količino, energijo ter indukcijo, ki jih rešujemo v dveh dimenzijah z uporabo lokalne kolokacije z multikvadrničnimi radialnimi baznimi funkcijami na prekrivajočih se pet-točkovnih pod-domenah ter</p>

Opis	SLO	<p>eksplicitnim časovnim korakanjem. Metoda delnih korakov je uporabljena za sklopitev tlačnega in hitrostnega polja. Obravnavani primer računamo za kvadratno kotanjo z dvema prečnima izoliranimi in dvema pokončnima diferencialno gretima stenama, ter magnetim poljem v prečni smeri. Numerične napovedi so izračunane za Grashofova števila v razponu od 10^{*4} to 10^{*6}, Hartmanova števila v razponu od 0 do 100, pri Prandtlvih številih 0.71 in 0.14. Rezultati omenjene metode so primerjani z napovedmi pridobljenimi z drugimi numeričnimi metodami, vključno s programom FLUENT. Ujemanje je dobro. LKMRBF je bila za takšno vrsto problemov prvič uporabljena. Glavna prednost omenjene metode je njena preprosta numerična implementacija ter nepotrebnost poligonizacije (mreže).</p> <p>Komentar: članek je bil izbran za prikaz dosežkov s področja večfizikalnih simulacij na podlagi brez mrežnih metod.</p>	
	ANG	<p>The purpose of the paper is to extend and explore the application of a novel meshless Local Radial Basis Function Collocation Method (LRBFCM) in solution of a steady, laminar, natural convection flow, influenced by magnetic field. The problem is defined by coupled mass, momentum, energy and induction equations that are solved in two dimensions by using local collocation with multiquadrics radial basis functions on an overlapping five noded sub-domains and explicit time-stepping. The fractional step method is used to couple the pressure and velocity fields. The considered problem is calculated in a square cavity with two insulated horizontal and two differentially heated vertical walls with magnetic field applied in the horizontal direction. Numerical predictions are calculated for different Grashof numbers, ranging from 10^{*4} to 10^{*6}, and Hartman numbers, ranging from 0 to 100, at Prandtl numbers 0.71 and 0.14. The results of the method are compared to predictions, obtained by other numerical methods, including FLUENT code. Good agreement has been achieved. The LRBFCM has been used in this kind of problems for the first time. The main advantage of the method is its simple numerical implementation and no need for polygonisation (mesh).</p> <p>Comment: the paper was selected for demonstration of achievements in the field of multiphysics simulations with meshless methods.</p>	
	Objavljeno v	Tech Science Press; Computer modeling in engineering & sciences. CMES; 2013; Vol. 92, no. 4; str. 327-352; Impact Factor: 1.183; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; WoS: IF, PO; Avtorji / Authors: Mramor Katarina, Vertnik Robert, Šarler Božidar	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
5.	COBISS ID	27961383	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vizualizacija približkov Pareto front v evolucijski večkriterijski optimizaciji: kritičen pregled in prosekcijska metoda	
	ANG	Visualization of Pareto front approximations in evolutionary multiobjective optimization: a critical review and the prosection method	
Opis	SLO	<p>V evolucijski večkriterijski optimizaciji igra pomembno vlogo možnost vizualizacije približkov Pareto front (imenovanih aproksimacijske množice), ki jih dobimo z večkriterijskimi evolucijskimi algoritmi. Medtem ko za vizualizacijo 2D in 3D aproksimacijskih množic lahko uporabimo razsevne diagrame, so za obravnavo štirih ali več kriterijev potrebne naprednejše metode. Članek podaja izčrpen pregled obstoječih vizualizacijskih metod, ki se uporabljajo v evolucijski večkriterijski optimizaciji, in pokaže njihove rezultate na dveh novih 4D testnih aproksimacijskih množicah. Poleg tega predlaga novo metodo za vizualizacijo 4D aproksimacijskih množic, ki temelji na prosekciyah (projekcijah sekcij). Metoda dobro ohranja obliko, obseg in porazdelitev vektorjev v opazovani aproksimacijski množici in</p>	

		lahko obravnava več velikih aproksimacijskih množic, pri čemer je robustna in računsko nezahtevna. Za določene vektorje vizualizacija s presekcijami tudi ohranja relacijo Pareto dominiranosti in relativno bližino glede na referenčno točko. Metodo analiziramo teoretično in demonstriramo na več aproksimacijskih množicah. Komentar: članek je bil izbran za prikaz dosežkov s področja večkriterijske optimizacije.
	ANG	In evolutionary multiobjective optimization it is very important to be able to visualize approximations of the Pareto front (called approximation sets) found by multiobjective evolutionary algorithms. While scatter plots can be used for visualizing 2D and 3D approximation sets, more advanced approaches are needed to handle four or more objectives. This paper presents a comprehensive review of the existing visualization methods used in evolutionary multiobjective optimization, showing their outcomes on two novel 4D benchmark approximation sets. In addition, a visualization method that uses prosection (projection of a section) to visualize 4D approximation sets is proposed. The method reproduces the shape, range and distribution of vectors in the observed approximation sets well and can handle multiple large approximation sets while being robust and computationally inexpensive. Even more importantly, for some vectors, the visualization with prosections preserves the Pareto dominance relation and relative closeness to reference points. The method is analyzed theoretically and demonstrated on several approximation sets. Comment: the paper was selected for demonstration of achievements in the field of multiobjective optimisation.
Objavljeno v		Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on evolutionary computation; 2014; 21 str.; Impact Factor: 5.545; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.11; A'': 1; A': 1; WoS: EP, EX; Avtorji / Authors: Tušar Tea, Filipič Bogdan
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek					
1.	COBISS ID	2599419 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Rešitev naravne konvekcije z nizkim Prandtlovim številom z lokalno brez mrežno metodo</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Solution of a low Prandtl number natural convection benchmark by a local meshless method</td> </tr> </table>	SLO	Rešitev naravne konvekcije z nizkim Prandtlovim številom z lokalno brez mrežno metodo	ANG	Solution of a low Prandtl number natural convection benchmark by a local meshless method
SLO	Rešitev naravne konvekcije z nizkim Prandtlovim številom z lokalno brez mrežno metodo					
ANG	Solution of a low Prandtl number natural convection benchmark by a local meshless method					
	Opis	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Namen članka je prikazati rešitev močno nelinearnega problema dinamike fluidov v režimu z nizkim Prandtlovim številom, tipičnim za kovinam podobne materiale, kot je definiran v razpisu za prispevke k numeričnemu reševanju dvodimenzionalnega stebričastega strjevanja binarnih zlitin. Reševanje tovrstnega numeričnega primera predstavlja prvi korak k razumevanju nestabilnosti v bolj zapletenem primeru makroizcejanja. Nastopajoča temperaturna, hitrostna in tlačna polja so predstavljena na podlagi lokalnih aproksimacijskih funkcij, ki so uporabljene za evaluacijo parcialnih diferencialnih operatorjev. Časovna diskretizacija je narejena na podlagi eksplicitne sheme. Zmožnosti metode so preverjene na primeru naravne konvekcije v zaprti pravokotni kotanji, napoljnjeni s fluidom z nizkim Prandtlovim številom. Upoštevana sta dva primera; eden z ustaljeno rešitvijo in eden z oscilatorno rešitvijo. Prikažemo, da predlagana metoda,</td> </tr> </table>	SLO	Namen članka je prikazati rešitev močno nelinearnega problema dinamike fluidov v režimu z nizkim Prandtlovim številom, tipičnim za kovinam podobne materiale, kot je definiran v razpisu za prispevke k numeričnemu reševanju dvodimenzionalnega stebričastega strjevanja binarnih zlitin. Reševanje tovrstnega numeričnega primera predstavlja prvi korak k razumevanju nestabilnosti v bolj zapletenem primeru makroizcejanja. Nastopajoča temperaturna, hitrostna in tlačna polja so predstavljena na podlagi lokalnih aproksimacijskih funkcij, ki so uporabljene za evaluacijo parcialnih diferencialnih operatorjev. Časovna diskretizacija je narejena na podlagi eksplicitne sheme. Zmožnosti metode so preverjene na primeru naravne konvekcije v zaprti pravokotni kotanji, napoljnjeni s fluidom z nizkim Prandtlovim številom. Upoštevana sta dva primera; eden z ustaljeno rešitvijo in eden z oscilatorno rešitvijo. Prikažemo, da predlagana metoda,		
SLO	Namen članka je prikazati rešitev močno nelinearnega problema dinamike fluidov v režimu z nizkim Prandtlovim številom, tipičnim za kovinam podobne materiale, kot je definiran v razpisu za prispevke k numeričnemu reševanju dvodimenzionalnega stebričastega strjevanja binarnih zlitin. Reševanje tovrstnega numeričnega primera predstavlja prvi korak k razumevanju nestabilnosti v bolj zapletenem primeru makroizcejanja. Nastopajoča temperaturna, hitrostna in tlačna polja so predstavljena na podlagi lokalnih aproksimacijskih funkcij, ki so uporabljene za evaluacijo parcialnih diferencialnih operatorjev. Časovna diskretizacija je narejena na podlagi eksplicitne sheme. Zmožnosti metode so preverjene na primeru naravne konvekcije v zaprti pravokotni kotanji, napoljnjeni s fluidom z nizkim Prandtlovim številom. Upoštevana sta dva primera; eden z ustaljeno rešitvijo in eden z oscilatorno rešitvijo. Prikažemo, da predlagana metoda,					

		<p>navkljub preprostosti, daje stabilne in konvergetne rezultate z odlično računsko učinkovitostjo. Rezultati kažejo dobro ujemanje z rezultati klasične metode kontrolnih prostornin in s spektralno metodo končnih elementov. Računski postopek je formuliran samo z lokalnimi parcialnimi diferencialnimi operatorji. Poleg lokalne numerične metode je korekcija tlaka narejena prav tako lokalno, pri čemer se ohranja pravilna časovna odvisnost rešitve.</p> <p>Komentar: objavljeno razširjeno vabljeno ključno predavanje v obliki članka. Članek je prejel nagrado založbe EMERALD Best Paper Award.</p>
	ANG	<p>The purpose of this paper is to present the solution of a highly nonlinear fluid dynamics in a low Prandtl number regime, typical for metal-like materials, as defined in the call for contributions to a numerical benchmark problem for 2D columnar solidification of binary alloys. The solution of such a numerical situation represents the first step towards understanding the instabilities in a more complex case of macrosegregation. The involved temperature, velocity and pressure fields are represented through the local approximation functions which are used to evaluate the partial differential operators. The temporal discretization is performed through explicit time stepping. The performance of the method is assessed on the natural convection in a closed rectangular cavity filled with a low Prandtl fluid. Two cases are considered, one with steady state and another with oscillatory solution. It is shown that the proposed solution procedure, despite its simplicity, provides stable and convergent results with excellent computational performance. The results show good agreement with the results of the classical finite volume method and spectral finite element method. The solution procedure is formulated completely through local computational operations. Besides local numerical method, the pressure correction is performed locally also, retaining the correct temporal transient.</p> <p>Comment: published extended version of invited keynote lecture in form of journal paper. Paper received EMERALD publisher Best Paper Award.</p>
	Šifra	E.02 Mednarodne nagrade
	Objavljeno v	Emerald; Second International Conference on Computational Methods for Thermal Problems (ThermaComp 2011), Dalian, China, September 5-7, 2011; International journal of numerical methods for heat & fluid flow; 2013; Vol. 23, no. 1; str. 189-204; Impact Factor: 0.919; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.569; WoS: DT, PO, PU; Avtorji / Authors: Kosec Gregor, Šarler Božidar
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	1737723 Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO Nedavne študije brez mrežnih in drugih novih 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.
		Komentar: Knjiga demonstrira vpetost vodje, ki je sourednik knjige, ter projektne skupine v globalne moderne tokove računalniške mehanike.
		ANG In the book, published in USA, recent advances in the field of meshless methods are presented by distinguished authors.
		Comment: The book demonstrates the integration of the project leader, which is co-editor of the book, and the project group in the global modern trends of computational mechanics.

	Šifra	C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige	
	Objavljeno v	ŠARLER, Božidar (urednik), ATLURI, Satya N. (urednik). Recent studies in meshless & other novel computational methods. Duluth: Tech Science Press, 2010. IV, 121 str., ilustr. ISBN 978-0-9824205-4-6. [COBISS.SI-ID 1737723]	
	Tipologija	2.01 Znanstvena monografija	
3.	COBISS ID	13500443	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tretja mednarodna konferenca o računskih metodah za termične probleme
		ANG	Third International Conference on Computational Methods for Thermal Problems
	Opis	SLO	Organizirali smo elitno mednarodno konferenco o numeričnem reševanju termofluidnih problemov. Zbornik je izšel pri italijanski založbi Gianni Editore. V urejanju sta dve posebni številki revije International Journal of Numerical Methods in Heat & Fluid Flow z izbranimi razširjenimi prispevki s konference.
		ANG	Elite international conference on numerical solution of thermofluid problems has been organized at Bled lake. The proceedings have been published by Italian publisher Gianni Editore. Two special numbers of International Journal of Numerical Methods in Heat & Fluid Flow with selected extended papers from the conference are underway.
	Šifra	C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige	
	Objavljeno v	Third International Conference on Computational Methods for Thermal Problems, June 2-4, 2014, Lake Bled, Slovenia, ŠARLER, Božidar (urednik), MASSAROTTI, Nicola (urednik), NITHIARASU, Perumal (urednik). ThermaComp2014. 3rd ed. Napoli: Giannini Editore, 2014. 510 str., ilustr. ISBN 978-88-7431-727-1. [COBISS.SI-ID 13500443]	
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
4.	COBISS ID	3352315	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Brezmrežne metode za industrijske aplikacije
		ANG	Mesh reduction methods for industrial applications
	Opis	SLO	Prof. Šarler je bil zaradi odmevnih publikacij projektne skupine na področju industrijske uporabe brez mrežnih metod povabljen, da uredi posebno številko mednarodne revije Engineering Analysis with Boundary Elements and Other Mesh Reduction Methods.
		ANG	Prof. Šarler was because of resounding publications of project group in the field of industrial use of meshless methods invited to edit a special issue of international journal Engineering Analysis with Boundary Elements and Other Mesh Reduction Methods.
	Šifra	C.03 Vabljeni urednik revije (guest-associated editor)	
	Objavljeno v	Elsevier; Engineering analysis with boundary elements; 2014; Vol. 45; str. 1; Impact Factor: 1.437; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; WoS: IF, PO; Avtorji / Authors: Šarler Božidar	
	Tipologija	1.20 Predgovor, spremna beseda	
5.	COBISS ID	2761467	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba simulacij kontinuirnega ulivanja v podjetju Štore Steel, II
		ANG	Application of continuous casting simulation at Štore Steel, II
		V članku predstavimo elemente in uporabo izboljšane simulacijskega sistema, ki smo ga razvijali v prejšnjega pol desetletja za napravo za	

Opis	SLO	<p>kontinuirno ulivanje gredic v podjetju Štore Steel. Simulacijski sistem je uporabljen v kontekstu moderne avtomatizacije in informatizacije petindvajset let stare trožilne naprave za kontinuirno ulivanje Concast za gredice kvadratnih dimenzij 140 in 180 mm s kapaciteto 160 000 ton/leto. Simulacijski sistem je uporabljen v časovno povezani in časovno nepovezani verziji. Časovno nepovezana verzija je uporabljena za nastavitve pravih procesnih parametrov in izračun temperaturnega polja, makroizcejanja, in zrnatosti gredice. Prav tako je uporabljena za izračun sprememb sekundarnega ulivanja in pozicije izlivka. Časovno povezana verzija je uporabljena za avtomatski nadzor ulivanja. Članek predstavlja posodobitev naše publikacije v BHM iz leta 2005 (Application of Continuous Casting Simulation at Štore Steel, BHM, Vol. 150, No. 9, 300–306).</p> <p>Komentar: Članek demonstrira vodilne rezultate raziskovalne skupine in njihov vpliv v industriji na področju fizikalnega modeliranja metalurških procesov. Uporabljene umerične metode ter večfizikalni in večnivojski modeli so bili razviti v okviru tega temeljnega projekta.</p>
	ANG	<p>This paper represents the elements and the use of the upgraded simulation system, developed in the last half decade for Štore Steel billet continuous caster. The simulation system is used in the context of the state-of-the-art automation and information of the twenty five year old three strand Concast billet continuous caster for dimensions square 140 and 180 mm with the capacity of 160 000 tons/year. The simulation system is used in the off-line and on-line modes. The off-line mode is used in order to set the proper process parameters and to calculate the temperature field, macrosegregation, and grain structure of the billet. It is also used to calculate the changes in the caster design such as the secondary cooling and the position of the SEN. The on-line model is used in automatic casting control system. The paper represents an update of our BHM publication of 2005 (Application of Continuous Casting Simulation at Štore Steel, BHM, Vol. 150, No. 9, 300–306).</p> <p>Comment: Paper demonstrates leading results of the project group and their impact in industry regarding physical modelling of the metallurgical processes. The numerical methods and multiphysics and multiscale models of solidification have been developed in the framework of this project.</p>
Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
Objavljeno v	Springer; BHM; 2014; Vol. 159, no. 3; str. 99-107; Avtorji / Authors: Šarler Božidar, Vertnik Robert, Lorbiecka Agnieszka Zuzanna, Vušanović Igor, Senčič Bojan	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine^Z

ORGANIZACIJA MEDNARODNIH KONFERENC

Sodelavci projekta z UNG in IMT so v okviru projekta soorganizirali dve mednarodni znanstveni konferenci:

- (1) 8th ICCES Special Symposium on Meshless & Other Novel Computational Methods, September 2-6, 2012, Maestral Hotel, Budva, Montenegro.
- (2) Third International Conference on Computational Methods for Thermal Problems, June 2-4, 2014, Lake Bled, Slovenia.

Sodelavci projekta z IJS so v okviru projekta soorganizirali dve mednarodni znanstveni konferenci:

- (3) 5th International Conference on Bioinspired Optimization Methods and their Applications (BIOMA 2012), 24.-25. 5. 2012 v Bohinju in

- (4) 13th International Conference on Parallel Problem Solving from Nature (PPSN 2014), 13.-17. 9. 2014 v Ljubljani.
- (5) Nosilec projekta je uredil posebno številki revij Engineering Analysis with Boundary Elements ter Advances in Materials Science and Engineering, ki sta izšli v začetku leta 2014 ter
- (6) organiziral posebno sekcijo o simulacijah v težki industriji na mednarodni konferenci 5th Asia Pacific Congress on Computational Mechanics, Singapore, 11.-14. dec. 2013, ter
- (7) posebni minisimpozij o brez mrežnih metodah na mednarodni konferenci Coupled Problems, Ibiza 17-19 jun. 2013 in
- (8) posebni simpozij o strjevanju na mednarodni konferenci Coupled Problems, Benetke, 18-20 maj 2015.

NAGRADE IN PRIZNANJA

- (1) Dr. Gregor Kosec je za doktorsko disertacijo, opravljeno pod mentorstvom Prof. Šarlerja v letu 2011, leta 2014 dobil priznanje za najboljši doktorat po izbiri revije International Journal of Numerical Methods in Heat & Fluid Flow.
- (2) Dr. Gregor Kosec in prof. Božidar Šarler sta v letu 2014 prejela nagrado založbe EMERALD, Best Paper Award za članek: G. Kosec, B. Šarler, Solution of a low Prandtl number natural convection benchmark by a local meshless method, International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow, 2013, 23, 189-204.
- (3) Prof. Božidar Šarler je v letu 2014 prejel priznanje ICCES Distinguished Fellow.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Raziskovalni projekt sodi v temeljni del spektra raziskav projektne skupine. Rezultati projekta se uvrščajo v moderno raziskovalno področje modeliranja, simulacije in optimizacije procesov in materialov, ki ima čedalje vidnejšo vlogo v mednarodnem raziskovalnem prostoru - zaradi vse večjih potreb po ceneni izdelkih z visoko vsebnostjo znanja, novih materialih ter okolju prijaznejših tehnologijah. Vsebina naših raziskav je v ta prostor aktivno vpeta tako s temeljnimi kot z aplikativnimi raziskavami. Pri tem si v okviru temeljnih raziskav prizadevamo v svetovno zakladnico znanja prispevati z novimi pristopi modeliranja kapljevito-trdnih sistemov na več sklopljenih merilih, z novimi brez mrežnimi numeričnimi pristopi za modeliranje problemov s premičnimi mejami ter s testnimi primeri in referenčnimi izračuni Stefanovih problemov. Na vseh omenjenih področjih rezultati zaključenega projekta izkazujejo vodilne rezultate. Opisane raziskave imajo neposredno povezavo z mednarodnim raziskovalnim prostorom preko več mednarodnih projektov. Mednarodno izobraževanje, ki izhaja iz pričujočih raziskovalnih vsebin, je v zadnjih letih našlo svoje mesto tudi v uglednih mednarodnih letnih šolah. Nadalje se raziskave zrcalijo v podiplomskem modulu: Modeliranje in simulacija materialov in procesov, ki ga na Univerzi v Novi Gorici izvajamo v sklopu študijskega programa Fizika III na Fakulteti za aplikativno naravoslovje. Štirje podiplomski študentje so dokončali študij v okviru pričujočega projekta in študij omenjenega modula. Optimizacijska metodologija, s katero smo nadgradili modeliranje in simulacijo procesov, se navezuje na predmet Optimiranje virov in procesov, ki ga izvajamo na Univerzi v Novi Gorici, in predmet Večkriterijsko optimiranje in načrtovanje, ki ga izvajamo na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana.

ANG

The present research project forms a part of the fundamental research spectra of the project group. Research achievements belong to the modern research area of modelling, simulation and optimisation of processes and materials which plays an increasingly important role in international research because of the needs for inexpensive products with a large know-how input, for new materials and environmentally friendly technologies. Our research contents are actively integrated in this research area by their basic and applied components. In the framework of our fundamental research, we seek new approaches in modelling of solid-liquid systems at coupled microscopic and macroscopic scales by using advanced meshfree methods for transport phenomena computation in the presence of moving boundaries. We are also involved in the development of international test cases for Stefan problems and comparisons between numerical models and experiments. The completed project demonstrates leading

research results in all three mentioned areas. The described research has a direct link to international research area through several international projects. International education, originating from the present research topics, results in cooperation with renowned international advanced summer schools. Further, the research project acted as a base for the new graduate education module Modelling of Materials and Processes within Bologna study Physics III, Faculty of Applied Sciences, University of Nova Gorica. Four post-graduate students, involved in present project completed the mentioned module. The optimization methodology that is used to supplement modelling and simulation of processes is related to the course Optimization of Resources and Processes, given at the University of Nova Gorica, and the course Multiobjective Optimization and Design, given at the Jožef Stefan International Postgraduate School.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V okviru projekta smo razvili nova znanja, ki so uporabna v številnih kritičnih tehnologijah, povezanih s faznimi prehodi. Zelo težko je vnaprej pripraviti izrčpen seznam vseh možnosti uporabe akumuliranega znanja v okviru projekta. Na določeni stopnji izdelave in obdelave skoraj vsakega predmeta, ki ga izdelava človek, uporabljamo taljenje ali strjevanje. Tako optimizacija in avtomatizacija tovrstnih procesov na podlagi modelske podpore danes predstavlja ključ do sodobne izdelave in predelave kovin, keramike, polimerov, kompozitnih materialov in elektronskih komponent. V okviru projekta smo organizirali štiri mednarodna srečanja, ki so promovirala Slovenijo. V okviru projekta je doktorski študij zaključilo šest doktorandov: štirje na področju Stefanovih problemov, eden na področju optimizacije in eden na področju eksperimentalnih metod. Na University of Naples "Parthenope" smo sodelovali pri organizaciji mednarodne letne šole o brez mrežnih metodah. Na podlagi projekta smo pridobili nova znanja, ki nam bodo omogočala nadaljnje sodelovanje v mednarodnih raziskovalnih kolaboracijah. Prejeli smo tri mednarodna priznanja.

Z znanjem pridobljenim skozi projekt bomo lahko razširili svoj vpliv v industriji. V Sloveniji se z izdelavo zlitin ukvarja približno 100 podjetji, ki nudijo približno deset tisoč delovnih mest. Njihovi letni prihodki dosegajo 1,5 milijarde €. V Sloveniji je tudi približno 50 livarn z okoli 4000 delovnimi mesti in letnim prihodom 0,5 milijarde €. Vsa našeta podjetja v svet izvozijo približno 70% svoje proizvodnje in izkazujejo močno zanimanje za delo projektne skupine.

ANG

We developed new knowledge, applicable in numerous critical technologies, connected with phase changes in the framework of the project. It is very difficult to prepare a reasonable complete list of possible applications of the acquired knowledge of the project. Melting and solidification appears at some stage in the production of almost every man-made product. The model supported optimisation and automation of such processes represents the key for modern production and processing of metals, ceramics, polymers, composite materials and electronic components. We have organised four international meetings which will promote Slovenia. Six Ph.D. students completed their studies in the framework of the proposed project: four in the area of Stefan problems, one in the area of optimisation and one in the area of experimental methods. We participated in organisation of International summer school on meshless methods at University of Naples "Parthenope". We have developed new knowledge that will help us to participate in new international research collaborations. We obtained two international awards.

With the knowledge gained through this project, we will extend our industrial impact. Slovenia has approx. 100 companies in the field of alloy manufacturing with approx. 10.000 working places, the yearly income is around 1.5 billion €. Slovenia has also approx. 50 casthouses with 4000 working places and their yearly income is around 0.5 billion €. The export of the mentioned companies all over the world is about 70%. The project team has a big end-user pull from these companies.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj

F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega 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:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer			
1.	Naziv			
	Naslov			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra		
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
	Komentar			
	Ocena			

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²**13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Obravnavali smo modeliranje in simulacijo makroizcejanja z mezoiscejanjem kot posledico strjevanja zlitine Sn-10%Pb v dvodimenzionalnem pravokotnem ulitku. Upoštewane so sklopljene enačbe za ohranitev mase, energije, gibalne količine in prenosa sestavin ob upoštevanju vzvodnega mikroizcejnega pravila in nestisljive Newtonske tekočine z Darcyjevo limito v kašastem področju. Fizikalni model je rešen na podlagi brez mrežne lokalne kolokacijske metode z radialnimi baznimi funkcijami. Pokažemo, da lahko to metodo uspešno uporabimo v primerih, kjer kemijsko izcejanje izkazuje industrijsko relevantne in pomembne vzorce na več merilih. Tovrstno izjemno nelinearno simulacijo smo objavili kot prvi na svetu.

Opravljenе raziskave so objavljene v:

KOSEC, Gregor, ŠARLER, Božidar. Simulation of macrosegregation with mesosegregates in binary metallic casts by a meshless method. Eng. Anal. Bound. Elem., ISSN 0955-7997. [Print ed.], 2014, vol. 45, str. 36-44. [COBISS.SI-ID 3218939]

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Na podlagi izsledkov tega temeljnega projekta smo razvili obsežen večfizikalni model za popis interakcije med nizkofrekvenčnim elektromagnetnim poljem, hitrostnimi, temperaturnimi, koncentracijskimi in napetostnimi polji ter mikrostrukturo pri polkontinuirnem ulivanju aluminijevih zlitin. Večfizikalni in večnivojski model smo rešili na podlagi spoznanj iz tega temeljnega projekta. Naredili smo sistematično študijo vseh procesnih spremenljivk na hitrostno in temperaturno polje, všt evši geometrijo, intenziteto in frekvenco EM polja. Model je v uporabi v podjetju IMPOL Slovenska Bistrica kot pomoč pri projektiranju in uvajanju povsem nove tehnologije nizkofrekvenčnega polkontinuirnega ulivanja:

ŠARLER, Božidar, KOŠNIK, Nejc, LORBIECKA, Agnieszka Zuzanna, VERTNIK, Robert, MAVRIČ, Boštjan. Development of electromagnetic DC casting : final report. Ljubljana: IMT, 2014. 1 zv. (loč. pag.), ilustr. [COBISS.SI-ID 1066154]

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 ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Novi Gorici

Božidar Šarler

ŽIG

Kraj in datum:

Nova Gorica

15.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/237

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (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](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (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 projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

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

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). 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-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
72-D9-66-2D-8C-3A-3E-9D-7C-39-B6-19-B0-33-C5-E1-22-CB-CE-DB