

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/206

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-0099
Naslov projekta	Modeliranje in simulacija kapljevito-trdnih procesov na več merilih
Vodja projekta	4101 Božidar Šarler
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.650
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	02.2008 - 01.2011
Nosilna raziskovalna organizacija	1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.02
Naziv	Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

SODELAVCI PROJEKTA

Pri projektu so sodelovali naslednji sodelavci Laboratorija za večfazne procese Univerze v Novi Gorici: prof.dr. Božidar Šarler, prof.dr. Siraj-ul-Islam, doc.dr. Henrik Gjerkeš, dr. Robert Vertnik, dr. Agnieszka Zuzanna Lorbicka, dr. Gregor Kosec, dr. Guangming Yao, dr. Viktoria Jano, Umut Hanoglu, Gregor Košak, Quingguo Liu.

PROJEKTNE AKTIVNOSTI

Projektne aktivnosti so bile razdeljene na (I) nadaljni razvoj fizikalnih modelov, (II) nadaljni razvoj brez mrežnih metod, (III) laboratorijske in industrijske meritve.

ad.I) Metodo celičnih avtomatov za izračun mikrostrukture, ki v dveh dimenzijah temelji bodisi na pravokotnih ali heksagonalnih celicah, smo formulirali v točkah, ki so lahko poljubno posejane po računskem področju. Na ta način smo precej povečali prilagodljivost diskretizacije za izračun mikrostrukture. Izdelali smo modela za izračun zrnatosti ter izračun dendritskih struktur v jeklih in aluminijevih zlitinah. V letu 2009 smo nadalje testirali obnašanje te metode pri rotacijah dendritskih struktur. Ugotovili smo, da pri opisanem brez mrežnem načinu računanja ni vpliva orientacije mreže na rezultate. S tem smo odpravili bistveno pomanjkljivost klasične metode celičnih avtomatov. Izjemno pomemben raziskovalni rezultat!

ad.II) V okviru nadaljnjega razvoja brez mrežnih metod smo lokalno kolokacijsko metodo z radialnimi baznimi funkcijami prvič uporabili pri izračunu laminarnega in turbulentnega toka v kanalu ter preko stopnice. Turbulenco smo popisali z modelom k -epsilon. Pri tem smo uporabili korekcijo tlaka, ki temelji na tlačni Poissonovi enačbi in jo učinkovito rešili na podlagi sistema enačb, ki imajo redko sistemsko matriko. Izračunali smo spekter problemov taljenja, definiranim z Gobin-LeQuerejevim testnim primerom. Pri tem smo uporabili povsem novi, učinkoviti lokalni način korekcije tlaka, pri katerem ni potrebno reševati tlačno-hitrostne sklopitve na globalni način. Izdelali smo simulacijo taljenja anizotropne snovi. Opisano smo dopolnili z algoritmom za adaptivno reševanje konvekcijsko-difuzijskih problemov na podlagi avtomatskega dodajanja in odzemanja računskih točk. Prav tako pa smo metodo formulirali v posplošeni združeni kolokacijski obliki in obliki najmanjših kvadratov. Izdelali smo formulacijo metode za izračun strjevanja binarnih snovi.

ad.III) V okviru sodelovanja s francoskimi partnerji smo nadaljevali z analizo preliminarne eksperimentalne rezultate taljenja binarne zlitine svinca in cinka ter aluminijevih zlitin. Izdelali smo fizikalni model za simulacijo omenjenih eksperimentov. Rezultate, dobljene z brez mrežno metodo, smo uspešno primerjali z rezultati, dobljenimi z metodo kontrolnih prostornin za primere, kjer ne nastopa mezoseregacija. Članek z naslovom »G. Kosec, M. Založnik, B. Šarler, H. Combeau, A meshless approach towards the solution of macrosegregation phenomena« je bil v začetku 2011 poslan v objavo v revijo Computers, Materials, Continua. V projektu razviti simulacijski sistem za večfizikalno in večnivojsko modeliranje strjevanja smo uporabili za izračun makroizcejanja in mikrostrukture industrijskega procesa kontinuirnega ulivanja gredic v podjetju Štore Steel. Simulirali smo turbulentni tok, temperaturno polje, makroizcejanje in mikrostrukturo vzmetnega jekla. Industrijske meritve smo opravili z infrardečo termografijo ter na podlagi Baumannovih odtisov pri številnih pogojih ulivanja, formatih in kvaliteta jekla. S tem smo potrdili praktično uporabnost razvitih fizikalnih modelov.

MEDNARODNE AKTIVNOSTI

V okviru projekta smo sodelovali z: Laboratorijem FAST, University Pierre & Marie Curie & University Paris-Sud, Pariz, Francija (Prof. Gobin) (ter konzorcijem francoskih laboratorijev za strjevanje Prof. Combeau). Omenjene aktivnosti so bile vključene v bilateralni projekt Slovenija-Francija: Napredno modeliranje strjevanja: razvoj referenčnih testnih primerov in numeričnih metod. V okviru projekta smo fizikalne modele posplošili na več sestavin in omogočili formulacijo strjevanja zlitin kot so Sn-Pb in Al-Fe-Si-Mn.

V okviru projekta smo sodelovali z: University of Southern Mississippi, ZDA (Prof. C.S. Chen) in University of Central Florida, ZDA (Prof. A. Kassab). Omenjene aktivnosti so bile vključene v bilateralni projekt Slovenija - ZDA: Napredne brez mrežne metode. V okviru projekta 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.

V okviru projekta 6OP EU INSPIRE MRTN-CT-2005-0192966 smo sodelovali s konzorcijem 16.

institucij: TU Clausthal - Nemčija, Industrija Aluminija IMPOL - Slovenija, CUTEC GmbH - Nemčija, ENEL - Italija, Gaz de France France - Francija, Energy Research Center (ECN), 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 dvostranske možnosti prenosa znanja.

PEDAGOŠKE AKTIVNOSTI

V okviru projekta je bila na enoletnem izobraževanju v Laboratoriju za večfazne procese raziskovalka iz Madžarske dr. Viktoria Jano, ki je v letu 2010 uspešno zaključila svojo doktorsko disertacijo na Bay Zoltan Institute, Budimpešta, Madžarska.

V okviru projekta je bila na polletnem izobraževanju v Laboratoriju za večfazne procese raziskovalka iz ZDA dr. Guangming Yao, ki je v letu 2010 uspešno zaključila svojo doktorsko disertacijo na University of Mississippi, Hattiesburg. Za raziskave, opravljene v okviru tega projektav Sloveniji je prejela posebno priznanje njene Univerze.

V okviru projekta je v letu 2008 pod mentorstvom Prof. Šarlerja v roku dokončal svojo doktorsko disertacijo z naslovom »Modelling of solid-solid phase transformations in aluminium alloys« mladi raziskovalec dr. Igor Kovačević.

V okviru projekta je v letu 2010 pod mentorstvom Prof. Šarlerja v roku dokončal svojo doktorsko disertacijo z naslovom »Heat and fluid flow simulation of the continuous casting of steel by a meshless method« mladi raziskovalec iz industrije dr. Robert Vertnik. Njegova disertacija je bila nagrajena kot najboljša disertacija s področja ECCOMAS (European Committee for Computational Methods in Engineering) v srednji Evropi v letu 2010.

V okviru projekta INSPIRE je bila na triletnem izobraževanju v Laboratoriju za večfazne procese raziskovalka iz Poljske dr. Agnieszka Zuzanna Lorbicka, ki je v letu 2011 uspešno zaključila svojo doktorsko disertacijo pod mentorstvom Prof. Šarlerja z naslovom: »Modelling of microstructure formation in metals by a novel point automata method«.

V okviru projekta je v letu 2011 pod mentorstvom Prof. Šarlerja v roku dokončal svojo doktorsko disertacijo z naslovom »Local meshless method for multi-phase thermo-fluid problems« mladi raziskovalec dr. Gregor Kosec. Za svoje delo je v letu 2010 prejel Nagrado za prispevek k trajnostnemu razvoju družbe, ki jo podeljuje Sklad za razvoj kadrov in štipendije za prispevke k razvoju na gospodarskem, družbenem ali okoljevarstvenem področju, ki zadovolji sedanje potrebe na teh področjih in ne ogroža zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij.

MEDNARODNE KONFERENCE

V okviru projekta smo organizirali naslednje tri mednarodne aktivnosti, ki so prispevale k promociji Slovenije:

a) Mednarodno konferenco o brez mrežnih metodah v Sloveniji (v okviru organizacije ICCES): 5th ICCES International Symposium on Meshless and Other Novel Computational Methods, August 31 - September 2, 2009, Bistra Castle, Slovenia.

b) Mednarodno letno šolo o taljenju in strjevanju ter c) Mednarodno letno šolo o brez mrežnih metodah v okviru projekta INSPIRE v letu 2009. V okviru šol smo publicirali dva poglavja v knjigi, ki je izšla v Nemčiji.

d) Začeli smo s pripravami na Mednarodno konferenco o Stefanovih problemih v Sloveniji (v okviru organizacije European Committee for the Advancement of Thermal Sciences and Heat Transfer - Eurotherm), ki jo planiramo v letu 2013, natanko po desetih letih, ko smo podobno prvo konferenco organizirali v Sloveniji.

UREDNIŠKE AKTIVNOSTI

V okviru projekta je prof.dr. Božidar Šarler sodeloval v uredniških odborih naslednjih revij (I) International Journal of Numerical Methods in Heat & Fluid Flow, (II) CMES: Computer Modeling in Engineering and Sciences, (III) CMC: Computers, Materials, Continua, (IV) Engineering

Analysis with Boundary Elements, (V) Electronic Journal of Boundary Elements, (VI) ISRN Mechanical Engineering in knjižne serije (VII) Transactions of WIT.

BIBLIOGRAFIJA O STEFANOVIIH PROBLEMIH

Razmerima popolna zbirka pomembnih virov z raziskavami kapljevito-trdnih faznih prehodov na podlagi fizikalnega koncepta mehanike kontinuuma je urejena v dokumentu Bibliography on Stefan Problems. Zbirka trenutno vsebuje preko 6000 opisanih enot, opremljenih s ključnimi besedami. Nastaja v okviru neformalnega sodelovanja nekaj raziskovalcev na tem področju z vsega sveta, ki jih koordinira nosilec tega projekta. Omenjena zbirka periodično izhaja že od leta 1989. V okviru projekta smo nadaljevali delo na tej zbirki.

IZBOR NAJPOMEMBNEJŠIH DOSEŽKOV

Kot najpomembnejše znanstvene dosežke projekta smo izbrali: (1) modeliranje makroizcejanja pri industrijskem procesu, (2) novo razvito učinkovito korekcijo tlaka v povezavi z brez mrežno metodo, (3) brez mrežno numerično reševanje problemov s premičnimi mejami, (4) poglavje v knjigi s pregledom fizikalnega in numeričnega modeliranja trdno - kapljeviti sistemov, (5) prvo simulacijo turbulentnega toka na podlagi inženirskega modela turbulence z brez mrežno metodo.

Kot najpomembnejše družbeno ekonomsko relevantne rezultate smo izbrali: (1) vabljen predavanje s povsem novo razvito desingularizirano metodo fundamentalnih rešitev, (2) mednarodno nagrado, (3) organizacijo mednarodne konference o brez mrežnih metodah, (4), razvoj povsem nove metode točkovnih avtomatov za simulacije razvoja mikrostrukture, (5) praktično uporabo v projektu razvitih več fizikalnih in več nivojskih modelov ter novih numeričnih metod pri za Slovenijo pomembnem procesu kontinuirnega ulivanja jekla.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Vsi raziskovalni cilji so bili v celoti doseženi ali preseženi. Menimo, da projekt izkazuje znanstveno, tehnološko in pedagoško odličnost.

Poglavitni doseženi zastavljeni cilji projekta so:

- sklopljeno več nivojsko modeliranje strjevanja
- sklopljeno več fizikalno modeliranje strjevanja
- razviti povsem novi numerični pristopi na podlagi metode točkovnih avtomatov za stohastične izračune mikrostrukture
- razviti povsem novi brez mrežni numerični pristopi za izračun sklopljenih enačb ohranitve mase, energije, gibalne količine in sestavin za procese strjevanja
- nov (mednarodno nagrajeni) pristop korekcije tlaka v povezavi z brez mrežnimi metodami
- laboratorijske meritve in izračun makroizcejanja eksperimentov programa SMACS
- industrijske meritve in izračun makroizcejanja industrijskih procesov
- dve mednarodni in ena domača nagrada
- štiri zaključene doktorske disertacije
- organizacija mednarodne konference in dveh letnih šol
- sodelovanje v dveh bilateralnih in enem projektu 60P EU

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Sprememb ni bilo. Zastavljeni raziskovalni cilji so bili v celoti doseženi ali preseženi.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	M.Založnik, S.Xin and B.Šarler. Verifikacija numeričnega modela za makroizcejanje pri polkontinuirnem ulivanju.
			M.Založnik, S.Xin and B.Šarler. Verification of a numerical model of

		ANG	macrosegregation in direct chill casting.
	Opis	SLO	Članek prikazuje kritične probleme pri numerični verifikaciji računalniških programov, kompleksnost verifikacije in predlaga ter uporabi proceduro za posplošeno verifikacijo simulacije makroizcejanja.
		ANG	This paper aims to point out the critical problems in numerical verification of solidification simulation codes and the complexity of the verification and to propose and apply a procedure of generalized verification for macrosegregation simulation.
	Objavljeno v		International journal of numerical methods for heat & fluid flow, 2008, vol.18, no. 3/4, str. 308-324.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		888059
2.	Naslov	SLO	G.Kosec and B.Šarler. Rešitev termično-fluidnih problemov s kolokacijo in lokalno korekcijo tlaka.
		ANG	G. Kosec and B.Šarler. Solution of thermo-fluid problems by collocation with local pressure correction.
	Opis	SLO	Namen članka je raziskati uporabo brez mrežne lokalne kolokacijske metode na podlagi radialnih baznih funkcij (RBFCM) pri reševanju sklopljenih problemov prenosa toplote in toka tekočin. Sklopitev med tlakom in hitrostjo je podana iterativno, s tlačno korekcijo, predpostavljeno iz lokalne neusklajenosti ohranitve mase. Ta formulacija ne zahteva rešitve Poissonove enačbe za tlak ali korekcijo tlaka in zato bistveno poenostavi prejšnje poskuse s področja.
		ANG	The purpose of this paper is to explore the application of the mesh-free local radial basis function collocation method (RBFCM) in solution of coupled heat transfer and fluid-flow problems. The pressure-velocity coupling is calculated iteratively, with pressure correction, predicted from the local mass continuity equation violation. This formulation does not require solution of pressure Poisson or pressure correction Poisson equations and thus much simplifies the previous attempts in the field.
	Objavljeno v		International journal of numerical methods for heat & fluid flow, 2008, vol.18, no. 7/8, str. 868-882.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	Naslov	SLO	G. Kosec, B. Šarler, rešitev problemov s faznimi prehodi na podlagi kolokacije z lokalno korekcijo tlaka.
		ANG	G. Kosec, B. Šarler, Solution of phase change problems by collocation with local pressure correction.
	Opis	SLO	Taljenje / zmrzovanje čistih snovi rešimo s primitivno formulacijo pri fiksni mreži z omejeno konvekcijo, ki je sorazmerna s količino trdne faze. Vključeni temperatura, hitrost in tlak so zastopani preko prekrivajočih poddomen s kolokacijo preko uporabe multikvadrčnih radialnih baznih funkcij. Tlačno-hitrostna sklopitev je implementirana preko lokalne iterativne metode. 2D test je opravljen za dve skupini materialov: kovine s $Pr=0,02$, $Ste=0,01$, $Ra=2,5e4$, $2,5e5$ ter organskih materiali pri $Pr=50$, $Ste=0,1$, $Ra=10e7$, $10e8$.
		ANG	The melting/freezing of a pure substance is solved in primitive variables on a fixed grid with convection suppression, proportional to the amount of the solid fraction. The involved temperature, velocity and pressure fields are represented on overlapping sub-domains through collocation by using multiquadrics radial basis functions. The pressure-velocity coupling is calculated iteratively, with local pressure correction. 2D benchmark test is performed for two classes of materials: metals with $Pr=0.02$, $Ste=0.01$, $Ra=2.51e4$, $2.5e5$, and organic materials with $Pr=50$, $Ste=0.1$, $Ra=10e7$, $10e8$.
	Objavljeno v		G. Kosec, B. Šarler, Solution of phase change problems by collocation with local pressure correction. Comput. model. eng. sci., 2009, vol. 47, no. 2, str. 191-216.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	Naslov	SLO	B. Šarler, Modeliranje trdno kapljevityh faznih prehodov.

		ANG	B. Šarler, Modelling of solid liquid phase changes.
	Opis	SLO	V poglavju v knjigi, ki je izšla v Nemčiji, opišemo poglobljene formulacije, fizikalne modele in numerične metode, ki jih uporabljamo pri modeliranju trdno kapljevitih faznih prehodov.
		ANG	We describe the basic formulations, physical models, and numerical methods used in modelling of solid liquid phase changes in this chapter of the book, issued in Germany.
	Objavljeno v		B. Šarler, Modelling of solid liquid phase changes. V: A.J. Nowak (ur.). Numerical methods in heat transfer, (International studies in science and engineering, 11); Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger, 2009, str. 165-190.
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
	COBISS.SI-ID		1165563
5.	Naslov	SLO	R. Vertnik, B. Šarler. Lokalni kolokacijski pristop k reševanju turbulentne prisilne in naravne konvekcije.
		ANG	R. Vertnik, B. Šarler. 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 smiselne 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 mesh-free approach are its simplicity, accuracy, similar coding in 2 and 3 dimensions, and straightforward applicability in non-uniform 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		R. Vertnik, B. Šarler. Local collocation approach for solving turbulent combined forced and natural convection problems. Adv. appl. math. mech., 2011, vol. 3, no. 3, str. 259-279.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1781243

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	B.Šarler. Desingularizirana dvoslojna metoda fundamentalnih rešitev za probleme potencialnega toka.
		ANG	B.Šarler. Desingularised Method of Double Layer Fundamental Solutions for Potential Flow Problems.
	Opis	SLO	V članku je opisana uporaba pred kratkim razvite modificirane metode fundamentalnih rešitev (MMFS) za probleme potencialnega toka. Rešitev v dvodimenzionalnem kartezičnem koordinatnem sistemu je predstavljena na podlagi dvoslojne fundamentalne rešitve Laplaceove enačbe. Opisana nova metoda ne potrebuje navideznega roba kot klasična metoda fundamentalnih rešitev (MFS). Prikazan je numerični primer obtekanja dvodimenzionalnega krožnega območja. Pokažemo, da z MMFS bolj natančno izračunamo komponente hitrostnega polja kot z MFS.
		ANG	This paper describes an application of the recently proposed Modified Method of Fundamental Solutions (MMFS) to potential flow problems. The solution in two dimensional Cartesian coordinates is represented in terms of the double layer fundamental solution of the Laplace equation. This novel method does not require fictitious boundary as the conventional Method of Fundamental Solutions (MFS). A numerical example of potential flow around two dimensional circular region is shown. It is shown that the MMFS gives better

			accuracy of the velocity components as compared with the classical MFS.
	Šifra		B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v		L. Škerget (ur.), C.A. Brebbia (ur.). Boundary elements and other mesh reduction methods XXX, (WIT transactions on modelling and simulation, v. 47). Southampton, UK; Boston: WIT press, cop. 2008, str. 159-168.
	Tipologija		1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID		939003
2.	Naslov	SLO	G.Kosec and B.Šarler. Rešitev termično-fluidnih problemov s kolokacijo in lokalno korekcijo tlaka.
		ANG	G. Kosec and B.Šarler. Solution of thermo-fluid problems by collocation with local pressure correction.
	Opis	SLO	Iz pisma založnika Emerald: Vsako leto založba Emerald povabi uredniški odbor vsakega izmed žurnalov, ki jih izdaja, za nominacijo tega, kar menijo, da je izstopajoči članek in do tri članke z izjemno pohvalo, publicirane v obdobju prejšnjih 12 mesecev. Vaš članek z naslovom Solution of thermo-fluid problems by collocation with local pressure correction, ki je izšel v International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow zbran kot "Highly Commended Award Winner at the Literati Network Awards for Excellence 2009".
		ANG	From the letter of Emerald publisher: Every year Emerald invites each journal's Editorial Team to nominate what they believe has been that title's Outstanding Paper and up to three Highly Commended Papers from the previous 12 months. Your article entitled Solution of thermo-fluid problems by collocation with local pressure correction published in International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow has been chosen as a "Highly Commended Award Winner at the Literati Network Awards for Excellence 2009".
	Šifra		E.02 Mednarodne nagrade
	Objavljeno v		International journal of numerical methods for heat & fluid flow, 2008, vol.18, no. 7/8, str. 868-882.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		992507
	Naslov	SLO	S. Atluri (ur.), B. Šarler (ur.) 5 ICCES Mednarodni simpozij o brez mrežnih in ostalih naprednih numeričnih metodah.
		ANG	S. Atluri, B. Šarler (ed.) 5th ICCES International Symposium on Meshless and Other Novel Computational Methods.
3.	Opis	SLO	V zborniku so izbrani recenzirani prispevki, predstavljeni na mednarodni konferenci, ki smo jo organizirali v Sloveniji.
		ANG	The proceedings represent selected peer reviewed contributions, presented at the international conference, organised in Slovenia.
	Šifra		B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v		5th ICCES International Symposium on Meshless and Other Novel Computational Methods, August 31 - September 2, 2009, Ljubljana, Slovenia, ATLURI, Satya N. (ur.), ŠARLER, Božidar (ur.). Book of Abstracts. Nova Gorica: University, 2009. XI, 72 str., ilustr. ISBN 978-961-6311-57-1.
	Tipologija		2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID		246732288
	Naslov	SLO	A.Z. Lorbiecka, B. Šarler, Modeliranje rasti zrn na podlagi konvencionalne metode celičnih avtomatov in nove metode točkovnih avtomatov.
		ANG	A.Z. Lorbiecka, B. Šarler, Modelling of grain growth processes by the conventional and a novel point automata method.
	Opis	SLO	V članku opišemo povsem novo generacijo brez mrežnih metod za stohastično modeliranje mikrostrukture. Metoda temelji na diskretizaciji na podlagi naključno postavljenih točk in ne na podlagi poligonov kot v klasični metodi celičnih avtomatov. S tem dosežemo večjo fleksibilnost diskretizacije in neodvisnost rezultatov glede na orientacijo diskretizacije. Pomembna posledica tega pristopa je neodvisnost oblike rasti dendritskih struktur glede na položaj kristalografskih osi.
			We describe an entirely new generation of the meshless methods for stochastic modelling of microstructure formation in this paper. The method is

		ANG	based on the discretisation based on randomly distributed nodes and not on the basis of polygons like in the classical cellular automata method. Higher discretisation flexibility and independence of the results with respect to the orientation of the discretisation is achieved. An important consequence of this approach is independence of the shape of the dendritic structures as a function of the position of the crystallographic angles.
	Šifra		F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v		G. Tsatsaronis (ur.), A. Boyano (ur.). Optimization using exergy-based methods and computational fluid dynamics : proceedings of the International Conference, October 20-23, 2009, Berlin, Germany, (International studies in science and engineering, 12). Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger, 2009, str. 243-252.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		1394427
5.	Naslov	SLO	B. Šarler, A.Z. Lorbicka, R. Vertnik. Problemi prenosa toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju: rešitev na več merilih z brez mrežno metodo.
		ANG	B. Šarler, A.Z. Lorbicka, R. Vertnik. Heat and mass transfer problems in continuous casting of steel : a multiscale solution by a meshless method.
	Opis	SLO	V vabljenem predavanju je prikazano, v okviru tega projekta razvito, večfizično in večnivojsko modeliranje realističnega industrijskega procesa. Demonstrirano je modeliranje turbulentnega toka s strjevanjem in sklopitve stohastične metode točkovnih avtomatov na mikroskopskem nivoju ter brez mrežne metode na makroskopskem nivoju za simulacijo strukture zrn in enakoosno-stebričaste ter stebričasto-enakoosne tranzicije v jekleni gredici.
		ANG	The multiphysic and multiscale modelling, developed in the present project is demonstrated on a realistic industrial process. The modelling of turbulent flow with solidification and coupling of the stochastic point automata on microscopic level and meshless method on macroscopic level are demonstrated on modelling of grain structure and equiaxed to columnar and columnar to equiaxed transitions in steel billet.
	Šifra		F.04 Dvig tehnološke ravni
	Objavljeno v		ASME. Proceedings of Tenth International Congress of Fluid Dynamics (ICFD'10), Ain Soukhna, Red Sea, Egypt, 16-19 December 2010. Ain Soukhna, 2010, 11 str.
	Tipologija		1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID		1738491

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

/

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskovalni projekt sodi v temeljni del spektra raziskav Laboratorija za večfazne procese Univerze v Novi Gorici. Raziskave 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 izdelki 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 izkazujemo vodilne rezultate (številni članki v najvišje ocenjenih revijah, vabljeni predavanja na prestižnih konferencah in univerzah, izstopajoče število citatov, nagrade doma in v tujini). Mednarodno izobraževanje, ki izhaja iz pričujočih raziskovalnih vsebin, je v zadnjih letih našlo svoje mesto v elitni mednarodni letni šoli za mehaniko CISM v Vidmu, kjer je nosilec projekta prvi vabljeni predavatelj iz Slovenije. Nadalje se raziskave zrcalijo v bolonjskem 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 svoje doktorsko izobraževanje v okviru tega projekta.

ANG

The present research project forms a part of the fundamental research spectra, conducted at the Laboratory for Multiphase Processes, University of Nova Gorica. Research project belongs 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. We demonstrate leading research results in all three mentioned areas. (numerous papers in topmost journals, invited lectures on prestigious conferences and universities, outstanding number of citing, domestic and foreign awards). 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 the cooperation with CISM, the renowned international advanced school of mechanics in Udine in Italy. The leader of the project is the first invited lecturer from Slovenia. Further, the research project acts 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 completed their Ph.D. studies in the framework of this project.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Zaključni projekt je bil podprt izključno iz državnih virov in iz sredstev naštetih mednarodnih projektov. Pomembno je poudariti, da so specifične nadgradnje prejšnjih temeljnih projektov, ki so bile podlaga za znanje in izkušnje, na katerih smo gradili ta projekt, našle uporabo kmalu po razvoju.

Najbolj izdelano med njimi je brez dvoma modeliranje relacij med procesnimi parametri in temperaturnim/hitrostnim poljem pri kontinuirnem litju aluminija in jekel za podjetja IMPOL, ŠTORE STEEL in ACRONI ter tlačnega litja v podjetju HIDRIA. Brezmrežne numerične metode smo uspešno uporabili v podjetju Goriške opekarne pri projektiranju toplotne prehodnosti opek. Vsi našeti primeri prikazujejo prenose naših temeljnih raziskav v prakso, ki so brez dvoma pomembni za slovensko gospodarstvo.

V okviru projekta nadaljujemo z razvojem novih znanj, ki bodo uporabno v številnih kritičnih tehnologijah, povezanih s faznimi prehodi. Zelo težko je vnaprej pripraviti izrčen seznam vseh možnosti uporabe akumuliranega znanja v okviru predlaganega 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 predstavlja danes ključ do sodobne izdelave in predelave kovin, keramike, polimerov, kompozitnih materialov in elektronskih komponent.

Vrhunsko znanje, ki smo ga pridobili v okviru projekta, bo omogočalo utrditi začeto sodelovanje in izvoz slovenskega znanja globalni multinacionalni jeklarski in aluminijški industriji, ki se je ravnokar začelo.

Tukaj dodatno poudarimo, da zaključene raziskave poleg ostalega utrjujejo slovensko znanstveno in kulturno dediščino ter narodno identiteto ter razpoznavnost 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. Izdelane projektne vsebine sodijo na področje Stefanovih problemov.

ANG

The completed project has been funded exclusively through support provided by the Slovenian state and listed international projects. However, it is important to remark that the specific upgrades of our previous fundamental projects, which provided knowledge and experience for present project, proved to found application soon after development.

Most advanced among of them is modelling the relations between the process parameters and temperature/velocity/concentration fields in continuous casting of aluminium alloys and steel in companies IMPOL, STORE STEEL, ACRONI and pressure die casting in company HIDRIA. The meshless methods have been successfully used in the design of hollow-bricks in Goriške opekarne brickworks. The mentioned examples demonstrate spin-offs of our basic project results which are without doubt important for Slovenian industry.

We are continuing to develop new knowledge, applicable in numerous critical technologies, connected with phase change. It is very difficult to prepare a reasonable complete list of possible applications of the acquired knowledge. Melting and solidification appears at some phase 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.

The top end knowledge, gained within the completed project, will allow to foster the collaboration and export of Slovenian knowledge to global multinational steel and aluminium industry which is in progress.

Last, but not least - the proposed 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. The completed project contents belong to the field of Stefan problems

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem 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	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

/

11. Samo za aplikativne projekte!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					

G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

Komentar

/

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	Sofinancer			
	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				
2.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje			EUR

		trajanja projekta je znašala:	
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
Komentar			
Ocena			
3.	Sofinancer		
		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			

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

Božidar Šarler	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Nova Gorica

20.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/206

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri 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 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 (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 največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

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

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

¹² Rubrike izpolnite/prepišite 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

24-88-6F-85-1D-51-7D-BD-6E-00-77-10-F3-56-EE-CF-33-A6-B4-B4