

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/157

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9508
Naslov projekta	Stimulacija mikrostrukture za kontinuirno vlivanje jekel z vrhunsko kvaliteto
Vodja projekta	4101 Božidar Šarler
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	5.745
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	1540 Univerza v Novi Gorici
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1610 ŠTORE STEEL podjetje za proizvodnjo jekel, d.o.o.
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	1610 ŠTORE STEEL podjetje za proizvodnjo jekel, d.o.o.
	Naslov	Železarska cesta 3, 3220 Štore
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

SODELAVCI PROJEKTA

Na projektu so s strani Laboratorija za večfazne procese raziskovali prof.dr. Božidar Šarler, doc.dr. Henrik Gjerkeš, prof.dr. Siraj-ul-Islam, mag. Robert Vertnik, mag. Agnieszka Zuzanna Lorbicka, Gregor Kosec in Umut Hanoglu ter s strani Tehničnega razvoja podjetja Štore Steel spec.menedž. Bojan Senčič, Gojko Manojlovič, dr. Miha Kovačič in Janko Cesar.

REALIZACIJA PROGRAMA

Projektne aktivnosti so bile razdeljene na: (I) dopolnitve in uporabo simulacijskega sistema za izračun temperaturnega polja gredice, (II) razvoj simulacij temperaturnega in hitrostnega polja ulitka, (III) razvoj simulacije mikrostrukture med kontinuirnim ulivanjem jekla, (IV) razvoj makroizcejnega modula, (V) meritve.

ad.I) Glede na nove izdelke pri sofinancerju projekta smo posodobili podatkovno bazo snovnih lastnosti jekel ter izračunali nove regulacijske koeficiente livne naprave na podlagi lastnega simulacijskega sistema.

ad.II) Razvili smo model turbulentnega toka taline med kontinuirnim ulivanjem, ki upošteva popolnoma trdno območje, popolnoma kapljevito območje ter kašasto območje. V modelu smo uporabili k-epsilon model turbulence. Razvili smo originalni brez mrežni rešitveni postopek za izračunavanje turbulentnih enačb prenosa mase, energije, gibalne količine, ter empiričnih turbulentnih količin. Pri tem smo vpeljali posebno vrsto privetrne sheme.

ad.III) Razvili smo model mikrostrukture prečnega preseka gredice, ki zajema dimenzije treh strukturnih con gredice. Model smo sklopili z makroskopskimi izračuni in preko njih s podatkovno bazo snovnih lastnosti. Izdelali smo obsežno občutljivostno študijo sklopljenega modela glede na mikroskopske in makroskopske parametre. Izračunane strukturne cone smo primerjali z dejanskimi eksperimentalnimi podatki, ki so bili pridobljeni z rezanjem in luženjem gredic in umerili model. Pri tem smo preverili uspešnost modela glede na spremembo temperature ulivanja, hitrosti ulivanja, ter vklopa in izklopa elektromagnetnih mešalcev. Začeli smo s simulacijo oblike dendritskih struktur.

ad.IV) Razvili smo poenostavljeni makroizcejni modul za izračun izcejanja ogljika po prečnem preseku gredice. Omenjeni modul je kompatibilen s simulacijskim sistemom za izračun temperaturnega polja gredice.

ad.V) Vrhunski sistem za infrardečo termografijo, ki smo ga nabavili v okviru 13. paketa opreme, smo vzpostavili najprej v laboratorijskih pogojih. Nato smo opravili preliminarne meritve različnih delov proizvodnega procesa v podjetju Štore Steel. Nato pa smo se osredotočili na termografske meritve livne naprave in jih tudi uspešno opravili. Primerjave meritev z rezultati simulacijskega sistema kažejo na dobro ujemanje.

Naštete modele smo vgradili v simulacijski sistem podjetja Štore Steel.

MEDNARODNE AKTIVNOSTI

Vzporedno s projektom je potekalo bilateralno sodelovanje med Madžarsko in Slovenijo: "Development of semi-empirical models based on mathematical approach of continuous casting process" ter projekt 6.o.p. EU "INSPIRE" v okviru katerega je raziskovala mag. Agnieszka Zuzanna Lorbiecka.

PEDAGOŠKE AKTIVNOSTI

V okviru projekta so na Fakulteti za podiplomski študij Univerze v Novi Gorici, na smeri Karakterizacija materialov, usmeritev Modeliranje materialov in procesov, uspešno podiplomsko doktorsko študirali mag. Robert Vertnik, mag. Agnieszka Zuzanna Lorbiecka, Gregor Kosec in Umut Hanoglu.

V okviru projekta je bilo na Poslovno-tehniški fakulteti Univerze v Novi Gorici izdelanih nekaj diplomskih nalog.

Temeljni rezultati projekta se oslanjajo na rezultate temeljnih raziskav J2-0099-

1540 Modeliranje in simulacija kapljevito trdnih sistemov na več merilih 2008-2010 ter programske skupine P2-0379 Modeliranje in simulacija materialov in procesov 2009-2011.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Projekt je potekal povsem v skladu s projektno dokumentacijo, tako glede na zastavljene roke kot tudi glede na raziskovalne rezultate.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

Zastavljeni raziskovalni cilji so bili v celoti doseženi ali preseženi.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO A.Z. Lorbiecka, R.Vertnik, H.Gjerkeš, G.Manojlovič, B.Senčič, J.Cesar in B.Šarler. Numerično modeliranje strukture zrn pri kontinuirnem ulivanju jekla
		ANG A.Z. Lorbiecka, R.Vertnik, H.Gjerkeš, G.Manojlovič, B.Senčič, J.Cesar and B.Šarler. Numerical Modeling of Grain Structure in CC Casting of Steel
	Opis	SLO Razvit je bil numerični model za simulacijo strukture zrn (enakoosno-stebričasti prehod, stebričasto-enakoosni prehod) med kontinuirnim ulivanjem jeklenih gredic. Model na podlagi celičnih avtomatov je povezan z modelom prenosa toplote. Metoda celičnih avtomatov temelji na Nastacovi definiciji soseščine, Gaussovemu nukleacijskemu pravilu in KGT modelu rasti. Parametre mikroskopskega modela smo umerili na podlagi eksperimentalnih podatkov za jeklo 51CrMoV4. Izdelane so bile simulacije za različna ulivanja.
		ANG A numerical model is developed for the simulation of solidification grain structure formation (equiaxed to columnar and columnar to equiaxed transitions) during the continuous casting process of steel billets. The cellular automata microstructure model is combined with the macroscopic heat transfer model. The cellular automata method is based on the Nastac's definition of neighborhood, Gaussian nucleation rule, and KGT growth model. The microscopic model parameters have been adjusted with the experimental data for steel 51CrMoV4. Simulations have been carried out for different castings.
	Objavljeno v	CMC: Computers, Materials, Continua, 8, 195-208, 2009.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	1080315	
2.	Naslov	SLO G.Kosec, B.Šarler, Lokalna kolokacija z RBF za Darcijev tok
		ANG G.Kosec, B.Šarler, Local RBF collocation method for Darcy flow
	Opis	SLO V članku raziščemo uporabo brez mrežne lokalne kolokacijske metode na podlagi radialnih baznih funkcij (LRBFCM) pri reševanju sklopljenih problemov prenosa toplote in toka taline v Darcyjevem poroznem sredstvu. Vključena temperaturna, hitrostna in tlačna polja so predstavljena na prekrivajočih se podobmočjih na podlagi kolokacije z multikvadrinimi radialnimi baznimi funkcijami (RBF). Energijska in momentna enačba sta rešeni na podlagi eksplicitnega napredovanja po času. Rešitveni postopek je prikazan za ustaljene razmere naravne konvekcije v pravokotni kotanji.
		ANG This paper explores the application of the mesh-free Local Radial Basis Function Collocation Method (LRBFCM) in solution of coupled heat transfer and fluid flow problems in Darcy porous media. The involved temperature, velocity and pressure fields are represented on overlapping sub-domains through collocation by using multiquadrics Radial Basis Functions (RBF). The energy and momentum equations are solved through explicit time stepping.

		The solution procedure is represented for a steady natural convection problem in a rectangular cavity.
	Objavljeno v	CMES: Computer Modeling in Engineering and Sciences, vol. 25, no. 3, str. 197-208, 2008.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	893179
3.	Naslov	SLO M. Založnik, S. Xin, B. Šarler, Verifikacija numeričnega modela za makrosegregacijo pri polkontinuirnem ulivanju
		ANG M. Založnik, S. Xin, B. Šarler, Verification of a numerical model of macrosegregation in direct chill casting
	Opis	SLO V članku izpostavimo kritične probleme numerične verifikacije računalniških programov za strjevanje, kompleksnost te verifikacije ter predlagamo ter uporabimo postopek za splošno 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, 18, 308-324.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	888059
4.	Naslov	SLO R. Vertnik, B. Šarler, Rešitev nestisljivega turbulentnega toka z brez mrežno metodo
		ANG R. Vertnik, B. Šarler, Solution of incompressible turbulent flow by a mesh-free method
	Opis	SLO V članku je raziskana aplikacija brez mrežne lokalno kolokacijske metode z radialnimi baznimi funkcijami za rešitev nestisljivega turbulentnega toka. Prednosti predstavljenega brez mrežnega načina so v enostavnosti, natančnosti, podobnosti programiranja v 2D in 3D, in enostavni aplikativnosti pri ne-uniformnih postavitvah točk.
		ANG The application of the mesh-free local radial basis function collocation method in solution of incompressible turbulent flow is explored in this paper. The advantages of the represented mesh-free approach are its simplicity, accuracy, similar coding in 2D and 3D, and straightforward applicability in non-uniform node arrangements.
	Objavljeno v	CMES: Computer Modelling in Engineering and Sciences, 44, 2009, 65-95.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	1147899
5.	Naslov	SLO R. Vertnik, B. Šarler, Simulacija kontinuirnega ulivanja z brez mrežno metodo
		ANG R. Vertnik, B. Šarler, Simulation of continuous casting of steel by a meshless technique
	Opis	SLO Uporabljena je nedavno razvita lokalna kolokacijska metoda z radialnimi baznimi funkcijami na rešitvi časovno-odvisnega konvektivno-difuzijskega prenosa toplote pri kontinuirnem ulivanju jekla. Termično polje s premičnimi mejami zaradi faznega prehoda in večanja računske domene je rešeno na podlagi formulacije kontinuumske mešanice. Večanje domene in premikanje startnega bloka je popisano z aktivacijo dodatnih točk in premikanjem robnih točk preko računske domene.
		ANG A recently developed local radial basis function collocation method is used for the solution of the transient convective - diffusive heat transport in continuous casting of steel. The solution of the thermal field with moving boundaries due to phase-change and the growing computational domain is based on the mixture continuum formulation. The growth of the domain and the movement of the starting block are described by activation of additional nodes and by the movement of the boundary nodes through the computational domain, respectively.
	Objavljeno v	International Journal of Cast Metals Research, 2009, vol. 22, no. 1/4, str. 311-313.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	1165819

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	B. Šarler, R. Vertnik, H. Gjerkeš, A.Z. Lorbiecka, B. Senčič, G. Manojlovič, J.Cesar, <i>Integrirano večnivojsko modeliranje kontinuirnega ulivanja jekla</i>
		ANG	B. Šarler, R. Vertnik, H. Gjerkeš, A.Z. Lorbiecka, B. Senčič, G. Manojlovič, J.Cesar, <i>Integrated multiscale simulation of continuous casting of steel.</i>
	Opis	SLO	V okviru vabljenega predavanja opišemo koncept in strukturo večnivojskega modeliranja kontinuirnega ulivanja jekla ter potrebnih programskih in strojnih modifikacij livne naprave. Prikažemo praktično implementacijo in rezultate na livni napravi podjetja Štore Steel.
		ANG	The concept and the structure of multiscale modelling of the continuous casting of steel as well as required software and hardware modifications of the casting device is described in the framework of the invited lecture. We show practical implementation and results on the Štore Steel caster.
	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	B. Zupančič (ur.), R. Karba (ur.), S. Blažič (ur.). 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, Ljubljana, Slovenia, 9-13 September, 2007. EUROSIM 2007 : proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation, 9-13 September 2007, Ljubljana, Slovenia. Vol. 2, Full papers. Vienna: ARGESIM, cop. 2007, str. 1-6.	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
	COBISS.SI-ID	735483	
2.	Naslov	SLO	B.Šarler, R. Vertnik, H. Gjerkeš, A.Z. Lorbiecka, S.Hartman, B.Senčič, A.Manojlovič, M.Sabolič. <i>Posodobitev livne naprave podjetja Štore Steel</i>
		ANG	B.Šarler, R.Vertnik, H.Gjerkeš, A.Z. Lorbiecka, S.Hartman, B.Senčič, A.Manojlovič, M.Sabolič. <i>Modernisation of the Štore Steel continuous caster</i>
	Opis	SLO	Najprej opišemo modifikacije naprave za kontinuirno ulivanje gredic, ki so bile potrebne za učinkovito, varno in kakovostno ulivanje. Nato opišemo simulacijski sistem za modeliranje temperaturnega polja v gredici. Opisane so opcije simulacijskega sistema, ki tehnologom omogočajo avtomatsko nastavitve procesnih parametrov. Pravtako opišemo računalniške sisteme, ki na podlagi realnih procesnih parametrov in simulatorja procesa tehnologom po ulivanju pomagajo pri oceni vzrokov in odpravljanju napak.
		ANG	The modifications of the continuous casting machine for steel billets, necessary for effective, safe and quality casting is represented first. The simulation system for calculation of temperature field in the billet is shown next. The options of simulation system, which enable the technologist automatic setup of process parameters, are described. The computer systems, based on the simulation system and real process parameters data base are described, which help the technologist in estimation of the reasons for casting defects and suppression of them.
	Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Objavljeno v	F. Cimerman (ur.). Tehnološke, razvojne in strateške možnosti slovenskega strojništva: zbornik konference. Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev Slovenije, 2008, str. 57-71.	
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
	COBISS.SI-ID	940283	
3.	Naslov	SLO	B. Šarler (ur.), R. Weber (ur.). Zbornik izobraževalne delavnice projekta INSPIRE v Sloveniji
		ANG	B. Šarler (ed.), R.Weber (ed.) The INSPIRE Network Training Workshop in Slovenia
	Opis	SLO	V zborniku delavnice so podana predavanja iz področja uporabe numeričnega modeliranja in simulacije pri zmanjšanju vpliva energetskih in proizvodnih sistemov na okolje.
		ANG	In the proceedings of the workshop the lectures in the field of the use of the numerical modelling and simulation in mitigation of the energy and production systems impact to the environment are given.
	Šifra	C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige	

	Objavljeno v	The INSPIRE Network Training Workshop in Slovenia, University of Nova Gorica, 5-8 June, 2007. Nova Gorica: UNG, Laboratory for Multiphase Processes, 2007. 1 CD-ROM.	
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
	COBISS.SI-ID	672251	
4.	Naslov	SLO	R. Vertnik, B. Šarler, B. Senčič. Simulacija turbulentnega toka in prenosa toplote v kontinuirno ulivanih gredicah na podlagi brez mrežne metode.
		ANG	R. Vertnik, B. Šarler, B. Senčič. Simulation of turbulent flow and heat transfer in continuous casting of billets by a meshless method.
	Opis	SLO	Izdelana je bila dvo-dimenzionalna časovno-neodvisna rešitev sklopljenega turbulentnega toka in prenosa toplote pri kontinuiranem ulivanju jeklenih gredic z novo brez mrežno metodo. Turbulenca je bila modelirana s k-epsilon modelom. Efekti strjevanja na tok fluida v kašastem področju so modelirani preko Darcijeve predpostavke. Tlačno-hitrostna sklopitev nestisljivega fluida je opravljena z metodo delnih korakov. Opravljena je simulacija strjevanja vzmetnega jekla v ukrivljeni geometriji kokile livne naprave Štore Steel.
		ANG	A two-dimensional steady-state solution of coupled turbulent flow and heat transfer in continuous casting of steel billets is solved by a new meshless method. The turbulence is considered by the k-epsilon model. The solidification effects on the fluid flow in the mushy region are modeled through the Darcy assumption. The velocity-pressure coupling of the incompressible fluid is performed by the fractional step method. A simulation of the solidification of a spring steel grade in curved mould geometry of the Štore Steel billet caster is performed.
	Šifra	F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Objavljeno v	A. Ludwig (ed.). 3rd International Conference on Simulation and Modelling of Metallurgical Processes in Steelmaking, Steelsim 2009, Sept. 8-10 2009, Leoben, Austria. Leoben: ASMET, 2009, 155-161.	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	1216763		
5.	Naslov	SLO	H. Gjerkeš, B. Šarler, R. Vertnik, Uporaba termografije v proizvodnji kontinuirnega ulivanja gredic
		ANG	H. Gjerkeš, B. Šarler, R. Vertnik, In-plant thermography of the continuously cast billets
	Opis	SLO	Izdelali smo termografske meritve temperaturnih pogojev na površinah kontinuirno ulitih gredic v podjetju Štore Steel z uporabo visoko-ločljive in visoko občutljive infrardeče kamere. Izdelava toplotnih slik je omogočila natančen in podroben vpogled v nekatere mehanizme in procese, ki nastopajo med ulivanjem. Pri analizi smo se osredotočili na longitudinalne in transversalne temperaturne gradiente na površini gredic. Meritve smo primerjali z rezultati simulacije.
		ANG	The in-plant thermographic measurement of the temperature conditions on the continuously cast billet surfaces were performed in Štore Steel company by using a high-resolution and a high sensitivity infrared camera. The thermal imaging technique has enabled accurate and detailed insight into some of the mechanisms and processes, which occur during the casting. The analysis was focused on determination of the longitudinal and transversal temperature gradient on the cast billet surfaces. We have compared the measurements with the results of the simulation.
	Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Objavljeno v	A. Ludwig, (ed.). 3rd International Conference on Simulation and Modelling of Metallurgical Processes in Steelmaking, Steelsim 2009, Sept. 8-10 2009, Leoben, Austria. Leoben: ASMET, 2009, 206-211.	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	1217787		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine^Z

V okviru projekta smo posodobili podatkovno bazo snovnih lastnosti jekel in izdelali katalog

aktualnih snovnih lastnosti. Razvili smo regulacijske koeficiente za livno napravo, ki upoštevajo sočasno spremembo prh ter hitrosti ulivanja od temperature ulivanja. V začetku leta 2007 smo testno izračunali regulacijske koeficiente za kvaliteti 50CrMoV4 ter 50CrV4/51CrV4 geometrije 140 in 180 mm. Do konca leta 2007 pa smo izračunali še ostale regulacijske koeficiente: 108 kvalitet za gredice formata 180 mm in 110 kvalitet za gredice format 140 mm. Vse regulacijske koeficiente smo ob koncu leta 2007 implementirali na livno napravo. V letih 2008 in 2009 je tako posodobljena livna naprava uspešno obratovala.

Izračunali smo mikrostrukture jekel 50CrV4 in 51CrMoV4. Primerjali smo strukturne cone z dejanskimi eksperimentalnimi podatki, ki so bili pridobljeni z rezanjem in luženjem gredic pri različnih pogojih ulivanja in umerili model.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Čeprav je projekt aplikativne narave in osredotočen na konkretni problem simulacije mikrostrukture gredic pri kontinuirnem ulivanju jekel v podjetju Štore Steel, so nekateri rezultati projekta, ki ne posegajo v konkurenčno prednost so-financerja, publicirani v vrhunski (zgornjih 5%) znanstveni literaturi. Poglavitne znanstvene rezultate projekta vidimo predvsem v inovativnem večnivojskem modelu za napovedovanje rasti mikrostrukture in makroizcejanja, v katerem smo prvič združili matematični koncept celičnih avtomatov in novo generacijo adaptivnih brez mrežnih numeričnih metod. Omenjeni model smo validirali na podlagi meritev z infrardečo termografijo ter Baumannovimi odtisi. Model omogoča simulacijo mikrostrukture v jeklenih gredicah.

Originalno smo razvili in uporabili brez mrežno metodo za simulacijo turbulentnega toka taline na podlagi modela k-epsilon pri kontinuirnem ulivanju. Omenjena metoda je izjemno preprosta, učinkovita in natančna in omogoča vgradnjo zelo zahtevnih fizikalnih modelov.

Originalno smo metodo celičnih avtomatov formulirali na brez mrežni način - na podlagi diskretizacije s točkami brez poligonov med njimi. To nam je omogočilo simulacije rasti zrn in dendritskih struktur neodvisno od smeri računske mreže. S tem smo odpravili bistveno pomanjkljivost klasične metode celičnih avtomatov.

V okviru projekta smo združili raziskave, ki so tradicionalno v domeni strojništva z raziskavami, ki so v domeni računalništva in raziskav materialov.

ANG

Although the project is of an applicative nature and is focused on the technical problem of billets microstructure simulation in Štore Steel company, are some of the results of the project, that do not interfere with the competitive advantage of the co-funder, published in the topmost (upper 5%) ranking scientific literature. We see the principal scientific result of the project in the innovative multiscale model for prediction of microstructure growth and macrosegregation, where we coupled the mathematical concept of cellular automata and the new generation of adaptive meshless numerical methods for the first time. The model has been validated based on the infrared thermography and Baumann prints measurements. The model allows for simulation of the microstructure in steel billets.

We have originally developed and applied meshless method for simulation of turbulent flow of the melt in continuous casting based on the k-epsilon model. The developed method is extremely simple, efficient and accurate and allows for implementation of very complicated physical models.

We have formulated the method of cellular automata in meshless sense in original way - based on discretization with points without polygons between them. This allows for simulation of grains and dendrites independent on the growth direction. With this the main disadvantage of the cellular automata method has been overcome.

We have coupled the research, traditionally in the domain of mechanical engineering, with the research that is in the domain of computer science and materials.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Slovenci imamo pri izdelavi in predelavi materialov izjemno bogato tradicijo na katero smo zelo ponosni. Prvi plavž je pod gorovjem Jelovica omenjen že leta 1422, barvna metalurgija pa je na južnih obronkih Pohorja znana že od leta 1825. Za začetek industrijske proizvodnje aluminijevih zlitin v naših krajih štejemo leto 1950, ko se je v Slovenski Bistrici proizvodnja bakra preusmerila v proizvodnjo aluminija. Za začetek industrijske proizvodnje jekla v naših krajih štejemo leto 1869, ko je bila ustanovljena Kranjska industrijska družba. Odkritje postopka izdelave feromangana je tej družbi zagotovilo pionirsko mesto v zgodovini jeklarstva. Za to odkritje je podjetje prejelo več priznanj in nagrad na svetovni razstavi na Dunaju. Prav na isti razstavi je leta 1894 naš fizik Jožef Stefan predstavil prve analitične modele strjevanja. Slovenski fizik je bil poleg Francozov Lameja in Clapeyrona ter Nemca Neumanna med prvimi, ki so začeli obravnavati premične meje. V osmih razpravah je od leta 1873 do leta 1891 postavil osnove analitičnega obravnavanja problemov s premičnimi mejami. Med drugim je obravnaval premične meje, ki nastopajo pri taljenju in zmrzovanju, topljenju in izločanju ter kemijskih reakcijah. Računalniško modeliranje in simulacija tovrstnih problemov se je začela sredi petdesetih let in se je dandanes razvila v znanstveno področje z okoli pet tisoč bibliografskimi enotami. Zaradi izjemne pomembnosti kontinuirnega litja ima računalniško modeliranje tega procesa izjemno težo doma in v tujini. Industrijski naročniki raziskav Laboratorija za večfazne procese sistematično vlagajo v razvoj domačega znanja na področju kontinuirnega ulivanja že od začetka devetdesetih let. Razlog za omenjena vlaganja so relativno majhne proizvodne kapacitete ter ulivanje velikega števila različnih visoko kvalitetnih zlitin. Za izdelavo in predelavo omenjenih izdelkov je potrebnega veliko lastnega znanja. Slovenska metalurška industrija izvažata na razvite tuje trge skoraj za milijardo eurov izdelkov, ki so vsi posredno ali neposredno povezani s procesom kontinuirnega ulivanja. Od tega procesa je v Sloveniji odvisnih 10000 delovnih mest. Tako ima razvoj numeričnih simulacijskih sistemov in z njo povezana avtomatizacija livnih naprav v Sloveniji izjemno težo. Cilj opisanega razvoja je boljše razumevanje in vpogled v te procese, boljši vpliv na njih in izboljšana organiziranost ulivanja. Opisane raziskave so prispevale k večji ekonomičnosti in varnosti livnih naprav, izboljšani kvaliteti ulitkov in hitrejšemu ter cenejšemu razvoju ulivanja novih materialov in formatov. Pri tem se je izkazalo, da je uporaba simulacijskih sistemov v povprečju za več odstotkov izboljšala produktivnost procesa ter kvaliteto izdelkov ter omogočila samostojen razvoj litja več novih zlitin.

ANG

Slovenians have a very long and proud tradition in the production of metals and the manufacture of metal products. The first blast furnace under mountain Jelovica was first mentioned in documents from 1422 and the development of nonferrous metallurgy in the south part of Pohorje started in 1825. The year 1950, when copper production in Slovenska Bistrica was changed to aluminium alloys, is regarded as the beginning of the industrial production of aluminium alloys in Slovenia. The industrial production of steel started already in 1869, when the »Kranjska industrijska družba« (»Carniolan Industrial Company«) was founded. The invention of the process for the production of ferromanganese ensured a pioneering role in the history of steel making to this company. The company received several awards at the world exhibition in Vienna in 1894. At the same exhibition, our physicist Jožef Stefan presented the first analytical models of solidification. Next to the French scientists Lame and Clapeyron and the German Neumann, the Slovenian scientist was among the first who started to study moving boundaries, which appear in the phenomena of thawing and freezing, melting and solidification and in chemical reactions. Computational modelling and simulation of these phenomena started in the mid-1950s and developed until today into a scientific discipline with over 5000 bibliographic units. Because of the tremendous importance of continuous casting, computational modelling of the process has an extraordinarily important role in Slovenia and abroad. Since the beginning of Nineties, the industrial co-funders of Laboratory for Multiphase Processes systematically invest into development of in-house knowledge in the field of continuous casting. The primary incitement for these investments are relatively small production capacities and casting of a huge number of different high quality alloys. In-house knowledge is indispensable in manufacturing and materials processing of such products. Slovenian metallurgical industry exports almost a billion Euro of metal products on the established foreign markets, associated with the continuous casting process. 10000 working places depend in Slovenia on this process. This is why the development of numerical simulation tools and automation of these processes plays such an important role in Slovenia. The goals of the described development are better understanding and insight into the processes, better influence and organisation of the processes. The described research contributed to improved productivity and safety of casting devices, improved cast quality and faster and more efficient development of new materials and formats. Without doubt the industrial users have been successful in applying the developed tools, since they have in average for several percents enhanced the productivity of the process and quality of the products as well as independently developed casting of many new alloys.

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	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

		<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>

	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	

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

Komentar

F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin:
Pridobitev novih informacij in znanj iz rezultatov simulacijskega sistema. Boljše razumevanje procesov, boljši vpliv na procese in boljša organizacija dela okoli procesov.

F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj:
Razvoj nove brez mrežne metode za spekter tokovnih režimov: od toka v poroženem sredstvu do turbulence s strjevanjem in uporaba omenjene metode pri simulacijah kontinuirnega ulivanja jekla.

F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja:

Številne skupne publikacije ter posodobitve livne naprave, ki so rezultat skupnega raziskovalnega in razvojnega dela univerzitetnega tima ter raziskovalnega tima podjetja Štore Steel.

F.04 Dvig tehnološke ravni:

Uporaba modeliranja in simulacije pri kontinuirnem ulivanju.

F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja:

Izgradnja kapacitet za modeliranje skozi proces (odobren novi veliki aplikativni projekt ARRS 2010-2013)

F.06 Razvoj novega izdelka:

Razvoj bolj kvalitetnih vrst jekel.

F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka:

Izboljšanje učinkovitosti proizvodnje na podlagi računalniškega modeliranja in simulacij.

F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov:

Razvoj in uporaba za jekla specifične infrardeče termografije. Termična validacija fizikalnih modelov.

F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz:

Vgradnja podatkovne baze snovnih lastnosti JMatPro v informacijski sistem livne naprave. Avtomatski prenos realnih procesnih parametrov v simulacijski sistem.

F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference):

Mednarodna konferenca INSPIRE.

F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete:

Vodilni rezultati na področju Stefanovih problemov tako s temeljne kot tudi aplikativne perspektive.

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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

	zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" 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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" 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	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

G.01 Razvoj visoko-šolskega izobraževanja:
Projekt ima na razvoj visokošolskega izobraževanja velik vpliv saj so se v okviru projekta podiplomsko izobraževali mladi raziskovalci mag. Robert Vertnik, mag. Agnieszka Zuzanna Lorbicka, Gregor Kosec in Umut Hanoglu. Izdelanih pa je bilo tudi nekaj diplomskih nalog.

G.02 Gospodarski razvoj:
Projekt ima na gospodarski razvoj velik vpliv saj prispeva k produktivni, energetske učinkoviti in okoljsko primerni izdelavi vrhunskih jekel.

G.03 Tehnološki razvoj:
Projekt ima velik vpliv na tehnološki razvoj, saj je bilo v proizvodnjo vključeno povsem novo modeliranje na več nivojih, ki omogoča simulacijo vpliva procesnih pogojev na mikrostrukturo. Omenjeno ima velik potencialni vpliv na celotno metalurško industrijo.

G.04 Družbeni razvoj:
Projekt ima velik vpliv na družbeni razvoj: predvsem preko dodane vrednosti izdelkov.

G.05. Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete:
Vodilni rezultati na področju Stefanovih problemov tako s temeljne kot tudi aplikativne perspektive.

G.06. Varovanje okolja in trajnostni razvoj:
Bolj učinkovita raba energije na podlagi simulacije procesa in izbire optimalnih procesnih pogojev.

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer		1610 ŠTORE STEEL podjetje za proizvodnjo jekel, d.o.o.	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		132.990,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		50,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Olajšan razvoj kontinuirnega ulivanja novih vrst jekel na podlagi predhodne simulacije. Izdelava bistveno bolj kvalitetnih ulitkov zaradi dinamične regulacije procesnih parametrov.	F.06
		2.	Razvoj in uporaba za jekla specifične infrardeče termografije. Termična validacija fizikalnih modelov.	F.13
		3.	Vgradnja podatkovne baze snovnih lastnosti JMatPro v informacijski sistem livne naprave. Avtomatski prenos realnih procesnih parametrov v simulacijski sistem.	F.15
		4.	Izgradnja kapacitet za modeliranje skozi proces (odobren novi veliki projekt ARRS 2010-2013). Modeliranje končne lastnosti izdelka na podlagi sosledja modelov proizvodnih korakov.	F.05
		5.	Izboljšanje učinkovitosti proizvodnje na podlagi računalniškega modeliranja in simulacij. Izboljšano razumevanje vpliva procesnih parametrov na mikrostrukturo jekel.	F.07
		Komentar	Zaradi pozitivnih rezultatov projekta je sofinancer sklenil sofinancirati nadaljevanje tega projekta v okviru katerega bomo opisane simulacije na več merilih razširili tudi na vroče valjanje in toplotno obdelavo jekel. S tem bomo dosegli simulacijo karakteristik izdelka v odvisnosti od celotne procesne poti.	
	Ocena	Sofinancer projekta Štore-Steel ocenjuje, da so bile vse projektne aktivnosti v obdobju od 1.01.2007 do 31.12.2009 odlično izdelane, dejanski in potencialni učinki projekta pa so povsem v skladu s projektno dokumentacijo in pričakovanji.		
2.	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		
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

19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/157

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² 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](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11).

[Nazaj](#)

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ 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., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ 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/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/2010 v1.00a

BE-AF-9E-09-29-E6-BF-E4-45-83-A6-26-FC-1C-E0-18-09-DA-6B-17