

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROJ\_ZP\_2008/119

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	Z2-9744
<b>Naslov projekta</b>	Numerična simulacija turboletnega toka s hitrostno vrtinčno simulacijo velikih vrtin z metodo robnih elementov
<b>Vodja projekta</b>	24331 Jure Ravnik
<b>Tip projekta</b>	Zt Podoktorski projekt - temeljni
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3.400
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	01.2007 - 12.2008
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	11 Neusmerjene raziskave (temeljne)

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

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

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

V podoktorskem projektu smo se ukvarjali z razvojem novega numeričnega algoritma za simulacijo toka viskozne tekočine v treh dimenzijah.

Navier-Stokesove enačbe, ki opisujejo tok viskozne tekočine, opisujejo zakon o ohranitvi gibalne količine. V klasičnem zapisu povezujejo hitrostno in tlačno polje v tekočini. V hitrostno vrtinčni formulaciji, ki smo jo uporabili v podoktorskem projektu, je neznanka vrtinčnost (rotor hitrostnega polja). Vrtinčnost se tvori na trdnih stenah in se z difuzijo in

advekcijo odvede v tok. Prenosna enačba za vrtinčnost vsebuje difuzijski in advektiven člen ter člen odgovoren za raztegotvanje in vrtenje vrtinčnega polja. Slednji je odgovoren za nastajanje prečnih in vzdolžnih vrtincev in nazorno kaže na tri-dimenzionalen značaj toka. Da dobimo zaprt sistem enačb, je zakon o ohranitvi gibalne količine potrebno dopolniti z zakonom o ohranitvi mase in energije. Reševanje enačb za neznana hitrostno in vrtinčno polje pomeni, da sta neznanki hitrost in njen odvod, ker ju rešujemo hkrati, nam to omogoči doseganje natančnih rezultatov.

Razvit numerični algoritem rešuje nelinearni sistem desetih medsebojno povezanih skalarnih enačb. Iz zakona o ohranitvi mase izpeljemo vektorsko enačbo kinematike. Enačba kinematike je parcialna diferencialna enačbe Poissonovega tipa. Iz nje zapišemo tri skalarne enačbe za tri komponente hitrostnega polja. Enačbo lahko preoblikujemo, v t.i. normalno obliko, s katero lahko izračunamo tri komponente vrtinčnega polja na robu območja. Zakon o ohranitvi energije zapišemo s temperaturo kot neznanko in dobimo parcialno diferencialno enačbo difuzivno-advektivnega tipa. Temperaturno polje botruje vzgonu, ki se odraža kot izvorni člen v prenosni enačbi za vrtinčno polje. Ker je vrtinčnost vektor, tudi lahko zapišemo tri skalarne parcialno diferencialne enačbe difuzijsko-advektivnega tipa za tri komponente vrtinčnega polja.

Časovne odvode v enačbah smo diskretizirali z končnimi razlikami. Robni pogoji, ki jih zahteva algoritem so lahko Dirichlejevi ali Neumannovi: znane hitrosti in temperature oziroma njuni odvodi po robu območja.

Algoritem reševanja enačb je sledeč:

1. začetek časovne zanke
2. začetek nelinearne zanke
3. izračunaj robne vrednosti vrtinčnosti iz enačbe kinematike (uporabi enoobmočno metode robnih elementov)
4. izračunaj vrednosti hitrosti po območju z rešitvijo enačbe kinematike (uporabi večobmočno metodo robnih elementov)
5. izračunaj vrednosti temperature po območju z rešitvijo zakona o ohranitve energije (uporabi večobmočno metodo robnih elementov)
6. izračunaj vrednosti vrtinčnosti po območju z rešitvijo prenosne enačbe za vrtinčnost (uporabi večobmočno metodo robnih elementov)
7. polja primerno podrelaksiraj in preveri konvergenco. Če konvergenčni kriterij ni izpolnjen, se vrni na začetek nelinearne zanke.
8. konec nelinearne zanke
9. izpis rezultatov za časovni korak
10. konec časovne zanke

Cilj podoktorskega projekta je bil razviti metodo, ki bo delovala na podlagi hitrostno-vrtinčne formulacije Navier-Stokesovih enačb, ki bodo rešene s pomočjo metode robnih elementov. Glaven izziv podoktorskega projekta je bila nadgradnja metode robnih elementov v takšni smeri, da zahteva čim manjšo porabo pomnilnika in računskega časa. Klasična metoda robnih elementov ni primerna za uporabo za reševanje Poissonovih in difuzivno-advektivnih parcialnih diferencialnih enačb. Težava nastopi pri dejstvu, da pri zapisu v integralsko obliko ni mogoče najti primerne osnovne rešitve, kar ima za posledico, da imajo enačbe v integralskem zapisu poleg robnih tudi območne integrale. Območni integrali se po diskretizaciji prelevijo v polne matrike. Te zahtevajo veliko pomnilnika za shranjevanje in veliko računskega časa za računanje matrično vektorskih produktov.

V podoktorskem projektu smo raziskali možnosti nadgradnje metode robnih elementov z različnimi pristopi:

a) večobmočna metoda robnih elementov

Ena možnost izogibanja polnih matrik v algoritmu in s tem povezanih težav s

pomnilnikom in računskim časom je uporaba metode robnih elementov na manjših območjih. Računsko območje razdelimo na podobmočja na katerih metodo robnih elementov uporabimo nespremenjeno. Robove podobmočij povežemo med seboj s pomočjo kompatibilitetnih robnih pogojev: predpišemo zveznost funkcij in odvodov. S tem dobimo veliko majhnih polnih matrik, ki so med seboj povezane z robnimi pogoji. Ko jih povežemo v en enoten velik sistem enačb, je le ta predoločen – število enačb je večje od števila neznank. Vodilna matrika pa je prazna. Prazno matriko zapišemo s pomočjo zapisa strnjenih matrik in s tem prihranimo pomnilnik. Za reševanje predločenega sistema linearnih enačb smo uporabili algoritem, ki deluje na principu metode najmanjših kvadratov. Ta metoda je primerna za reševanje prenosnih enačb in enačbe kinematike za neznan hitrostno, temperaturno in vrtilčno polje. Metodo smo poskusili uporabiti tudi za določitev robnih vrtilčnosti iz normalne oblike enačbe kinematike, vendar smo ugotovili, da tako razvit algoritem ne ohranja mase. V prvi fazi smo za določitev robnih vrtilčnosti uporabili nespremenjeno osnovno metodo robnih elementov in algoritem preverili na preverjenih rešitvah drugih avtorjev in na rezultatih komercialnih paketov. Ugotovili smo odlično ujemanje in rezultate objavili v izvirnem znanstvenem članku [1]. Nadalje smo preverili obnašanje metode na vezanih problemih toka tekočin in prenosa toplote. Obravnavali smo naravno konvekcijo na nagnjenih geometrijah. Rezultate te raziskave smo objavili v [2].

b) metode namenjene praznjenju polne matrike

Ozko grlo algoritma, ki smo ga razvili, je bil izračun robnih vrtilčnosti z enoobmočno metodo robnih elementov. V drugem letu podoktorskega projekta smo se ukvarjali z uporabo naprednih matematičnih algoritmov za aproksimacijo polnih matrik s praznimi. Podrobno smo preučili predvsem valčno transformacijo in metodo hitrih multipolov (fast multipole method). Obe metodi izvirata iz devetdesetih let prejšnjega stoletja in omogočata kompresijo podatkov.

Metoda hitrih multipolov je osnovana na razvoju integralskega jedra v vrsto po sferičnih harmonikah. Za valčno transformacijo smo uporabili Haarove valčne in spremenljivo mejo za zanemarjanje. Obe metodi smo uporabili pri reševanju skalarne Poissonove enačbe in vektorske enačbe kinematike. Rezultati za obe metodi kažejo na primerljivo natančnost izračuna pri enaki velikosti približka polne matrike. Valčna transformacija je malo boljša pri majhnih in velikih razmerjih med količino podatkov v približku polne matrike in količino podatkov v polni matriki. Metoda hitrih multipolov pa deluje najbolje za srednja razmerja. Glede vgradnje obeh algoritmov v obstoječ paket za simulacijo ima prednost valčna transformacija, ki jo je mogoče brez težav prilagoditi, medtem ko metoda hitrih multipolov zahteva drugačen razvoj za vsako integralsko jedro.

Prve rezultate smo objavili kot primerjavo valčne transformacije in metode hitrih multipolov za izračun podatkovno izpraznjenih približkov robno-območnih integralskih enačb: Poissonove in enačbe kinematike v [3].

Nadalje smo metodo hitrih multipolov uporabili v algoritmu za simulacijo toka tekočin in prenosa toplote, ki je v kombinaciji z večobmočno metodo robnih elementov, vseboval samo prazne matrike. Tak, hiter algoritem, smo predstavili v izvirnem znanstvenem članku [4]. Zaradi uporabe izključno praznih matrik algoritem ni spominsko potraten in je računsko učinkovit. Ugotovili smo da se uporaba metode hitrih multipolov se izplača samo pri velikih primerih, saj stopnja kompresijske podatkov, ki jo dosežemo, raste z velikostjo polne matrike. Po drugi strani pa je glavna slabost aproksimativnih metod njihova občutljivost na nelinearnost problema. V primerih simulacije močnejše nelinearnih problemov je potrebno stopnjo kompresije zmanjšati.

Nadalje smo se ukvarjali z uporabo metod SVD (singular value decomposition) in ACA (adaptive cross approximation) za izdelavo izpraznjenega približka polne matrike. Metoda SVD preko izračuna lastnih vrednosti polne matrike omogoči zanemarjanje majhnih lastnih vrednosti in s tem stiskanje matrike. SVD je znana že dalj časa, njena glavna slabost je zelo dolg računski čas, zaradi katerega je neprimerna za uporabo. Pred

nekaj leti razvita metoda ACA je izpeljanka metode SVD, ki sicer ne dosega optimalne stopnje stiskanja, a je računsko zelo učinkovita. Članek o uporabnosti SVD in ACA za pohitritev metode robnih elementov je trenutno v pripravi.

Poleg razvoja numerične metode smo razširjali tudi nabor fizikalnih problemov, ki jih metoda lahko simulira. Dodali smo modul za reševanje večfaznih tokov z Lagrangeovim sledenjem delcev upoštevajoč širok nabor sil, ki vplivajo na delec. Trenutno vgrajujemo tudi modul za simulacijo turbulentnih tokov. Objave rezultatov tega dela načrtujemo v prihodnjem letu.

Glavne rezultate podoktorskega projekta smo objavili v štirih izvornih znanstvenih člankih:

[1] RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Combined single domain and subdomain BEM for 3D laminar viscous flow. Eng. anal. bound. elem.. [Print ed.], mar. 2009, vol. 33, no. 3, str. 420-424. doi: 10.1016/j.enganabound.2008.06.006

[2] RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Velocity-vorticity formulation for 3D natural convection in an inclined enclosure by BEM. Int. j. heat mass transfer. [Print ed.], Aug. 2008, vol. 51, iss. 17/18, str. 4517-4527. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.01.018

[3] RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Comparison between wavelet and fast multipole data sparse approximations for Poisson and kinematics boundary - domain integral equations. Comput. methods appl. mech. eng.. [Print ed.], Apr. 2009, vol. 198, iss. 17/20, str. 1473-1485. doi: 10.1016/j.cma.2008.12.012

[4] RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Fast single domain-subdomain BEM algorithm for 3D incompressible fluid flow and heat transfer. Int. j. numer. methods eng., 2009, vol. 77, iss. 12, str. 1627-1645. doi: 10.1002/nme.2467.

#### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Cilj podoktorskega projekta je bil razvoj algoritma za simulacijo toka tekočin in prenosa toplote v treh dimenzijah na podlagi reševanja hitrostno vrtinčne formulacije Navier-Stokesovih enačb in metode robnih elementov. Tak algoritem smo razvili in njegovo delovanje preverili s primerjavo rezultatov simulacij toka s preverjenimi rešitvami drugih avtorjev. Nadalje smo si zadali nalogo izboljšati učinkovitost algoritma s pomočjo naprednih matematičnih prijemov. Raziskali smo uporabo valčne transformacije, metode podobmočij in metode hitrih multipolov. Ugotovili smo, da metoda podobmočij omogoča natančno in učinkovito reševanje prenosnih enačb. Rešitev enačbe kinematike, ki jo uporabimo za določitev robnih vrtinčnosti, pa smo uporabili enoobmočno metodo robnih elementov. Polne matrike smo aproksimirali z valčno transformacijo in metodo hitrih multipolov. Ugotovili smo, da obe metodi dajeta približno enako natančne rezultate pri enaki stopnji razpršenosti matrike. V končni verziji algoritma smo uporabili kombinacijo eno in večobmočne metode robnih elementov v navezavi z metodo hitrih multipolov. Trenutno prilagajamo algoritem za simulacijo turbulentnih tokov.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

Ni sprememb

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Hitrostno vrtinčna formulacija za 3D naravno konvekcijo in nagnjeni kotanji z metodo robnih elementov

		ANG	Velocity-vorticity formulation for 3D natural convection in an inclined enclosure by BEM
Opis		SLO	Obravnavamo pojav naravne konvekcije v kotanjah oblike kocke in kvadra, ki sta nagnjeni stran do smeri težnega pospeška. V tem znanstvenem članku poročamo o razvoju novega algoritma za simulacijo toka viskozne tekočine in prenosa toplote. Algoritem temelji na kombinaciji eno-območne in več-območne metode robnih elementov. Algoritem rešuje hitrostno vrtilčno formulacijo Navier-Stokesovih enačb, ki so sklopljene z energijsko enačbo. Rezultati simulacij so primerjani z rezultati drugih avtorjev za Rayleighova števila med $10^3 < Ra < 10^5$ .
		ANG	A natural convection phenomenon is studied in cubic and parallelepipedal inclined enclosures. The simulation of coupled laminar viscous flow and heat transfer is performed using a novel algorithm based on a combination of singledomain Boundary element method (BEM) and subdomain BEM. The algorithm solves the velocity-vorticity formulation of the incompressible Navier-Stokes equations coupled with the energy equation using the Boussinesq approximation. Simulation results are compared with benchmark results for a cubic inclined enclosure for Rayleigh number values $10^3 < Ra < 10^5$ .
	Objavljeno v		
Tipologija			1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID			12278550
2.	Naslov	SLO	Primerjava valčne transformacije in metode hitrih multipolov za izračun podatkovno izpraznjenih približkov enačb: Poissonove in enačbe kinematike.
		ANG	Comparison between wavelet and fast multipole data sparse approximations for Poisson and kinematics boundary - domain integral equations
	Opis	SLO	Uporaba metode robnih elementov na nehomogeni parcialni diferencialni enačbi zahteva izračuna polne matrike območnih integralov. V tem znanstvenem članku primerjamo dva načina za izdelavo približkov polnih matrik z manjšo količino podatkov. To sta valčna transformacija in metoda hitrih multipolov. Rezultati za obe metodi kažejo na primerljivo natančnost izračuna pri enaki velikosti približka polne matrike. Prednost pri vgradnji algoritma v obstoječ paket za simulacijo ima valčna transformacija, saj metoda hitrih multipolov zahteva drugačen razvoj za vsako integralsko jedro.
		ANG	The boundary element method applied on non-homogenous partial differential equations requires calculation of a fully populated matrix of domain integrals. This paper compares two techniques: the fast multipole method and the fast wavelet transform, which are used to reduce the complexity of such domain matrices. The results show comparable accuracy for both methods for a given data storage size. Considering implementation of the methods, the wavelet transform can easily be adapted for any problem, while the fast multipole method requires different expansion for each integral kernel.
	Objavljeno v		
Tipologija			1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID			13062678
3.	Naslov	SLO	Kombinirana več-območna in eno-območna metoda robnih elementov za 3D laminaren viskozen tok
		ANG	Combined single domain and subdomain BEM for 3D laminar viscous flow
	Opis	SLO	V znanstvenem članku smo predstavili več-območno metodo robnih elementov z zvezno kvadratno interpolacijo funkcije in nezvezno linearno interpolacijo normlanega odvoda funkcije za rešitev prenosne enačbe za vrtilčnost in enačbe kinematike v treh dimenzijah. Z uporabo robnih pogojev med območji dobimo predoločen sistem linearnih enačb, ki ga rešimo v duhu

			metode najmanjših kvadratov. Razvita metoda v kombinaciji z eno-območno metodo robnih elementov simulira tok viskozne tekočine. Uporabnost in natančnost metode smo preverili z primerjavo z rezultati drugih avtorjev za tok v 3D gnani kotanji.
		ANG	A subdomain boundary element method (BEM) using a continuous quadratic interpolation of function and discontinuous linear interpolation of flux is presented for the solution of the vorticity transport equation and the kinematics equation in 3D. By employing compatibility conditions between subdomains an over-determined system of linear equations is obtained, which is solved in a least squares manner. The method, combined with the single domain BEM, is used to solve viscous flows. The versatility and accuracy of the method are proven using the 3D lid driven cavity test case.
	Objavljeno v		RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Combined single domain and subdomain BEM for 3D laminar viscous flow. Eng. anal. bound. elem.. [Print ed.], mar. 2009, vol. 33, no. 3, str. 420-424. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.enganabound.2008.06.006">http://dx.doi.org/10.1016/j.enganabound.2008.06.006</a> , doi: 10.1016/j.enganabound.2008.06.006
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		12948502
4.	Naslov	SLO	Hitra eno-in-več območna metoda robnih elementov za 3D nestisljiv tok tekočine in prenos toplote
		ANG	Fast single domain-subdomain BEM algorithm for 3D incompressible fluid flow and heat transfer
	Opis	SLO	V tem znanstvenem članku smo predstavili pohitritev in zmanjšanje potrebnega spomina algoritma za simulacijo toka tekočine in prenosa toplote. Računski čas in zahteve algoritma po pomnilniku so zmanjšane s pomočjo metode hitrih multipolov. Laplaceovo osnovno rešitev, razvijemo v vrsto po sferičnih harmonikih. V članku predstavimo vpliv uporabe metode hitrih multipolov na natančnost končne rešitve in vpliv na konvergenco nelinearne zanke. Uporabljena sta bila dva 3D preverjena primera: tok v gnani kotanji in pojav naravne konvekcije med toplo in hladno steno.
		ANG	In this paper acceleration and computer memory reduction of an algorithm for the simulation of laminar viscous flows and heat transfer is presented. The CPU time and storage requirements are reduced by implementing a fast multipole expansion method. The Laplace fundamental solution is expanded in terms of spherical harmonics. The paper presents results of exploring the effect of the multipole expansion algorithm on the accuracy of the solution. Two 3D benchmark numerical examples are used: the lid-driven cavity and the onset of natural convection in a differentially heated enclosure.
	Objavljeno v		RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Fast single domain-subdomain BEM algorithm for 3D incompressible fluid flow and heat transfer. Int. j. numer. methods eng., 2009, vol. 77, iss. 12, str. 1627-1645. <a href="http://dx.doi.org/10.1002/nme.2467">http://dx.doi.org/10.1002/nme.2467</a> , doi: 10.1002/nme.2467
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		13066774
5.	Naslov	SLO	Numerična simulacija redkih suspenzij delcev v tokovih z valčno transformacijo in metodama robnih in končnih elementov
		ANG	Numerical simulation of dilute particle laden flows by wavelet BEM-FEM
	Opis	SLO	V tem znanstvenem članku smo predstavili numerični algoritem, ki temelji na kombinaciji metode robnih elementov, metode končnih elementov in valčne transformacije. Algoritem za simulacijo toka smo sklopili z algoritmom za Lagrangevo sledenje redkih suspenzij delcev. Algoritma smo uporabili na dveh primerih: toku prek nenadne razširitve in toku preko valja. Raziskali smo porazdelitev delcev v vrtincih za razširitvijo in valjem v časovno odvisnih tokovnih poljih pri višjih Reynoldsovih številih. Raziskali smo tudi posedanje delcev za nenadno razširitvijo pri Reynoldsovem številu 5000.
		ANG	A wavelet transform based BEM and FEM numerical scheme was used to simulate laminar viscous flow. The flow simulation algorithm was coupled with a Lagrangian particle tracking scheme for dilute suspensions of particles. The algorithm was used to simulate flow and particle paths for two test cases: flow over a backward-facing step and flow past a circular cylinder. Particle distributions were investigated in unsteady wakes behind the cylinder and behind the step. Sedimentation of particles without inertia

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

		was studied in the flow field behind a backward-facing step at Reynolds number value 5000.
Objavljeno v		RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, HRIBERŠEK, Matjaž, ŽUNIČ, Zoran. Numerical simulation of dilute particle laden flows by wavelet BEM-FEM. Comput. methods appl. mech. eng.. [Print ed.], Jan. 2008, vol. 197, iss. 6/8, str. 789-805. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.cma.2007.09.007">http://dx.doi.org/10.1016/j.cma.2007.09.007</a>
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	11868182	

**7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>**

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Napredna metoda robnih elementov za prenos toplote in tok tekočin
		<i>ANG</i> Advanced BEM techniques for heat and fluid flow
Opis	<i>SLO</i>	Vodja projekta je skupaj s prof. Škergetom in prof. Hriberškom predaval na Univerzi v Erlangen-Nuerenbergu. Podali so osnove na novo razvite metode za simulacijo toka tekočin in se dogovorili o tesnejšem sodelovanju med Univerzama. V luči teh dogovorov je vodja tega projekta zaprosil in dobil odobreno DAAD štipendijo, s katero je poleti 2008 raziskovalno deloval v Nemčiji.
	<i>ANG</i>	The project leader has, in cooperation with prof. Škerget and prof. Hriberšek given a lecture at the University of Erlangen-Nuerenberg. Advanced BEM techniques for heat and fluid flow were discussed and talks about cooperation between universities were conducted. As a results of this talks, the project leader has applied for a DAAD scholarship, which was approved. The project leader spent the summer 2008 working on the postdoc project in Germany.
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v		HRIBERŠEK, Matjaž, ŠKERGET, Leopold, RAVNIK, Jure. Advanced BEM techniques for heat and fluid flow : lecture presented at the Lehrstuhl für Strömungsmechanik, Technische Fakultät, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg, October 26th 2007. Erlangen, 2007.
Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi
COBISS.SI-ID	11909654	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Sledenje delcev, metoda robnih elementov in metoda hitrih multipolov
		<i>ANG</i> Particle tracking, BEM and fast multipole method
Opis	<i>SLO</i>	Rezultati podoktorskega projekta so bili predstavljeni na vabljenem predavanju na Univerzi v Udinah v Italiji.
	<i>ANG</i>	Results of the postdoc project were presented in an invited lecture at the University of Udine in Italy
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v		RAVNIK, Jure. Particle tracking, BEM and fast multipole method : seminar, presented at the Dipartimento di Energetica e Macchine (Department of Energy Technologies) of the Università degli Studi di Udine (University of Udine), May 12, 2008. Udine, 2008.
Tipologija	3.14	Predavanje na tuji univerzi
COBISS.SI-ID	12278806	
3.	Naslov	<i>SLO</i> Povabilo v uredniški odbor
		<i>ANG</i> Invitation into editorial board
Opis	<i>SLO</i>	Objava rezultatov podoktorskega projekta je zagotovila povabilo vodji projekta za mesto v uredniškem odboru revije založbe Elsevier: Engineering analysis with boundary elements
	<i>ANG</i>	Publishing the results of the postdoc project has resulted in editorial board membership of an Elsevier Journal: Engineering analysis with boundary elements
Šifra	C.06	Članstvo v uredniškem odboru
		Engineering analysis with boundary elements. Ravnik, Jure (član uredniškega

	Objavljeno v	odbora 2009). [Print ed.]. Kidlington: Elsevier, 1989-. ISSN 0955-7997.
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	5605380
4.	Naslov	<i>SLO</i> Rešitev 3D hitrostno vrtnične formulacije Navier-Stokesovih enačb z metodo robnih elementov.
		<i>ANG</i> Solution of 3D velocity-vorticity formulation of the Navier-Stokes equations by boundary element method
	Opis	<i>SLO</i> Na znanstveni konferenci so bili predstavljeni rezultati podoktorskega projekta. Predstavljen je bil nov algoritem za reševanje hitrostno vrtnične formulacije Navier-Stokesovih enačb z metodo robnih elementov. Natančnost in uporabnost algoritma je bila dokazana z rešitvami toka v kanalu in toka v gnani kotanji do Reynoldsovega števila 1000.
		<i>ANG</i> A novel algorithm for the simulation of laminar viscous flows by solving of 3D velocity vorticity formulation of Navier-Stokes equations was presented at this scientific conference. The versatility and accuracy of the proposed algorithm are proven by simulating 3D channel flow and 3D lid driven cavity flows up to Reynolds number 1000.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, ŽUNIČ, Zoran. Solution of 3D velocity-vorticity formulation of the Navier-Stokes equations by boundary element method. V: SIMOS, Theodore (ur.). Numerical analysis and applied mathematics, (AIP Conference Proceedings, 936). Melville; New York: American Institute of Physics, cop. 2007, str. 456-459.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	11684630
5.	Naslov	<i>SLO</i> Hitra metoda zobnih elementov za nestisljiv viskozen tok tekočin
		<i>ANG</i> Fast BEM algorithm for viscous incompressible fluid flow.
	Opis	<i>SLO</i> Na znanstveni konferenci so bili predstavljeni rezultati podoktorskega projekta. Predstavljena je bila pohitritev metode robnih elementov in zmanjšanje spominske zahtevnosti s pomočjo metode hitrih multipolov.
		<i>ANG</i> At the scientific conference the results of the postdoc project were presented. Acceleration and memory compression were presented for the boundary element method based on the usage of the fast multipole method.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	RAVNIK, Jure, ŠKERGET, Leopold, HRIBERŠEK, Matjaž. Fast BEM algorithm for viscous incompressible fluid flow. V: Ninth European Multigrid Conference, October 20-23, 2008, Bad Herrenalb. Collection of abstracts. Frankfurt am Main: Goethe-Center for Scientific COmputing G-CSC, Johann Wolfgang Goethe-Universität, 2008, 1 str.
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
COBISS.SI-ID	12829206	

## 8. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>7</sup>

### 8.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>8</sup>

*SLO*

Pomen za razvoj znanosti vidimo predvsem v razvoju nove numerične sheme za simulacijo toka tekočin in prenosa toplote. Nova shema dosega natančnejše rezultate. Ker rešujemo nelinearen sistem parcialnih diferencialnih enačb, je numerična shema z manjšimi popravki uporabna tudi za simuliranje drugih fizikalnih procesov in pojavov, ki jih opisujemo z enakimi oziroma podobnimi enačbami.

Podoktorski projekt vključuje raziskavo uporabnosti različnih strategij stiskanja polnih matrik in vpliv le tega na končno rešitev nelinearnega sistema enačb. Primerjava uporabnosti različnih metod, ki je bila izvedena v okviru podoktorskega projekta, podaja nova spoznanja o delovanju metod in njihovem vplivu na nelinearnih sistemih. Do sedaj, so drugi avtorji te metode večinoma uporabljani na linearnih problemih. Ta spoznanja so dobrodošla v vseh vejah znanosti, pri katerih se srečujemo z veliki matrikami.

*ANG*



Scientific relevance of the proposed postdoctoral project may be found above all in the development of a new numerical scheme for simulation of fluid flow. The new scheme gives results with superior accuracy. Since the solution is obtained by solving a nonlinear system of partial differential equations, the numerical scheme will be with some modifications useful for simulating other physical processes and phenomena, which are described by the same of similar equations.

The postdoctoral project includes research into different strategies of matrix compression and the influence of this to the final solution of the nonlinear system of equations. Comparison of applicability of different approximation method, which was conducted as a part of the postdoctoral project, provided new findings on the influence of these methods on non-linear system. Till today, other authors mainly focused on the usage of the method for approximation of linear problems. We believe that this results will be useful all scientific areas, where large quantities of data need to be handled.

## 8.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>9</sup>

SLO

Rezultati podoktorskega projekta bodo dolgoročno imeli pozitiven vpliv na družbeno ekonomski razvoj. Ko bo v podoktorskem projektu razvita numerična shema vgrajena v inženirska orodja se lahko nadejamo napredka pri simuliranju tokov tekočin z namenom povečevanja učinkovitosti gospodarstva pri načrtovanju novih strojev in naprav. Hkrati dostopnejša orodja za simulacijo toka lahko uporabimo tudi za raziskave same fizike toka, kar prispeva k boljšemu razumevanju narave in s tem k razvoju družbe.

Rezultati simulacij toka tekočine so osnova za natančno napovedovanje okoljskih vplivov onesnaževalcev okolja ter predstavljajo osnovo za izvedbo ukrepov za zmanjševanje posledic takšnih vplivov in s tem ohranjanje narave.

Avtor podoktorskega projekta je bil na podlagi objav rezultatov podoktorskega projekta povabljen v uredniški odbor mednarodne znanstvene revije založbe Elsevier: Engineering Analysis with Boundary Elements, ki velja za eno najboljših na področju razvoja metode robnih elementov. Članstvo v uredniškem odboru ugledne mednarodne znanstvene revije bo prispevalo k znanstvenemu ugledu Slovenije.

ANG

The results of the postdoctoral project will in the long run have a positive effect on the socio-economic development. When the new numerical scheme, which we developed during the postdoctoral project, is included into engineering tools, we believe we will witness an improvement in fluid flow simulations and an improvement in development process of new devices and machines. At the same time, flow simulations can be used for research into the physics of the flow, which contributes to a better understanding of nature and as such to development of culture.

Simulations of fluid flow are the basis for accurate prediction of environmental impact of pollution sources and are as such the basis of execution of measures, which reduce those impacts and thus preserve the nature.

The author of the postdoctoral project has been, based on the publication of the postdoctoral project results, invited into the editorial board of an international scientific journal: Engineering Analysis with Boundary Elements, which is published by Elsevier and is one of the best journals in the field of boundary element method research. Membership in the board will improve scientific reputation of Slovenia.

## 9. 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	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	<input type="text"/>

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

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

<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

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

**Komentar**

--

**10. Samo za aplikativne projekte!**

**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

G.01.03.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>						
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

**11. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>10</sup>**

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

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

### 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

#### Podpisi:

Jure Ravnik	in/ali	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Maribor

14.4.2009

#### Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROJ\_ZP\_2008/119

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> 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](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> 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](#)

<sup>5</sup> 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.



## Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

<sup>7</sup> 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](#)

<sup>8</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> 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-ZV-RPROJ-ZP/2008 v1.00