

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/166



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-2378
<b>Naslov projekta</b>	M5 modeliranje tehnologij in uporabe mikro in nano satelitov
<b>Vodja projekta</b>	8302 Tomaž Rodič
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4650
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	05.2009 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	1533 C3M d.o.o., Center za računalništvo v mehaniki kontinuumu - modeliranje in trženje
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.05 Mehanika 2.05.03 Numerično modeliranje
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	2.03
<b>- Veda</b>	2 Tehniške in tehnološke vede
<b>- Področje</b>	2.03 Mehanika

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Konvencionalno načrtovanje satelitov temelji na izkušnjah velikih projektov, ki so jih financirale vlade ekonomsko bogatih držav. Ker sta bila pri tem zanesljivost in zmogljivost primarna cilja, je to vodilo k velikim satelitom (>500 kg), katerih

komponente so bile načrtovane tako, da so čim bolj zanesljivo delovale v vesolju. Nano in mikro sateliti s skupno maso manj kot 10 kg oziroma 100 kg ponujajo drugačen pristop z novo paradigmo. V tej so morebitne okvare obravnavane bolj kot upravljanje s tveganji kot katastrofe. Če se nano ali mikro satelit z razmeroma cenenimi COTS komponentami pokvari, preprosto izstrelimo novega za ceno, ki je le majhen del stroškov velikega konvencionalnega satelita.

Zaradi miniaturizacije mikro in nano orbitalnih platform njihovi podsistemi in komponente pogosto delujejo v nelinearnem področju zelo blizu dopustnih obremenitev, na katere vplivajo mehanske napetosti, vibracije, temperaturni cikli, radiacija in trki z drugimi telesi kakor tudi izraba baterij, sončnih celic, pogonskih sistemov in goriva. Ker so medsebojne odvisnosti med posameznimi podsistemi pogosto implicitne, postajajo potrebe po M5 (Multi-physics, Multi-scale, Multi-body, Multiphase and Multi-objective) virtualnih modelih satelitskih sistemov vse večje.

Glavni cilj in metode projekta so usmerjeni v razvoj novih virtualnih M5 modelov za računalniške analize materialov, struktur, izdelovalnih tehnologij in delovanja tistih komponent mikro in nano satelitov, ki so pomembne za njihovo zmogljivost. Končni cilj raziskav je vzpostavitev povezav med namembnostjo in lastnostmi komponent izdelanih iz kovin, polimerov, keramike, ogljikovih vlaken in kompozitov.

ANG

Conventional design of satellites relies on the heritage from large governmental projects of economically powerful nations where reliability and performance played the most important role. This approach leads to big satellites (>500 kg) with components that are tailored to reliably withstand harmful space environment. However, nano and micro satellites with total mass less than 10 and 100 kilograms, respectively, are paving a totally different path by changing the ruling paradigm. The basic concept is that satellite failures are seen as a manageable risk rather than disaster. If a nano or micro satellite with relatively cheap COTS (Commercial-Of-The-Shelf) components fails we simply launch another at a fraction of the cost of a conventional satellite.

Due to the miniaturization of micro and nano orbital platforms their subsystems and components often operate in non-linear regimes very close to the failure limits affected by mechanical stresses, vibrations, thermal cycles, radiation, impacts with space debris as well as by degradation of batteries, solar power units, propulsion system, fuel consumption, etc. Since many satellite subsystems and components interact implicitly there is a strong need for M5 (Multi-scale, Multi-body, Multi-physics, Multi-phase and Multi-objective nature of satellite design problems) virtual models that can provide scientifically sound quantitative insight into mechanical, thermal, electromagnetic and chemical interactions of the orbital platforms.

Main goal and methodology of the proposed project is aimed at the development of virtual M5 models of materials, structures, manufacturing technologies and operational conditions of vital systems that affect the performance of micro and nano satellites. The ultimate goal is to prove that function - property relationships of components made of metals, polymers, ceramics, carbon fibres and composite can be optimised in scientifically sound way rather than engineering intuition.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

V projektu smo realizirali tri osnovne naloge:

##### 1. Formulacija M5 računskih problemov, ki izvirajo iz koncepta NEOMEx

V prvem sklopu je podlaga NEOMEx (Near Earth Object Micro Explorer) misija, ki predpisuje standard za nano satelite, njihovo izdelavo, vzdržljivost in namembnost v okviru ESA (European Space Agency) raziskovalnega programa. V tem sklopu smo

formulirali računske probleme, ki so podlaga za M5 modeliranje. Identificirali smo vplivne parametre M5 virtualnega modela za njegovo natančno računsko formulacijo. Celoten sklop je bil razdeljen na štiri naloge, kjer smo formulirali računske modele za posamezen M5 problem.

1.1 Prva naloga je bila povezana z računsko formulacijo pametnih materialov s funkcionalno porazdeljenimi lastnostmi za vesoljske aplikacije. Analizirali smo aluminijeve materiale s funkcionalno porazdeljenimi lastnostmi vezane na strukturo satelitov iz družine CubeSat in nosilne konstrukcije optomehanskega sistema za satelit NEMO-HD. Izdelan je bil M5 virtualni model za analizo napetostno-deformacijskih polj na različnih dimenzijskih skalah. Poudarek je na sklopitvi makro, mezo in mikro skale, kjer se odvijajo različni fizikalni pojavi. Glavni aspekt je bila identifikacija makroskopskega odziva materiala, s katerim izračunamo mejne lastnosti za izdelavo prototipnih satelitskih sklopov.

1.2 Druga naloga je bila postavitvev računske formulacije za integrirane strukture za vodila v mikro in nano satelitih. Izdelana je bila računsko platforma za analizo napetostnih stanj, ko v satelit dodamo nov modul. V našem primeru je bil to nov modul za pogon in modul za vodenje satelita.

1.3 Tretja naloga je bila izdelati računsko formulacijo konceptov za termično kontrolo mikro in nano satelitov. Izdelan je bil računski model za termalno analizo materialov s funkcionalno porazdeljenimi lastnostmi, ki bo služil za analizo različnih spojev in povezav med moduli satelita. To nam sedaj omogoča analize temperaturnih pojavov z dodajanjem izboljšanih materialov.

1.4 V četrti nalogi smo formulirali računski koncept za visoko natančne mikro potisne motorje. Izdelan je bil računski model za analizo potiska motorja na plin. Model vsebuje dve veji in sicer model za analizo hladnega potisnega plina in model za analizo potisnega plina z gretjem – vroči plin.

## 2. Razvoj računskih orodij za M5 virtualno modeliranje tehnologij majhnih satelitov

2.1 Razvoj računskih M5 orodij za analizo pametnih materialov s funkcionalno porazdeljenimi lastnostmi na različnih dimenzijskih skalah. Razvita je bila numerična metoda, ki omogoča vezano numerično analizo napetostno-deformacijskih polj na različnih dimenzijskih skalah, s poudarkom na metodah za povezovanje snovnih modelov na makro, mezo in mikro ravneh.

2.2 Razvoj računskih M5 orodij za analizo struktur in spojev na mikro/nano satelitih z upoštevanjem več teles. Razvita je bila numerična metoda za analizo kontaktnih pogojev med materiali na osnovi aluminija in stekla optomehanskega sistema NEMO-HD satelita.

2.3 Razvoj računskih M5 orodij za modeliranje pametnih materialov za termalno kontrolo z upoštevanjem več fizikalnih polj. Razvili smo numerično metodo za analizo temperaturnih in napetostno-deformacijskih polj, ki se pojavijo zaradi temperaturnih razlik v fizikalnih lastnostnih nesorodnih materialov. Naloga je vezana na model iz naloge 2.2.

2.4 Razvoj računskih M5 orodij za modeliranje mikro potisnega motorja na mrzel plin z upoštevanjem več faznih stanj. Razvili smo numerično metodo za analizo potiska mikro potisnega motorja na hladen plin. Model upošteva širok interval Knudsen-ovega števila in sicer z odprtim robom na koncu potisne šobe, kot tudi mešanim robnim pogojem stik/zdrs fluida na robu.

2.5 Razvoj računskih M5 orodij za M5 modeliranje mikro potisnega motorja na vroč plin. Metoda razvita v 2.4 je bila nadgrajena z modelom za gretje plina in modelom za toplotno prevodnost sten. Na takšen način smo lahko določili potisk mikro potisnega motorja z vročim plinom, ki bistveno presega potisk s hladnim plinom.

### 3. Računski okvir za inverzno modeliranje in optimizacijo tehnologij majhnih satelitov

V tem sklopu smo razvili parametriziran model z dotičnimi numeričnimi modeli, ki so narejeni v splošnem za analizo posamezne komponente ali podsistema vesoljskega plovila.

3.1 Parametrizacijski koncepti za M5 virtualne modele komponent in podsistemov vesoljskega plovila. Izdelali smo parametriziran model za termo-mehansko analizo optomehanskega sistema, s katerim smo lahko ocenili občutljivost modelskih parametrov satelitskih podsistemov na okolico.

3.2 Analiza občutljivosti M5 virtualnih modelov. S pomočjo modela iz naloge 3.1 smo razvili občutljivostni numeričen model za satelitski podsistem iz naloge 3.1.

3.3 Inverzna analiza laboratorijskih testov in meritev leta v vesolju. Na podlagi parametriziranega in občutljivostnega modela je bila narejena inverzne analize laboratorijskih testov in meritev za satelitske podsistem iz naloge 3.1.

3.4 Optimizacija komponent in podsistemov vesoljskega plovila. Razvili smo optimizacijski numeričen model za optimiranje satelitskega podsistema iz naloge 3.1.

### **5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>**

Projekt je bil zastavljen večplastno za različna področja M5 modeliranja trdnin in fluidov po metodi končnih elementov in končnih volumnov. V prvih dveh sklopih (1 in 2) smo bili razvili numerične modele za analize temperaturnih in mehanskih polj v strukturnih, optomehanskih, pogonskih komponentah in podsistemih mikro in nano satelitov. V tretjem sklopu smo ovrednotili eksperimentalne podatke in kalibrirali izdelane M5 modele.

Projekt je realiziran v celoti (100%), dosežki pa kažejo, da je projekt potekal v skladu z visoko zastavljenimi cilji in terminskim načrtom. Končni rezultati projekta že imajo visoko uporabno vrednost, saj nam omogočajo analize komponent in podsistemov prvega slovenskega mikrosatelita za interaktivno daljinsko zaznavanje z delovnim imenom NEMO-HD.

### **6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>**

Projekt je bil izveden brez bistvenih sprememb, zato utemeljitve niso potrebne.

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

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	1102175	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Numerična analiza mikro potisnega motorja na hladen plin za mikro in nano satelite
		<i>ANG</i>	Numerical analysis of miniaturised cold gas thruster for micro- and nano-satellites
	Opis	<i>SLO</i>	Napreden izračun parametrov in potisne sile mikro potisnega motorja na hladen plin s pomočjo metode gibajočega se odprtega roba.
		<i>ANG</i>	Advanced numerical analysis of parameters and thrust of micropropulsion system based on cold gas technology using the moving open boundary method.
		Pineridge Press; Engineering computations; 2011; Vol. 28, No. 2; str.184-195; Impact Factor: 1.060; Srednja vrednost revije / Medium Category	

	Objavljeno v	Impact Factor: 0.881; WoS: EV, IF, PO, PU; Avtorji / Authors: Grm Aleksander, Grönland Tor-Arne, Rodič Tomaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	1160799	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modeliranje heterogenih materialov na različnih dimenzijskih skalah
		ANG	Multiscale modelling of heterogeneous materials
	Opis	SLO	Razvoj numeričnih metod, ki omogočajo vezano numerično analizo napetostnodeformacijskih polj na različnih dimenzijskih skalah. V tem delu je poudarek na metodah za povezovanje snovnih modelov na makro, mezo in mikro ravneh.
		ANG	Development of numerical methods that enable coupled numerical analyses of stress-strain fields on different length scales. In this work the focus is on the methods for coupling constitutive models of materials on macro, meso and micro scales.
	Objavljeno v	Inštitut za kovinske materiale in tehnologije; Materiali in tehnologije; 2011; Letn. 45, št. 5; str. 421-426; Impact Factor: 0.804; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.27; WoS: PM; Avtorji / Authors: Lamut Martin, Korelc Jože, Rodič Tomaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	1198687	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Numerični problemi v uporabi XFEM metode za plastične razpoke
		ANG	Some numerical issues on the use of XFEM for ductile fracture
	Opis	SLO	Uporaba XFEM formulacije končnih elementov za analizo nastanka in propagacijo razpok v nestisljivih materialih.
		ANG	Implementation of XFEM formulation of finite element method in the study of the final stages of material failure with modelling the propagation of cracks.
	Objavljeno v	Springer; Computational mechanics; 2012; 19 str.; Impact Factor: 2.065; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.301; A': 1; WoS: PO, PU; Avtorji / Authors: Seabra Mariana R. R., Cesar de Sa Jose M. A., Šuštarč Primož, Rodič Tomaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	1022559	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	M5 computations in space sciences and technology
		ANG	M5 computations in space sciences and technologies
	Opis	SLO	Opisi M5 projektov povezanih z vesoljskimi raziskavami in tehnologijo. Prvi je modeliranje MEMS mikro potisnih motorjev za napredno manevriranje majhnih satelitov in formacij. Drugi projekt je M5 inverzno modeliranje biofizikalnega eksperimenta vezanega na viskoelastične spremembe lastnosti kože v vesolju. Tretji projekt se pa navezuje na daljinsko vodenje mikro satelitov.
		ANG	Description of the M5 projects connected with space sciences and technology. First project is about the modelling of MEMS micro thruster for the advanced manoeuvring of the micro satellites and formation. The second project is related with the inverse M5 modelling of a biophysical

		experiment connected with the viscoelastic changes of an astronaut skin properties in the long space missions. The third project is related to the remote control and sensing of a micro satellites.
Šifra	B.04	Vabljeni predavatelj
Objavljeno v	Fakulteta za matematiko in fiziko = Faculty of Mathematics and Physics; Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo = Ministry of Higher Education, Science and Technology; Slovenija in vesolje; 2009; str. 52-54; Avtorji / Authors: Šuštar Tomaž, Grm Aleksander, Rodič Tomaž	
Tipologija	1.09	Objavljeni strokovni prispevek na konferenci
2. COBISS ID	1128543	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	M5 izračuni v industrijskih problemih
	ANG	M5 computations in industrial problems
Opis	SLO	V prispevku je prikazana uporaba M5 tehnologij na problemih iz različnih sektorjev industrije vključno z vesoljsko tehniko.
	ANG	In this work application of M5 technologies is presented for various industrial sectors including space technologies.
Šifra	B.04	Vabljeni predavatelj
Objavljeno v	National institute of technology, Department of mathematics; International conference on mathematical modelling and applications to industrial problems; 2011; Str. 22; Avtorji / Authors: Grm Aleksander, Langus Janez, Šuštar Primož, Šuštar Tomaž, Rodič Tomaž	
Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

Rezultate numeričnih analiz je uporabilo švedsko podjetje NanoSpace, ki v sodelovanju s centrom odličnosti Vesolje-Si razvija MEMS mikropotisne aktuatorje za nanosatelite iz družine CubeSat. Aktuatorji nove generacije bodo uporabljeni v mednarodni misiji QB50, kjer bo satelit Estelle, ki ga skupaj razvijamo raziskovalci iz Estonije, Latvije, Švedske in Slovenije, letel v formaciji s finskim satelitom Aalto-2.

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>9</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

V projektu smo razvili numerična orodja za najnaprednejše M5 računalniške analize komponent in podsistemov za mikro in nano satelite, ki spadajo med najhitreje rastoča visokotehnološka področja v sektorju vesoljskih tehnologij. Novi M5 numerični modeli nam omogočajo znanstveno utemeljeno optimiranje uporabe naprednih materialov, integriranih struktur, termalnih podsistemov in mikro reakcijskih aktuatorjev.

Pomen doseženih rezultatov najbolje ilustrirajo raziskave s področja inovativnega mikropogonskega sistema. Te raziskave imajo z znanstvenega stališča največjo težo na področju mikro reakcijskih pogonov, ki temeljijo na MEMS tehnologiji. V projektu smo izdelali numeričen model s katerim lahko določimo optimalne parametre mikro potisnega motorja na hladni in vroči plin.

Rezultate numeričnega modela smo primerjali z laboratorijskimi meritvami mikro potisnih motorjev, ki jih izdeluje švedsko podjetje NanoSpace v sodelovanju s centrom odličnosti Vesolje-Si. S kalibriranimi M5 numeričnimi modeli smo dobili zelo učinkovito računalniško orodje za načrtovanje in optimiranje mikro potisnih motorjev druge generacije, ki omogočajo zelo natančno vodenje satelitov med daljinskim zaznavanjem in letenjem v formacijah.

Poleg rezultatov na pogonskem sistemu smo izdelali ostale podporne sisteme, ki omogočajo izjemno natančno analizo toplotnih in mehanskih analiz na različnih podsistemih mikro/nano satelitov. Izjemno pomembni so rezultati, kjer imamo možnost optimiranja toplotnih pojavov v kombinaciji z mehanskimi lastnostmi naprednih materialov. Z inverznimi analizami laboratorijskih testov smo sedaj sposobni identificirati najvplivnejše M5 parametre, kar nam omogoča hitro in učinkovito prilagajanje podsistemov na vesoljsko okolje. Tako zasnovani mikro in nanosatelitski sistemi omogočajo izjemno nizko porabo energije in s tem cenejše oziroma daljše znanstvene in aplikativne vesoljske misije.

ANG

In this project numerical tools for the most advanced M5 computer aided analyses of components and subsystems have been developed for micro and nano-satellites which are one of the fastest growing high-tech areas within the space technology sector. The new M5 models are enabling scientifically sound optimisation of advanced materials, integrated structures, thermal subsystems and actuators based on micropropulsion technologies.

The importance of the research achievements can be illustrated by the example of micro propulsion system which we believe will have the strongest S&T impact on the research of MEMS micro propulsion systems. We have developed computational methods to analyse very complex interactions of scale dependent phenomena in MEMS micro thrusters. The method enables optimisation of design parameters for cold and hot gas MEMS micro thrusters.

The results of the numerical model were compared with laboratory measurements of micro thrusters made by the Swedish company NanoSpace in collaboration with the centre of excellence SPACE-SI. With the calibrated M5 numerical models we have obtained a very efficient tool for computer aided design and optimisation of micropropulsion systems of second generation that enable very accurate control of the satellites during remote sensing and formation flying missions.

In addition to the M5 modelling of micropropulsion systems several other supporting systems have been developed to enable high precision analysis of heat transfer and mechanical analysis on different subsystems of the micro-nano satellites. The most important are the results of the optimization of heat transfer in a combination with the mechanical properties of advanced materials. With inverse analyses we are now able to identify the most influential M5 parameters in order to efficiently adjust satellite subsystems to the space environment. The micro and nano satellite systems designed in this way are enabling very low energy and propellant consumption and therefore lower cost or longer duration scientific and applied space missions.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Projekt se ukvarja z razvojem vesoljske tehnologije, in sicer s segmentom, ki v Sloveniji do sedaj kljub potencialu še ni razvit. Diseminacija rezultatov projekta na konferencah, sejnih in tudi mednarodnih revijah so domača podjetja in raziskovalce postavili na raven najbolj razvitih držav, vključno s svetovnimi velesilami. Znanje, pridobljeno v projektu bo omogočilo izstrelitev in uporabo domačega satelitskega sistema, kar bi postavilo našo državo pred države v regiji. Pomemben je tudi prispevek projekta v luči aktivnosti povezovanja s tujimi vesoljskimi organizacijami, še posebej Evropsko Vesoljsko Agencijo (ESA). Ne smemo zanemariti tudi razvoja kadrov, ki bodo sposobni delovati na najbolj tehnološko dovršenih področjih vesoljske tehnologije ter aktivacijo interesa za študij naravoslovnih in tehniških ved med mladimi, saj bodo tehnološka arhitektura in možnosti za sprejem, distribucijo in obdelavo podatkov s tako zasnovane platforme izrazito odprti.

Posredne korist vključevanja v vesoljske raziskave in razvoj so v Sloveniji že vidne v primeru podjetja C3M. Ob iskanju strateške pozicije na področju virtualnega modeliranja je to malo visoko-tehnološko podjetje navezalo koristne stike s celo vrsto institucij in posameznikov, ki vključujejo načrtovalce misij, satelitske systemske inženirje, dobavitelji sistemov in podsistemov, specialisti s področij komunikacijskih tehnologij, upravljavce zemeljskih sprejemnih postaj, ponudnike podatkov daljinskega zaznavanja itd. Prav mreža stikov, ki jo je podjetje gradilo več kot pol desetletja je podjetju C3M omogočila, organizacijo kakovostne

delavnice z udeleženci iz vodilnih evropskih institucij. S tem je odprlo prostor za navezavo strateških povezav tudi drugim raziskovalcem in inženirjem v Sloveniji. Na ta način so se z vstopom na en segment področja vesoljskih raziskav odprle nove priložnosti tudi na drugih komplementarnih področjih.

Poleg tega je stik med C3M in razvijalci Lapan TUBSAT satelita iz Tehniške univerze v Berlinu omogočil prvi satelitski interaktivno vodeni prelet slovenskega ozemlja z zajemanjem podatkov daljinskega zaznavanja na področju Kopra z okolico. Ta odličen primer okretnega satelita za daljinsko zaznavanje jasno kaže sposobnosti, ki jih lahko dosežemo z novimi tehnologijami mikro satelitskih tehnologij, hkrati pa je tudi primer za informiranje uporabnikov v regiji o potencialu, ki ga sodobne mikro satelitske tehnologije prinašajo v prihodnosti na področja kot so:

- opazovanje vegetacije in njenih sprememb v različnem časovnem obdobju (sezonsko, večletno),
- napovedovanje stanja pridelkov v kmetijstvu in opazovanje posledic suše,
- spremljanje stanja gozdov, zaraščanja in zmanjševanja njihovega obsega,
- opazovanje vpliva človekove dejavnosti na vegetacijo,
- ocenjevanje ekološke škode,
- spremljanje urbanih površin,
- opazovanje legalnih in nelegalnih odlagališč odpadkov,
- izdelavo modelov višin oziroma reliefa,
- kartiranje, izdelavo topografskih in tematskih kart,
- opazovanje kopenskih in morskih voda, opazovanje poplav,
- opazovanje naravnih nesreč,
- hitro kartiranje,
- oceno škode,
- znanstvene misije,
- izobraževanje,
- obramba.

V tem projektu smo razvili M5 virtualne modele za uporabo v vesoljskih mikro-nano tehnologijah, ki omogočajo spremljanje različnih parametrov v mikro in nano satelitih. Vsi iskani parametri imajo velik vpliv na ekonomski in okoljski faktor naše družbe.

ANG

The project deals with the space technology development in a segment not yet developed in Slovenia despite a large identified potential. Dissemination of the results on conferences, fairs and international journals promoted local enterprises and researchers and elevated them the level of the most developed countries, including world superpowers. Knowledge acquired in the project has enabled development of a national satellite system positioning Slovenia in front of the countries in the region. An important aspect is related to association with foreign space agencies, especially the European Space Agency (ESA). We should also not neglect the evolution of research specialists, capable of operating in the most technologically proficient areas of space technology and the activation of interest for the studies of natural sciences and technology among the younger population, since the technological architecture and the possibilities of reception, distribution and processing of data from such a platform will be open and available.

The indirect benefits of entering space RTD activities are already evident in Slovenia by the example of C3M. When this high-tech SME started to look for strategic positioning of the company in the area of virtual modelling, it established many valuable contacts in general areas of micro and nano satellites including advanced mission operators, satellite system engineers, subsystem and payload providers, communication technology specialists, ground station operators, remote sensing data providers etc. With their network that was built over half of decade, C3M was in position to organise a high quality workshop with leading EU institutions and therefore support other scientists and engineers in Slovenia to efficiently establish their strategic links. Thus, entering the space arena in one area enabled accelerated developments in other complementary areas.

Furthermore, through the contacts that were established between C3M and the developers of Lapan TUBSAT from Technical University of Berlin it became possible on 25.6.2008 to perform first interactively navigated space flight over Slovenia with the remote sensing targets in the area of Koper and its surrounding. This excellent example of agile remote sensing clearly showed capabilities that can be achieved by newly emerging micro satellite technologies and served as demonstration case to inform prospective end-users in the region about the



potentials that the novel micro satellite technologies can bring in the future to the following application areas:

- monitoring of vegetation and its development through time (seasonal, yearly),
- agricultural crop estimation and drought effects observation,
- monitoring of forest state, overgrowing and clearings,
- observation of human activity impact on vegetation,
- assessment of environmental damage,
- monitoring of urban development,
- observation of legal and illegal waste dumps,
- production of digital elevation or relief models,
- mapping, production and rapid updating of topographic and thematic maps,
- observation of land and maritime waters, floods,
- natural and human disasters,
- damage assessment,
- scientific missions,
- education,
- defence.

Thus, the M5 virtual models developed in this project strongly support the development of micro-system technologies that will enable cost effective monitoring of several parameters that have strong economic and environmental impact on our society.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**  
**Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih

<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


**12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**  
**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
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="text"/>	<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 checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input 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 zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
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"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

--

**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>**

	Sofinancer		
1.	Naziv	C3M d.o.o. Center za računsko mehaniko kontinuuma	
	Naslov	Vandotova 55, SI-1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	54.795,28	EUR

Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Izdelava primerjalnega okolja za analizo različnih odzivnih parametrov na mikro in nano satelitih.	F.01
	2.	Izdelava numeričnega okolja za virtualno analizo odzivnih parametrov na mikro in nano satelitih.	F.06
	3.	Implementacija najnovejših znanstvenih dosežkov iz akademskih raziskav v industrijsko okolje za industrijsko uporabo.	F.03
	4.		
	5.		
Komentar	Glavni cilj sofinancerja je bil implementacija najnovejših akademskih dosežkov s področja raziskav M5 numeričnih modelov na razvoj mikro in nano satelitov v vesoljski industriji. Razvit je bil sistem numeričnih orodij za M5 analize odzivnih parametrov pogonskih, strukturnih in termalnih podsistemov za mikro in nano satelite. Razvita orodja omogočajo hitro in mnogo cenejše načrtovanje malih satelitov ter odlično podporo inverznim eksperimentalnim metodam.		
Ocena	Sofinancer je v tem projektu pridobil pomembna znanja in izkušnje s področja analiz, načrtovanja mikro in nano satelitov. V okviru projekta so bili objavljeni znanstveni raziskovalni dosežki v mednarodnih revijah, kot tudi v obliki predstavitev na mednarodnih konferencah, kjer so se stkale nove povezave v svetu industrije mikro in nano satelitov. Sofinancer je skozi projekt postavil svoje ime na vidno mesto zemljevida industrije mikro in nano satelitov in tako doprinesel k sinergičnim učinkom razvoja in raziskav na področju mikro in nano satelitov.		

#### 14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>

##### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

V okviru projekta je bila razvita napredna numerična metoda za določanje potiska mikro potisnega motorja. Problem dosedanjih računskih metod je bil, da so vsebovale približne metode za določanje pogojev na izhodu šobe mikro potisnega motorja. Po naši metodi pa natančno sledimo širjenju plina v prazen prostor. Tako lahko vseskozi z veliko zanesljivostjo določamo vrednosti tlaka in hitrosti na odprtem robu računske domene in s tem natančno izračunamo prehodne pojave znotraj domene.

Rezultate numeričnih analiz je uporabilo švedsko podjetje NanoSpace, ki v sodelovanju s centrom odličnosti Vesolje-Si razvija MEMS mikropotisne aktuatorje za nanosatelite iz družine CubeSat. Aktuatorji nove generacije bodo uporabljeni v mednarodni misiji QB50, kjer bo satelit Estelle, ki ga skupaj razvijamo raziskovalci iz Estonije, Latvije, Švedske in Slovenije, letel v formaciji s finskim satelitom Aalto-2.

##### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

V projektu M5 modeliranje tehnologij in uporabe mikro in nano satelitov so bili razvita temeljna orodja za načrtovanje in optimiranje malih satelitov nove generacije, kar je razvojno raziskovalni skupini omogočilo številne družbeno-ekonomske dosežke:

- prodor slovenskega podjetja C3M na področja vesoljskih tehnologij
- sodelovanje z vodilnimi tujimi podjetji: NanoSpace, SSC, OHB, BST, etc.
- dvig tehnološke ravni na Naravoslovnotehniški fakulteti
- prenos rezultatov raziskav v pedagoški proces (zanimivejši praktični primeri na vajah)
- povečano zanimanje študentov za študij teoretičnih in visokotehnoloških problemov
- ustanovitev Centra odličnosti Vesolje, znanost in tehnologije ([www.space.si](http://www.space.si))

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani,  
Naravoslovnotehniška fakulteta

Tomaž Rodič

### ŽIG

Kraj in datum: 

Ljubljana	28.3.2013
-----------	-----------

### Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/166

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

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

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

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

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

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

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

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000



znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</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>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00  
5E-9F-A8-A7-42-49-6D-EF-31-B5-E8-83-23-64-7C-32-3C-D0-7A-65

