

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/102

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J2-1221
<b>Naslov projekta</b>	Nanostrukturirani magnetoelektrični in multiferoični sistemi
<b>Vodja projekta</b>	11991 Matjaž Valant
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4.170
<b>Cenovni razred</b>	D
<b>Trajanje projekta</b>	02.2008 - 01.2011
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1540 Univerza v Novi Gorici
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RIR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

#### 1.1. Družbeno-ekonomski cilj<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	06.
<b>Naziv</b>	Industrijska proizvodnja in tehnologija

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

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

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

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

Multi-funkcijski materiali se odzivajo na več kot samo en zunanji signal. V okviru tega projekta smo raziskovali multiferoične sisteme, v katerih sta sklopljena dva ali več feroidnih stanj kot na primer dipolna polarizacija in magnetizem. Multiferoični materiali odražajo vrsto različnih učinkov ter so uporabni na zelo različnih tehnoloških področjih. Imajo tudi povsem specifične lastnosti kot je medsebojna sklopitev elektro-magnetnih, elektro-elastičnih in elektro-optičnih lastnosti. Ob tem pa se pojavlja velika potreba po nadaljnjih raziskavah, ki bi bolje povezale makroskopske učinke z dogajanjem na atomski ravni (strukturni defekti, nanometrijska struktura na domenskih stenah, napetost in deformacija v epitaksialnih filmih itd).

Kljub velikemu tehnološkemu zanimanju za multiferoike, ki omogočajo ME fazno kontrolo, raziskave do danes še niso pripeljale do enofaznega materiala, ki bi imel ME učinek zadosten za praktično uporabo. Mnogo bližje temu cilju so ME kompozitni materiali. Razlog za to je v zelo majhnem številu enofaznih multiferoikov in v dejstvu, da jih samo nekaj med njimi izkazuje ME sklopitev pri sobnih temperaturah. Obstajajo pa tudi problemi z drugimi funkcionalnimi lastnostmi teh materialov, kot na primer visoka prevodnost ali visoke dielektrične izgube, kar nadalje onemogoča njihovo praktično uporabo. V okviru tega projekta želimo razviti kompozitne ME tanke filme, ki bodo omogočali večji izbor feroelektričnih in feromagnetnih komponent in tako zagotovile večjo fleksibilnost pri optimizaciji lastnosti. Takšne umetne nadstrukture bomo izdelali kot večplastne tanke filme z izmenjujočimi se feroelektričnimi in feromagnetnimi plastmi. Takšen sistem visokoperiodičnih nano-plasti lahko obravnavamo kot enofazen sistem, ki ga kristalografsko opišemo s nadstrukturno osnovno celico. Pri multiferoikih v obliki epitaksialnih tankih filmov se lahko izognemo velikemu številu mikrostrukturnih problemov, ki se pojavljajo v keramiki prav tako pa tudi strukturnim defektom in kompozicijskim gradientom. Preko modifikacije sestave tarče je omogočena kemijska substitucija ob tem pa natančna kontrola parametrov kot so mrežne napetosti, debelina filma in nivo substitucije omogoča izdelavo filmov z bistveno bolj ciljanimi lastnostmi. Tako kot je bilo načrtovano se je projekt začel z vzporednimi raziskavami na različnih raziskovalnih vsebinah povezanih s sintezo heterogenih multiferoičnih tankih filmov.

Kot potencialni kandidat za magnetno komponento v magnetoelektričnih kompozitih se v zadnjih časih  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tanki filmi intenzivno raziskujejo. To se dogaja predvsem zaradi izredno visoke magnetostrikcije, ki pa je pomembna za magnetoelektrično sklopitvanje. Zaradi tega so  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tanki filmi, še posebej epitaksialni filmi z dobro elastično sklopitvijo med plastmi, tehnološko izredno zanimivi. V literaturi se pojavljajo zelo različni podatki o magnetnih lastnostih takšnih  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  filmov in zgleda, kot da je težko sintetizirati te vrste filmov z reproducibilnimi lastnostmi. Raziskovalci se strinjajo, da imajo pogoji rasti filma in kasnejšega termičnega anilanja ključen vpliv na lastnosti filma, vendar pa natančni mehanizmi, ki te učinke povzročajo, niso znani. Mi smo izvedli sistematično raziskavo teh odvisnosti s posebnim poudarkom na vplivu termičnega anilanja na magnetne lastnosti  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tankih filmov gojenih z metodo laserske depozicije (PLD). Vpliv naknadne termične obdelave je pomemben saj ima  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  zelo fleksibilno strukturo, ki jo lahko zlahka modificiramo bodisi z ionsko difuzijo ali napetostjo. Na primer, porazdelitev Co in Fe kationov po strukturi tega inverznega spinela direktno določuje njegove magnetne lastnosti filmov. Da bi natančno ugotovili vplive na porazdelitev kationov v tankem  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  filmu smo raziskovali magnetne lastnosti epitaksialnih  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  tankih filmov kot funkcijo termične obdelave v kisikovo atmosferi. Vsi nanešeni filmi so pred termično obdelavo izkazovali enake magnetne lastnosti z  $M_s$  približno 50% maksimalne vrednosti ( $80 \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ ). Po termični obdelavi se je  $M_s$  spremenil kot posledica kristalografskega prestrukturiranja. Kationsko urejanje v 100nm filmu zmanjša  $M_s$  medtem ko ga reoksidacija poveča. 13nm film doseže maksimalen  $M_s$ .

Pri še tanjših filmih kvantni efekt zmanjša  $M_s$ . Pokazali smo, da je kinetika re-oksidacije kristalne strukture takšnega filma med anilanjem močno odvisna od debeline filma. Študija nam je omogočila, da smo predlagali metodo za sintezo tankih epitaksialnih filmov  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  z magnetizacijo, ki je enaka magnetizaciji kristala  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

Študije smo nadaljevali z raziskavami vpliva različnih substratov na magnetne lastnosti. Uporabili smo štiri različne substrate  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{LaAlO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$  in  $\text{MgO}$ , orientirane v  $\langle 001 \rangle$  smeri. Mrežno neujemanje s spinelno strukturo naša od -10.7% do +0.4% (glede na polovico  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  celice) in posledično pričakujemo različne koncentracije strukturnih nepravilnosti kot so dislokacije in napetosti. To smo natančno dokazali z rentgenskimi difrakcijskimi analizami in visoko-ločljivostnim transmissijskim mikroskopom. Analize magnetnih lastnosti so pokazale na izrazit vpliv substrata. Filmi nanešeni na  $\text{SrTiO}_3$  so kazali nasičeno magnetizacijo, ki je podobne magnetizaciji monokristala ( $80 \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ ) medtem, ko smo za druge substrate izmerili bistveno nižjo magnetizacijo: 66% od optimalne vrednosti za  $\text{LaAlO}_3$  in 50% za  $\text{BaTiO}_3$  in  $\text{MgO}$ . Ugotovili smo tudi, da ima substrat vpliv samo na magnetizacijo saj so izmerjene koercitivnosti zelo podobne.

Naši zaključki tega sklopa raziskav kažejo na to, da navkljub strukturnemu neujemanju med substratom in filmom,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  filmi rastejo epitaksialno v  $\langle 001 \rangle$  orientaciji. Vsekakor pa ima substrat vpliv na način rasti, ki je večinoma tipa Stranski-Krastanov. Z natančno AFM analizo smo opazili različne velikosti granul. Napetosti med nalaganjem se relaksirajo s tvorbo granul in dislokacij. Razsežnost dislokacij je različna in odvisna od stopnje strukturnega neujemanja.

Eno od najpomembnejših odkritij znotraj tega projekta je odkritje auksetičnega obnašanja epitaksialnih tankih filmov  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ . V funkcionalnih oksidnih materialih je tako imenovano auksetično obnašanje ekstremno redko. Mi smo ga odkrili v spinelni strukturi  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ . Dimenzije osnovne celice epitaksialnega tankega filma  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ , ki je podvržen kompresijski aksialni napetosti, se skrčijo v vseh smereh, tudi transverzalni, s Poissonovim razmerjem -0.85. V spinelni strukturi smo identificirali gibljivo rešetko z mehanizmom zapiranja, ki omogoča negativno Poissonovo razmerje. Opažen pojav pomebno vpliva na funkcionalne lastnosti  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  in omogoča konstrukcijo novih tipov nano-naprav.

V zaključnem delu naših raziskav smo se osredotočili na  $\text{BaTiO}_3$  substrat, ki predstavlja končni cilj naših raziskav. Piezoelektričnost  $\text{BaTiO}_3$  naj bi zagotavljala njegovo aktivno vlogo ter tako bistveno zmanjšala negativen vpliv spenjanja substrata in filma na magnetoelektrično sklopitev.  $\text{BaTiO}_3$  zagotavlja zelo ustrezen atomističen sklad za nalaganje  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  filma ob tem pa začetni izračuni kažejo, da bi substrat debeline 0.3mm zagotovil dovolj piezoelektrične mehanske napetosti za preklon magnetnih domen.  $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{BaTiO}_3$  filmi so epitaksialni vendar smo do sedaj v vseh primerih zaznali znižanje magnetizacije. To je presenetljivo saj analogni filma nanešeni na  $\text{SrTiO}_3$  tega ne kažejo. Zaradi tega smo večino naših trenutnih raziskav posvetili študiju kontaktne ravnine med  $\text{BaTiO}_3$  substratom in  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  filmov. To je zelo pomembno saj je magnetoelektrična sklopitev teoretično najmočnejša v sistemu z idealno kontaktno ravnino. Članki o tem segmentu raziskav so v pripravi.

Pri raziskavah multifunkcijskih materialov so izredno pomebne vse lastnosti, ki jih lahko aktiviramo z določenim zunanjim impulzom. Pri multiferoikih je zunanji impulz v velikih primerih električno polje, ki lahko poleg sprememb v magnetizaciji sproži tudi kalorične

efekte. Ti potem dodatno vplivajo na dinamiko kristalne rešetke in zaradi tega jih moramo natančno poznati. To je bil razlog, da smo začeli razvijati teorijo elektrokaličnega efekta, ki te kalorične spremembe natančno pojasnjuje in kvantitativno opisuje. Razvili smo mikroskopsko teorijo elektrokaličnega (EC) efekta, ki povezuje spremembe v entropiji dielektrikov s polarizacijo dipolov in velikostjo EC efekta. Ta teoretični model opisuje vse najpomembnejše lastnosti, ki jih lahko opazimo pri eksperimentalnem študiju, in daje tudi zelo natančno sliko o odvisnosti EC efekta od jakosti električnega polja. Osnovni principi teorije dajejo izhodišča za teoretične študije ostalih dielektrikov in za razvoj EC materialov z boljšim EC efektom. Čeprav gre le za teoretično študijo je zanimiva ne samo za fizike ampak za vse raziskovalce iz področja znanosti o materialih oziroma okoljskih tehnologijah. Razlog za to je v tem, da teorija trdne temelje za razvoj novih materialov prav tako pa za razumevanje novih učinkov multifunkcijskih sistemov kot so heterogeni multiferoični filmi.

Raziskave smo nadaljevali s študijem potencialnih piezoelektričnih komponent, ki bi jih lahko uporabili v naših heterogenih tankih filmih. Opravili smo študijo sinteze, sintranja in mikrovalovnih dielektričnih lastnosti enofazne  $\text{KTaO}_3$  keramike. Naš namen je bil sintetizirati  $\text{KTaO}_3$  keramiko z višji relativno gostoto, ko je bila dosežena do sedaj in nato raziskati mikrovalovne dielektrične lastnosti do kriogenih temperatur. Ti rezultati nam dajejo vpogled v mikroskopske relaksacijske procese, ki so povezani z kristalografskimi defekti v tem materialu. Natančno razumevanje reakcijskega mehanizma  $\text{KTaO}_3$  je bilo potrebno za sintezo tega materiala in zagotavljanje visoke sinterabilnosti. Mi smo pokazali, da lahko pripravimo enofazen  $\text{KTaO}_3$  s sintezo pri  $900^\circ\text{C}$ . In takšen prah posintramo pri  $1340^\circ\text{C}$  v 1h s pomočjo 5% prebitka kalija do 85% relativne gostote. Našli smo natančno ravnovesje pri procesu sintranja, ki omogoča popolno izparevanje prebitnega kalija ob tem, da se ne pojavi primanjkljaj in formiranje sekundarnih faz. Tako dobimo gosto enofazno keramiko  $\text{KTaO}_3$ . Daljši časi sintranja oziroma višje temperature povzročajo povečane izgube kalija in formiranje  $\text{K}_6\text{Ta}_{10,8}\text{O}_{30}$  s kristalno strukturo volframove bronz. Mikrovalovne dielektrične lastnosti tega materiala smo analizirali v temperaturnem intervalu od 15K do sobne temperature. Dielektričnost pri sobni temperaturi znaša 177, Qxf faktor 2900GHz in temperaturni koeficient dielektričnosti - 450 ppm/K (3.6GHz). Nizkotemperaturna analiza daje vpogled v mikroskopske relaksacijske procese, hkrati pa nam tudi omogočajo neposredno primerjavo z ustreznimi monokristali in epitaksialnimi filmi.

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

Raziskovalni cilji tega projekta so v celoti realizirani. Celo več, potek raziskav je privedel do nekaj novih rezultatov in odkritij, ki jih nismo pričakovali. Posebej bi omenil razvoj EC teorij in odkritje auksetičnega obnašanja. Nekateri članki so trenutno še v objavi nekatere pa še pripravljamo tako, da bo se bi bibliografski izkaz tega projekta še povečal po njegovem koncu.

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

ni bilo sprememb

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

Znanstveni rezultat

1.	Naslov	SLO	Mikroskopska teorija elektrokaličnega efekta v paraelektrični fazi kalijevega dihidrogen fosfata
		ANG	Microscopic theory of the electrocaloric effect in the paraelectric phase of potassium dihydrogen phosphate
	Opis	SLO	Pri raziskavah multifunkcijskih materialov so izredno pomembne vse lastnosti, ki jih lahko aktiviramo z določenim zunanjim impulzom. Pri multiferroikih je zunanji impulz v velikih primerih električno polje, ki lahko poleg sprememb v magnetizaciji sproži tudi kalorične efekte. Ti potem dodatno vplivajo na dinamiko kristalne rešetke in zaradi tega jih moramo natančno poznati. To je bil razlog, da smo začeli razvijati teorijo elektrokaličnega efekta, ki te kalorične spremembe natančno pojasnjuje in kvantitativno opisuje.
		ANG	During a research on multifunctional materials all functional properties that can be triggered with external stimulus are of vital importance. When considering multiferroics the external stimulus is mainly the electric field, which in addition to the changes in magnetization also induces caloric effect. In turn, this effect generates changes in lattice dynamics, therefore, we need to precisely understand it. This was our motivation to develop the theory of electrocaloric effect, which accurately describes and enables a quantitative calculation of the effect.
	Objavljeno v		DUNNE, Lawrence J., VALANT, Matjaž, MANOS, George, AXELSSON, Anna-Karin, ALFORD, Neil McN. Microscopic theory of the electrocaloric effect in the paraelectric phase of potassium dihydrogen phosphate. Appl. Phys. Lett., 2008, vol. 93, no. 12, str. 122906-1-122906-3 IF=3.726
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		1002235	
2.	Naslov	SLO	Kvantitativna analiza napetosti in mehanizma rasti epitaksialnega CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> tankega filma nanešenega s metodo pulzirajočega lasera
		ANG	Quantitative strain analysis and growth mode of pulsed laser deposited epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> thin films
	Opis	SLO	Izvedli smo mikrostrukturne raziskave epitaksialnih tankih filmov CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> nanešenega z pulzirajočim laserjem na monokristalni substrat SrTiO <sub>3</sub> . Kvantitativno smo analizirali mikroskopski mehanizem kompenzacije strukturnega neujemanja in mehanizma rasti filma. Z HR transmisijsko mikroskopijo smo uspeli določiti, da večinoma kompenzacija v filmu poteka preko formiranja robnih dislokacij v smeri (400). Mehanizem rasti se spremeni od začetnega plastne do otočne rasti.
		ANG	A microstructural investigation of epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> films grown by pulsed laser deposition on single crystal SrTiO <sub>3</sub> substrates was performed. We quantitatively analysed the microscopic mechanisms for structural mismatch compensation and the mode of the film growth. Quantitative high-resolution transmission electron microscopy showed that most of the compensation occurs by formation of (4 0 0) edge dislocations in the film. The growth mode changes from layer-by-layer growth to island growth.
	Objavljeno v		AXELSSON, Anna-Karin, AGUESSE, Frederic, SPILLANE, Liam, VALANT, Matjaž, MCCOMB, David, ALFORD, Neil McN. Quantitative strain analysis and growth mode of pulsed laser deposited epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> thin films. Acta Mater., 2011, vol. 59, no. 2, str. 514-520.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		1751035	
3.	Naslov	SLO	Kemija termične obdelave epitaksialnih CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> tankih filmov
		ANG	Chemistry of post-annealing of epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> thin films
	Opis	SLO	Raziskovali smo magnetne lastnosti epitaksialnih CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> tankih filmov kot funkcijo termične obdelave v kisikovo atmosferi. Vsi nanešeni filmi so pred termično obdelavo izkazovali enake magnetne lastnosti z M <sub>s</sub> približno 50% maksimalne vrednosti. Po termični obdelavi se je M <sub>s</sub> spremenil kot posledica kristalografskega prestrukturiranja. Kationsko urejanje v 100nm filmu zmanjša M <sub>s</sub> medtem ko ga reoksidacija poveča. 13nm film doseže maksimalen M <sub>s</sub> . Pri še tanjših filmih kvantni efekt zmanjša M <sub>s</sub> .
			We studied the magnetic properties of epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> films as a function of oxygen post-annealing and film thickness. All as-deposited films exhibited

			similar magnetic properties with Ms of approximately 50% of the bulk saturated magnetization (Ms). After the post-annealing the Ms changed as a consequence of crystallographic restructuring of the film. Cation ordering in 100nm thick films reduced Ms, whereas re-oxidation increased Ms for thinner films. 13nm films, annealed for 1h, reached the bulk Ms. For even thinner films the quantum-size effect reduced Ms.
	Objavljeno v		AXELSSON, Anna-Karin, VALANT, Matjaž, FENNER, Laura, WILLS, Andrew S., ALFORD, Neil McN. Chemistry of post-annealing of epitaxial CoFe [sub] 20 [sub] 4 thin films. Thin solid films. [Print ed.], 2009, vol. 517, no 13, str. 3742-3747 IF=1.884
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1751035
4.	Naslov	SLO	Elektrokalični efekt v feroelektričnem monokristalu Pb(Zn <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> )O <sub>3</sub> -PbTiO <sub>3</sub>
		ANG	Electrocaloric effect in a ferroelectric Pb(Zn <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> )O <sub>3</sub> -PbTiO <sub>3</sub> single crystal
	Opis	SLO	Elektrokaličen efek v monokristalu 0.92PbZn <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> O <sub>3</sub> -0.08PbTiO <sub>3</sub> smo merili z direktno kalorimetro tehniko kot funkcijo temperature vzorca in jakosti električnega polja. Temperatura, pri kateri elektrokaličen efekt kaže svoj maksimum, sovpada z feroelektričnim prehodom. Predstavili smo teoretičen opis, ki temelji na teoriji srednjega polja in daje zadovoljivo ujemanje z eksperimentalnimi rezultati.
		ANG	The electrocaloric effect in a 0.92PbZn <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> O <sub>3</sub> -0.08PbTiO <sub>3</sub> single crystal was measured by a direct calorimetric technique as a function of sample temperature and electric field. The temperature of the maximum electrocaloric effect was found to coincide with the ferroelectric transition temperature. We present a theoretical description based on mean-field theory that gives a satisfactory description of the temperature and electric field dependence of the experimentally observed electrocaloric effect.
	Objavljeno v		VALANT, Matjaž, DUNNE, Lawrence J., AXELSSON, Anna-Karin, ALFORD, Neil McN., MANOS, George, PERÄNTIE, Jani, HAGBERG, Juha, JANTUNEN, Heli, DABKOWSKI, Antoni. Electrocaloric effect in a ferroelectric Pb(Zn <sub>1/3</sub> Nb <sub>2/3</sub> )O <sub>3</sub> -PbTiO <sub>3</sub> single crystal. Phys. Rev., B, Condens. Matter Mater. Phys., 2010, vol. 81, no. 21, str. 214110-1-214110-5
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		1495291	
5.	Naslov	SLO	Molekularno auksetično obnašanje epitaksialnega tankega filma Co-ferita
		ANG	Molecular auxetic behavior of epitaxial Co-ferrite spinel thin film
	Opis	SLO	V funkcionalnih oksidnih materialih je tako imenovano auksetično obnašanje ekstremno redko. Mi smog a odkrili v spinelni strukturi CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> . Dimenzije osnovne celice epitaksialnega tankega filma CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , ki je podvržen kompresijski aksialni napetosti, se skrčijo v vseh smereh, tudi transverzalni, s Poissonovim razmerjem -0.85. V spinelni strukturi smo identificirali gibljivo rešetko z mehanizmom zapiranja, ki omogoča negativno Poissonovo razmerje. Opažen pojav pomembno vpliva na funkcionalne lastnosti CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> in omogoča konstrukcijo novih tipov nano-naprav.
		ANG	: In functional oxide materials the so called molecular auxetic behavior is extremely rare. We discovered it in CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> spinel structure. The CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> epitaxial thin film under compressive axial strain reduces its cell dimensions also in the transverse direction with a Poisson's ratio of -0.85. We identified the hinge-like honeycomb network in the spinel structure that is responsible for the negative Poisson's ratio. The observed phenomenon importantly affects functional properties of CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> and enables a construction of a new class of nano-devices.
	Objavljeno v		VALANT, Matjaž, AXELSSON, Anna-Karin, AGUESSE, Frederic, ALFORD, Neil McN. Molecular auxetic behavior of epitaxial co-ferrite spinel thin film. Adv. Funct. Mater., 2010, vol. 20, no. 4, str. 644-647 IF=6.808
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		1382651	

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

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Alternativne tehnike ohlajanja
		ANG	Alternative cooling techniques
	Opis	SLO	V tem strokovnem članku smo naredili pregled hladilnih tehnik, ki se danes pojavljajo in razvijajo kot alternativa klasičnemu kompresorskemu ohlajanju. Te metode so sorpcijska, magnetokaloriki, elektrokoloriki in termoelektriki.
		ANG	In this technical paper we review the cooling techniques that currently are under development as an alternative to conventional compressor based cooling. These are sorption method, magnetocalorics, electrocalorics and thermoelectrics.
	Šifra	B.06 Drugo	
	Objavljeno v	VALANT, Matjaž. Alternativne tehnike ohlajanja. Življ. teh., 2008, letn. 59, št. 4, str. 47-53	
	Tipologija	1.04 Strokovni članek	
	COBISS.SI-ID	866043	
2.	Naslov	SLO	Mirostrukturne posebnosti epitaxialnih CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> tankih filmov
		ANG	Microstructural peculiarities of epitaxial CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> thin films
	Opis	SLO	V vabljenem predavanju smo opisali naše raziskave na CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> tanki filmi. Kristalografska analiza je pokazala dobro epitaksičnost navkljub velikemu strukturnemu neujemanju. Z AFM smo na vseh filmih zaznali, da je površina zelo gladka, s povprečno grobstvo pod 3nm. Ta nanogranularna površinska topografija z 20-50nm granulami je posledica otočkovnega mehanizma rasti. Naknadna termična obdelava poveča granule in kaže na to, da potekajo difuzijski procesi. Kompresijske napetosti v filmi povzročijo zmanjšanje osnovne celice v vseh treh kristalnih smereh
		ANG	In the invited lecture we talked about our research on CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> films. Crystallographic analysis of the films revealed excellent epitaxy despite a large lattice mismatch. A very low surface roughness, below an average of 3nm, was identified by AFM in all films. The nanogranular surface appearance with grain diameters from 20-50nm originates from a type of island-growth mechanism. The post-annealing increases the grain size indicating that some type of diffusion occurs during the post annealing. A compressive lattice strain causes the reduction in the unit cell in all three crystal directions.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
	Objavljeno v	VALANT, Matjaž, AXELSSON, Anna-Karin, ALFORD, Neil McN. Microstructural peculiarities of epitaxial CoFe [sub] 2 O [sub] 4 thin films. V: International Conference on Advanced Functional Materials, December 9-10, 2009, Thiruvananthapuram. Abstracts.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
	COBISS.SI-ID	1382139	
3.	Naslov	SLO	Uredništvo Knjige povzetk in zbornika Slovenska konferenca o materialih in tehnologijah za trajnostni razvoj
		ANG	Editor of Abstract Book and Proceedings of Slovenian Conference on Materials and Technologies for Sustainable Growth
	Opis	SLO	Knjiga povzetkov in zbornik je bila objavljena v okviru konference, ki je bila organizirana na Univerza v Novi Gorici, Konferenca je bila namenjena dveh problematikam razvoja materialov in tehnologij za trajnostni razvoj. Potekala je od 11. in 12. maja 2009. CD ROM je založila Založba Univerze v Novi Gorici. V publikaciji je bilo objavljenih 57 povzetkov in 21 zborničnih del.
		ANG	The Abstract Book and Proceedings was published in the frame of the conference that was organized by University of Nova Gorica. The programme of the conference included two topics of sustainable growth: development of materials and technologies. The conference was held from 11. to 12. of May 2009. the CD ROM was published by Založba Univerze v Novi Gorici. It contains 57 abstracts and 21 proceedings

	Šifra	C.07	Drugo uredništvo
	Objavljeno v	VALANT, Matjaž (ur.), PIRNAT, Urša (ur.). Slovenska konferenca o materialih in tehnologijah za trajnostni razvoj, Ajdovščina, 11.-12. maj 2009, Knjiga povzetkov. Zbornik. V Novi Gorici: Založba Univerze, 2009. 1 optični disk (CD-ROM), barve. ISBN 978-961-6311-55-7.	
	Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	245427712	
4.	Naslov	SLO	Mentorstvo pri magistrskem delu
		ANG	Supervision of a master thesis
	Opis	SLO	Mentorstvo magistrskega dela v katerem je kandidat analiziral energetske izkoristke tehnologij za pridobivanje in pretvorbo vodika. Te tehnologije so parni reforming ogljikovodikov, elektroliza in konverzija v gorilnih celicah
		ANG	Supervision of the master degree thesis, in which the candidate has analyzed the energy efficiency of technological processes for production and conversion of hydrogen. These technological processes are steam reforming of carbohydrates, electrolysis and conversion in fuel cells.
	Šifra	D.10	Pedagoško delo
	Objavljeno v	COTIČ, Dean. Analiza energetskih izkoristkov tehnologij za pridobivanje in pretvorbo vodika : magistrsko delo. Nova Gorica: [D. Cotič], 2010. XI, 65 str	
	Tipologija	4.00	Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID	1676283	
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

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

- Ustanovitev Laboratorija za raziskave materialov na Univerzi v Novi Gorici  
Leta 2009 se je po iniciativi in pod vodstvom prof. Valanta na Univerzi v Novi Gorici ustanovil Laboratorij za raziskave materialov. Laboratorij se v svojih temeljnih raziskavah usmerja v študij in razvoj novih okoljskih in funkcionalnih materialov. V svojem aplikativnem segmentu potekajo raziskave širše iz celotnega področja materialov in povezanih tehnologij ter tako sledijo potrebam lokalne in nacionalne industrije.  
Laboratorij je registriran s šifro raziskovalne skupine 1540-011

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

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

SLO

Znanstveni in tehnološki cilji tega projekta so bili zelo visoki in lahko, ob uspešnem zaključku projekta, predstavljajo enega od pomembnejših raziskovalno-razvojnih projektov na področju nanometrskim elektro-magnetnih interakcij v območju radiovalovnih frekvenc. Pričakujemo lahko tudi, da bodo imeli velik vpliv tudi na industrijo, ki jih lahko izrabi pri razvoju prihodnjih elektronskih komponent. Celoten projekt je bil usmerjen v generiranje novih znanj s področja elektronskih materialov in v morebitno kasnejšo aplikacijo teh inovativnih sistemov v industriji.

Tanki filmi s specifičnimi piezoelektričnimi, magnetnimi in multiferoičnimi lastnostmi, ki so bili raziskani v okviru tega projekta, so potencialno zelo pomembni sistemi za izboljšanje lastnosti cele vrste naprav delujočih v različnih frekvenčnih območjih. Razvoj in natančna karakterizacija ME sklopitvih lastnosti teh tankih filmov ima lahko velik vpliv na razvoj prihodnjih elektronskih



naprav. Novo znanje o več-funkcionalnih materialih, ki smo ga pridobili med potekom tega projekta, je razjasnilo celo vrsto soodvisnosti med (mikro)strukturo in funkcionalnimi lastnostmi, kar bo omogočilo prihodni načrtovan razvoj podobnih sistemov. To bo odprlo nove možnosti za sintezo in razvoj novih tipov nanostrukturiranih večfunkcionalnih tankih filmov ter tako tudi njihovo izrabljanje v širokem spektru elektronskih komponent.

ANG

The scientific and technological objectives of the proposed research and development were highly challenging. It has produced important results and new knowledge in the field of nanoscale electro-magnetic interactions at frequencies up to RF, and devices that can be exploited by industry in novel future electronic systems. It was oriented towards producing new knowledge and long-term innovation for industry.

Newly developed thin film materials such as piezoelectrics, magnetics and multiferroics hold great potential for improved functionality in devices in a wide range of frequencies, but are still in the critical stage of materials development. Accurate characterization of the ME coupling properties of these emerging materials can have a large impact on the development of future electronic systems. The new knowledge based on this type of multifunctional materials with tailored properties begins with an understanding of (micro)structure-tailoring methodology, control of the intrinsic properties, realistic material processing and fundamental physical models applicable to real systems. This would open new prospects in the nanotechnology-based production of multifunctional thin films for new products and processes targeting a wide range of applications.

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

SLO

Vsebina projekta je bila skladna z nacionalnim razvojno-raziskovalnim programom saj obravnava fundamentalne aspekte materialov, ki so potencialno pomembni za visokotehnološke proizvodne programe z visoko dodano vrednostjo. Poleg tega se vsebina projekta zelo dobro sklada z tretjim prioritarnim sklopom tega javnega razpisa, ki je omenjal raziskovanje novih materialov, novih proizvodnih postopkov, orodij in tehnologij;

Zaradi fundamentalno drugačnih principov delovanja naprav na osnovi ME komponent pričakujemo, da bi njihova uporaba v sodobnih elektronskih sistemih omogočila razvoj naprav nove generacije, ki bi po svojih funkcionalnih lastnostih bistveno prekašala današnje primerljive naprave. Tako predstavlja uspešen zaključek tega projekta pomemben dosežek v uporabi multiferroikov ne samo na področju ožje elektronske industrije ampak tudi širše. Na primer, pri razvoju sistemov za shranjevanje vse večjih količin podatkov in njihovo hitro branje oziroma zapisovanje je sklopitev električnega in magnetnega polja potencialno zelo zanimiva karakteristika. Umetne nadstrukture bi omogočale brisanje in branje podatkov, shranjenih v magnetnem zapisu, z električnim poljem, kar je mogoče samo v magnetoelektričnih sistemih.

Projekt je bil zelo interdisciplinaren in se je osredotočal na raziskave, ki so bile daleč pred obstoječim stanje na področju elektronskih materialov. Projekt je zahteva vključitev kemikov, fizikov in inženirjev, ki so morali izkazovati strokovnost na področjih kot so sodobne analitske metode in računske simulacije. Pričakujemo znaten neposreden vpliv naših raziskav preko sodelave z svetovno priznanimi raziskovalnimi partnerji, ki smo jo vzpostavili v sklopu tega projekta, preko znanstvenih publikacij in patentov, kar prispeva k pozitivni sliki o visokorazviti napredni državi, povečanega družbenega zanimanja za znanost in tehnologijo, možnosti interakcije domačih mladih raziskovalcev z njihovimi mednarodnimi vrstniki, pridobivanja strokovnosti, znanja in eksperimentalnih veščin z relevantnih področij znanosti...

ANG

The project content was harmonized with the National Research and Development Programme as it focused on the fundamental aspect of materials, which are potentially important for high-tech production programs with high added value. In addition, the project content fit in the thematic priorities of the public call - in its third priority theme that describes, the research of new materials, new production processes, tools and technologies.

Because of the fundamentally different principles of the devices based on ME components, it is expected that by applying them in modern electronic systems they can be changed in a way that their functional efficiency will be highly superior in comparison with today's systems. The successful outcome of the project represents an important contribution to the application of multiferroics not only in the field of special electronics but also in many other areas. For

instance, in the quest for ever-higher data densities, the manipulation of magnetic domains by means other than a magnetic field is of high technological interest. Artificial multiferroics would offer the possibility of setting or reading the magnetic state by means of a coexisting ferroelectric state, making use of the giant ME effect.

The project was highly interdisciplinary and it focused on research currently far beyond the state-of-the-art. It required involvement of chemists, physicists and engineers and expertise in sophisticated analytical techniques and computational simulations. We expect a significant indirect impact of our research in the terms of involvement with highly respected international research partners, that we established in the course of the project, scientific publications, which contribute to the positive image of a developed, high-tech country, increased scientific and technological awareness, possibility for the interaction between our young researchers and their international partners, gaining expertise, skills and knowledge from the relevant fields of science...

#### 10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	
<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
	<input type="text"/>

	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 upravljaljskih 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>	
	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**

**11. 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"/>	
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 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="text"/>	<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="text"/>	<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"/>	
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>	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

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

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
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

#### Podpisi:

Matjaž Valant	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Nova Gorica

12.4.2011

**Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/102**

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



<sup>2</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>3</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>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

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

FD-10-59-C0-25-63-9C-8B-81-DE-83-A2-DB-42-DA-BD-9E-CF-52-A1