

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/254

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-9721
Naslov projekta	Modeli za karakterizacijo kompozitov s feritnimi in drugimi feromagnetnimi vključki v mikrovalovnem frekvenčnem območju
Vodja projekta	19411 Vladimir Boštja Bregar
Tip projekta	Za Podoktorski projekt - aplikativni
Obseg raziskovalnih ur	2.550
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2008
Nosilna raziskovalna organizacija	2431 NANOTESLA INSTITUT - Razvojni center nanotehnologij na področju magnetnih materialov in kompozitov
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	11 Neusmerjene raziskave (temeljne)

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	Kolektor Magma d.o.o. (prej Iskra Feriti d.o.o.)
	Naslov	Stegne 29, 1521 Ljubljana
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

Pri razvoju materialov je ključna zmožnost analize lastnosti materiala, vendar pa ni vedno mogoče preiskati materiala v osnovni obliki in je potrebna priprava kompozitnega vzorca. Na osnovi analize efektivnih lastnosti takšnega kompozita ter znanih lastnosti matrice lahko izračunamo notranje lastnosti vključkov (polnila) ob poznavanju povezave med notranjimi lastnostmi vključkov in efektivnimi lastnostmi kompozita. Ravno tako je potrebno pri razvoju kompozitnih materialov optimirati sestavo za doseganje najboljših lastnosti, kar je mogoče ob napovedi

efektivnih lastnosti kompozita na podlagi znane sestave ter analitičnih modelov. Zaradi tega bi poznavanje modelov za povezavo med lastnostmi vključkov ter efektivnimi lastnostmi kompozitov bistveno pripomoglo k boljši in lažji karakterizaciji ter razvoju kompozitnih materialov. Takšni modeli naj bi omogočili tako določanje notranjih lastnosti vključkov iz izmerjenih efektivnih lastnosti kompozita, kot tudi analitično napovedovanje efektivnih lastnosti kompozita na podlagi znanih notranjih lastnosti elementov ali izmerjenih efektivnih lastnosti referenčnega kompozita. Zanesljiva določitev notranjih lastnosti iz izmerjenih efektivnih lastnosti kompozitov je posebno pomembno v mikrovalovnem frekvenčnem območju, kjer so lahko prisotne visoke magnetne izgube, ki do sedaj niso bile eksplicitno analizirane v analitičnih modelih. Glavni cilji predlaganega raziskovalnega projekta so izpeljava, prilagoditev ter analiza nekaterih najbolj uporabljenih analitičnih modelov za opis kompozitov s feromagnetnimi vključki; primerjava rezultatov teh modelov z eksperimentalnimi podatki z realnih kompozitov; raziskava uporabe analitičnih modelov za izračun notranjih lastnosti na podlagi izmerjenih efektivnih lastnosti kompozitov; in preučiti napovedno sposobnost analitičnih modelov za efektivne lastnosti kompozitov na osnovi znanih notranjih lastnosti ali izmerjenih lastnosti referenčnega kompozita. Izvedba projekta je potekala vzporedno s tremi različnimi postopki, teoretično analizo, eksperimentalnimi meritvami, ter numerično analizo. S teoretično analizo na osnovi magnetostatike in kvazistatičnega elektromagnetizma smo izpeljali in prilagodili dva najbolj razširjena analitična modela za opis kompozitov s feromagnetnimi vključki v mikrovalovnem frekvenčnem področju. Zaradi uporabljenega kvazistatičnega približka mora biti valovna dolžina mikrovalov v posameznih delih kompozita precej večja kot velikost posameznih vključkov. Velikost vključkov je tako omejena na nekaj sto mikrometrov, kar pa običajno ne predstavlja bistvenega problema pri realnih kompozitih. Za vsak model smo pripravili ustrezne izpeljanke za ključne tipe realnih kompozitov (cel kompozit je namagneten; kompozit je razmagneten in so vključki večdomenski; kompozit je razmagneten toda vključki v kompozitu so enodomenski - nanokompozit) ter analizo napovedi modelov glede na različne parametre kompozita. Modeli omogočajo napovedi odziva (efektivnih elektromagnetnih lastnosti) kompozitov z različno sestavo na osnovi poznanih parametrov posamezne komponente kompozita, ter napovedni odziva poljubnega kompozita na osnovi izmerjenih parametrov testnega kompozita, kar je oboje bilo uporabljeno pri analizi in razvoju novih tipov visokofrekvenčnih feromagnetnih materialov za absorberske aplikacije. Prav tako modeli omogočajo analizo lastnih parametrov vključkov (posameznih komponent kompozita) na osnovi izmerjenih efektivnih lastnosti kompozita, kar je pomembno prispevalo k analizi konkurenčnih materialov in usmerjenemu razvoju materialov.

V okviru eksperimentalnih metod smo prilagodili sistem za merjenje EM parametrov v mikrovalovnem območju, kjer smo dvignili delovne frekvence obstoječega merilnega sistema na 18 GHz ter izboljšali zanesljivost meritev dielektrične konstante. Ob tem smo razvili nekaj različnih postopkov priprave ustreznih vzorcev za različne materiale. Pri tem smo uporabili različne organske matrice, kompoziti pa so večinoma z enakomerno porazdelitvijo vključkov. Z uporabo magnetnega usmerjanja in/ali usmerjanja z glajenjem smo dosegli pripravo usmerjenih kompozitov za luske in vlakna, pri kompozitih z nanodelci pa smo uporabili predpripravo vzorcev za ustrezno disperzijo. Merilni sistem za kompozite je bil ključen pri validaciji analitičnih modelov in določanju dejanskih efektivnih lastnosti kompozitov, ter načrtovanju ustreznih absorberskih materialov in določanju aplikativne vrednosti modelov. Primerjava napovedi modelov in eksperimentalnih rezultatov je pokazala na pomembne razlike, predvsem v

področju visokih magnetnih izgub. Pri analizi možnih vzrokov smo izhajali iz predpostavk analitičnih modelov ter teoretične osnove in postavili hipotezo, da je mikrostruktura kompozita eden pomembnejših faktorjev. Za preverjanje te hipoteze smo postavili numerični model kvaziperiodičnega kompozita z uporabo metode končnih elementov. Pri tem smo v nasprotju z drugimi študijami uporabili tridimenzionalne modele ter kompleksne elektromagnete lastnosti, kar je omogočilo analizo realnih modelov kompozita v mikrovalovnem območju. Tridimenzionalnost modelov omogoča tudi relevantno analizo mikrostrukture, saj upošteva dejansko porazdelitev in ne samo projekcij v dveh dimenzijah. S temi numeričnimi modeli smo potrdili pomemben vpliv kompleksne komponente permeabilnosti ter aglomeracije. Prav tako smo izhajali iz osnove, da je imaginarna komponenta elektromagnetnih lastnosti ključna pri končnih efektivnih lastnostih kompozita. Ker so v mikrovalovnem frekvenčnem področju feromagnetni vključki večinoma z visokimi magnetnimi izgubami (imaginarno komponento permeabilnosti), smo za eksperimentalno validacijo hipoteze izbrali feromagnetne vključke z različnimi dielektričnimi konstantami (z visokimi dielektričnimi izgubami ali brez dielektričnih izgub). Ker so analitični modeli zaradi simetrije enačb enaki za permeabilnost in dielektričnost, lahko s tem preverimo napovedi analitičnih modelov. Rezultati meritev so pokazali, da so za kompozite z visokimi dielektričnimi izgubami razlike med napovedmi analitičnih modelov in meritvami bistveno večje kot za kompozite brez izgub. To smo potrdili tudi z numeričnimi modeli.

Zaradi pomena kovinskih mehkomagnetnih delcev, smo analizirali tudi vpliv prevodnosti in vrtinčnih tokov v kombinaciji z mikrostrukuro. Efekti mikrostrukture se v takšnih kompozitih še povečujejo s prevodnostjo, ključno pa je upoštevanje makroskopskih vrtinčnih tokov, ki nastopijo ob perkolaciji. Analizirali smo tudi večje simetrične aglomerate, kjer smo primerjali primer z izoliranimi ali neizoliranimi prevodnimi delci. Vrtinčni tokovi so v slednjem primeru omejeni le na posamezne delce in ne vplivajo bistveno na gostoto magnetnega pretoka skozi aglomerat, medtem ko pri prvem primeru makroskopski vrtinčni tokovi učinkovito kompenzirajo zunanje magnetno polje in efektivno zmanjšajo sklopitev delcev znotraj aglomerata. Napovedi numeričnih modelov smo preverili z eksperimenti, kjer so potrjene kvalitativne napovedi modelov. Zaradi velikega pomena mikrostrukture kompozita na efektivne lastnosti, predvsem v območju z visokimi elektromagnetnimi izgubami, je potrebno to upoštevati v analitičnih modelih. To smo dosegli z upoštevanjem mešanice aglomeratov ter izoliranih delcev, za prevodne delce pa smo vključili tudi učinek vrtinčnih tokov. Ker so v mikrovalovnem področju velikosti delcev bistveno manjše kot valovna dolžina mikrovalov, smo obdržali dipolni približek in nismo upoštevali višjih multipolov.

Rezultate napovedi analitičnih modelov smo analizirali tudi iz stališča napovedne sposobnosti elektromagnetnih lastnosti posameznih komponent ali lastnosti kompozitov z različno sestavo. Pokazali smo, da vsi analitični modeli odstopajo od eksperimentalnih rezultatov, kar smo potrdili tudi z numeričnimi modeli. Odstopanje je zelo odvisno od lastnosti komponent in mikrostrukture, in se spreminja za različne modele. Po drugi strani smo za nekatere analitične modele ugotovili zelo dobro napovedno sposobnost za efektivne lastnosti kompozitov na podlagi efektivnih lastnosti izmerjenega kompozita kot vhodnega parametra. To omogoča dobro načrtovanje kompozitov kljub pomanjkljivemu poznavanju notranjih lastnosti kompozita. Na podlagi vseh ugotovitev smo analizirali postopke priprave kompozitov za minimiziranje učinka mikrostrukture, določili pa smo tudi omejitve veljavnosti modelov v področju feromagnetne resonance.

Pričakovane uporabe razvitih analitičnih modelov so karakterizacija materialov (določanje notranjih lastnosti materialov, elektromagnetna karakterizacija

razsežnih in kompozitnih materialov) v mikrovalovnem frekvenčnem območju s poudarkom na feromagnetnih ter sorodnih materialih za elektronsko industrijo. Dodatno je možna aplikacija pri raziskavah in razvoju kompozitnih materialov ter komponent (načrtovanje kompozitnih lastnosti, optimizacija sestave, napredno modeliranje odziva kompozitov v dejanskih aplikacijah). Merilni sistem omogoča karakterizacijo homogenih in kompozitnih materialov v mikrovalovnem frekvenčnem območju ter bo uporabljen za nadaljne raziskave ter razvoj na področju mikrovalovnih materialov. Izpeljava ter analiza analitičnih modelov za opis kompozitov s feromagnetnimi vključki je tudi korak proti razvoju zanesljivih posplošenih modelov, ki bodo povezovali notranje lastnosti vključkov ter učinkovne lastnosti kompozitov. Nadalje analitični modeli za opis feromagnetnih kompozitov omogočajo lažje raziskave notranjih lastnosti feromagnetnih materialov in s tem pomembno pripomogli k naprednejšemu študiju feromagnetnih nanodelcev ter magnetnih materialov v splošnem. Kritična analiza modelov za opis kompozitov omogoča bolj natančno poznavanje omejitev uporabe teh modelov ter pomen in učinek posameznih predpostavk pri izpeljavi modelov.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Zastavljene cilje projekta smo dosegli. V okviru tega smo izpeljali in prilagodili modele za opis feromagnetnih kompozitov, ter jih kasneje tudi analizirali z namenom analize območja veljavnosti, primerjave z eksperimentalnimi rezultati in določitve napovedna sposobnost. V okviru podpornih aktivnosti je bil prilagojen merilni sistem za določanje elektromagnetnih parametrov v mikrovalovnem področju, postavljen postopek priprave ustreznih vzorcev, ter izvedena eksperimentalna karakterizacija nekaj serij kompozitov z različnimi volumskimi deleži vključkov za različne materiale. V to je vključena priprava anizotropnih delcev kot so luske ter nanomaterialov, ki zahtevajo prilagojene postopke priprave kompozitov zaradi problema aglomeracije. Merilni sistem je omogočil neposredno primerjavo napovedi analitičnih modelov z eksperimentalnimi podatki, poleg tega pa je omogočil tudi podrobnejše poznavanje učinkovnih lastnosti kompozitov za industrijski razvoj magnetnih absorberskih materialov za delovanje v mikrovalovnem območju. Numerični model omogoča študijo vpliva posameznih parametrov (oblika, porazdelitev, notranje lastnosti) na mikroskopskem nivoju in je vezni člen med notranjimi lastnostmi posameznih gradnikov kompozita (mikroskopski nivo) in učinkovnimi lastnostmi celotnega kompozita. V numerične modele smo vključili tudi vpliv oblike, prevodnost ter perkolacije, s čimer smo dodatno analizirali razlike med napovedi analitičnih modelov in eksperimentalnimi rezultati. Na podlagi primerjave eksperimentalnih in numeričnih rezultatov z napovedmi analitičnih modelov smo določili ključne parametre, ki vplivajo na zanesljivost analitičnih modelov, in izbrali najustreznejše modele za posamezne tipe napovedi.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

Ni bistvenih sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Uporaba analitičnega modela na osnovi teorije učinkovnega medija za nedestruktivno karakterizacijo kompozitov
		ANG	Application of an analytical model based on the effective-medium theory for the nondestructive characterisation of composites

	Opis	SLO	Analiza uporabe analitičnega modela za določitev učinkovitih lastnosti kompozita za napoved sestave na osnovi znanih notranjih lastnosti sestavnih materialov. Model je uporabljen na specifičnem mehkomagnetnem kompozitu na osnovi keramike, območje karakterizacije pa je v mikrovalovnem področju. Ugotovljena je dobra napovedna sposobnost, rezultati so validirani z drugimi analitičnimi metodami. Primer dokazuje možnost bolj preproste analize sestave kompozitov.
		ANG	We presented the application of the analytical model for determining of the effective properties of the composite, in order to predict the composition of the composite on the basis of known intrinsic properties of the inclusions and matrix. Model was applied on the specific soft-magnetic composite with ceramic matrix and inclusions in the microwave frequency range. We validated the results with other analytical methods and established good prediction ability of the model. This case shows possibility of simpler and faster analysis of composite structure.
	Objavljeno v	BREGAR, Vladimir Boštjan, LISJAK, Darja, ŽNIDARŠIČ, Andrej, DROFENIK, Mihael. The application of effective-medium theory for the nondestructive characterization of ceramic composites. J. Eur. Ceram. Soc.. [Print ed.], 2007, vol. 27, str. 1071-1076.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	20432167	
2.	Naslov	SLO	Numerična in analitična študija vpliva kompleksne permeabilnosti in aglomeracije na kompozitne mehkomagnetne sisteme
		ANG	Numerical and analytical study of the effect of complex permeability and agglomeration on composite magnetic systems
	Opis	SLO	S prvo 3D numerično analizo kompozitnega sistema smo variirali notranje kompleksne lastnosti vključkov ter porazdelitev v matrici. Ugotovili smo odstopanja med napovedmi analitičnih modelov ter numeričnim izračunom, z velikim vplivom aglomeracije na efektivne lastnosti. Prav tako imaginarna permeabilnost pomembno spremeni efektivne lastnosti kompozita, kar analitični modeli podcenijo. Numerični rezultati potrjujejo eksperimentalne ugotovitve, hkrati pa lahko parametrično in kontrolirano analiziramo vpliv posameznega vpliva.
		ANG	With a novel 3D numerical analysis of composite system we varied complex intrinsic properties of the inclusions and distributions in the matrix. We determined discrepancy between predictions of the analytical models and numerical calculations, with large effect of the agglomeration. Also, the imaginary part of permeability importantly changes the effective properties of the composite, which is underestimated by the analytical models. Numerical results confirm experimental findings and allow parametric and controlled analysis of individual parameter on the effective properties.
	Objavljeno v	DRNOVŠEK, Boštjan, BREGAR, Vladimir Boštjan, PAVLIN, Mojca. The effect of complex permeability and agglomeration on composite magnetic systems : a three-dimensional numerical analysis and comparison with analytical models. J. appl. physi., Apr. 2008, vol. 103, no. 7, str. 07D9241/1-3	
	Tipologija	1.03 Kratki znanstveni prispevek	
	COBISS.SI-ID	6494548	
3.	Naslov	SLO	Numerična študija efektivne permeabilnosti mehkomagnetnih kompozitov s prevodnimi vključki
		ANG	Numerical study of effective permeability of soft-magnetic composites with conductive inclusions
	Opis	SLO	Izvedena je numerična in eksperimentalna analiza prevodnih vključkov v mehkomagnetnih kompozitih, z analizo aglomeracije in perkolacije. Rezultati so potrdili velik vpliv mikrostrukture, ki se povečuje z naraščanjem prevodnosti vključkov. Perkolacija bistveno poveča pomen vrtničnih tokov, zato smo analizirali tudi vpliv vključkov z neprevodnim plaščem. Predstavljeni so rezultati meritev na dejanskih kompozitih z vključki iz karbonilnega železa, ki potrjujejo pomen mikrostrukture in dokazujejo vpliv posameznih parametrov na efektivne lastnosti.
		We performed numerical and experimental analysis of the conductive inclusions in soft-magnetic composites with analysis of agglomeration and percolation phenomena. Results have confirmed large effect of the microstructure that increases with inclusions' conductivity. Percolation	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

		ANG	significantly enhances the effect of eddy-currents and we analyzed also inclusions with non-conductive shell. The results of the measurements on composites with carbonyl iron inclusions confirm the importance of the microstructure and demonstrate the effect of individual parameters on the effective properties.
	Objavljeno v		DRNOVŠEK, Boštjan, BREGAR, Vladimir Boštjan, PAVLIN, Mojca. Numerical study of effective permeability of soft-magnetic composites with conductive inclusions J. appl. phys., in press
	Tipologija		1.03 Kratki znanstveni prispevek
	COBISS.SI-ID		6494548
4.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Ugotovitve glede aplikativnosti posameznih modelov za opis magnetnih kompozitov v mikrovalovnem frekvenčnem območju
		ANG	Study of the possibility of application of analytical models for description of soft-magnetic composites in microwave frequency range
	Opis	SLO	Do sedaj je bilo predpostavljeno, da je veljavnost analitičnih modelov neodvisna od notranjih elektromagnetnih parametrov vključkov in je dopustna poljubna aplikacija. Naši eksperimentalni in numerični rezultati kažejo, da obstaja velika odvisnost modelov od imaginarne komponente parametrov, prav tako pa pomembno vpliva na veljavnost in območje uporabe modelov. Korelacija različnih modelov z eksperimenti je odvisna od aplikacije.
		ANG	Usually it is assumed, that the validity of the analytical models is independent of the intrinsic electromagnetic parameters of the inclusions and application. We showed with comparison of analytical models, experimental results and numerical models, that this assumption is not necessary valid. Experimental and numerical results show that there is dependance of the analytical models on the imaginary components of parameters, which is not predicted by the theory. Further we showed that the correlation of different analytical models with experiments depends on the manner of application.
	Šifra		F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v		interno poročilo sofinancerju
	Tipologija		2.13 Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID		6317652	
2.	Naslov	SLO	Vzpostavitev industrijskega projekta razvoja mikrovalovnih absorberskih materialov
		ANG	Start of the industrial R&D project of development of microwave absorber materials

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

	Opis	SLO	Na podlagi raziskovalnega dela v okviru tega podoktorskega projekta vodja projekta vodi razvoj novih absorberskih materialov za uporabo v mikrovalovnem frekvenčnem območju, ki predstavlja nov razvojni program v podjetju sofinancerju. S pomočjo analitičnih modelov je bil izveden usmerjen razvoj ustreznih materialov ter analiza konkurenčnih produktov. Na podlagi poznavanja interakcije EM valovanja in kompozitnih materialov je bil izveden tudi razvoj ustreznih merilnih sistemov, ki so osnova za razvoj materialov, določanje optimalne aplikacije ter trženje končnim kupcem.
		ANG	Based on project the principal investigator also leads development of new absorber materials for application in microwave frequency range, which represents a new R&D programme in the participating company. With analytical models we carried out a directed development of appropriate composite materials and analysis of the competitive products. Based on knowledge of interactions between EM field and composite materials we developed appropriate measurement systems, that served for development of materials, examination of the optimal application, and presentations for the end users.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Objavljeno v	interno poročilo sofinancerju	
	Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)	
COBISS.SI-ID	21215015		
3.	Naslov	SLO	Zasnova in postavitve sistema za elektromagnetno karakterizacijo materialov v mikrovalovnem območju
		ANG	Design and set-up of a measurement system for electromagnetic characterisation of materials in microwave frequency range
	Opis	SLO	Vodja projekta je vodil postavitev merilnega sistema za določanje EM parametrov materialov v frekvenčnem območju od 100 MHz do 18 GHz. To je prvi tovrstni sistem v Sloveniji in omogoča razvoj novih materialov za uporabo v mikrovalovnem frekvenčnem območju, hkrati pa je tudi osnova za nadgradnjo ali razvoj novih mikrovalovnih merilnih sistemov. Merilni sistem je ključno prispeval k razvoju novih kompozitnih in nanomaterialov sofinancerja, in prispeval k dvigu tehnološke ravni in uvajanju nove tehnologije absorberskih kompozitov ter razvoju materialov za izboljšanje delovanja RFID naprav.
		ANG	Principal investigator led set-up of a measurement system for characterisation of EM parameters of materials from 100 MHz to 18 GHz. This is first such system in Slovenia and can help in development of new materials for application in the microwave range and serve as a basis for development of new measurement systems. System was key in development of new composite and nano-materials within participating company and contributed to increase of technological level, introduction of new technology of absorber composites, and development of materials for improvement of operation of RFID devices.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	interno poročilo sofinancerju	
	Tipologija	2.14 Projektna dokumentacija (idejni projekt, izvedbeni projekt)	
	COBISS.SI-ID	22044967	
4.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		
5.	Naslov	SLO	
		ANG	

Opis	SLO	
	ANG	
Šifra		
Objavljeno v		
Tipologija		
COBISS.SI-ID		

8. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁷

8.1. Pomen za razvoj znanosti⁸

SLO

V okviru projekta smo izpeljali, analizirali in validirali različne analitične modele za opis kompozitov s feromagnetnimi vključki, rezultati pa se lahko prenesejo tudi na druge podobne sisteme (dielektriki v območju občutnih dielektričnih izgub). Analitični modeli so prilagojeni za uporabo pri feromagnetnih kompozitih v različnih stanjih (namagneteni, enodomenski ali razmagneteni), specifično pa je pomembna vključitev imaginarne komponente elektromagnetnih lastnosti, ki je pomembna v mikrovalovnem frekvenčnem področju. Ob tem smo tudi specifično analizirali vpliv aglomeracije in prevodnosti vključkov, kar je relevantno za pripravo realnih vzorcev. Za to smo uporabili tako eksperimentalne podatke kot tudi numerično modeliranje, ki omogoča specifično analizo mikrostrukture oziroma posameznih parametrov. Ugotovili smo precejšnje razlikovanje med napovedmi modelov ter meritvami na dejanskih kompozitih. Razlika je bila največja v frekvenčnem območju, kjer je imaginarni del elektromagnetnih lastnosti (permeabilnost in dielektričnost) občuten v primerjavi z realnim delom. Prav tako ima v tem območju velik pomen tudi mikrostruktura kompozita, saj aglomeracija ali celo perkolacija pomembno spremeni lastnosti kompozita z neprevodnimi delci. V primeru prevodnih delcev pa je nujno potrebno upoštevati tudi vpliv vrtničnih tokov, kjer spet mikrostruktura bistveno vpliva na efektivne lastnosti. Vse te ugotovitve veljajo tudi širše pri analizi elektromagnetnih parametrov poljubnega kompozita. Vzporedno s tem je bila analizirana tudi sposobnost analitičnih modelov za napovedovanje efektivnih lastnosti kompozitov, ki imajo feromagnetne vključke, na podlagi znanih notranjih lastnosti ali izmerjenih lastnosti specifičnega kompozita. Izkazalo se je, da je glede na vhodne parametre zelo pomembna izbira najustreznejšega analitičnega modela, ki bo podal najbolj realistične efektivne lastnosti. S to študijo smo tako ugotovili omejeno uporabnost analitičnih modelov za kompozite brez upoštevanja specifične mikrostrukture kompozita ter določili območje uporabe za posamezne modele.

ANG

Within the project we adapted, analyzed and validated few standard analytical models for specific description of composites with ferromagnetic inclusions, but can be applied also for other similar systems like dielectric composites in range of large dielectric losses. Analytical models are adapted for application on ferromagnetic composites with different states (magnetized, single-domain or demagnetized), but importantly also include imaginary component of electromagnetic properties, that are important in the microwave frequency range. Together we also analyzed the importance and effect of the inclusion agglomeration and conductivity of the inclusions, which is relevant for realistic composites. For this we used both experimental results and results of the numerical modeling, which allows very specific analysis of microstructure or individual parameters. We established relatively large difference between predictions of the analytical models and measurements on the real composites. The difference was largest in frequency range where the imaginary part of the permeability or permittivity is significant compared with real part. Further also the microstructure is very important since agglomeration or percolation significantly changes the effective properties of the composite with nonconductive inclusions. In the case of conductive inclusions we determined that eddy-currents have important effect, especially in combination with microstructure effects. All these conclusions are valid beyond ferromagnetic composites for similar systems with electromagnetic parameters. In parallel we also analyzed the ability of the analytical models for predictions of the effective properties of the composites that have ferromagnetic inclusions, based on the known intrinsic properties of the inclusions or measured effective properties of a test composite. Results show that the prediction accuracy of the models varies with input parameters and it is important to select the appropriate model for specific case in order to obtain applicable results. Therefore, with our study we established limited applicability of the analytical models for description of composites without incorporation of specific microstructure of the composite under study, and determined the range of application for specific models.

8.2. Pomen za razvoj Slovenije⁹

SLO

V okviru projekta smo nadgradili merilni sistem za karakterizacijo elektromagnetnih parametrov materialov v mikrovalovnem frekvenčnem področju, ki je edinstven v Sloveniji in eden redkih v Evropi. Dodatno je bil povezan s projektom tudi razvoj drugih merilnih metod ter pridobitev novih specifičnih znanj na področju mehkomagnetnih kompozitov in magnetizma v mikrovalovnem frekvenčnem področju. Poznavanje feromagnetnih kompozitnih materialov je omogočilo nadaljevanje dela na višjem tehnološkem nivoju na področju razvoja novih izdelkov in aplikacij, kjer se uporabljajo takšni kompoziti. To je odprlo nove poslovne možnosti na tujih trgih ter omogočilo bolj usmerjen razvoj izdelkov. Dodatno je z razvojem področja mikrovalovnih kompozitov in merilnih sistemov povezano tudi izobraževanje dodiplomskih in podiplomskih študentov in prenašanja znanja, saj sta bili narejeni dve diplomski ter potekata usposabljanji dveh mladih raziskovalcev.

ANG

Within the project we upgraded the measurement system for characterisation of electromagnetic parameters of materials in the microwave frequency range, which is unique in Slovenia and one of a few in Europe. Additionally, the project activities were connected with development of other measurement methods and lead also to the acquirement of new specific knowledge in the field of soft-magnetic composites and magnetism in the microwave frequency range. Better understanding of ferromagnetic (soft-magnetic) composite materials allowed further work, on higher technological level, with research and development of new products and applications with these materials. This opened new business opportunities in foreign markets and allowed more targeted development of products. Further, development of the field of ferromagnetic composites and accompanying measurement systems was connected to education and training of undergraduate and graduate students and transfer of knowledge as two diploma theses and training of two young researchers.

9. Samo za aplikativne projekte!

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

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

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

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

Pričakovan rezultat projekta je bil med drugim boljše poznavanje kompozitnih materialov ter možnost napovedovanja lastnosti na podlagi nekaterih vhodnih parametrov, kar je bilo v celoti izvedeno. Rezultati so uporabni na specifičnem področju mikrovalovnih mehkomagnetih kompozitov, vendar pa imajo tudi širšo veljavnost in uporabnost. Prav tako so vplivali na uveljavitev novih postopkov priprave in karakterizacije. Posredni rezultat projekta za sofinancerja je postavitve novih merilnih metod in uvajanje novih tehnologij pri načrtovanju in analizi (numerične metode, analitični modeli) materialov, uporabnost pa je bila pokazana tudi na področju razvoja novih izdelkov. Zaradi vpeljave nove družine izdelkov pričakujemo večjo uporabo rezultatov projekta ter vključenost v razvojno aktivnost v obdobju naslednjih treh let.

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input 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"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

V povezavi s projektom je potekala v podjetju sofinancerju postavitev nove družine izdelkov, ki omogočajo širitev dejavnosti in prodor na nove trge. Rezultati projekta prispevali tudi k varovanju okolja in zdravja, saj so mikrovalovni absorberski materiali uporabljeni za

zmanjševanje elektromagnetnega sevanja ozadja ter dušenje na izpostavljenih mestih (bazne postaje, radarji). Na področju informacijske tehnologije je pomembna tudi uporaba mehkomagnetnih kompozitnih materialov pri RFID-na-kovini aplikacijah, rezultati projekta pa so uporabljeni pri načrtovanju optimalnih kompozitnih materialov. Vzoredno z izvajanjem projekta je potekalo tudi izobraževanje diplomantov in podoktorskih študentov (program mladih raziskovalcev), kar je omogočilo spoznavanje z najsodobnejšo mikrovalovno merilno tehniko.

11. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹⁰

1.	Sofinancer	Kolektor Magma d.o.o. (prej Iskra Feriti d.o.o.)	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	26.000,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Uvajanje novih razvojnih in merilnih tehnologij	F.13
	2.	Vodenje projektne skupine Kolektor Magma pri izvedbi razvojnega projekta v okviru TP MIR	D.01
	3.	Članstvo v tehničnem odboru za standardizacijo IEC TC 51	D.03
	4.	Upravljanje in razvoj raziskovalnih aktivnosti na področju absorberskih kompozitnih materialov	D.08
	5.	Razvoj novih izdelkov in izboljšava obstoječih	F.06
	Komentar	<p>Na podlagi raziskovalnega dela v okviru tega podoktorskega projekta je vodja projekta vodil tudi razvoj novih absorberskih materialov za uporabo v mikrovalovnem frekvenčnem območju. Ta industrijski projekt je voden kot skupni raziskovalno/razvojni projekt podjetja Kolektor Magma in Nanotesla Instituta in predstavlja nov razvojni program v podjetju sofinancerju. S pomočjo analitičnih modelov je bil izveden usmerjen razvoj ustreznih materialov ter analiza konkurenčnih produktov. Na podlagi poglobljenega poznavanja interakcije elektromagnetnega valovanja in kompozitnih materialov je bil izveden tudi razvoj ustreznih merilnih sistemov za določanje učinka absorberskih materialov, ki so osnova za razvoj materialov, določanje optimalne aplikacije ter trženje končnim kupcem. Del tega razvojnega dela je vključen tudi v delovni program mladega raziskovalca iz gospodarstva, katerega mentor je vodja podoktorskega projekta. Dodatno smo dosegli prenos merilnih sistemov za karakterizacijo materialov v mikrovalovnem področju iz raziskovalnih inštitucij v razvojni oddelek industrijskega partnerja. V okviru industrijskega projekta je vodja podoktorskega projekta tudi član delovne skupine International Electrotechnical Commission IEC TC51 (slovenski tehnični odbor SIST/TC MKF), kjer aktivno sodeluje pri vzpostavitvi novega standarda za mikrovalovne absorberske materiale. Najpomembnejši prispevki projekta za sofinancerja so poglobljeno poznavanje obnašanja mehkomagnetnih kompozitov v mikrovalovnem frekvenčnem področju, validacija ter aplikacija analitičnih modelov za analizo efektivnih lastnosti kompozitov, ter merilni sistemi za karakterizacijo materialov. Na podlagi teh rezultatov je bilo možno bolje izvesti razvojne aktivnosti za absorberske kompozite z uporabo v mikrovalovnem področju, dodatno pa so pridobljena znanja omogočila bolj usmerjeno načrtovanje izdelkov. Merilni sistemi so bistveno izboljšali karakterizacijo materialov in razumevanje lastnosti v odvisnosti od priprave. Dodatno je aplikacija numeričnih metod demonstrirala uporabnost na specifičnem področju kompozitnih materialov in izboljšala testiranje končnih aplikacij. Rezultati projekta so vodili k pospešenemu razvoju nove družine izdelkov, razvoju novih aplikacij za obstoječe izdelke (širitev trga) ter splošnemu dvigu tehnološke ravni in konkurenčnosti podjetja. Projekt je omogočil tudi uspešnejše vodenje RR aktivnosti na področju razvoja kompozitnih</p>	

		materialov in vključitev novih tehnoloških metod (numerično modeliranje, postavitve serije novih merilnih sistemov) v RR aktivnost podjetja.	
	Ocena	Rezultati projekta so pomembneje prispevali oziroma so pospešili izvedbo razvoja nove družine izdelkov, ki pomeni nov trg za podjetje in ima precejšen tržni potencial. Prav tako je projekt pokazal potencial novih tehnoloških metod, pripomogel k vpeljavi novih merilnih metod, in posredno dvignil tehnološko usposobljenost podjetja.	
2.	Sofinancer		
		Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
		Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
		1.	
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	
	Komentar		
	Ocena		
3.	Sofinancer		
		Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	EUR
		Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	%
		Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
		1.	
		2.	
		3.	
		4.	
		5.	
	Komentar		
	Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

obdelavo teh podatkov za evidence ARRS

- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

Vladimir Boštja Bregar	in/ali	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

15.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROJ_ZP_2008/254

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

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ 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](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROJ-ZP/2008 v1.00