

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/12

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-9534
Naslov projekta	Organski in anorganski perkolativni kompoziti z izjemno veliko dielektrično konstanto
Vodja projekta	15644 Vid Bobnar
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3.150
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

2. Sofinancerji¹

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

Dielektrični materiali, namenjeni manipulaciji in shranjevanju električnih nabojev in električne energije, igrajo eno glavnih vlog v moderni elektroniki in energetskih sistemih. Zaradi vse večjih zahtev po zniževanju stroškov, izdelavi kompaktnih elektronskih in energetskih sistemov, ter izdelavi sistemov z veliko energijsko gostoto, namenjenih shranjevanju velikih električnih nabojev, postaja razvoj materialov z veliko dielektrično konstanto eden večjih znanstvenih in tehnoloških izzivov. Kompaktni visokoenergijski

kondenzatorji z veliko kapaciteto so na primer nujno potrebni v hibridnih vozilih, saj bi se s tem bistveno zmanjšali teža, volumen, pa tudi cena električnega dela pogonskega agregata. Poleg tega je delež električne energije, ki se pri elektromehanski aplikaciji lahko pretvori v mehansko energijo, sorazmeren z vrednostjo dielektrične konstante. Materiali z veliko vrednostjo dielektrične konstante tako niso zanimivi samo za aplikacije na področju shranjevanja električnih nabojev in energije, pač pa tudi na področju naprednih elektromehanskih aplikacij, kot so aktuatorji, sonarji in umetne mišice, saj s povečanjem dielektrične konstante želeni elektromehanski odziv lahko induciramo z bistveno manjšim zunanjim električnim poljem.

Perkolacijska teorija dielektričnega odziva v kompozitih prevodnik-izolator napoveduje divergenco dielektrične konstante v perkolacijski točki (določenem volumskem deležu obeh komponent) prehoda iz izolatorske v prevodno fazo. Dielektrični odziv takoimenovanih perkolativnih kompozitov je tako bistveno večji od odziva posameznih komponent, kar intuitivno lahko razumemo kot posledico dejstva, da je v bližini perkolacije sistem sestavljen iz mnogo prevodnih delcev, ločenih s tanko dielektrično plastjo, torej v bistvu iz množice kondenzatorjev z veliko kapaciteto. Vendar pa so bili do sedaj sintetizirani le perkolacijski kompoziti, kjer so v izolatorski matriki dispergirani kovinski delci.

V okviru raziskovalnega projekta smo tako študirali dielektrični in elektromehanski odziv novih perkolativnih kompozitov:

1. Organskih perkolacijskih kompozitov, kjer so v matriki izolatorskega polimera (polimeri na osnovi VDF-TrFE), ki ima že sam po sebi izjemno velik elektromehanski odziv, dispergirani delci prevodnega polimera.

2. Keramičnih perkolativnih kompozitov (tako svinčevih kot kompozitov brez vsebnosti svinca), sestavljenih iz prevodne keramike na osnovi rutenija in izolatorske feroelektrične ali relaksorske keramike, ki ima že sama po sebi velik dielektrični odziv (relaksorji v širokem temperaturnem intervalu).

Rezultati dielektričnih meritev so razkrili, da dielektrična konstanta v kompozitih, kjer so relaksorski polimerni matriki primešani delci električno prevodnega polianilina, v bližini perkolacijske točke doseže izjemno velike vrednosti zaradi velikanske inducirane polarizacije (Maxwell-Wagnerjev efekt) na mejah vključene prevodne faze. Ta ugotovitev je izjemno pomembna za nadaljnji razvoj polimernih kompozitov s hkratnim velikim dielektričnim in elektromehanskim odzivom - za razliko od kompozitov kovina-polimer, kjer je dielektrična konstanta prav tako zelo visoka, omenjeni organski kompozit ohrani fleksibilnost matrike (samega terpolimera) in zato ne zmanjša njegove uporabnosti oz. možnosti izdelave v različnih oblikah. Dielektrični odziv kompozita smo opisali z modificiranim Maxwell-Wagnerjevim modelom. Poleg tega smo ugotovili, da prevodnost samega polianilina sledi posebni obliki takoimenovanega Mottovega VRH ("variable range hopping") mehanizma, ki je značilen za enodimenzionalno preskakovanje nosilcev naboja med posameznimi lokaliziranimi stanji v sistemu. Delo smo opravili v sodelovanju z raziskovalci z ameriške univerze The Pennsylvania State.

V sodelovanju z raziskovalci z Odseka za elektronsko keramiko IJS smo razvili prve keramične perkolativne kompozite - trdne raztopine dielektrične/feroelektrične in prevodne perovskitne keramike. Strukturne raziskave so pokazale, da pri sintezi kompozitov ni prišlo do reakcij med obema sestavinama, tako da imajo razviti kompoziti idealno perkolativno strukturo – zrna prevodne keramike so enakomerno dispergirana v izolatorski keramiki. Posledično v obeh, tako v "svinčevem" kompozitu $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3\text{-Pb}_2\text{Ru}_2\text{O}_6.5$ kot tudi v kompozitu brez vsebnosti svinca $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3\text{-RuO}_2$, dielektrični odziv sledi teoretičnim napovedim. V bližini perkolacijske točke dielektrična konstanta tako dejansko divergira – pri sobni temperaturi in frekvenci 1 kHz smo detektirali dielektrične konstante vrednosti več kot 40000. Omenjeni kompoziti so bili natančno dielektrično karakterizirani, rezultati pa primerjani s teoretičnimi napovedmi. Poleg tega smo skupaj z raziskovalci z Univerze Martin Luther, Halle, Nemčija, opravili meritve

elektromehanskega odziva teh prvih keramičnih perkolativnih kompozitov. Omenjeni rezultati kažejo na veliko uporabnost materialov v elektronskih in elektromehanskih aplikacijah. Priložena slika 1 prikazuje dielektrično konstanto, merjeno pri sobni temperaturi in frekvenci 1 kHz, v odvisnosti od volumskega deleža prevodne faze v obeh omenjenih keramičnih perkolativnih kompozitih. Krivulji sta rezultat prilagajanja teoretičnih napovedi, pc pa označuje perkolacijsko koncentracijo.

Omenjena prva keramična perkolativna kompozita smo nadgradili z razvojem novega svinčevega keramičnega perkolativnega kompozita, pri katerem namesto keramike Pb (Zr,Ti)O₃ za matriko služi keramika 0.65Pb(Mg^{1/3}Nb^{2/3})O₃-0.35PbTiO₃ (PMN-PT). PMN-PT relaksorska keramika s to sestavo, ki je zelo blizu morfotropne fazne meje, ima že sama po sebi zelo veliko dielektrično konstanto, posledično pa dielektrična konstanta kompozita pri sobni temperaturi doseže izjemno velike vrednosti, višje od 100000. Tudi ta kompozit smo natančno karakterizirali, rezultati pa tudi zanj kažejo veliko uporabnost v elektronskih in elektromehanskih aplikacijah. Priložena slika 2 prikazuje dielektrično konstanto tega kompozita, merjeno pri sobni temperaturi in frekvenci 1 kHz, v odvisnosti od volumskega deleža prevodne faze. Krivulja je rezultat prilagajanja teoretičnih napovedi, pc pa označuje perkolacijsko koncentracijo.

Dosežene rezultate lahko ocenimo kot zelo uspešne – razložili smo izvor velike dielektrične konstante v organskih kompozitih, kjer so relaksorski polimerni matriki primešani delci električno prevodnega polianilina, predvsem pa smo razvili prve keramične perkolativne kompozite. Razvoj teh kompozitov in njihove lastnosti smo objavili v več izvirnih znanstvenih člankih in predstavili na nekaj uglednih mednarodnih znanstvenih konferencah.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Cilji začrtani ob prijavi projekta so bili v celoti izpolnjeni.

V sodelovanju s skupino prof. Zhanga z ameriške univerze The Pennsylvania State smo razložili izvor velike dielektrične konstante v organskih kompozitih, kjer so relaksorski polimerni matriki primešani delci električno prevodnega polianilina. Poleg tega pa smo kot prvi na svetu razvili keramične perkolativne kompozite. Dielektrične lastnosti razvitih sistemov PZT–Pb₂Ru₂O_{6.5}, PMN-PT–Pb₂Ru₂O_{6.5} in KNN–RuO₂ (slednji je brez vsebnosti svinca) kažejo na veliko uporabnost keramičnih perkolativnih kompozitov v elektronskih in elektromehanskih aplikacijah, postopki, uporabljeni pri njihovi sintezi pa odpirajo vrata za razvoj novih sistemov z izjemno veliko dielektrično konstanto. Pri raziskavah elektromehanskih lastnosti keramičnih perkolativnih kompozitov smo uspešno sodelovali s skupino prof. Beigeja z Univerze Martin Luther, Halle, Nemčija.

Kvaliteto opravljenih raziskav in seveda tudi razvitih kompozitov potrjujejo objavljeni članki (navedeni v znanstvenih dosežkih) in predstavitve na mednarodnih konferencah. Dr. Vid Bobnar je sintezo in odziv keramičnih perkolativnih kompozitov predstavil v odmevnih predavanjih na vseh najpomembnejših mednarodnih konferencah s področja znanosti o materialih, tako na “Materials Science & Technology Conference and Exhibition” (Pittsburgh, ZDA, 2008), “International Conference on Materials for Advanced Technologies” (Singapur, 2009), kot tudi na konferenci “Electronic Materials and Applications” (Orlando, ZDA, 2010).

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Sinteza in dielektrična karakterizacija prvih keramičnih perkolativnih kompozitov
		ANG	Synthesis and dielectric characterization of the first all-ceramic percolative composites
	Opis	SLO	Razviti so bili prvi svinčevi keramični perkolativni kompoziti – trdne raztopine dielektrične/feroelektrične in prevodne perovskitne keramike. Pokazali smo, da zaradi idealne strukture (zrna prevodne keramike so enakomerno dispergirana v izolatorski keramiki) dielektrični odziv v kompozitu $Pb(Zr,Ti)O_3-Pb_2Ru_2O_6.5$ sledi teoretičnim napovedim perkolacijske teorije, dielektrična konstanta pa doseže izjemno velike vrednosti (več kot 40000), kar kaže na veliko uporabnost materiala v elektronskih in elektromehanskih aplikacijah.
		ANG	The first all-ceramic percolative composites (composites comprising conductive filler distributed in a dielectric matrix) have been developed. Due to almost an ideal structure – conductive ceramic grains are uniformly distributed in a dielectric ceramic matrix – the dielectric response in the $Pb(Zr,Ti)O_3-Pb_2Ru_2O_6.5$ composite follows the predictions of the percolation theory and the dielectric constant reaches values as high as 40,000 at room temperature. Obtained results demonstrate the potential of the composite for use as high-dielectric-constant material in various applications.
	Objavljeno v	V. Bobnar, M. Hrovat, J. Holc, M. Kosec, "Giant dielectric response in $Pb(Zr,Ti)O_3-Pb_2Ru_2O_6.5$ all-ceramic percolative composite", Appl. Phys. Lett. 92, 182911 (2008)	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21715751	
2.	Naslov	SLO	Razvoj prvih brezsvińčevih keramičnih perkolativnih kompozitov
		ANG	Development of the first lead-free all-ceramic percolative composites
	Opis	SLO	Poleg prvega keramičnega perkolativnega kompozita na osnovi svinčevih sestavin smo razvili tudi keramični perkolativni kompozit, ki tega, okolju škodljivega elementa, ne vsebuje. Tudi v brezsvińčevem kompozitu $(K,Na)NbO_3-RuO_2$ zaradi idealne strukture dielektrični odziv sledi napovedim perkolacijske teorije, dielektrična konstanta pa doseže podobno velike vrednosti kot v svinčevem kompozitu $Pb(Zr,Ti)O_3-Pb_2Ru_2O_6.5$.
		ANG	Besides the first lead-based system we have developed also the first lead-free all-ceramic percolative composite, being important as lead represents a possible ecological hazard. Similarly as in the $Pb(Zr,Ti)O_3-Pb_2Ru_2O_6.5$ system, in the lead-free $(K,Na)NbO_3-RuO_2$ all-ceramic percolative composite the dielectric response also follows the predictions of the percolation theory due to an almost ideal structure and, concomitantly, values of the dielectric constant are as high as in the lead-based system.
	Objavljeno v	V. Bobnar, M. Hrovat, J. Holc, M. Kosec, "All-ceramic lead-free percolative composite with a colossal dielectric response", J. Eur. Ceram. Soc. 29, 725 (2009)	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	22349863	
3.	Naslov	SLO	Sinteza in dielektrična karakterizacija keramičnih perkolativnih kompozitov $PMN-PT-Pb_2Ru_2O_6.5$
		ANG	Synthesis and dielectric characterization of the all-ceramic percolative composites $PMN-PT-Pb_2Ru_2O_6.5$
	Opis	SLO	Prve keramične perkolativne kompozite smo nadgradili z razvojem novega svinčevega keramičnega perkolativnega kompozita, pri katerem namesto keramike $Pb(Zr,Ti)O_3$ za matriko služi keramika $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-0.35PbTiO_3$ (PMN-PT). PMN-PT relaksorska keramika s to sestavo, ki je zelo blizu morfotropne fazne meje, ima že sama po sebi zelo veliko dielektrično konstanto, posledično pa dielektrična konstanta kompozita pri sobni temperaturi doseže izjemno velike vrednosti, višje od 100000.
		ANG	First all-ceramic percolative composites were superimposed by the development of new lead-based all-ceramic percolative composite, where $0.65Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3-0.35PbTiO_3$ (PMN-PT) ceramics is used as the matrix instead of PZT. PMN-PT relaxor ceramics with this composition, being very close to the morphotropic phase boundary, exhibits high dielectric

			constant by itself. Concomitantly, the PMN-PT-Pb2Ru2O6.5 composite exhibits colossal values of the dielectric constant (over 100000) at room temperature.
	Objavljeno v		V. Bobnar, M. Hrovat, J. Holc, C. Filipič, A. Levstik, M. Kosec, "Colossal dielectric response in all-ceramic percolative composite 0.65Pb(Mg1/3Nb2/3)O3-0.35PbTiO3-Pb2Ru2O6.5", J. Appl. Phys. 105, 034108 (2009)
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22425127
4.	Naslov	SLO	Razlaga dielektričnega odziva organskega perkolativnega kompozita polianilin-P(VDF-TrFE-CTFE)
		ANG	Explanation of the dielectric response of the organic percolative composite polyaniline-P(VDF-TrFE-CTFE)
	Opis	SLO	Ugotovili smo, da v kompozitu polianilin-P(VDF-TrFE-CTFE) terpolimer v bližini perkolacijske točke dielektrična konstanta doseže izjemno velike vrednosti zaradi velikanske inducirane polarizacije na mejah vključene prevodne faze. Zato je v kompozitu električno polje, potrebno za elektromehansko aplikacijo, za več redov velikosti manjše kot v samem terpolimeru. Za razliko od kompozitov kovina-polimer omenjeni organski kompozit ohrani fleksibilnost samega terpolimera in tako ne zmanjša njegove uporabnosti. Dielektrični odziv kompozita smo opisali z modificiranim Maxwell-Wagnerjevim modelom.
		ANG	We have found out that in the composite polyaniline-P(VDF-TrFE-CTFE) terpolymer close to the percolation point dielectric constant reaches colossal values due to the large polarization at the polyaniline interface. The electric field, required for an electromechanical operation, is thus for several orders of magnitude lower than in the pure terpolymer. Contrary to the metal-polymer composites this system retains the flexibility of the polymer and thus does not limit its applicability. Dielectric response of the composite has been described in terms of the modified Maxwell-Wagner model.
	Objavljeno v		V. Bobnar, A. Levstik, C. Huang, Q. M. Zhang, "Enhanced dielectric response in all-organic polyaniline-poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorotrifluoroethylene) composite", J. Non.-Cryst. Solids 353, 205 (2007)
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		20398887	
5.	Naslov	SLO	Pregled dielektričnih in elektromehanskih lastnosti relaksorskih polimerov in njihovih kompozitov
		ANG	Review of dielectric and electromechanical properties of relaxorlike polymers and their composites
	Opis	SLO	V preglednem članku smo predstavili dielektrične in elektromehanske lastnosti relaksorskih polimerov, ki so pomembne za njihovo aplikacijo. Razložili smo vpliv vrednosti dielektrične konstante na te lastnosti in predstavili veliko uporabnost kompozitov relaksorskih polimerov prav zaradi velikih povečanj dielektrične konstante, ki jih v teh kompozitih lahko dosežemo.
		ANG	In a review paper, dielectric and electromechanical properties of relaxorlike polymers, which are important for their applications, are presented. The influence of dielectric constant value on these properties is explained. Concomitantly, a big potential of composites of relaxorlike polymers is presented in light of the large dielectric constant values, which can be achieved in these systems.
	Objavljeno v		Q. Chen, K. Ren, B. Chu, Y. Liu, Q. M. Zhang, V. Bobnar, A. Levstik, "Relaxor ferroelectric polymers - fundamentals and applications", Ferroelectrics 354, 178 (2007) (na povabilo urednika)
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		21090087	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Organizator znanstvenega srečanja
			Organizer of a scientific meeting

		ANG	
Opis	SLO	Potem, ko je bila na Bledu septembra 2007 organizirana konferenca "11th European Meeting on Ferroelectricity" (EMF-2007) s približno 400 udeleženci (dr. Vid Bobnar je bil znanstveni sekretar konference, odgovoren za določitev njene znanstvene usmeritve in soavtor knjige povzetkov), je bil v letu 2008 dr. Vid Bobnar (skupaj z dr. Boštjanom Zalarjem) gostujoči urednik štirih številčk revije "Ferroelectrics", v katerih je objavljeno 109 prispevkov z omenjene konference: Ferroelectrics, Vols. 367-370, 2008.	
	ANG	After the "11th European Meeting on Ferroelectricity" (EMF-2007) with approximately 400 participants has been organized in Bled, Slovenia in September 2007 (Dr. Vid Bobnar was the scientific secretary of the conference, responsible for the determination of its scientific aims and coauthor of the abstract book), in 2008 Dr. Vid Bobnar was (together with Dr. Boštjan Zalar) guest editor of four volumes in the journal "Ferroelectrics" (Vols. 367-370) with 109 conference proceedings.	
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja		
Objavljeno v	Ferroelectrics, Vols. 367-370, 2008.		
Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci		
COBISS.SI-ID	25456128		
2. Naslov	SLO	Predstavitev na ugledni mednarodnih konferenci	
	ANG	Presentation at renowned international conference	
Opis	SLO	Razvoj, strukturne, dielektrične in elektromehanske lastnosti prvih keramičnih perkolativnih kompozitov so bili predstavljeni v predavanju "Exceptional Dielectric Properties of Newly Developed All-Ceramic Percolative Composites" na konferenci "9th Russian-CIS-Baltic-Japan Symposium on Ferroelectricity" (RCBJSF-9), v Vilnius, Litva.	
	ANG	Synthesis, structural, dielectric and electromechanical properties of the first all-ceramic percolative composites have been presented in the lecture "Exceptional Dielectric Properties of Newly Developed All-Ceramic Percolative Composites" at the "9th Russian-CIS-Baltic-Japan Symposium on Ferroelectricity" (RCBJSF-9) in Vilnius, Lithuania.	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	Abstract book, The 9th Russia/CIS/Baltic/Japan Symposium on Ferroelectricity, RCBJSF-9, Vilnius, Lithuania, June 15-19, 2008		
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci		
COBISS.SI-ID	21802535		
3. Naslov	SLO	Predstavitev na ugledni mednarodnih konferenci	
	ANG	Presentation at renowned international conference	
Opis	SLO	Razvoj in lastnosti keramičnih perkolativnih kompozitov brez vsebnosti svinca so bili predstavljeni v predavanju "All-ceramic percolative composites with a colossal dielectric response", ki ga je imel dr. Vid Bobnar na pomembni mednarodni konferenci "Materials Science & Technology 2008" (MS&T'08), v Pittsburghu, ZDA, v oktobru 2008, v sekciji "International Symposium on Advanced Dielectric Materials & Electronic Devices".	
	ANG	Synthesis and properties of the first lead-free all-ceramic percolative composites have been presented in the lecture "All-ceramic percolative composites with a colossal dielectric response" by Dr. Vid Bobnar at the renowned international conference "Materials Science & Technology 2008" (MS&T'08, Pittsburgh, USA, October 2008), in the section "International Symposium on Advanced Dielectric Materials & Electronic Devices".	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	Abstract book, MS&T'08, Materials Science & Technology, 2008 Conference & Exhibition, October 5-9, 2008, Pittsburgh, Pennsylvania		
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci		
COBISS.SI-ID	22092327		

4.	Naslov	<i>SLO</i>	Predstavitev na ugledni mednarodnih konferenci
		<i>ANG</i>	Presentation at renowned international conference
	Opis	<i>SLO</i>	Razvoj in lastnosti keramičnih perkolativnih kompozitov PMN-PT-Pb ₂ Ru ₂ O _{6.5} so bili predstavljeni v predavanju na pomembni mednarodni konferenci "International Conference on Materials for Advanced Technologies" v Singapurju junija 2009, v simpoziju "Functional Ceramic Materials".
		<i>ANG</i>	Synthesis and properties of the all-ceramic percolative composites PMN-PT-Pb ₂ Ru ₂ O _{6.5} have been presented at the renowned international conference "International Conference on Materials for Advanced Technologies" (ICMAT2009, Singapur, June 2009), in the symposium "Functional Ceramic Materials".
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Abstract book, Functional ceramic materials, oxide thin films and heterostructures. Symposium D, ICMAT 2009, International Conference on Materials for Advanced Technologies 2009, and IUMRS - ICA 2009, International Union of Materials Research Societies - International Conference in Asia 2009, 28 June - 3 July 2009, Singapore.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	22747431		
5.	Naslov	<i>SLO</i>	Predstavitev na ugledni mednarodnih konferenci
		<i>ANG</i>	Presentation at renowned international conference
	Opis	<i>SLO</i>	Razvoj, strukturne, dielektrične in elektromehanske lastnosti vseh razvitih keramičnih perkolativnih kompozitov so bili predstavljeni v preglednem predavanju "Giant dielectric response in all-ceramic percolative composites", ki ga imel dr. Vid Bobnar na konferenci "Electronic Materials and Applications 2010 Conference" v Orlandu, ZDA, v okviru simpozija "Symposium on Advanced Dielectric, Piezoelectric and Ferroic Materials, and Emerging Fields in Electronics".
		<i>ANG</i>	Synthesis, structural, dielectric and electromechanical properties of all developed all-ceramic percolative composites have been presented in the review lecture "Giant dielectric response in all-ceramic percolative composites" at the conference "Electronic Materials and Applications 2010" (EMA 2010) in Orlando, USA, within the "Symposium on Advanced Dielectric, Piezoelectric and Ferroic Materials, and Emerging Fields in Electronics".
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Abstract book, Electronic materials and applications 2010, January 20-22, 2010, Buena Vista, FL, USA.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	23376167		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Opisani rezultati predstavljajo slovenski doprinos k svetovnemu temeljnemu in aplikativnemu znanju. Medtem ko so bili do sedaj sintetizirani le organski perkolativni kompoziti ter anorganski perkolativni kompoziti, kjer so v izolatorski matriki dispergirani kovinski delci, so razviti keramični kompoziti PZT-Pb₂Ru₂O_{6.5}, PMN-PT-Pb₂Ru₂O_{6.5} in KNN-RuO₂, slednji brez vsebnosti svinca, prvi anorganski perkolativni kompoziti brez vsebnosti kovinskih delcev. Njihove dielektrične lastnosti – zaradi idealne strukture (zrna prevodne keramike so enakomerno dispergirana v izolatorski keramiki) dielektrični odziv sledi teoretičnim napovedim perkolacijske teorije, dielektrična konstanta pa doseže izjemno velike vrednosti – kažejo na

veliko uporabnost keramičnih perkolativnih kompozitov v elektronskih in elektromehanskih aplikacijah, postopki, uporabljeni pri njihovi sintezi pa odpirajo vrata za razvoj novih sistemov z izjemno veliko dielektrično konstanto.

ANG

Results represent a contribution to the world's basic and applied-oriented knowledge. While up to now only organic percolative composites and inorganic systems, comprising metal particles within an insulator, have been developed, newly synthesized lead-based PZT-Pb₂Ru₂O_{6.5} and PMN-PT-Pb₂Ru₂O_{6.5} as well as lead-free KNN-RuO₂ systems are the first metal-particles-free inorganic percolative composites. Their dielectric properties – due to almost an ideal structure (conductive ceramic grains are uniformly distributed in a dielectric ceramic matrix) the dielectric response follows the predictions of the percolation theory and the dielectric constant actually diverges on approaching the percolation threshold – demonstrate the potential of all-ceramic percolative composites for use as high-dielectric-constant materials in various electronic and electromechanical applications, while procedures used for their synthesis represent the basis for future development of new giant dielectric constant systems.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Keramični perkolativni kompoziti, razviti na Institutu "Jožef Stefan" (prvi anorganski perkolativni kompoziti brez kovinskih delcev), so zaradi svoje izjemno velike dielektrične konstante zelo zanimivi za aplikacije na področju shranjevanja električnih nabojev (kondenzatorji, elektronska vezja). Po drugi strani pa so polimerni perkolativni kompoziti zaradi izjemnega elektromehanskega odziva in velike dielektrične konstante (majhnega zunanega električnega polja, potrebnega za operacijo) zelo zanimivi za številne aplikacije na področju senzorjev, aktuatorjev, umetnih mišic in integriranih mikro-elektromehanskih sistemov. Vse omenjene aplikacije so lahko potencialno zanimive tudi za slovensko industrijo. Poleg tega raziskave v okviru tega projekta omogočajo stik z vrhunsko svetovno znanostjo na področju novih materialov, prek takih stikov pa se ustvarja inovativna raziskovalna klima, ki jo Slovenija nujno potrebuje za trajnostni družbeno-ekonomski razvoj.

ANG

Ceramic percolative composites, developed at the Jožef Stefan Institute (the first all-ceramic, i.e. metal-particles-free percolative systems), are due to their giant values of the dielectric constant extremely interesting for charge storage applications (capacitors, electronic circuits). On the other hand, polymer-based percolative composites are, due to the ultrahigh electromechanical response and large values of the dielectric constant (small external electrical field, required for the operation), very attractive for a broad range of applications such as sensors, actuators, artificial muscles, and integrated micro-electromechanical systems. All the above mentioned applications might potentially be interesting for the Slovenian industry. Furthermore, investigations performed within this research project enable our contact with the world-knowledge and active participation in the development of new materials. Such investigations establish an innovative research environment, which is essential for the socio-economic development of Slovenia.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	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	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
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"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
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"/>	
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 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"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

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

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

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

Vid Bobnar	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

22.3.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/12

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

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

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

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

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

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

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

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

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

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

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00

48-85-01-14-33-02-1B-7B-37-6D-69-D4-A1-6E-B8-30-71-D2-C5-D5