

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/32

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-9455
Naslov projekta	Polimerni nanokompoziti za kemijske senzorje
Vodja projekta	4423 Marta Klanjšek-Gunde
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	2.835
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	104 Kemijski inštitut
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan" 1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
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

Realizirali smo vse načrtovane delovne sklope in objavili večino rezultatov. Zadnji med njimi so kot izvirni znanstveni članki sprejeti ali poslani v objavo.

Osnovni namen projekta je bil pripraviti nekaj heterogenih materialov za uporabo v kemijskih senzorjih v MEMS tehnologiji. Delo je potekalo v več smereh, ki se večinoma ujemajo z delovnimi sklopi, ki so bili načrtovanimi ob prijavi projekta.

Za kompozite s spremenjenimi električnimi lastnostmi smo uporabili svetlobo občutljivi

polimer (fotorezist), različne sintetične saje (carbon black, CB) in nekaj aditivov. Podrobneje smo raziskali lastnosti fotorezista in različnih CB. Opravili smo vrsto raziskav dispergiranja CB v polimerni matriki ter učinkovitosti in vlogi aditivov v tem procesu. Ukvarjali smo se tudi s polimerizacijo polimerne matrike in njenimi učinki na električne lastnosti kompozita. Podrobneje smo raziskali tudi lastnosti fazne meje med delci CB in polimerno matriko ter njeno vlogo pri električni prevodnosti kompozita. V vseh fazah raziskav smo ugotavljali možnost uporabe konkretno pripravljenega kompozita za procese, ki jih zahteva mikroelektromehanska (MEMS) tehnologija. Pripravili smo tudi nekaj testnih kapacitivnih kemijskih senzorjev in jih analizirali.

Za polimerno osnovo smo uporabljali negativni fotorezist na epoksi osnovi, ki se polimerizira s pomočjo UV-A svetlobe in je bil namensko razvit za pripravo MEMS struktur s fotolitografskim postopkom. Preučili smo fotopolimerizacijo in termične parametre, ki vplivajo na funkcionalnost polimerne plasti, ki smo jo uporabili kot senzorsko plast v kapacitivnem mikrokemijskem senzorju. Kemijske spremembe plasti, ki so nastale zaradi različne stopnje polimerizacije plasti in zaradi termičnega segrevanja po polimerizaciji, smo podrobno analizirali z infrardečo spektroskopijo. Določili smo tudi stopnjo polimerizacije in jo povezali z UV-osvetlitvijo in termično obdelavo utrjene plasti. Ugotovili smo, da je kemijska struktura senzorske plasti odvisna od stopnje polimerizacije in močno vpliva na odziv kapacitivnega kemijskega senzorja. Izjemno velik porast senzorskega odziva smo izmerili za plasti, v katerih se popolnoma premrežena struktura prične odpirati zaradi termične obdelave v inertni atmosferi. Pri temperaturah nad 320 °C se prične razpad kemijske strukture plasti. Pokazali smo, da je ta temperatura veliko nižja od degradacijske temperature fotorezista. S temi spoznanji smo pripravili kombinacije testnih senzorjev z optimizirano strukturo senzorske plasti, s katerimi smo uspeli selektivno zaznati vlago in nekaj hlapnih organskih topil (metanol, etanol, izopropil alkohol, butil alkohol, aceton, heksan, tetrakloretan in toluen). O tem sklopu raziskav smo poročali na dveh mednarodnih znanstvenih konferencah (v celoti objavljena referata [COBISS.SI-ID [6091860](#)] in [COBISS.SI-ID [5983572](#)]), raziskave pa smo strnili v izvirnem znanstvenem članku [COBISS.SI-ID [4060442](#)].

Za potrebe projekta smo podrobno raziskali lastnosti več tipov CB. Študirali smo lastnosti, ki za obstoječe komercialne aplikacije očitno niso pomembne, zato jih proizvajalec ne podaja. Sintetični CB vsebujejo najmanj 97% ogljika v večjih ali manjših grafitnih klastrih, ki sestavljajo osnovne delce. Ti so medsebojno povezani v najmanjše neločljive delce, ki jih imenujemo agregati. Agregati različnih tipov CB imajo različno velikost, morfologijo, mikrostrukturo in specifično površino. Poznamo »visoko strukturirane« (*high structure*) in »nizko strukturirane« (*low structure*) CB. Strukturiranost in površinske lastnosti CB odločilno vplivajo na lastnosti CB v kompozitih. Za analizo smo izbrali tri tipe CB, *low-structured furnace black*, *high-structured gas black* in *extremely high structured extra conductive* CB. Vzorce smo analizirali s sipanjem monokromatske svetlobe, kar z uporabo Mieje teorije daje podatke o porazdelitvah velikosti agregatov. Urejenost struktur kratkega dosega na površini CB vzorcev smo analizirali z Ramansko spektroskopijo, prisotnost površinskih nečistoč in njihovo kemijsko vezavo pa z XPS spektroskopijo. Rezultati kažejo velike razlike v velikosti in porazdelitvi velikosti agregatov, zastopanosti grafitne, amorfne in neurejene strukture, ter v prisotnosti kisika, edine nečistoče, ki smo jo detektirali na površini agregatov. Prevodni CB ima največje agregate s široko porazdelitvijo velikosti. Na njihovi površini je zanemarljivo malo kisika, vendar pa je vsebnost grafitne kristalne strukture največja, v njej pa imajo kristaliti najmanjšo prečno velikost. Vse te lastnosti smo skupno s podatki proizvajalca uporabili za razumevanje funkcije fazne meje med CB in polimerno matriko pri električni prevodnosti. Analiza različnih tipov CB je bila predstavljena na mednarodnem simpoziju (v celoti objavljen referat, COBISS.SI-ID [22997031](#)), izvirni znanstveni članek je pripravljen za objavo.

Raziskave elektroprevodnosti kompozitov fotorezista s CB funkcionalnimi delci so

pokazale, da na prevodnost močno vpliva ne le stopnja dispergiranosti delcev (kar smo utemeljeno domnevali že ob prijavi projekta), ampak tudi stopnja premreženosti polimerne matrike. Te raziskave so se odvijale tekom celotnega projekta. V prvi fazi smo zasledovali načine, kako pripraviti čim boljše disperzije in ugotavljali, kakšen je vpliv stopnje disperzije na električno prevodnost kompozita. Kompozite z različno stopnjo dispergiranosti smo dobili z uporabo različnih aditivov in z različnim mešanjem disperzij. Stopnjo disperzije smo ugotavljali preko slikovne analize reprezentativnega števila SEM posnetkov na isti plasti utrjenega kompozita. Posebno pozornost smo namenili merjenju električne upornosti plasti suhega kompozita, da bi se izognili kontaktni upornosti. V ta namen smo uporabili štiritočkovni princip merjenja in ga ustrezno prilagodili. Za kvantifikacijo specifične upornosti v odvisnosti od koncentracije funkcionalnih delcev smo uporabili statistični model perkolacijske teorije. Ta ima dva parametra, perkolacijski prag in perkolacijski koeficient. Perkolacijski prag določa volumsko koncentracijo prevodnih delcev, pri kateri upornost kompozita pade za nekaj redov velikosti (kar je pogoj za električno prevodnost), perkolacijski koeficient pa se uporablja za kvantifikacijo padca upornosti kompozita pri koncentracijah tik nad perkolacijskim pragom in za opis fenomena električne prevodnosti v kompozitu. Rezultati obširnih eksperimentov kažejo, da je mogoče doseči perkolacijski prag CB-fotorezist kompozita pri približno 0,6 vol.% za vse serije vzorcev, ki jih pripravimo z enako vloženo energijo mešanja in z različnimi aditivi. Perkolacijski prag ni odvisen od stopnje premreženosti polimerne matrike. Povsem drugače je s perkolacijskim koeficientom in konkretno vrednostjo padca upornosti tik nad perkolacijskim pragom. Vsi kompoziti z večjimi delci (manjšo stopnjo dispergiranosti), imajo večjo specifično upornost. Pojav je bolj izrazit v kompozitih s slabše premreženimi polimernimi matrikami in se manjša s koncentracijo funkcionalnih delcev. Po popolni polimerizaciji polimerne matrike pade upornost kompozitov za skoraj 5 velikostnih redov, največ tik nad perkolacijskim pragom. Polimerizacija (UV osvetlitev) povzroča premreženost polimerne matrike, pri čemer se močno poveča prevodnost kompozita. Pojav smo razložili s pomočjo IR spektroskopije. V kemijski strukturi popolnoma premreženega polimera med posameznimi oligomeri ni prostih vezi, kjer bi se lahko sipali nosilci naboja pri prehodu skozi kompozit. Pojav je izrazitejši pri manjših koncentracijah prevodnih delcev in se izrazito manjša z večanjem koncentracije. Pri večjih koncentracijah je prevodnost strogo vezana na prevodne poti, ki nastanejo z neposrednimi kontakti med delci in tuneliranjem električnih nabojev med sosednjimi prevodnimi delci. Študije porazdelitev delcev v vzorcih tik nad perkolacijskim pragom pred in po polimerizaciji so potrdile domneve, da električna prevodnost najverjetneje poteka preko dvojnih vezi v strukturi fotorezista. Ta ugotovitev je prva te vrste v literaturi in jo lahko primerjamo z rezultati na področju cepljenja (grafting) polimerov z nanodelci, kar je ena od novejših metod za pridobivanje prevodnih polimerov (nanomaterialov). Drug pomemben rezultat tega sklopa raziskav so vrednosti perkolacijskega koeficienta, ki smo jih dobili pri uporabi perkolacijskega modela na plasteh CB-fotorezit kompozita pred in po UV-osvetlitvi. Perkolacijski koeficient slabo premreženih (slabo polimeriziranih) kompozitov pred UV osvetlitvijo je okoli 5, po premreženju (po UV-osvetlitvi) istih vzorcev pa pade na okoli 2. Vrednost okoli 2 je v skladu s perkolacijsko teorijo, za večje vrednosti pa obstaja več razlag. Ena od razlag v literaturi je prisotnost več mehanizmov električne prevodnosti kot na primer večkratna nelinearno povezana perkolacija. V kompozitih, kjer so funkcionalni delci CB, je kot razlog za perkolacijski koeficient znatno nad 2 navedena tudi nizka strukturiranost CB. V našem primeru je ta razlog nemogoč, saj smo dobili vrednosti okoli 5 z *extremely high structured extra conductive* CB, ko pa smo iste vzorce osvetlili, je perkolacijski koeficient padel na vrednost, kot jo opisuje klasična perkolacijska teorija. Ker smo uporabili iste vzorce, je sprememba stopnje strukturiranosti nemogoča, torej je ta razlaga pojava izključena. Ta rezultat dodatno potrjuje veliko vlogo kemijske strukture polimerne matrike pri električni prevodnosti. Nopolimerizirani kompoziti najverjetneje prevajajo preko zapletenejših mehanizmov, ko pa jih polimeriziramo, poteka prevajanje po principih, ki so v skladu s klasičnim perkolacijskim modelom. Tudi ta rezultat je za področje prevodnih kompozitov po naših podatkih unikaten.

Različni deli raziskav prevodnosti kompozitov so bili predstavljeni s štirimi v celoti objavljenimi znanstveni prispevki na mednarodnih konferencah ([COBISS.SI-ID [3889946](#),

COBISS.SI-ID [6647380](#)], COBISS.SI-ID [4012314](#), COBISS.SI-ID [7302484](#)) in dvema objavljenima povzetkoma znanstvenega prispevka na konferenci (COBISS.SI-ID [3722522](#), COBISS.SI-ID [3833370](#)). Celotna raziskava iz te tematike je objavljena v izvirnem znanstvenem članku (COBISS.SI-ID [4191002](#)).

Zgoraj omenjene raziskave so pokazale, da je za prevodnost CB-fotorezist kompozitov zelo pomembna fazna meja med CB in polimerom, kar smo predvideli že ob prijavi projekta. Na tej fazni meji nastopajo površinske strukture CB delcev, sloj aditiva, ki ga potrebujemo za dispergiranje CB in polimerna matrika. Podrobneje smo raziskali medsebojni vpliv površinskih struktur različnih CB in različnih aditivov ter njihov vpliv na prevodnost v tekoči fazi. Uporabljeni aditivi se na površinah vseh izbranih CB delcev adsorbirajo po Langmuirjevemu mehanizmu adsorpcije. Zato smo sklepali, da aditivi oblikujejo monomolekularno plast. S pomočjo IR spektroskopije smo ugotovili, da se eden od aditivov kemijsko veže na CB površino vseh izbranih vzorcev. Meritve so pokazale, da je v primerih, ko se aditiv kemijsko veže na površino CB, električna prevodnost disperzij bistveno večja kot takrat, kadar ni take vezi in se plast aditiva le adsorbira na površino. Kemijska vez med aditivom in površino CB poveča efektivno velikost funkcionalnega delca in s tem poveča možnost za perkolacijo nabojev. Ta mehanizem je nadgradnja prevodnosti CB in nam pomaga razložiti, zakaj nekateri aditivi dajejo večje prevodnosti kompozitov pri enaki vloženi energiji za dispergiranje funkcionalnih delcev. Rezultati različnih sklopov dela na projektu se v tem vidiku popolnoma skladajo. Izvirni znanstveni članek s temi spoznanji je poslan v objavo.

V vseh fazah raziskav smo ugotavljali možnost uporabe kompozitov za fotolitografske procese, ki jih zahteva MEMS tehnologija. Pri tem smo upoštevali, da potrebujemo tudi nanašanje ustreznih plasti na vrteče se podlage (*spin coating*). Te raziskave so tekale paralelno z vsemi ostalimi dejavnostmi na projektu. Testne strukture so pokazale, da so popolnoma premreženi in ustrezno dispergirani CB-fotorezist kompoziti primerni za MEMS tehnologijo do koncentracije 1,1 vol. % CB, njihova prevodnost pa je dovolj velika. Rezultati teh raziskav so bili obširneje predstavljeni na domači konferenci o naprednih materialih ([COBISS.SI-ID [4292122](#)]), vsebovani pa so tudi v vseh objavah, kjer so obravnavane prevodnosti kompozitov. Tako smo lahko sproti spremljali uporabnost kompozitov in usmerjali njihovo pripravo.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Uspeli smo realizirati vse cilje, ki so bili zastavljeni ob prijavi projekta:

- Pripravili smo električno prevodne nanokompozite. Za polimerno matriko smo uporabili fotorezist, ki je ključni material za MEMS strukture. Tak izbor zagotavlja kompatibilnost pripravljenih nanokompozitov z MEMS tehnologijo. Za funkcionalne delce smo uporabili sintetični ogljik (carbon black, CB).
- Raziskali smo termične lastnosti polimerne matrike in njihov vpliv na kemijsko strukturo osvetljene plasti. S pomočjo teh rezultatov smo pripravili kombinacijo kapacitivnih kemijskih senzorjev s različno pripravljenimi senzorskimi plastmi, ki selektivno zazna hlapne organske snovi.
- Podrobneje smo raziskali kemijsko strukturo na površini različnih vrst CB. Raziskali smo tudi fazno mejo med funkcionalnimi delci in polimerno matriko ter njen vpliv na električno prevodnost nanokompozita v tekoči fazi.
- Funkcionalne delce smo dispergirali do povprečne velikosti okoli 150 nm, kar zadošča zahtevam za nanostrukturiranost in predstavlja izjemen dosežek tudi na področju pigmentiranih premazov.

- Podrobneje smo analizirali prevodnost trdnih nanokompozitov v odvisnosti od koncentracije funkcionalnih delcev.
- Z upoštevanjem vseh rezultatov in spoznanj, ki smo jih pridobili tekom projekta, smo pripravili električno prevodni nanokompozit z izjemno nizkim perkolacijskim pragom, ki zadošča vsem zahtevam uporabe v MEMS tehnologiji.

Te raziskave so privedle do nekaj pomembnih temeljnih spoznanj, ki jih v razpoložljivi literaturi nismo zasledili:

- Prevodnost nanokompozita je odvisna ne le od koncentracije in porazdelitve funkcionalnih delcev (kar opisuje perkolacijska teorija), ampak tudi od strukture polimerne matrike. Spremembe njene strukture lahko povzročijo spremembo prevodnosti istega nanokompozita za več velikostnih redov.
- Popolnoma premrežena polimerna matrika omogoča prenos električnega naboja tudi med prevodnimi delci, ki niso v stiku, razdalje med najbližjimi sosedami pa so prevelike za tunelski efekt.
- Fazna meja med funkcionalnimi delci in polimerno matriko nanokompozitov, ki imajo največjo prevodnost, je monomolekularna plast aditiva, ki je kemijsko vezan na prevodne delce.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

-

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv temperaturnega popuščanja SU8 senzorske plasti na občutljivost kapacitivnega kemijskega senzorja
		<i>ANG</i> The influence of hard-baking temperature applied for SU8 sensor layer on the sensitivity of capacitive chemical sensor
	Opis	<i>SLO</i> Preučili smo parametre, ki vplivajo na funkcionalnost senzorske plasti polimera SU8 v kapacitivnem kemijskem senzorju. Občutljivost senzorja je odvisna od stopnje premreženja plasti, kar je mogoče uravnavati s termično obdelavo plasti po UV osvetlitvi. S kombinacijo testnih senzorjev z optimizirano strukturo senzorske plasti smo uspeli selektivno zaznati vlago in hlape nekaterih organskih snovi (metanol, etanol, izopropil alkohol, butil alkohol, aceton, heksan, tetrakloreten in toluen).
		<i>ANG</i> The influences of SU8 sensor layer properties on sensitivity of capacitive chemical sensor were studied. It depends on differences in crosslinking of the sensor layer. The effect was obtained by hard baking after UV exposure. A combination of capacitive chemical sensors with optimised chemical structure with good discrimination between some volatile organic compounds (methanol, ethanol, isopropyl alcohol, butyl alcohol, acetone, hexane, tetrachloroetene and toluene) was prepared.
	Objavljeno v	KLANJŠEK GUNDE, Marta, HAUPTMAN, Nina, MAČEK, Marijan, KUNAVER, Matjaž. The influence of hard-baking temperature applied for SU8 sensor layer on the sensitivity of capacitive chemical sensor. Appl. phys., A, Mater. sci. process. (Print), 2009, vol. 95, no. 3, str. 673-680, doi: 10.1007/s00339-008-4966-4
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		4060442
2.	Naslov	<i>SLO</i> Prevodni fotoresist z ogljikom
		<i>ANG</i> Carbon based conductive photoresist

	Opis	SLO	Z epoksi fotorezistom in sintetičnim ogljikom smo pripravili prevodni nanokompozit s perkolacijskim pragom 0,6 vol.%. Specifična upornost je močno odvisna od stopnje premreženosti polimera. Poponoma premrežen polimer omogoča preprosto perkolacijo nabojev. To je posebno pomembno, kadar je razdalja med sosednjimi delci prevelika, da bi bil mogoč direkten prenos naboja preko kontaktov med delci ali pa s tuneliranjem. To je prvi opis takih mehanizmov v prevodnih kompozitih.
		ANG	Epoxy-based photoresist and conductive carbon black particles were used to prepare a conductive photoresist. Percolation threshold was achieved at 0,6 vol %. A large dependence of resistivity on the degree of crosslinking of polymer matrix was shown. Completely crosslinked polymer enables simple percolation conductive mechanisms also in circumstances where the distances between adjacent functional particles are too large for the conductive paths and nearest-neighbour tunnelling to be feasible.
	Objavljeno v		HAUPTMAN, Nina, ŽVEGLIČ, Maša, MAČEK, Marijan, KLANJŠEK GUNDE, Marta. Carbon based conductive photoresist. J. Mater. Sci., 2009, vol. 44, no. 1/2, str. 4625-4632.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		4191002
3.	Naslov	SLO	Električne lastnosti tankih plasti epoksi-polimera z nano-ogljikom
		ANG	Electrical properties of thin epoxy-based polymer layers filled with n-carbon black particles.
	Opis	SLO	Specifična upornost utrjenih tankih plasti kompozita ima značilno S - obliko, ki jo opisuje klasična perkolacijska teorija. Odvisna je od stanja disperzije delcev in od drugih parametrov priprave plasti. Na stanje disperzije vplivamo z uporabo površinsko aktivnih snovi in z različno pripravo kompozita. Stopnja polimerizacije polimerne matrike nima večjega vpliva na stanje disperzije, pač pa zaznavno spremeni odvisnost upornosti od koncentracije funkcionalnih delcev.
		ANG	Specific electrical resistivity of dry thin layers of composite has a typical percolation S-shape. It depends on state of dispersion of functional particles and on other preparation parameters. The state of dispersion is possible to modify by dispersing additives and by mixing. Degree of polymerization of the polymer matrix has a negligible effect on the state of particle dispersion, but it appreciably changes the dependence of resistivity on concentration of functional particles.
	Objavljeno v		KLANJŠEK GUNDE, Marta, HAUPTMAN, Nina, MAČEK, Marijan. Electrical properties of thin epoxy-based polymer layers filled with n-carbon black particles. V: MAHER, Mary-Ann (ur.). Micromachining and microfabrication process technology XIII : 22-23 January 2008, San Jose, California, USA, (Proceedings of SPIE, vol. 6882). Bellingham [USA]: SPIE, 2008, str. 68820M-1-68820M-8.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS.SI-ID		3889946
	Naslov	SLO	Sintetični ogljik: morfologija, stopnja neurejenosti in površinska kemijska struktura
		ANG	Carbon black powders: morphology, degree of disorder and surface chemical structure
	Opis	SLO	Za različne tipe sintetičnega ogljika (CB, carbon black) smo določili velikosti agregatov, urejenost površinskih struktur kratkega dosega ter prisotnost in kemijsko vezavo površinskih nečistoč. Rezultati kažejo velike razlike v velikosti in porazdelitvi velikosti agregatov, zastopanosti grafitne, amorfne in neurejene strukture, ter v prisotnosti kisika, edine nečistoče, ki smo jo detektirali na površini agregatov.
		ANG	Three types of carbon black powders were analysed. They have very different average size and size distribution of aggregates, short-range order and surface chemical structure. Different amounts of graphitic, amorphous and disordered phases were detected. The analysed samples differ also in amount of oxygen and its bonding on powder surface. Oxygen was the only impurity detected on surfaces of all analysed powders.
			HAUPTMAN, Nina, VESEL, Alenka, IVANOVSKI, Vladimir, KLANJŠEK GUNDE, Marta. Carbon black powders : morphology, degree of disorder and surface

5.	Objavljeno v		chemical structure. V: 2nd International Conference on Advanced Plasma Technologies (iCAPT-II) & 1st International Plasma Nanoscience Symposium (iPlasmaNanoSym-I), September 29th - October 2nd 2009, Piran, Slovenia. Conference proceedings. Ljubljana: Slovenian Society for Vacuum Technique: = DVTS - Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2009, str. 99-102.
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	22997031	
	Naslov	<i>SLO</i>	Uporabnost polimera na epoksi osnovi za kapacitivne kemijske senzorje
		<i>ANG</i>	Epoxy-based polymer for capacitive chemical sensors
	Opis	<i>SLO</i>	Podane so prednosti in omejitve uporabe epoksi-polimerov za pripravo senzorskih plasti v kapacitivnih kemijskih senzorjih. Poudarek je na snovnih lastnostih plasti in njihovi kemijski strukturi.
		<i>ANG</i>	The suitability of epoxy-based polymers for sensor layers in capacitive chemical sensors are discussed. The intrinsic material properties and the corresponding chemical structure are examined in particular.
	Objavljeno v		MAČEK, Marijan, KLANJŠEK GUNDE, Marta, HAUPTMAN, Nina. Epoxy-based polymer for capacitive chemical sensors. V: EMPC 2007, The 16th European Microelectronics and Packaging Conference & Exhibition, June 17-20, 2007, Oulu, Finland. Proceedings. [Washington]: IMAPS, 2007, str. 389-393,
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	5983572	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Fotolitografske lastnosti prevodnega fotorezista na epoksi osnovi z ogljikom
		ANG	Photolithographical properties of carbon black/epoxy conductive photoresist
	Opis	SLO	Obravnavana je možnost uporabe prevodnih fotorezistov na epoksi osnovi, pripravljenih z disperzijami nano-CB, za fotolitografske postopke. Ta tehnologija zahteva ustrezne lastnosti kompozita za nanašanje na vrteče se podlage (spin-coating), primerno UV-polimerizacijo, ustrezno hitrost jedkanja in sprejemljivo ločljivost fotolitografsko pripravljenih struktur. Ugotovljeno je bilo, pri katerih pogojih obravnavani nanokompoziti ustrezajo tem zahtevam.
		ANG	The possibility to use conductive carbon based conductive photoresists for photolithographic applications was analysed. Suitability of the composite for spin coating, UV polymerisation, developing and etching to obtain an acceptable resolution of photolithographically prepared structures was demanded. It was found in which conditions the prepared nanocomposites fulfil these criteria.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	HAUPTMAN, Nina, KLANJŠEK GUNDE, Marta, MAČEK, Marijan. Photolithographical properties of carbon black/epoxy conductive photoresist. V: 45th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Advanced Photovoltaic Devices and Technologies, September 9 - September 11, 2009, Postojna, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2009, str. 305-309	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	7302484		
2.	Naslov	SLO	Disperzije ogljika v epoksi-polimeru
		ANG	Dispersions of carbon black pigments in epoxy-based medium
	Opis	SLO	Obravnavane so lastnosti disperzij CB v epoksi polimeru v tekočem in trdnem stanju. Posebna pozornost je posvečena električni prevodnosti ter njeni odvisnosti od koncentracije in porazdelitve velikosti delcev CB v polimernem mediju.
			Dispersions of carbon black pigments in epoxy-based polymer matrix were studied. Liquid and solid states were considered. Special attention was

		ANG	devoted to electric conductivity of material in dependence on concentration of functional particles and on average size and size distribution of corresponding particles in the applied polymer matrix.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		KLANJŠEK GUNDE, Marta, HAUPTMAN, Nina, MAČEK, Marijan, BEŠTER-ROGAČ, Marija. Dispersions of carbon black pigments in epoxy-based medium : [lecture]. V: Coatings science international 2007 : 25 June - 29 June 2007, Noordwijk, The Netherlands : book of abstracts. [S.l.: s.n.], 2007, str. 83.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		3722522
3.	Naslov	SLO	Električno prevodni fotorezisti z dodatkom ogljikovih nano delcev
		ANG	Electrically conductive photoresists with carbon black nanoparticles
	Opis	SLO	Podan je pregled prednosti uporabe prevodnih svetlobno občutljivih materialov na osnovi ogljikovih nanodelcev. Pregled je podan na domačem posvetu o naprednih materialih, kjer je bila s tem dosežkom seznanjena domača strokovna javnost.
		ANG	The advantages of electrically conductive photoresists with carbon black nanoparticles were presented to the domestic experts.
	Šifra		F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v		MAČEK, Marijan, HAUPTMAN, Nina, KLANJŠEK GUNDE, Marta. Električno prevodni fotorezisti z dodatkom ogljikovih nano delcev : [predstavljeno na srečanju] Posvet o naprednih materialih. Ljubljana: Institut Jožef Stefan, 16.-17. september 2009.
	Tipologija		3.15 Prispevek na konferenci brez natisa
	COBISS.SI-ID		4292122
4.	Naslov	SLO	Organizacija mednarodnih seminarjev »Barve in premazi« in uredništvo zbornika predavanj
		ANG	Organisation of international seminars »Colour and Coatings« , Proceedings editor
	Opis	SLO	Društvo koloristov Slovenije in Kemijski inštitut praviloma vsaki dve leti organizirata mednarodno strokovno posvetovanje »Barve in premazi«. Gre za srečanje raziskovalcev iz industrije, znanstvenih institucij in univerz, ki se ukvarjajo z različnimi vidiki barv in premazov. Srečanje je zelo dobro obiskano in pomaga zagotavljati prenos znanj med različnimi raziskovalnimi skupinami na tem multidisciplinarnem področju.
		ANG	Slovenian colorists association and National Institute of Chemistry organise international specialist seminars on "Colour and coatings". It collects researchers from industry, research institutes and university from Slovenia and abroad which are working on this subjects. It is well accepted and helps in connecting different researchers on this fully interdisciplinary area.
	Šifra		F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v		4. mednarodni seminar Barve in premazi = 4th International Seminar Colour and Coatings, 15. in 16. november 2007, Bled, Slovenija, KUNAVER, Matjaž (ur.), KLANJŠEK GUNDE, Marta (ur.). Zbornik razširjenih povzetkov. Ljubljana: Kemijski inštitut, 2007. 72 str., ilustr. ISBN 978-961-6104-09-8.
	Tipologija		2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID		235974656
5.	Naslov	SLO	Učinki svetlobe na materiale
		ANG	Interaction of light with materials
	Opis	SLO	V poljudni znanstveni oddaji smo kramljali o povezanosti svetlobe in materialov. Med drugim smo govorili tudi o učinkih UV svetlobe na materiale in njihovem izkoriščanju v tehnoloških procesih.
		ANG	In a popular TV broadcast we were talking about connections between light and materials. One of the subjects was the influence of UV light together with its application in technological processes.
			F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom

Šifra	(seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	KLANJŠEK GUNDE, Marta, OPARA KRAŠOVEC, Urša. Učinki svetlobe na materiale : [oddaja Sadovi znanja]. Ljubljana: TV Pika, 17. okt. 2009.
Tipologija	1.22 Intervju
COBISS.SI-ID	4299546

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

-

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Pridobili smo osnovna in uporabna znanja na področju prevodnih nanokompozitov. Med uporabna znanja sodijo številne podrobnosti priprave in analize lastnosti kompozitov. Posebno pomembna so temeljna spoznanja o vlogi kemijske strukture polimerne matrike in o vlogi fazne meje med prevodnimi delci in matriko. Izkazalo se je, da imajo strukturne lastnosti materialov, ki sestavljajo kompozit, izjemno pomembno vlogo pri doseganju maksimalne prevodnosti kompozitov s sicer enakimi sestavinami in celo z enakimi koncentracijami uporabljenih materialov. Pokazali smo tudi, da podobne lastnost veljajo za t.i. cepljenje polimerov (polymer grafting) z nanodelci pri sintezi polimerov in za dopiranje polimerov, ki prav zaradi dopiranja postanejo (pol)prevodni. Po naših podatkih je to prva predstavitev dokazov za tako splošen koncept prevodnosti nanokompozitov.

Najpomembnejši rezultati raziskav, ki so bile opravljene na projektu, so že objavljeni, drugi so poslani v objavo ali pa so tik pred tem in bodo objavljeni v najbližji bodočnosti, najverjetneje v letu 2010.

ANG

Basic and applied knowledge in the field of conductive composites were formed. Applied features concern several important details of preparation procedures and the ways to get suitable application properties of final material. Basic facts on the role of material structure were recognised and a possible explanation was proposed. One of them is the role that chemical structure of polymer matrix has in conductivity of the composite and the other is the role of interlayer between the conductive inclusions and isolative medium. These intrinsic structural properties are considerably important for a composite to get the largest possible conductivity applying the same materials and the same concentration of functional particles. An analogy to polymer grafting with nanoparticles and to doping of suitable polymers during synthesis of (semi)conductive polymers was suggested. According to our data this is the first interpretation of such general relations between conductive (nano)composites and conductive polymers.

The most important results of the research has been published already, the other were submitted for publication or are prepared to be submitted. We expect them to be published in the near future, most likely in the year 2010.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Osvojitev temeljnih znanj o prevodnih nanokompozitih je velikega pomena za uporabo v različnih aplikacijah. Kmalu po pričetku dela na projektu smo projektno skupino tega projekta povezali s skupino na Oddelku za grafiko in tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani. Skupno z njimi se izvaja aplikativni raziskovalni projekt »Tisk pasivnih elektronskih elementov za sisteme pametne embalaže«, ki ga sofinancira Zavod za sito, digitalni in tampo tisk, Sežana.

Znanja, pridobljena pri delu na obeh projektih ter zavedanje o njihovi aktualnosti in uporabnosti so privedli tudi do postavitve izbirnega predmeta na 3. Bolonjski stopnji Oddelka za grafiko in tekstilstvo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani z naslovom »Tisk elektronike«. Nosilec predmeta je doc.dr. Marijan Maček, soizvajalka pa je tudi doc.dr. Marta Klanjšek Gunde.

Prevodni nanokompoziti na polimerni osnovi so eden najpomembnejših materialov za tiskano elektroniko. Imenujemo jih tudi funkcionalne tiskarske barve. Osnovna spoznanja projekta, ki je predmet tega poročanja, so pri teh aktivnostih nepogrešljiva. S pomočjo aplikativnega

projekta in preko študentov informacijske in grafične tehnologije se bodo ta znanja lahko prenesla v naš prostor in aktivno prispevala k zakladnici znanja slovenske strokovne javnosti in, kar močno upamo, tudi pomagala k dvigu našega gospodarstva.
 Tematika projekta je vsebovana tudi v doktorski tezi mlade raziskovalke Nine Hauptman. Zagovor teze bo na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani v letu 2010.

ANG

Basic knowledge in the field of conductive nanocomposites is of considerable importance in several up-to-date applications. Shortly after starting this project, the project group connected with the Department of graphic and textile from on the Faculty of Natural Sciences and Engineering at the University of Ljubljana. We are working together on the applied project "Printed passive electronic components for smart packaging" which is co-founded by Zavod za sito, digitalni in tampo tisk, Sežana.

The knowledge obtained on both projects and awareness of its actuality and applicability gives rise to the master degree course (3rd bologna level) entitled "Printed electronics" on the Faculty of Natural Sciences and Engineering. The basic lecturer is doc. dr. Marijan Maček, and one of the lecturers is doc. dr. Marta Klanjšek Gunde.

Conductive polymer nanocomposites are one of the most important materials for printed electronics. They are frequently named as functional printing inks. Basic knowledge from the current project is of considerable value in this special field. Dissemination of knowledge to our community is assured by the above-mentioned applied project, first of all through students of information technology and graphic art.

Basic aspects of the current project are involved also in PhD thesis of young researcher Nina Hauptman. It will be finished this year on the Faculty of Chemistry and Chemical Technology, University of Ljubljana.

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	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

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	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					

G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
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	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
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			EUR

		trajanja projekta je znašala:			
		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:

Marta Klanjšek-Gunde	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/32

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., PREMŽL, 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 Sifrantu 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 v1.00a

E9-F1-2A-C8-88-1E-D0-B8-EF-8B-23-60-4B-D1-2E-E2-8F-9D-58-37