

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/19

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9657
Naslov projekta	Oksidacija kovin z reaktivno kisikovo plazmo
Vodja projekta	10429 Miran Mozetič
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.245
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1682 KOLEKTOR GROUP Vodenje in upravljanje družb d.o.o.
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	KOLEKTOR GROUP Vodenje in upravljanje družb d.o.o.
	Naslov	Vojkova ulica 10, 5280 Idrija, Slovenija
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

Opravili smo sistematične raziskave rasti kovinskih oksidov na vzorcih iz aluminija, titana, niobija, bakra, železa in nekaterih vrst nerjavnega jekla. Vzorce smo izpostavili kisikovi plazmi z gostoto atomov med $1E20$ in $1E22$ m⁻³. Plazmo smo generirali z radiofrekvenčnim generatorjem moči do 5kW in frekvence 27.12 MHz in mikrovalovnim generatorjem moči do 1500W in frekvence 2.45GHz. Za povečanje kinetične energije kisikovih ionov, katerih gostota v plazmi je okoli $1E16$ m⁻³, smo uporabili dodatno DC sklopitev z nazivno močjo do 20 kW. Tako

smo dosegli potencialni padec med plazmo in vzorci več 100 V, kar omogoča dobro pospeševanje ionov proti površini vzorcev in s tem bistveno večjo sproščeno moč, kot bi jo dobili pri klasični sklopitvi med RF generatorjem in plazmo. Za preučevanje oksidacije pri ekstremnih pogojih (temperatura preko 1000K, časovni odvod temperature preko 100K/s) smo opravili eksperimente na Evropskem solarnem centru Font Romeu v Franciji (Evropski projekt Solface, 6. OP). Karakterizacijo vzorcev smo opravili v naših laboratorijih (profilna analiza s spektroskopijo Augerjevih elektronov, rentgenska fotoelektronska spektroskopija in vrstična elektronska mikroskopija) ter pri naših partnerjih z Oddelka za Kemijsko inženirstvo, Univerza v Louisvillu, Kentucky, ZDA (transmisijska elektronska mikroskopija in elektronska difrakcija na selektivnih površinah) v okviru bilateralnega projekta. Pri karakterizaciji plazme smo uporabili tudi optično emisijsko spektroskopijo v sodelovanje z našimi partnerji z Instituta za Fiziko iz Zagreba (bilateralni projekt). Rezultati raziskav so pokazali, da je aluminij pri ekstremnih pogojih izredno občutljiv na oksidacijo. Ugotovili smo namreč, da lahko temperatura vzorca pri določenih plazemskih parametri preseže 1200K, kar vodi k domala eksplozivni oksidaciji. Na vzorcih nerjavnega jekla, ki so bili obdelani s plazmo, smo opazili segregacijo mangana, ki tvori skupaj z železom faze, ki se pojavijo v obliki monokristalov na površini. Tudi na površini titana se tvorijo preko 100nm veliki kristali oksida, kar dramatično spremeni morfologijo in s tem rekombinacijski koeficient. Na površini železa rastejo nanovlakna oksida, kar velja tudi za niobij in baker.

Sistematične raziskave so pokazale nekatere do sedaj še neobjavljene rezultate rasti nanostruktur na površini kovin in nekaterih zlitin. Rezultate smo pripravili za objavo v prestižnih revijah (v oklepaju so navedeni aktualni faktorji vpliva posameznih revij) kot so Small (6,41), Chemistry of Materials (4.88), Nanotechnology (3.31), Journal of Applied Physics (2,17) in Journal of Physics D: Applied Physics (2,20), Appl. Surf. Sci (1,3) in Vacuum (1,1) O naših dosežkih smo poročali tudi na različnih priznanih konferencah in tematskih delavnicah, večinoma kot vabljeni predavatelji.

Merili smo tudi koeficiente za heterogeno površinsko rekombinacijo nevtralnih kisikovih atomov in ugotovili, da so močno odvisni od nanostrukturiranosti površine. Na osnovi obsežnih raziskav smo se odločili, da je najprimernejši material za izdelavo pladnjev za selektivno jedkanje mikrokompozitnih materialov s kisikovo plazmo nerjavno nemagnetno jeklo vrste AISI 416L. Večje vzorce tega materiala smo izpostavili cikličnim obremenitvam. Ugotovili smo, da je mogoče s pravilnim postopkom oksidacije preprečiti nadaljnjo oksidacijo in s tem degradacijo podlag. Rezultate smo tolmačili z nastankom pasivne prevleke, ki je stabilna tudi po več kot stokratni ciklični obdelavi z agresivno kisikovo plazmo, ki je potrebna za selektivno jedkanje mikrokompozitnih vzorcev.

Navedeni rezultati so omogočili rešitev tehnološkega problema (degradacija podlag za selektivno plazemsko jedkanje mikrokompozitnih polizdelkov) pri našem industrijskem partnerju in sofinancerju tega aplikativnega projekta. S tem si je naš industrijski partner zagotovil nemoten proizvodnji proces.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Zastavljeni cilji so bili v celoti realizirani. Ugotovili smo namreč, da na vseh kovinah, ki smo jih obdelovali s kisikovo plazmo, pri določenih pogojih dobimo okside, ki rastejo v obliki nanostruktur. Najbolj je to izrazito v primeru niobija, železa in aluminija, medtem ko na površini nerjavnega jekla nismo opazili dolgih nanovlaken temveč le segregacijo legirnih elementov in tvorbo trodimenzionalnih kristalov. Obenem nam je uspelo razviti

postopek za oksidacijo nerjavnega jekla, ki temelji na uporabi kisikove plazme z različno stopnjo agresivnosti. Tovrstni postopek omogoča počasno rast oksidne plasti, ki deluje kot pasivacijska plast in ki preprečuje neželjeno spontano rast nanostruktur na površini obdelovanca.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

Ni sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Obnašanje atomarnega kisika v bližini površine nanostrukturiranega Nb ₂ O ₅
		<i>ANG</i> Behaviour of oxygen atoms near the surface of nanostructured Nb ₂ O ₅
Opis	<i>SLO</i>	Znanstveni članek je bil objavljen v klasični reviji s področja uporabne fizike. Med izpostavo čistega niobija reaktivni kisikovi plazmi na njegovi površini spontano rastejo nanovlakna niobijevega oksida. Bogata morfologija vodi k povečanju rekombinacijskega koeficienta več kot red velikosti, kar povzroči gradient gostote kisikovih atomov v okolici vzorca. Tovrstno obdelan niobij torej predstavlja močan ponor kisikovih atomov in s tem odlični katalizator, ki ga lahko uporabimo vselej, kadar želimo zmanjšati koncentracijo atomov v reakcijski komori ne da bi spremenili razelektritvene parametre.
	<i>ANG</i>	The scientific paper was published in the classical journal in the field of applied physics. The experimnts showed that interaction between oxygen plasma and pure niobium leads to spontaneous growth of niobium oxide nanowires. The presence of these nanowires leads to a substantial increase of the recombination coefficient that may increase for over an order of magnitude causing strong gradients in the vicinity of the surface. Such material represents a huge sink for neutral oxygen atoms. Such nanostructured material is suitable for independent control of O density.
Objavljeno v	CVELBAR, Uroš, MOZETIČ, Miran. Behaviour of oxygen atoms near the surface of nanostructured Nb ₂ O ₅ . J. phys., D, Appl. phys., 2007, vol. 40, str. 2300-2303.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	20681511	
2.	Naslov	<i>SLO</i> AES raziskave nerjavnega jekla, oksidiranega s kisikovo plazmo
		<i>ANG</i> AES investigation of the stainless steel surface oxidized in plasma
Opis	<i>SLO</i>	Predstavili smo rezultate oksidacije jekla, ki smo ga izpostavili agresivni plazmi. Eksperiment smo opravili na Solarnem centru Font Romeu v Franciji. Za karakterizacijo vzorcev, smo uporabili AES profilno analizo. Pri nizki temperaturi raste tanka plast železovih oksidov, pri povišani pa kromov oksid, ki postane pri temperaturi preko 900K dominanten. Pri temperaturi okoli 550K na površini segregira tudi mangan, ki pa ga kromov oksid ne prekrije niti pri 900K. Površinske lastnosti tako obdelanega jekla so zato odvisne predvsem od mangana na površini, zato je rekombinacija atomov močna.
	<i>ANG</i>	Results of experiments performed at European solar facility in Font Romeu, France, are presented. Samples of stainless steel oxidize under plasma exposure. At low temperature, iron oxide is formed, while at elevated temperature chromium oxide is detected and eventually becomes predominant at 900 K. Manganese segregates on the surface at 550K and persists even at temperatures over 900 K. The surface properties of such treated stainless steel therefore depends on the manganese which exhibits much more catalytic activity for surface recombination of oxygen atoms than untreated stainless steel.
Objavljeno v	VESEL, Alenka, DRENİK, Aleksander, MOZETIČ, Miran, ZALAR, Anton, BALAT-PICHELIN, Marianne, BELE, Marjan. AES investigation of the stainless steel surface oxidized in plasma. Vacuum. [Print ed.], 2007, vol. 82, no. 2, str. 228-231.	

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	20985127
3.	Naslov	SLO Spontana rast superstrukturnih alfa Fe ₂ O ₃ nanožic in nanotrakov v kisikovi plazmi
		ANG Spontaneous growth of superstructure [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowire and nanobelt arrays in reactive oxygen plasma
	Opis	SLO Prvi na svetu smo uspeli sintetizirati različne eno in dvodimenzionalne monokristalinične superparamagnetne nanodelce železovega oksida. Ugotovili smo, da te strukture spontano rastejo na površini železa med izpostavo reaktivni kisikovi plazmi. Rast tovrstnih struktur je omejena na ozke vrednosti plazemskih parametrov.
		ANG To the best of our knowledge, this paper represents the first report worldwide on synthesis of superstructure [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowire and nanobelt arrays. We found that, under limited range of plasma parameters, one or two dimensional nanoparticles grow spontaneously from iron substrates during exposure to reactive oxygen plasma.
	Objavljeno v	CVELBAR, Uroš, CHEN, Zhiqiang, SUNKARA, Mahendra K., MOZETIČ, Miran. Spontaneous growth of superstructure [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowire and nanobelt arrays in reactive oxygen plasma. Small (Weinh., Print), 2008, vol. 4, no. 10, str. 1610-1614.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	22004519	
4.	Naslov	SLO Ploskve z urejenimi kisikovimi vrzelmi na površini alfa Fe ₂ O ₃ nanožic in nanotrakov
		ANG Long-range ordering of oxygen-vacancy planes in [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowires and nanobelts.
	Opis	SLO Sistematične raziskave interakcije med kisikovo plazmo z različnimi parametri in železovimi podlagami so pripeljale do edinstvenega rezultata: ugotovili smo, da lahko z izbranimi plazemskimi parametri krojimo nanostrukturo nanodelcev železovega oksida. V prispevku smo prvi na svetu poročali o urejeni strukturi dolgega dosega, ki nastane na površini alfa Fe ₂ O ₃ nanožic in nanotrakov pri povišani temperaturi med obdelavo s pravšnjo dozo nevtralnih atomov kisika in pospešenimi pozitivno nabitimi ioni.
		ANG Systematic research on interaction between oxygen plasma with different parameters and iron substrates brought an invention of a method for tailoring the structure of nanoparticles. We found that long-range ordering of oxygen-vacancy planes in [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowires and nanobelts can be achieved by treatment of substrates heated to elevated temperature with a combination of neutral oxygen atoms and moderately accelerated positively charged ions.
	Objavljeno v	CHEN, Zhiqiang, CVELBAR, Uroš, MOZETIČ, Miran, HE, Jiaqing, SUNKARA, Mahendra K. Long-range ordering of oxygen-vacancy planes in [alpha]-Fe ₂ O ₃ nanowires and nanobelts. Chem. mater.. [Print ed.], 2008, vol. 20, no. 9, str. 3224-3228.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	21739815	
5.	Naslov	SLO Visokotemperaturna oksidacija nerjavnega jekla AISI316L z zračno plazmo
		ANG High temperature oxidation of stainless steel AISI316L in air plasma
	Opis	SLO V tem članku, ki je bil objavljen v vrhunski specializirani reviji s področja uporabne znanosti o površinah, smo razložili pojav oksidacije nerjavnega jekla pod ekstremnimi pogoji. Vzorce smo obdelovali s plazmo, ki smo jo generirali v razredčenem zraku, obenem pa smo jih izpostavili koncentrirani sončevi svetlobi z gostoto moči preko 10MW/m ² . Tovrstni eksperiment smo opravili v Evropskem solarnem centru Font Romeu. Ugotovili smo, da je mehanizem oksidacije povsem drugačen kot pri klasični oksidaciji, kar vodi k nanostrukturiranosti površine.
ANG This paper was published in a journal specialized for applied surface science. The oxidation of stainless steel at extreme conditions was elaborated. The samples were treated in air plasma and simultaneously exposed to concentrated solar radiation at the power density exceeding 10 MW/m ² . The		

		experiment was performed at European solar facility in Font Romeu, France. The oxidation mechanism was found to be completely different from classical one leading to nanostructured surface.
Objavljeno v		VESEL, Alenka, MOZETIČ, Miran, DRENIK, Aleksander, HAUPTMAN, Nina, BALAT-PICHELIN, Marianne. High temperature oxidation of stainless steel AISI316L in air plasma. Appl. surf. sci.. [Print ed.], 2008, vol. 255, issue 5, Part 1, str. 1759-1765.
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	22237479	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Sinteza nanožic kovinskih oksidov s plazemsko obdelavo
		<i>ANG</i> Synthesis of metal oxide nanowires by oxygen plasma treatment
Opis	<i>SLO</i>	Vodja projekta je na tej konferenci, ki poteka vsaki dve leti v različnih koncih sveta in ki se je redno udeležuje preko 500 strokovnjakov, imel vabljen predavanje o dosežkih, ki so plod raziskovalnega dela na projektu. V predavanju je predstavil prednosti nove tehnologije za sintezo nanomaterialov kovinskih oksidov, ki bo verjetno najbolj uporabna v optiki.
	<i>ANG</i>	The project leader gave an invited talk at this conference that is organized bi-annually and attracts over 500 scientists worldwide. He presented the advantage of the original method for synthesis of metal oxide nanowires and its possible applications in optical devices.
Šifra		B.04 Vabljen predavanje
Objavljeno v		MOZETIČ, Miran. Synthesis of metal oxide nanowires by oxygen plasma treatment : [invited talk]. V: ISMANAM2007, 14th International Symposium on Metastable and Nano-Materials, Corfu, Greece, August 26-30, 2007. Scientific program and book of abstracts. [S. l.: s. n.], 2007, str. 127.
Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
COBISS.SI-ID		21078823
2.	Naslov	<i>SLO</i> Metoda za izboljšanje električnih lastnosti površine izdelka iz kompozita s polimerno matrico
		<i>ANG</i> Method for improving the electrical connection properties of the surface of a product made from a polymer-matrix composite
Opis	<i>SLO</i>	Pri našem industrijskem partnerju že več let poteka proizvodnja komutatorjev po tehnološkem postopku, ki smo ga razvili v naši raziskovalni skupini. Gre za postopek obdelave polizdelkov z agresivno kisikovo plazmo. V okviru tega projekta smo raziskovali vpliv takšne plazemske obdelave na kovinske nosilce, na katere so nameščeni polizdelki. Zahvaljujoč navedenim raziskavam smo rešili problem degradacije nosilcev.
	<i>ANG</i>	Massive production of commutators with our originally developed technology takes place at our industrial partner for years. The technology is based on interaction of oxygen plasma with composite materials and the holders are large metallic trays. The behavior of these trays during treatment with oxygen plasma was investigated in the frame this project. The research allowed for development of a method for modification of the trays and thus prevention from destruction due to exposure to aggressive oxygen plasma.
Šifra		F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v		CVELBAR, Uroš, MOZETIČ, Miran. Method for improving the electrical connection properties of the surface of a product made from a polymer-matrix composite : patent EP 1828434 (B1),2008-01-16. [Geneve]: World Intellectual Property Organization, International Bureau, 16 jan. 2008. http://v3.espacenet.com/family?DB=EPODOC&IDX=WO2006029642&F=8&OREQ=0&textdoc=TRUE .
Tipologija		2.24 Patent
COBISS.SI-ID		18823975
3.	Naslov	<i>SLO</i> Kvantificiranje nevtralnih atomov v plazmah za procesiranje materialov
		<i>ANG</i> Quantification of neutral atoms in processing plasmas

Opis	SLO	Na enem od največjih svetovnih kongresov s področja sodobnih metod za obdelavo in analizo materialov smo imeli vabljen predavanje, v katerem smo razložili pomen nevtralnih atomov v plazemskih tehnologijah in predstavili našo originalno metodo za merjenje gostote atomov v plazemskem reaktorju, ki smo ga razvili in izdelali v okviru tega projekta.
	ANG	We presented our original method for measuring concentration of neutral oxygen atoms at this extremely applicatively oriented conference. Several examples were presented to illustrate the rarely known fact that plasma parameters change spontaneously during processing of materials in plasma reactors. We clearly showed that real-time measuring of plasma parameters is necessary in order to follow plasma processing. We also stressed the advantages of nanostructured catalytic probe that has been developed recently in our labs in the frame of this project.
Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
Objavljeno v	CVELBAR, Uroš, MOZETIČ, Miran. Quantification of neutral atoms in processing plasmas. V: International Conference and Exhibition on Analysis & Testing of Materials : Beijing, 4 November 2007, (Metallurgical analysis, vol. 28, suppl. 1, 2008). Beijing: Yejinbu Gangtie Yanjiu Zongyuan, 2008, 2008, vol. 28, suppl. 1, str. 540-546.	
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)	
COBISS.SI-ID	22160679	
4. Naslov	SLO	Karakterizacija porazdelitve in orientacije delcev v trdni snovi
	ANG	Characterization of particle distribution and orientation in solid media
Opis	SLO	Na tej vrhunski visoko specializirani konferenci, ki pokriva področje aplikacije sistemov z nano in mikro delci je imel vodja projekta vabljen predavanje, v katerem je predstavil originalno metodo za določanje porazdelitve in orientacije nano delcev v trdni snovi. Metoda temelji na uporabi agresivne kisikove plazme v reaktorju, ki je bil razvit v okviru tega projekta. Konferenca se je udeležilo okoli 800 vrhunskih strokovnjakov za področje nano in mikro delcev, od tega domala polovica iz industrije.
	ANG	The project leader gave an invited lecture at this highly specialized conference which covers the field of nano and micro particles. At this particular lecture, an original method for revealing the distribution and orientation of particles in solid materials was presented. The method is based on application of reactive oxygen plasma created in the plasma reactor that has been constructed in the frame of this project.
Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
Objavljeno v	MOZETIČ, Miran. Characterization of particle distribution and orientation in solid media : [invited talk]. V: Particles 2008 : particle synthesis, characterization, and particle-based advanced materials : 10-13 May 2008, Orlando, Florida. [S. l.: s. n.], 2008, str. 59.	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	21739303	
5. Naslov	SLO	Analiza poškodb bakterij po izpostavi kisikovim plazemskim delcem
	ANG	Analysis of bacteria damages caused by treatment with oxygen plasma particles
Opis	SLO	Vodja tega projekta je bil v triletnem obdobju 2007-2009 pedagoški mentor 6 doktorantov, ki pripravljajo disertacije s področja plazemske sinteze in modifikacije različnih materialov. Kljub temu, da vsak študent pripravlja disertacijo na svojem ožjem raziskovalnem področju, vsi vsaj posredno pripomorejo k uspešnosti projekta, saj obravnavajo specifične lastnosti plazme in interakcije plazemskih radikalov s površino trdnih snovi.
	ANG	The project leader was the supervisor of 6 PhD students in the past three years. They all performed research on plasma surface interaction. Despite the fact that each student performed research on modification of his own particular material, a major part of their work is closely related with this project. Namely, in all cases the students worked on application of reactive oxygen plasma to achieve particular results.
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
	VRATNICA, Zoran. Analysis of bacteria damages caused by treatment with	

Objavljeno v	oxygen plasma particles : doctoral dissertation = Analiza poškodb bakterij po izpostavi kisikovim plazemskim delcem : doktorska disertacija. Ljubljana: [Z. S. Vratnica], 2009. X, 110, [10] str., ilustr., tabele.
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
COBISS.SI-ID	246736384

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Naše odkritje predstavlja svetovno prelomnico v sintezi velikih količin nanomaterialov. Naša raziskovalna skupina je namreč odkrila dotlej nepoznan pojav neposredne sinteze nanodelcev iz trdne faze z izpostavo zelo reaktivni nizkotemperaturni plinski plazmi. Odkritje smo objavili leta 2005 v izredno ugledni reviji *Advanced materials* (faktor vpliva 9,11). Potem smo se lotili sistematičnih raziskav na tem področju in odkrili še vrsto dotlej neznanih pojavov, ki smo jih objavili v preko 10 člankih v uglednih revijah kot so *Small* (6,41), *Chemistry of Materials* (4.88), *Applied Physics Letters* (3,60), *Nanotechnology* (3.31), *Journal of Applied Physics* (2,17) in *Journal of Physics D: Applied Physics* (2,20). Naši znanstveni članki s področja plazemske sinteze nanodelcev so bili citirani že skoraj 300 krat, kljub temu, da je bila večina objavljena šele v zadnjih treh letih.

ANG

Our results represent a breakthrough in synthesis of large quantities on nanomaterials. To the best of our knowledge, it was our group that invented direct synthesis of nanoparticles from solid materials by exposure to highly reactive low temperature plasma. The first paper revealing this technique was published in M. Mozetic et al, *Advanced Materials* (Impact factor 9.11) in 2005. Since then, over 10 papers were published in prominent international journals including *Small* (IF 6.41), *Chemistry of Materials* (IF 4.88), *Applied Physics Letters* (IF 3.60), *Nanotechnology* (IF 3.31), *Journal of Applied Physics* (IF 2.17) and *Journal of Physics D: Applied Physics* (IF 2.20). The scientific papers, although published recently, have already received almost 300 citations.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Obilica vabljenih predavanj na velikih mednarodnih konferencah v tujini in eminentnih raziskovalnih institutih ter univerzah brez dvoma dviguje ugled Republike Slovenije v mednarodni znanstveni in strokovni javnosti.

Ob prijavi tega projekta smo predvideli raziskave, ki naj bi odgovorile na vprašanje, kateri material, ki izpolnjuje siceršnje kriterije, je najbolj inerten za ekstremno reaktivno kisikovo plazmo, ki jo naš industrijski partner uporablja pri selektivnem jedkanju mikrokompozitnih materialov. Ugotovili smo, da nobeden material ali prevleka ni povsem inertna, kljub temu pa smo le našli material in njegovo površinsko obdelavo, ki omogoča nemoteno proizvodnjo. Kljub temu, da smo sprva menili, da zlitine niso najbolj primerne, se je izkazalo, da je prav nerjavno jeklo še najboljše, ob pogoju, da je primerno obdelano še pred izpostavo agresivni plazmi. Za najprimernejšo obdelavo se je izkazala oksidacija po določenem protokolu, ki prepreči sublimacijo mikroelementov pri nizkem tlaku in povišani temperaturi, obenem pa ima še vedno razmeroma majhen rekombinacijski koeficient. Ta rezultat bomo s pridom uporabili pri razvoju plazemskih tehnologij za druge industrijske partnerje.

ANG

A large number of invited lectures at large international conferences as well as research centres and prominent foreign Universities definitely increases reputation of Slovenia in international scientific and professional community.

The main goal of this project stated about two years ago when the proposal was prepared, was systematic research that should answer the question which material is the most resistant to treatments with extremely reactive oxygen plasma used in processing of components made

from microcomposite. The material has to fulfill other requirements and should allow for undisturbed production (i.e. several thousand plasma cycles). Originally, we postulated that alloys were not useful, but surprisingly enough, we found that stainless steel is the most suitable material as long as it is pre treated correctly. Pretreatment is performed by oxidation following a strict protocol. Such oxidation prevents sublimation of microelements at elevated temperature and vacuum conditions and such processed material still retains a relatively low recombination coefficient. We will use this knowledge in development of plasma technologies for other industrial partners.

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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
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 type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
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	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

--

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

1.	Sofinancer	KOLEKTOR GROUP Vodenje in upravljanje družb d.o.o.				
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		67.536,00	EUR		
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		30,00	%		
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja					Šifra
		1.	Izboljšanje postopka fizikalne obdelave polizdelkov predstavlja zelo pomemben rezultat tako v smislu stabilnosti in zanesljivosti proizvodnjega procesa kakor tudi v komercialnem smislu.	F.10		
		2.	Razvoj postopka sinteze nanodelcev kovinskih oksidov ima zelo širok potencial za uporabo v izdelkih naslednje generacije, ko bodo zahteve po kakovosti še zaostrene.	F.09		
		3.	Z razvojem plazemske tehnologije se povečuje tehnološka raven podjetja. Na osnovi pridobljenega znanja bomo v bodoče postopoma zamenjevali klasične tehnološke postopke z novimi, okolju prijaznimi.	F.04		
		4.	Podeljeni patent za obdelavo polizdelkov v proizvodnji komutatorjev	B.06		
		5.				
		Komentar	Kljub temu, da se projekt ponaša z obilico znanstvenih rezultatov, so za podjetje pomembnejši praktični rezultati.			
	Ocena	Podjetje Kolektor Idrija je z uspešno realizacijo tega projekta pridobilo pomembna znanja na področju sodobnih fizikalnih procesov za obdelavo materialov. S tem se uvršča med najbolj napredna podjetja v smislu uvajanja novih tehnoloških postopkov, ki jih poleg velike dodane vrednosti odlikuje tudi ekološka neoporečnost.				
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:

Miran Mozetič	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

1.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/19

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

OD-A0-2F-86-39-C7-80-28-F5-24-78-7E-59-E3-73-7A-22-C9-EC-8E