

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1004

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0082
Naslov programa	Tankoplastne strukture in plazemsko inženirstvo površin
Vodja programa	1741 Anton Zalar
Obseg raziskovalnih ur	42.500
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan"

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Raziskovalci, ki sestavljajo našo raziskovalni program, prihajajo iz treh laboratorijev, ki med seboj tesno sodelujejo: Laboratorij za analizo površin, Laboratorij za plazmo (oba laboratorija sta sestavni del Odseka za tehnologijo površin in optoelektroniko) in Odsek za tanke plasti in površine.

Za natančno karakterizacijo površin, notranjih faznih mej in tankih plasti smo uporabili profilno analizo s spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES) in spektroskopijo fotoelektronov, vzbujenih z rentgensko svetlobo (XPS). Visoko ločljivo profilno analizo AES smo dosegli z uporabo dveh ionskih curkov in/ali s tehniko vrtenja vzorca, nizko energijo ionov in z ionskim jedkanjem pri velikem vpadnem kotu ionov.

Za študij optimalnih parametrov AES profilne analize smo uporabili večplastne strukture z različno gostoto in koeficienti ionskega jedkanja, kot so C/Ta, C/Cr₃C₂/Cr, C/TiC/Ti, C/WC/W, C/Ni. Sistematično smo izmerili hitrosti in koeficiente ionskega jedkanja ter z ioni povzročeno hrapavost površine za vpadne kote ionov Ar⁺ v področju od 22° do 88°. Preiskave so pokazale veliko kotno odvisnost hitrosti ionskega jedkanja za karbide, C, Cr, Ta, Ti, W in Ni. Nepričakovano smo ugotovili, da je hitrost ionskega jedkanja ogljika pri velikem vpadnem kotu ionov, nad 80°, primerljiva s tisto za kovine. Pri nekaterih parametrih jedkanja smo ugotovili nastanek valovite strukture, ki pa jo lahko preprečimo z vrtenjem vzorca med profilno analizo. Eksperimentalno dobljeni koeficienti ionskega jedkanja se ujemajo s tistimi, ki smo jih teoretično izračunali z modelom SRIM. Manjša odstopanja med izmerjenimi in izračunanimi vrednostmi koeficientov, smo pripisali vplivu topografije, povzročene z ionskim jedkanjem. Z modelom MRI, ki upošteva vplive mešanja atomov, hrapavosti in informacijske globine smo teoretično izračunali koncentracijske krivulje in v večplastnih strukturah Si/Ti, Si/Ni, Si/Nb in Si/W izračunali različne prispevke k razširitvi notranjih faznih mej. Dodatno smo v model MRI vpeljali vpliv povratnega sipanja elektronov in modificirani model uporabili pri analizi profilnih diagramov iz struktur C/Ta in C/Ni.

Migracijske procese na fazni meji kovina/polprevodnik smo preiskali v večplastnih strukturah Al/Si. Preiskava je pokazala, da na začetku toplotne obdelave vzorcev poteka difuzija Si vzdolž mej zrn tankih plasti Al. Ugotovili smo, da razlike v mikrostrukturi preiskovanih večplastnih struktur ne vplivajo na vrednosti interdifuzijskih koeficientov. Preiskave so pokazale, da je difuzija večje mase silicija, ki je po depoziciji v amorfni obliki, spremljana z njegovo kristalizacijo.

S sedmimi evropskimi partnerji smo sodelovali pri razvoju in postavitvi novega rentgenskega mikroskopa Twinmic, ki deluje na sinhrotronsko svetlobo in je instaliran na sinhrotronskem pospeševalniku Elettra v Trstu v Italiji. To je prvi mikroskop, ki združuje vrstični in presevni način rentgenske mikroskopije. Njegova lateralna ločljivost je 120 nm. Mikroskop je optimiziran za preiskave trdnih snovi na področju materialov, medicine, biologije, biokemije in ekologije. Mikroskop združuje zadnje dosežke na področju hitrega slikanja, spektroskopije, rentgenske optike, kontrastnih metod in novih detektorjev. Za preiskave v vrstičnem načinu smo vpeljali nastavljeni CCD detektor za merjenje prepuščene rentgenske svetlobe iz vsake točke vzorca med njegovim rastriranjem. Novost naše metode je v tem, da obdeluje veliko količino podatkov, kar omogoča hitro in hkratno analizo vzorca z absorpcijskim in faznim kontrastom. Uporabnost novega mikroskopa smo demonstrirali s preiskavami struktur Pb-La-Zr-Ti, delcev MgO, zrn keramike SiC in delcev iz poškodovane kolčne proteze v okoliškem tkivu. Preiskave smo primerjali z rezultati, dobljenimi z drugimi metodami.

V zadnjih petih letih je bil glavni poudarek na razvoju novih trdih PVD-prevlek in njihovem uvajanju v slovensko industrijo. Razvili smo večplastne prevleke TiAlN/TiN in TiAlN/CrN s preko sto plastmi. Temeljito smo študirali odvisnost debeline in sekvence plasti od načina vrtenja vzorcev. Razvili smo računalniško simulacijo, ki se je odlično ujemala z opazovanim globinskim profilom in je potrdila aperiodične sekvence v določenih konfiguracijah vrtenja. Izvedli smo tudi detajlno študijo kristalne strukture na faznih mejah, kjer smo potrdili visoko stopnjo koherence. Razmere v nizkotlačni plazmi med nanašanjem prevlek TiN, TiCN in TiC smo analizirali z masno in energijsko ločljivo spektroskopijo

Za študij difuzijskih procesov med toplotno obdelavo kovinskih večplastnih struktur smo uporabili globinsko profilno analizo. To tehniko smo uporabili pri analizi nanašanja kvazikristalnih plasti AlCuFe, naredili pa smo tudi prve poskuse pri nanašanju kompleksnih kovinskih zlitin. Tankoplastne elektrolite za trdne oksidne gorivne celice smo nanašali z naprševanjem, in sicer gre za cirkonijev oksid, stabiliziran z itrijem, in cerijev oksid, stabiliziran z gadolinijem. Izvedli smo tudi elektrokemijsko, strukturno in mehansko karakterizacijo teh plasti.

Različne trde prevleke smo uspešno uvedli v industrijsko proizvodnjo za zaščito specifičnih orodij: pestiče za stiskanje tablet za farmacevtsko industrijo, matrice za tlačno litje aluminija, matrice za vročo ekstruzijo bakrenih profilov in še vrsto drugih. Posebno pomemben pa je razvoj postopka za zaščito lasersko sintranih orodij, ki je sestavljen iz spodnje plasti netokovnega niklja in vrhnje plasti CrN. Pred kratkim smo začeli s študijem možnosti zaščite aluminijevih zlitin in uspešno razvili korozijsko obstojno prevleko Al-W.

Kot zaokrožitev dvajsetletnega dela na področju trdih zaščitnih prevlek smo izdali knjigo o PVD-prevlekah. Obsega tako znanstvene izsledke kot tudi tehnološke probleme, s katerimi se srečujemo pri uvajanju PVD-prevlek v postopke obdelave.

Aktivnosti plazemskega laboratorija na Odseku za tehnologijo površin in optoelektroniko so bile usmerjene v karakterizacijo hladne šibko ionizirane plinske plazme, s čimer smo precej dobro osvojili razumevanje nastanka reaktivnih delcev pri termodinamsko ekstremno neravnovesnih razmerah. Razvili in izdelali smo tri plazemske reaktorje: enega za obdelavo organskih materialov, drugega za sterilizacijo zraka, tretjega pa za čiščenje močno korodiranih kovin vključno z arheološkimi artefakti. Poleg tega smo razvili več diagnostičnih naprav za karakterizacijo plazme, ki smo jih natančno testirali in uporabili za karakterizacijo različnih plazem doma in v tujini. Posebej velja omeniti novo vrsto katalitične sonde, katere delovanje temelji na laserski ekscitaciji in visokotemperaturno termočlensko sondo, ki je primerna za karakterizacijo termonuklearne plazme. Prvo smo med drugim uporabili za karakterizacijo plazme v Evropskem solarnem centru Font Romeu v Franciji, drugo pa v fuzijskem reaktorju TEXTOR v Juelichu (Nemčija). Tako novi reaktorji kot sonde za plazemsko karakterizacijo omogočajo kontrolirano obdelavo vzorcev, s čimer smo lahko uspešno razvili naslednje tehnologije za naše industrijske partnerje: selektivno plazemsko jedkanje, plazemsko čiščenje, plazemsko površinsko aktivacijo, hladno plazemsko upepeljevanje in plazemsko sterilizacijo.

Rezultati našega skupnega dela so omogočili objavo številnih znanstvenih člankov, predstavitev dosežkov na različnih mednarodnih konferencah in več nagrad. Poleg znanstvenega članka, ki je bil objavljen v reviji Advanced materials (v letu 2005, ko je bil

članek objavljen, je imela revija faktor vpliva 9,1), velja omeniti 8 člankov, ki so bili objavljeni v obeh klasičnih revijah s področja uporabne fizike: Journal of Applied Physics in Journal of Physics D: Applied Physics. Poleg tega smo objavili preko 40 znanstvenih člankov v vrhunskih specializiranih revijah s področja uporabne znanosti o površinah, tankih plasteh in vakuumске znanosti. Med preko 20 vabljenimi predavanji na mednarodnih konferencah velja izpostaviti predavanji na obeh največjih svetovnih konferencah s področja plazemskega inženirstva površin: : Fifth Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, AEPSE 2005, Qingdao, China, September 12-16, 2005, in Ninth International Conference on Plasma Surface Engineering, September 13-17, 2004, Garmisch-Partenkirchen (Germany). Med prejetimi nagradami izstopa imenovanje naše skupine za najboljši raziskovalni program v Sloveniji s področja tehniških ved v letu 2005. Naši raziskovalci so bili člani znanstvenih in organizacijskih odborov na različnih mednarodnih konferencah in člani znanstvenih odborov različnih znanstvenih revij, mnogi pa so aktivni člani različnih mednarodnih združenj s področja vakuumске znanosti, znanosti o površinah in uporabne fizike. Raziskave, ki so bile opravljene v okviru raziskovalnega programa, so privedle k prijavi preko 10 patentov, od katerih je nekaj že podeljenih.

Naša skupina neposredno prispeva k dvigu konkurenčne sposobnosti naših industrijskih partnerjev. Na tem mestu velja omeniti multinacionalno podjetje Kolektor Group, ki ima hčerinska podjetja po celem svetu, je pa v slovenski lasti in ima sedež v Sloveniji. Del Odseka za tanke plasti in površine je tudi Center za trde prevleke v Domžalah, ki vseskozi širi svojo proizvodnjo zahvaljujoč razvoju vedno novih zaščitnih prevlek, ki smo jih razvili v okviru naše programske skupine. Obilo raziskav smo opravili v sodelovanju s tujimi strokovnjaki, ki prihajajo z univerz, raziskovalnih inštitutov in industrije.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Raziskovalni cilji so bili v celoti doseženi.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Ni sprememb

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<p><i>SLO</i> Metoda za hitro sintezo velikih količin nanožic kovinskih oksidov pri nizki temperaturi</p> <p><i>ANG</i> A method for the rapid synthesis of large quantities of metal oxide nanowires at low temperatures</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Prvi na svetu smo poročali o sintezi nanožic kovinskih oksidov neposredno iz trdne faze. Sistematične raziskave o interakciji visokoreaktivne hladne plinske plazme s kovinskimi vzorci so privedle do presenetljivega odkritja: na površini kovinske folije rastejo gosti snopi monokristaliničnih nanožic med izpostavo ekstremno reaktivni kisikovi plazmi. Članek je bil objavljen v reviji, ki ima faktor vpliva preko 9. Kljub temu, da je bil objavljen šele konec leta 2005, je bil do aprila 2009 citiran že 30 krat.</p> <p><i>ANG</i> It is the first report worldwide on synthesis of metal oxide nanowires directly from the solid state. Our systematic research on interaction of highly reactive cold gaseous plasma brought us to important scientific achievement: under certain conditions, bundles of monocrystalline nanowires are growing from a metal foil during exposure to extremely reactive oxygen plasma. The paper was published in the journal with the impact factor exceeding 9. Although published in the end of 2005 it already received 30 citations by April 2009.</p>
	Objavljeno v	A.1. Izvirni znanstveni članek: MOZETIČ, Miran, CVELBAR, Uroš. A method for the rapid synthesis of large quantities of metal oxide nanowires at low temperatures. Adv.mater. (Weinh.), 2005, vol. 17, str. 2138-2142. [COBISS.SI-ID 19219495],JCR IF: 9.107, IFmax: 15.941, IFmin: 1.463, x: 1.429; materials science, multidisciplinary; 5/178.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

	COBISS.SI-ID	19219495
2.	Naslov	SLO Vpliv podlage na sterilizacijo s kisikovo plazmo v tlačni razelektritvi
		ANG The influence of substrate material on bacteria sterilization in an oxygen plasma glow discharge
	Opis	SLO Rezultati naših sistematičnih raziskav vpliva plazemskih parametrov na degradacijo bakterij med izpostavo kisikovi plazmi so privedle do zanimivih spoznanj. Ne samo, da je degradacija bakterij odvisna tudi od značilnosti materiala oziroma izdelka, ki ga želimo sterilizirati, ampak so tudi nekateri plazemski parametri izredno občutljivi na vrsto podlage. Ker je plazemska sterilizacija trenutno aktualna tema raziskav, ne preseneča dejstvo, da je bil naš članek kopiran z internetne strani revije preko 150 krat v letu 2007.
		ANG The results of our systematic work on bacteria treatment in weakly ionized plasma created in pure oxygen revealed some interesting results: not only the sterilization efficiency depends on the type of substrate, but the plasma parameters are also very sensitive to the substrate. Since plasma sterilization is a hot topics and since it is the first report on this type or research, it is not surprised that the paper has been downloaded over 150 times in 2007.
	Objavljeno v	CVELBAR, Uroš, VUJOŠEVIČ, Danijela, VRATNICA, Zoran, MOZETIČ, Miran. The influence of substrate material on bacteria sterilization in an oxygen plasma glow discharge. J. phys., D, Appl. phys., 2006, vol. 39, str. 3487-3493. [COBISS.SI-ID 20028455] JCR IF: 2.077, SE (18/84), physics, applied, x: 1.846
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20028455	
3.	Naslov	SLO Vrstična transmisijska rentgenska mikroskopija z nastavljenim detektorjem
		ANG Scanning transmission x-ray microscopy with a configurable detector
	Opis	SLO Sodelovali smo pri razvoju in postavitvi novega rentgenskega mikroskopa Twinmic na sinhrotronskem pospeševalniku Elettra v Trstu v Italiji. Namenjen je preiskavam trdnih snovi na področju materialov, medicine, biologije, biokemije in ekologije. To je prvi mikroskop na svetu, ki združuje vrstični in presevni način rentgenske mikroskopije. Za preiskave v vrstičnem načinu smo vpeljali nastavljeni CCD detektor. Novost naše metode je v tem, da obdeluje veliko količino podatkov, kar omogoča hitro in hkratno analizo vzorca z absorpcijskim in faznim kontrastom.
		ANG A new X-ray transmission microscope Twinmic for synchrotron light was built at synchrotron Elettra in Trieste in Italy for applications in the field of physics, chemistry, medicine, biology and biochemistry. It is the first X-ray microscope in the world combining scanning and full-field imaging modes. We described the new scanning mode of the microscope operation, in which a configurable CCD detector is used The novel approach of our method is a real time data processing that allows fast and simultaneous imaging of samples with absorption and phase contrasts.
	Objavljeno v	GIANONCELLI, A., MORRISON, G. R., KAULICH, Burkhard, BACESCU, D., KOVAČ, Janez. Scanning transmission x-ray microscopy with a configurable detector. Appl. phys. lett., 2006, vol. 89, 25117-1-25117-3.[COBISS.SI-ID 20400935] JCR IF: 3.977, SE (6/84), physics, applied, x: 1.846
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	20400935	
4.	Naslov	SLO AES profilna analiza in preiskava fazne meje v dvoplastni strukturi C/Ta
		ANG AES depth profiling and interface analysis of C/Ta bilayers
	Opis	SLO Razvili smo novi model za kvantitativni opis vpliva povratnega sipanja elektronov v AES profilnih diagramih. Novi model dopolnjuje obstoječi MRI model in je bil uporabljen pri analizi dvoplastne strukture grafitni-C/Ta. Ugotovili smo, da sta hitrosti ionskega jedkanja ogljika in kovine ter njuno razmerje zelo odvisni od vpadnega kota ionov. Na površini ogljikove plasti med ionskim jedkanjem pri velikih vpadnih kotih smo odkrili nastanek periodične valovite strukture.
		ANG A new model was developed for the quantitative description of the electron backscattering influence on AES sputter depth profile. It is based on the MRI model and it was applied for analyses of a bilayer structure of C-graphite/Ta.

		ANG	We found that the sputtering rates of carbon and metal as well as their ratios are strongly angle dependent. Unexpectedly a strong ripple formation in the graphite layer was found at grazing ion incidence angles.
	Objavljeno v		ZALAR, Anton, KOVAČ, Janez, PRAČEK, Borut, HOFMANN, S., PANJAN, Peter. AES depth profiling and interface analysis of C/Ta bilayers. Appl. surf. sci., 2005, vol. 252, 2056-2062; [COBISS.SI-ID 19505703], JCR IF: 1.263, IFmax: 1.399, IFmin: 0.678, x: 0.912; materials science, coatings & films; 7/19
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		19505703
5.	Naslov	SLO	Korozijsko obnašanje Cr-(C,N) PVD trdnih prevlek nanosenih na različne podlage
		ANG	The corrosion behavior of Cr-(C,N) PVD hard coatings deposited on various substrates
	Opis	SLO	Sistematično smo analizirali celoten spekter trdnih prevlek ternarnega sistema Cr-C-N s poudarkom na korozijski obstojnosti teh prevlek. Z uporabo impedančne spektroskopije in s potenciodinamskimi meritvami smo ovrednotili elektrokemijske procese na fazni meji tanka plast – elektrolit. Prevlaka Cr-C-N je povečala korozijsko obstojnost mehkega železa do šestkrat, vendar pa se je prevleka CrN bistveno bolje obnesla, saj je bilo izboljšanje korozijske obstojnosti večje za dva reda velikosti. To je v največji meri posledica zmanjšane poroznosti, ki smo jo ovrednotili za vse prevleke.
		ANG	We had systematically analyzed the complete spectrum of hard coatings in the ternary system Cr-C-N in particular we thoroughly analyzed the corrosion resistance of these coatings. Using impedance spectroscopy and potentiodynamic measurements we evaluated the electrochemical processes at the phase boundary thin film / electrolyte. The Cr-C-N coating improved the corrosion resistance of mild steel by up to six times, however, CrN scored far better by an improvement of up to two orders of magnitude. This is mainly contributed to reduced porosity, which was also evaluated for all the coatings.
	Objavljeno v		KEK-MERL, Darja, PANJAN, Peter, ČEKADA, Miha, MAČEK, Marijan. The corrosion behavior of Cr-(C,N) PVD hard coatings deposited on various substrates. Electrochim. acta. [Print ed.], 2004, vol. 49, str. 1527-1533. [COBISS.SI-ID 18088743] JCR IF: 2.341, SE (6/20), electrochemistry, x: 1.731
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		18088743	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Plazemska obdelava za čiščenje bakra ali niklja
		ANG	Plasma treatment for purifying copper or nickel
	Opis	SLO	Sistematične raziskave na področju interakcije vodikove plazme s kovinskimi materiali, so bile osnova za različne aplikacije v slovenski industriji, predvsem za plazemsko čiščenje izdelkov iz niklja in bakra. Razvili smo tehnološki postopek, ki ga danes rutinsko uporabljajo pri industrijskem partnerju kot okolju prijazno nadomestilo za klasično tehnologijo mokrega kemijskega čiščenja. Uspelo nam je razviti velike plazemske komore, v katerih je visoka gostota nevtralnih vodikovih atomov in nizka gostota ionov. V teh pogojih uspešno poteka redukcija tankih plasti kovinskih oksidov.
		ANG	Systematic research that has been performed on interaction of highly dissociated hydrogen plasma with solid materials has resulted in numerous applications in Slovenian industry. One of them is discharge cleaning of products made from copper or nickel. This technology is nowadays used at one of our industrial partners as a routine ecologically benign method for final cleaning of high value added products. We managed to create plasma in a large volume by such a discharge with high H density and low ion density. These conditions allowed successful reduction of the thin corroded layers.
Šifra		F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije

	Objavljeno v		MOZETIČ, Miran, CVELBAR, Uroš. Plasma treatment for purifying copper or nickel : PCT patent no. WO 2004/098259 A2. München, 2005: European Patent Office. [COBISS.SI-ID 19643687]. Tehnologija je zaščitena v relevantnih državah z nacionalnimi patenti EP1620581, US2006054184, MXPA05011822, DE10320472, CN1777702, AT358735T.
	Tipologija	2.24	Patent
	COBISS.SI-ID	19643687	
2.	Naslov	<i>SLO</i>	Selektivno jedkanje kompozitov s polimerno matriko
		<i>ANG</i>	Selective etching of polymer matrix composites
	Opis	<i>SLO</i>	Tehnološki postopek obdelave kompozitov z visokoreaktivno kisikovo plazmo, ki smo ga patentirali leta 2004, smo uspešno prenesli v proizvodnjo kompozitnih komutatorjev v podjetju Kolektor Idrija. Že preko 3 leta poteka serijska proizvodnja teh izdelkov v obsegu preko 3 milijone kosov letno. Tehnološki postopek temelji na selektivnem jedkanju grafitnih-polimernih polizdelkov z agresivno ionsko plazmo in funkcionalizaciji površine obdelovancev s šibko atomsko plazmo. Tovrstna obdelava omogoča izredno adhezivnost metalizacijske plasti na površini kompozita in s tem odlično kakovost izdelkov.
		<i>ANG</i>	The technological process for treatment of polymer-matrix composites, which has been patented in 2004, has been successfully transferred in massive production of composite commutators at the company Kolektor Idrija, Slovenia. For over 3 years, serial production is going on at the extent of more than 3 million pieces annually, representing about 30 percent world market in this segment. The technological process consists of selective plasma etching and subsequent functionalization of surfaces that provides an excellent adhesion of the metal film deposited by an electrochemical method.
	Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		CVELBAR, Uroš, MOZETIČ, Miran. Auswählendes Äyzen von Polymermatrix-Verbundstoffen : mednarodni patent, DE 103 20 483. München, 2004: Bundesrepublik Deutschland, Deutsches Patent-und Markenamt. .
	Tipologija	2.24	Patent
	COBISS.SI-ID	18824487	
3.	Naslov	<i>SLO</i>	Izboljšava lasersko sintranih orodij s PVD prevlekami
		<i>ANG</i>	Improvement of laser sintered tools with PVD coatings
	Opis	<i>SLO</i>	Razvili smo dvoplastno prevleko za izboljšanje obrabne obstojnosti orodij, izdelanih z laserskim sintranjem. Glavna pomanjkljivost lasersko sintranih orodij je relativno slaba obrabna obstojnost, povezana z nizko trdoto, relativno visoko poroznostjo in veliko hrapavostjo. V sodelovanju z Regionalnim tehnološkim centrom Zasavje smo razvili dvoplastno prevleko za povečanje obrabne obstojnosti. Sestavljena je iz vmesne plasti netokovnega niklja in vrhnje plasti CrN. Dvoplastna prevleka kot celota poveča trdoto orodja, zmanjša hrapavost in izboljša obrabno obstojnost.
		<i>ANG</i>	We developed a new double coating for improvement of wear resistance of laser sintered tools. The main disadvantage of laser sintered tools is poor wear resistance, which is a consequence of low hardness, relatively high porosity and high roughness. In collaboration with the Regional technological center Zasavje we developed a double coating for enhancement of wear resistance. It consists of an electroless nickel interlayer and a CrN toplayer. Overall, the double coating increased the tool hardness, reduced the roughness and improved the wear resistance.
	Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		PANJAN, Peter, DOLINŠEK, Slavko, DOLINŠEK, Miran, ČEKADA, Miha, ŠKARABOT, Miha. Improvement of laser sintered tools with PVD coatings. Surf. coat. technol.. [Print ed.], 2005, vol. 200, str. 712-716. [COBISS.SI-ID 19346471] JCR IF: 1.646, SE (3/19), materials science, coatings & films, x: 0.912, SE (25/83), physics, applied, x: 1.645
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	19346471	

4.	Naslov	SLO	TwinMic - Evropska postaja za rentgensko mikroskopijo je predana v uporabo
		ANG	TwinMic - a European twin X-ray microscopy station commissioned at ELETTRA.
	Opis	SLO	V sodelovanju z evropskimi partnerji smo razvili transmisijski rentgenski mikroskop Twinmic, ki je instaliran na sinhrotronskemu pospeševalniku Elettra pri Trstu v Italiji. To je prvi mikroskop, ki združuje vrstični in presevni način rentgenske mikroskopije. Njegova lateralna ločljivost je 120 nm in deluje pri energijah rentgenskega žarka med 150 in 2000 eV ter je namenjen preiskavam na področju materialov, medicine, biologije, biokemije in ekologije. Mikroskop združuje zadnje dosežke na področju hitrega slikanja, spektroskopije, rentgenske optike, kontrastnih metod in novih detektorjev.
		ANG	In collaboration with European partners we developed Twinmic, a new type of the X-ray transmission microscope installed at the Elettra synchrotron light source in Trieste, Italy. Twinmic is the first microscope integrating the scanning and full-field imaging modes of X-ray microscopy. The spatial resolution is about 120 nm and it is optimized for applications in material science, medicine, biology, biochemistry, and environmental science. The microscope combines the state-of-art performances in terms of fast imaging, spectroscopy, X-ray optics, contrast methods and new detectors.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa	
	Objavljeno v	KAULICH, Burkhard, KOVAČ, Janez, PODNAR, Matevž. TwinMic - a European twin X-ray microscopy station commissioned at ELETTRA. V: X-ray microscopy : proceedings of the 8th International Conference on X-ray microscopy, Himeji, Hyogo, Japan, July 26, 2006, (IPAP conference series, vol. 7). [S. l.]: IPAP, 2006, str. 22-25.	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
	COBISS.SI-ID	20089639	
5.	Naslov	SLO	Uporaba PVD trdnih prevlek za obrabno zaščito matric za vročo ekstruzijo
		ANG	PVD hard coatings applied for wear protection of drawing dies
	Opis	SLO	Z uporabo trdnih PVD prevlek smo izboljšali obstojnost matric za vročo ekstruzijo, ki je standarden postopek za proizvodnjo profilov iz lahkih kovin. V tej študiji smo se osredotočili na ekstruzijo bakrenih profilov za komutatorje v sodelovanju s podjetjem Kolektor, kjer je problem sprijemanje ostankov bakra na robovih profila. Preskusili smo vpliv različnih trdnih prevlek in najboljše rezultate dosegli s prevleko CrN, deloma pa tudi s prevleko TiAlN. V primerjavi z neprekritim orodjem se je obstojnost povečala za trikrat. Ta dosežek je delno opisan v izvirnem znanstvenem članku.
		ANG	Depositing different PVD hard coatings we improved lifetime of dies for hot extrusion, which is a standard procedure for production of light metal profiles. This study was focused on extrusion of copper profiles for segmented commutators in collaboration with the company Kolektor. The biggest problem is associated to sticking of residue copper on the profile edge. We tested the magnitude of influence of different hard coatings. The best results were obtained using CrN coating, partly also by TiAlN coating. In comparison to nontreated dies the tool lifetime increased threefold.
	Šifra	F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Objavljeno v	PANJAN, Peter, BONČINA, Igor, BEVK, Janez, ČEKADA, Miha. PVD hard coatings applied for wear protection of drawing dies. Surf. coat. technol.. [Print ed.], 2005, vol. 200, str. 133-136. JCR IF: 1.646, SE (3/19), materials science, coatings & films, x: 0.912, SE (25/83), physics, applied, x: 1.645	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID	19255335		

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Rezultati naših raziskav na področju generiranja in karakterizacije visoko reaktivne hladne plinske plazme predstavljajo pomemben napredek pri razumevanju plazemske fizike in kemije.

V okviru tega projekta smo razvili različne vrste katalitičnih sond in jih uporabili za karakterizacijo plazme tako v naših reaktorjih kakor tudi pri naših partnerjih v tujini. Opravili smo sistematične meritve gostote atomov v plazmah vodika, kisika, vodne pare in dušika. Primerjava z ostalima metodama za merjenje gostote atomov, titracijo in metodo TALIF so pokazale prednosti naše sonde: je edina znana metoda, ki omogoča sprotno merjenje gostote med plazemsko obdelavo materialov. Možnost spremljanja sprememb gostote atomov v različnih stopnjah obdelave materialov predstavlja svetovno prelomnico v razumevanju interakcije med plazmo in obdelovanci. Tovrstna karakterizacija je ključnega pomena za razumevanje procesov plazemskega jedkanja, funkcionalizacije, hladnega upepeljevanja, čiščenja itd, ki se uporabljajo za obdelavo različnih materialov vključno z biomedicinskimi in nano materiali. Natančen pregled literature je pokazal, da je v svetu izredno malo raziskovalnih skupin, ki razlagajo stopnjo obdelanosti materialov v odvisnosti od toka atomov na površino obdelovanca. Z našimi sondami lahko ta tok natančno merimo, kar omogoča pripravo kakovostnih znanstvenih člankov. Zaradi tega ne preseneča veliko število objavljenih prispevkov v vrhunskih znanstvenih revijah.

Za površine podlag, ki so prekrte s trdimi PVD-prevlekami, so značilni različni defekti v obliki por, kraterjev in vrhov. Takšni defekti so z vidika uporabe trdih prevlek nezaželeni, ker poslabšajo oprijemljivost in korozijsko obstojnost ter povečajo koeficient trenja, sprijemanje materiala obdelovanca in prepustnost prevleke za pline. Da bi izboljšali tribološke lastnosti trdih prevlek, moramo zmanjšati koncentracijo defektov. Za študij defektov smo uporabili različne analitske tehnike (vrstično elektronsko mikroskopijo v kombinaciji s fokusiranim ionskim jedkanjem, 3D-profilometrijo). Iz raziskav smo ugotovili, kateri parametri priprave prevlek najbolj vplivajo na koncentracijo defektov.

Današnji razvoj na področju zaščite orodij gre v smeri priprave kompaktnih, gladkih, nanoplastnih in nanokompozitnih trdih PVD-prevlek. Najbolj univerzalna metoda priprave prevlek je magnetronsko naprševanje, ki omogoča nanos zelo širokega spektra prevlek na podlage s komplicirano geometrijo. Slaba stran magnetronskega naprševanja je relativno nizka stopnja ionizacije razpršenih atomov. Posledica je rast prevlek s stebričasto mikrostrukturno, ki pa nima najboljših triboloških lastnosti. Bistvo novejših postopkov naprševanja je pulzno nanašanje pri velikih močeh (HPPMS). Ta postopek smo uporabili za nanašanje prevlek TiAlN in CrN. Cilj raziskav je bil določiti vpliv parametrov nanašanja na strukturne, mikrostrukturne in tribološke lastnosti izbranih prevlek.

Naše meritve hitrosti in koeficientov ionskega jedkanja karbidnih in drugih tankoplastnih struktur so pokazale veliko kotno odvisnost hitrosti jedkanja v teh materialih. Nepričakovano smo ugotovili, da je hitrost ionskega jedkanja ogljika pri velikem vpadnem kotu ionov primerljiva s tisto za kovine. Naši rezultati bodo omogočili natančnejše analize večkomponentnih tankoplastnih struktur, predvsem tistih na osnovi karbidnih spojin.

V sodelovanju z evropskimi partnerji smo razvili, testirali in uporabili novi tip visoko-ločljivega rentgenskega mikroskopa Twinmic, ki je postavljen na sinhrotronskem pospeševalniku Elettra v Trstu. Mikroskop Twinmic združuje več načinov slikanja, doseže ločljivost 120 nm, uporablja nove kontrastne tehnike in je prvi te vrste na svetu. Mikroskop Twinmic bo omogočil nova spoznanja o nehomogenostih v tankoplastnih strukturah ter v organskih in kompozitnih materialih.

ANG

Scientific results on generation and characterization of highly reactive cold gaseous plasma represent an important contribution to the plasma physics and chemistry. A handful of catalytic probes have been developed and applied for precise measuring of the density of neutral atoms in plasma created in hydrogen, oxygen, water vapour and nitrogen. The probes were used for characterization of plasma created in different discharges situated at different laboratories worldwide. Comparison with alternative techniques such as titration and TALIF revealed an important advantage of the probes over other known techniques: it allows for real time measurements and thus detection of density variations during plasma processing of solid materials. The ability of measuring the atom densities during plasma processing allows for a breakthrough in understanding the plasma - sample interaction when applying plasma for etching, sterilization, ashing, functionalization, etc of various materials including biomedical and nanomaterials. To the best of our knowledge, few authors have ever attempted to describe the interaction mechanism as a function of the flux of neutral atoms on the sample. With our probes we can always quantify the results. Not, surprisingly, tens of scientific papers on this subject have been published in prominent journals.

Surfaces coated with PVD hard coatings are never perfect. Besides grooves and ridges the

surface also displays pronounced conical features, pin-holes, pores and other open voids which form during deposition process. In order to improve the tribological properties of PVD hard coatings it is important to minimize the surface concentration of defects. We used different analytical techniques (focused ion beam in combination with SEM, 3D-profilometry, AFM) for defect analysis. We found which deposition parameters have the most important influence on defect density.

Up-to-day development in the area of tool protection is directed towards deposition of very compact, smooth, nanolayer and nanocomposite hard PVD coatings. Magnetron sputtering is the most universal procedure for deposition of hard coatings, because it enables the preparation of a wide spectrum of coatings on substrates with a complicated geometry. The main disadvantage of magnetron sputtering is low ionization rate of sputtered target atoms, which causes the coating to grow in a columnar microstructure that has a negative influence on tribological properties of the coatings. The essence of a novel sputtering process which is based on high power pulsed magnetron sputtering (HPPMS) is in enhanced ionization rate of particles during deposition. We used this technique for deposition of TiAlN and CrN hard coatings. The goal of our investigations was to find the influence of deposition parameters on structural, microstructural and tribological properties of selected coatings.

Our measurements of ion sputtering rates and sputtering coefficients on different carbides and other materials showed that the sputtering rates are strongly angle dependent. Unexpectedly we found that the sputtering yield of carbon at larger ion incidence angles is comparable with sputtering yields of metals. Our results in this field will allow more accurate analyses of multicomponent thin-layered structures, particularly those based on carbide compounds.

In collaboration with other European partners we developed, tested and used a new type of high-resolution x-ray microscope Twinmic installed at synchrotron light source Elettra in Trieste. The Twinmic microscope operates in different imaging modes with resolution of 120 nm, it uses novel contrast techniques and it is the first such microscope in the world. Twinmic microscope will provide new data on internal structures and local inhomogeneity in thin-film structures and other organic and composite materials.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Znanje in izkušnje, ki smo si jih pridobili v petletnem obdobju trajanja tega programa, nam omogoča razvoj plazemskih tehnologij za industrijske partnerje iz Slovenije. Med tehnološke postopke, ki smo jih razvili v preteklih petih letih, sodijo razvoj postopka selektivnega jedkanja polizdelkov iz mikrokompozitnega materiala, površinska funkcionalizacija biokompatibilnih materialov in plazemsko čiščenje različnih materialov. Nekatere originalne rešitve smo zaščitili s patentnimi prijavi v različnih državah po svetu. Nekaj patentov je bilo že podeljenih, kar nam omogoča komercialno uporabo rezultatov in zaščito naših industrijskih partnerjev pred konkurenco z daljnega vzhoda. Vsi tehnološki postopki so okolju prijazni in nadomeščajo klasične mokre kemijske postopke, ki onesnažujejo okolje. Z razvojem novih tehnologij, ki ne onesnažujejo okolja, smo pomembno prispevali k ekološkemu razvoju Slovenije.

Zaščita orodij s trdimi PVD-prevlekami prinaša veliko dodano vrednost. V Sloveniji je orodjarstvo eno od najbolj konkurenčnih industrijskih področij. Da bi orodjarji lahko uspešno reševali probleme, s katerimi se srečujejo v industrijski proizvodnji, potrebujejo močno podporo s strani raziskovalnih institucij. Naša raziskovalna skupina aktivno deluje na tem področju že skoraj tri desetletja. V Centru za trde prevleke, ki deluje znotraj Odseka za tanke plasti in površine na Institutu "Jožef Stefan", skrbimo za razvoj novih trdih PVD-prevlek in njihovo uvajanje v industrijsko proizvodnjo.

Nova spoznanja o hitrostih in koeficientih ionskega jedkanja v karbidnih spojinah bodo uporabljena pri natančnih preiskavah večkomponentnih tankoplastnih struktur, kot so trde in korozijske zaščitne prevleke, ki jih v naših laboratorijih izvajamo za slovenske industrijske partnerje in druge raziskovalne inštitucije.

Sodelovanje naše skupine pri izgradnji novega rentgenskega mikroskopa Twinmic na sinhrotronu Elettra v Trstu, omogoča dostop tudi drugim slovenskim raziskovalcem do te vrhunske in drage raziskovalne opreme, ki je unikatna v svetovnem merilu.

ANG

The knowledge on plasma generation and ability for detailed characterization of plasma parameters allow for development of different plasma technologies for our industrial partners

from Slovenia. The technologies developed in the past 5 years include selective plasma etching of microcomposites, plasma functionalization of biocompatible materials and discharge cleaning of various materials. Since original solutions have been used the technologies have been protected by patent applications worldwide. Some patents have been already granted and allow for commercial exploitation of our results. Since all technologies developed by our programme team are benign to environment, the Slovenian society benefit from replacement of unfriendly wet chemical processing with ecological benign ones and thus we contribute to preservation of the environment.

Hard protective coatings and tooling industry in general are distinguished by high added value. At present they are one of the most competitive parts of Slovenian industry on the world market, which they will remain only if there is enough scientific support to solve recent technological problems. This support has been given for over three decades by researchers from our group. At Hard coatings centre which operates within the Department for thin films and surfaces at Jožef Stefan Institute we are developing new hard PVD coatings and implementing them in industrial production.

New knowledge about the ion sputtering rates and sputtering coefficients in carbide compounds will allow more accurate analyses of multicomponent thin-layered structures, like hard coatings and corrosion-protection coatings, which are often investigated in our laboratories for Slovenian industrial partners and other Slovenian research institutions.

The collaboration of our group at development of the new x-ray microscope Twinmic at the synchrotron light source Elettra in Trieste provides access also to other Slovenian researchers to this top-level and expensive research equipment.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji		
- doktorati	2	1
- specializacije		
Skupaj:	2	1

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2		
- gospodarstvo			
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	2	0	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	Vakuumist, ISSN 0351-9716, http://www.imt.si/dvts/arhiv.htm	73
2.	JUŽNIČ, Stanislav, PANJAN, Peter (ed.), ČEKADA, Miha (ed.). Zgodovina raziskovanja vakuuma in vakuumskih tehnik. Ljubljana: Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2004. 365	1

	pp., fig. ISBN 961-90025-6-3	
3.	IRT 3000. Panjan, Peter (član uredniškega odbora 2006-). Škofljica: Profidtp, 2006-. ISSN 1854-3669.	1
4.	Materiali in tehnologije. Panjan, Peter (član uredniškega odbora 2002-). Ljubljana: Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, 2000-. ISSN 1580-2949	1
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	1
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	2
Skupaj:	3

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

<p>Okvirni programi Evropske skupnosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Večnamenski, mobilni rentgenski mikroskopskop, 5. OP EU (2001 - 2005); - Pametni kvazikristali, 5. OP EU (2003 - 2005); - Rekombinacija kisikovih atomov na površinah pri visoki temperaturi, 6. OP EU (2005); - Kompleksne kovinske zlitine, Mreža odličnosti, 6. OP EU (2005 - 2009); - Oksidacija kovin pri ekstremnih pogojih, 6. OP EU (2006); - Testiranje krvi in cerebrospinalne tekočine za diagnozo nevrodegenerativnih bolezni, 6. OP EU (2007 - 2010); - Obdelava umetnih žil, 6. OP EU (2007 - 2010); - Obdelava fuzijsko relevantnih materialov z vodikovo plazmo pri visoki temperaturi, 6. OP EU (2007); - Izboljšanje obrabnih lastnosti novih ortopedskih protez z nanokompozitnimi prevlekami, 7. OP EU (2007- 2010) - Heterogena rekombinacija nevtralnih vodikovih atomov na površini fuzijsko relevantnih materialov, 7. OP EU (2008 - 2010, predvideno je podaljšanje); - Razvoj obrabno odpornih prevlek, ki temeljijo na kompleksnih kovinskih zlitinah, 7. OP EU (2008 - 2011); - Za vodik neprepustne nano prevleke na jeklih, 7. OP EU (2008 - 2011); - Nanoznanosti in nanotehnologije, center odličnosti (2004 - 2008, predvideno je podaljšanje). <p>Ostali mednarodni projekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Raziskave procesa sterilizacije zraka NATO Collaborative linkage grant (2004 - 2005); - Nadgradnja orodnih jekel, Eureka (2003 - 2005); - Lasersko sintrane naprave, Eureka (2004 - 2006); - Napredna obdelava kovin, Eureka (2005 - 2007); - Plazemski nanos prevlek H:C-kovina, Euratom (2008).

Bilateralni projekti:

- Reakcije na faznih mejah nanostrukturiranih materialov (2003 - 2004), Nemčija;
- Ionske tehnike za napredne prevleke (2003 - 2004), Poljska;
- Karakterizacija nizkotlačne plazme za pripravo trdih prevlek na osnovi ogljika, (2002 - 2004), Češka;
- Napetosti v tankih plasteh (2002 - 2004), Hrvaška;
- Modifikacija materialov z nanosekundnimi laserskimi pulzi (2003 - 2005), Srbija in Črna gora;
- Karakterizacija reaktivnih plazem (2004 - 2005), Francija;
- Karakterizacija reaktivnih plazem za aktivacijo površine polimernih materialov (2004 - 2005), Hrvaška;
- Profilna analiza faznih mej s spektroskopijo Augerjevo elektronov (2004 - 2005), Madžarska;
- Plazemska sinteza anorganskih nanovlaken in karakterizacija nanokompozitov (2004 - 2005), ZDA;
- Meritve gostote N, O, in H radikalov v reaktivnih plazmah s katalitičnimi sondami in TALIF (2006 - 2007), Francija;
- Karakterizacija plazme za obdelavo biokompatibilnih materialov (2006 - 2007), Hrvaška;
- Eksperimentalne meritve relativnih razpršitvenih koeficientov (2006 - 2007), Madžarska;
- Raziskave poškodb bakterij s plazemskimi radikali (2006 - 2007), Srbija in Črna gora;
- Sinteza in dispergivnost nanovlaken kovinskih oksidov (2006 - 2007), ZDA.
- Karakterizacija sestave in mehanskih lastnosti trdih PVD-prevlek (2007-2008), Hrvaška;
- Modifikacija tankih plasti na osnovi volframa in titana s klasičnim in laserskim pregrevanjem (2008), Srbija;
- Modifikacija tankih plasti na mikro- in nanonivoju (2006-2008); Srbija.

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

- PPG Industries, ZDA, 2006-2007: PVD prevleke za zaščito aluminijevih zlitin za letalsko industrijo;
- CemeCon, Nemčija, 2007 - 2009: Karakterizacija selektivnih prevlek;
- PlasmaIt GmbH, Lebring, Avstrija, 2005: Plazemska obdelava kovinskih vzorcev - plazemsko čiščenje korodiranih jeklenih žic;
- Plasmabull GmbH, Gradec, Avstrija, 2006-2007: Katalizatorji plazemskih radikalov;
- PHOS, d.o.o., Slovenija, 2007 - 2010: PVD trde prevleke kot alternativa za korozijsko zaščito Fe and Al zlitin;
- Gorenje orodjarina, d.o.o., Slovenija, 2007: Študija možnosti zaščite aluminija.

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

- Slovenski grozd proizvajalcev orodij
- Platforma izdelavnih tehnologij

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Objavili smo čez 50 strokovnih prispevkov v slovenskem jeziku, od katerih izpostavljamo monografijo: Zaščita orodij s trdimi PVD-prevlekami
Opis	Ob dvajsetletnici delovanja Centra za trde prevleke na Institutu Jožef Stefan je izšla monografija o raziskovalnem in razvojnem delu na področju trdih prevlek, pripravljenih s fizikalnimi postopki nanašanja iz parne faze (PVD). Knjiga je napisana pregledno, v razumljivem strokovnem jeziku, popestrjena je z izvirnimi in zanimivimi slikami. Namenjena je študentom strojništva, materialov in metalurgije, fizike ter raziskovalcem na omenjenih področjih, predvsem pa orodjarjem in tehnologom v industriji pri odločitvi, katero prevleko uporabiti v posameznem tribološkem sistemu.
Objavljeno v	Ljubljana: Institut "Jozef Stefan", 2005, 232 str.
COBISS.SI-ID	223154176

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	Twinmic mikroskop, prispevek v televizijski oddaji L'Universo e' ...,
Opis	V televizijski oddaji je član programske skupine predstavil novi rentgenski mikroskop TWINMIC, pri izgradnji katerega so sodelovali člani programske v okviru evropskega projekta. Novi mikroskop TWINMIC je plod sodelave osmih evropskih partnerjev. Mikroskop deluje na sinhrotronsko svetlobo in je postavljen na sinhrotronskem pospeševalniku Elettra v Trstu v Italiji. Omogoča nedestruktivne preiskave anorganskih in organskih materialov z visoko ločljivostjo 150 nm. Uporaben je na področjih preiskav novih materialov, biologije, medicine, polimerov, ekologije....
Objavljeno v	prispevek v televizijski oddaji L'Universo e' ..., predvajani na : TV Koper-Capodistria, Koper, 23.10.2005 in večkrat ponavljani.
COBISS.SI-ID	19525927

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Analiza sestave in strukture
	Vrsta študijskega programa	Materiali - dodiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani - Naravoslovnotehniška fakulteta
2.	Naslov predmeta	Fizika in kemija površin
	Vrsta študijskega programa	Materiali - podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani - Naravoslovnotehniška fakulteta
3.	Naslov predmeta	Površinska funkcionalizacija materialov
	Vrsta študijskega programa	Karakterizacija materialov
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Novi Gorici
4.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz nanoznanosti in nanotehnologij I.
	Vrsta študijskega programa	Nanoznanosti in nanotehnologije
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
5.	Naslov predmeta	Uvod v okolju prijazne plazemske tehnologije
	Vrsta študijskega programa	Ekotehnologije
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

6.	Naslov predmeta	Priprava patentne prijave
	Vrsta študijskega programa	Splošni predmet na vseh smereh
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
7.	Naslov predmeta	Vakuumistika
	Vrsta študijskega programa	Nanoznanosti in nanotehnologije
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

18. 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 checked="" 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: Izobraževanje tehnologov iz industrije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input 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					
G.09.	Drugo:					

Komentar¹⁵

--

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 5., 6. in 7. 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

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Anton Zalar	in/ali	Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Ljubljana

17.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1004

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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, 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](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006,106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratek opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a