

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/70



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4173
Naslov projekta	Multifunkcionalne nanostrukturne prevleke za umetne vsadke - korozijski in tribokorozijski procesi
Vodja projekta	12616 Darinka Kek Merl
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	104 Kemijski inštitut 206 Inštitut za kovinske materiale in tehnologije 795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 1502 Zavod za gradbeništvo Slovenije
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.02 Kemijsko inženirstvo 2.02.06 Biokemijsko inženirstvo
Družbeno-ekonomski cilj	07. Zdravje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V okviru projekta smo raziskovali tri skupine prevlek, in sicer TiN z dodatkom srebra, TiN z dodatkom silicija in diamantu podoben ogljik. Prevleke smo nanegli v laboratorijski napravi za nanašanje, deloma s specifičnimi doma pripravljenimi tarčami. Te prevleke smo ovrednotili glede njihove kemijske sestave, mikrostrukture, fizikalnih in mehanskih lastnosti (nanotrdoča, adhezija, hrapavost). Največ pozornosti smo posvetili

tribokorozijski karakterizaciji, kjer smo sočasno merili tribološke lastnosti in elektrokemijski odziv. V ta namen smo optimizirali elektrokemijsko celico in postavitev eksperimenta. Na podlagi izkušenj iz teh meritev smo določili optimalni nabor parametrov za takšne meritve, kar nam bo služilo kot standard za delo v prihodnje. Rezultate tribokorozijskih testov smo dopolnili z optično in elektronsko mikroskopijo površine ter analizo sestave in strukture obrabne sledi. Raziskovali smo tudi biokompatibilne zaščitne plasti z dodatkom nanodelcev in ovrednotili njihov potencial preprečevanja nalaganja mikroorganizmov. Za referenco smo sorodne preskuse naredili tudi na golih podlagah iz nerjavnega jekla.

O rezultatih našega dela smo izčrpno poročali v mednarodnih znanstvenih revijah. Omenimo osrednjo revijo za korozijo Corrosion science (faktor vplica 3,5), kjer smo člani projektne skupine objavili sedem člankov, od tega tri kot prvi avtor.

ANG

In the scope of the project we worked on three types of coatings: TiN with addition of silver, TiN with addition of silicon and diamond-like carbon. The coatings were deposited in a lab-sized deposition system, partly using home-made targets. We evaluated these coatings based on their chemical composition, microstructure, physical and mechanical properties (nanohardness, adhesion, roughness). Most attention was paid to the tribocorrosion characterization, where we simultaneously measured the tribological properties and the electrochemical response. For this purpose we optimized the electrochemical cell and the experimental setup. Based on the results of these measurements we optimized the protocol for such measurements, which will serve us as a standard for future work. The results of tribocorrosion tests were upgraded by optical and electron microscopy of the surface and by wear track chemical and structural analysis. We have also worked on biocompatible protective coatings with an addition of nanoparticles, and evaluated their potential for microorganism growth prevention. For reference, similar tests were made on bare stainless steel substrates.

We extensively reported on results of our work in international scientific journals. The core journal for corrosion, the Corrosion science needs to be mentioned (impact factor 3.5), where the project team members published seven papers, three among them as the first author.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Osrednja tematika projekta je bil nanos prevlek na osnovi TiN z dodatkom srebra in silicija. Z dodatkom tretje komponente (Ag, Si) smo osnovni TiN-prevleki spremenili sestavo, strukturo in lastnosti. Na pripravljenih prevlekah smo naredili analize površine (topografijo, hrapavost, kemijska analiza), mehanske, elektrokemijske in tribokorozijske meritve.

Za nanos prevleke TiN z dodatkom Ag, je bilo potrebno naprej pripraviti tarče, saj komercialno niso na voljo. Za osnovo smo uporabili tarčo iz titana, v katero smo vstavili srebrove čepe z radijem 5 mm. Koncentracijo srebra v prevleki smo poskušali spreminjati z različnim številom čepov v prevleki (3 in 5). Izkazalo se je, da je koncentracija srebra v prevleki pripravljeni z večjim številom (5) le malenkostno višja (1.5 at.%) kot v prevleki s manjšim številom čepov (1 at.%).

Za pripravo prevleke TiSiN smo uporabili homogene tarče TiSi. Za boljšo adhezijo smo predhodno nanесли tanko plast titana (debeline cca. 100 nm), kar se je pokazalo kot ugodna rešitev tudi s stališča izboljšanja korozijske zaščite. Z dodatkom silicija se zmanjša povprečna velikost zrn, tako da se mikrostruktura iz fino zrnate približuje amorfni. Primerjalna analiza s prevleko TiN je pokazala, da se trdota TiSiN poveča za 1000 HV. Kot je bilo predvideno v prijavi, smo mikrostrukturo analizirali z vrstičnim elektronskim mikroskopom, mikrotrdoto pa z nanoindenterjem.

Osredotočili smo se na tribokorozijske meritve, ki smo jih primerjalno izvedli tudi na drugih sistemih prevlek. Pri zasledovanju degradacije funkcionalnih materialov sta namreč dobro uveljavljeni dve skupini testov. Prvi je tribološko testiranje, kjer ugotavljamo mehanske poškodbe dveh materialov v drsnem kontaktu. Drugi pa je

korozijsko testiranje, kjer zasledujemo kemijsko propadanje materiala v (mehansko gledano) statičnih razmerah. Sinteza obeh pristopov je tribokorozijski test, kjer sočasno zasledujemo oba procesa, torej hkrati merimo parametre drsne obrabe (npr. koeficient trenja) in elektrokemijske parametre (korozijski potencial, korozijski tok). Na ta način lahko in-situ sledimo degradaciji prevlek. Tribokorozijski testi na že uveljavljenih funkcionalnih prevlekah so bili še posebej uporabni za oba sofinancerja tega projekta.

Že preliminarne korozijske in tribokorozijske meritve so pokazale, da vse vrste pripravljenih prevlek kažejo odlične korozijske lastnosti. Boljše tribokorozijske lastnosti pa kažejo TiN-prevleke z dodatkom Ag kot TiSiN-prevleke.

Proučevali smo tudi tribokorozijske lastnosti trdih prevlek DLC na različnih kovinskih substratih pri ekstremnih pogojih obrabe. Te meritve smo opravljali na recipročnem tribokorozimetru v sklopu triboloških in tribokorozijskih preiskav. Določevali smo parametre tribokorozijske obrabe za spremljanje obrabe pri simultanih elektrokemijskih procesih. DLC-prevleke so po svoji kemijski naravi tako trde kot kemijsko inertne, zato morajo biti pogoji obrabe v časovnem eksperimentalnem oknu prav tako ekstremni.

Za povečanje Gaussovega pritiska na obrabni kontakt smo izdelali poseben vmesnik, kamor smo namestili rubinovo kroglico premera 1 mm. V tem primeru smo dosegli dovolj veliko silo za opazovanje sprememb med tribokorozijsko obrabo v času 8 ur.

V drugem delovnem sklopu smo optimizirali elektrokemijsko celico in vpetje vzorca, določili elektrokemijske in tribološke parametre za izvedbo eksperimentov. Izbrali smo primerno korozijsko raztopino - telesno simulirano raztopino, določili smo obrabne parametre (čas, hitrost in pot, sila) in geometrijo kontakta tribokorozijske naprave. Uporabili smo vse potrebne parametre za nadaljnjo študijo vpliva tribološke obrabe na elektrokemijski odziv materiala v izbranem korozijskem okolju.

Aktivnosti znotraj delovnega sklopa »Karakterizacija površine morfološke in mehanske preiskave oblog« smo izvajali v vseh fazah trajanja projekta. Na tribokorozijskih in referenčnih vzorcih smo pred in po obrabi karakterizirali in določevali njihove lastnosti: pregledali smo korozijsko stanje površine, njene morfološke in mehanske lastnosti. Merili smo trdoto in hrapavost pred in po obrabi. Površino delovnih elektrode-kovinskega materiala smo vizuelno pregledali pod optičnim mikroskopom ter konfokalnim mikroskopom. S pomočjo elektronskega mikroskopa smo pri večjih povečavah določili obliko korozijskih produktov, mesta, kjer so se korozijski produkti odlagali, in z analizo EDS določili njihovo sestavo. Podrobneje smo z elektronskim mikroskopom lahko določili širino obrabne sledi, vključke, ki nastanejo v obrabni sledi, opazovali smo tudi deponiranje obrabljene plasti (Third Body Effect).

Z aktivnostmi v opisanih sklopih smo dosegli cilje, kot so definiranje optimalnih parametrov za tribokorozijsko preskušanje na recipročnem tribološkem preskuševališču, pridobili podatke o vplivu raztopine in stanja površine na tribokorozijske lastnosti in določili nekatere fizikalno-mehanske ter tribološke lastnosti preiskanih materialov. Tako smo s primernim pristopom in izborom pravih elektrokemijskih tehnik optimizirali metode za tribokorozijsko preskušanje, ki bo z novimi znanji pripomoglo k uspešnejšem dizajniranju lastnosti materialov in prevlek, ki so podvrženi tako koroziji kot obrabi.

Raziskovali smo tudi korozijsko vedenje avstenitnega in dupleksnega nerjavnega jekla v kloridnih raztopinah. Pri tem smo se posvetili predvsem študiju tvorbe pasivne plasti pod simuliranimi fiziološkimi pogoji z namenom biomedicinskih aplikacij. Korozijske lastnosti smo preiskovali s pomočjo elektrokemijskih tehnik: elektrokemijske impedančne spektroskopije, ciklične voltametrije in potenciodinamske polarizacije. Raziskovali smo tvorbo pasivne plasti pri različnih pogojih, pri potencialu odprtega kroga in pri povišanih anodnih potencialih, s pomočjo rentgenske fotoelektronske spektroskopije (XPS).

Nadalje smo raziskovali biokompatibilne zaščitne plasti z dodatkom nanodelcev z izboljšanimi mehanskimi in korozijskimi lastnostmi. Z nanosom na površino kovinskih substratov smo raziskovali pogoje za preprečevanje biološkega nalaganja mikroorganizmov v morskem okolju. Določali smo tudi mehanske in adhezijske lastnosti zaščitnih plasti. Raziskali smo lastnosti korozijske zaščite in zmožnosti inhibiranja tvorbe biofilma s pomočjo elektrokemijskih tehnik, elektrokemijske impedančne spektroskopije

(EIS) in rentgenske fotoelektronske spektroskopije (XPS). Ovrednotili smo tudi interakcijo na fazni meji plast/podlaga. Korozijsko obstojnost in zmožnost preprečevanja biološkega nalaganja smo preverjali tudi z dolgočasnimi izpostavitvami v laboratorijskem morskem akvariju, kjer smo simulirali realne pogoje morja.

Pri razvoju novih prevlek je zelo pomembno, da uporabimo ustrezne metode karakterizacije. Za analiziranje nanostrukturnih prevlek, kjer so zelo majhne mikrostrukturne sestavine, je visokoločljiva presečna elektronska mikroskopija (HRTEM) ena izmed najpomembnejših metod. Glede na to, da se napake in druge značilnosti prevlek pojavljajo na točno določenih mestih, je potrebna tudi posebna priprava TEM-vzorcev s fokusiranim ionskim snopom (FIB). V letu 2013 in 2014 smo pridobili dostop do najnovejše raziskovalne opreme v okviru EU projektov FP7 Infrastructures na TU Graz, The Austrian Centre for Electron Microscopy and Nanoanalysis (312483 – ESTEEM2, Integrated Infrastructure Initiative–I3). Povezovanje v okviru projekta ESTEEM2 nam je bil omogočen dostop do najnovejše in najsodobnejše raziskovalne opreme in pridobitev dodatnih sredstev za izvedbo nacionalnega projekta.

Izvedli smo kvalitetno pripravo TEM vzorcev na točno določenih izbranih mestih, izrez lamel na teh mestih in karakterizacijo. Razvili smo metodo za analizo nanostruktur na prečnih prerezi z ionsko mikroskopijo, ki podaja informacijo o orientacijskem kontrastu in 3D-rekonstrukcijo mikroskopske slike napak v prevlekah. Ionska mikroskopija nam je omogočila tudi natančno študijo mejnih površin med osnovnim materialom in prevleko, porazdelitev kemičnih elementov, določitev kristalografskih značilnosti in prisotnost nanonapak.

Z vključevanje in povezovanjem raziskovalcev z različnih področjih na projektu smo osvojili nova znanja, ki smo jih na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru vpeljevali v pedagoški proces na programu strojništva. Rezultat je tudi popularizacija znanosti na področju trdih prevlek med študenti strojništva, mehatronike in gospodarskega inženirstva. Prijavili smo se na razpis in izvedbo mednarodne delavnice na temo Trajnostne tehnologije kovinskih materialov v okviru projekta »Internacionalizacija – steber razvoja Univerze v Mariboru«, ki jo financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada. Prijava je bila odobrena, tako da bomo junija 2015 izvedli mednarodno delavnico na kateri bo ena glavnih tem tehnologija nanosa trdih prevlek kot trajnostna tehnologija.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Če gledamo na projekt kot celoto, je bila realizacija programa dela uspešna. Na področju nanašanja prevlek je realizacija ciljev znotraj pričakovane variacije v znanstvenem delu. Več aktivnosti je bilo na triodnem naprševanju in manj na ostalih dveh metodah. Zaradi fleksibilnosti te laboratorijske tehnike je bilo to tudi pričakovano. Kar se tiče karakterizacije, je bil že v osnovi mišljen večji poudarek na elektrokemijskih metodah, dodatno težo pa smo dali tribokorozijskim preskusom. Nekoliko manj analitike smo posvetili mehanskim lastnostim. V prijavi projekta je bilo že sicer zastavljeno delo na več skupinah materialov. Zaradi ugodnih preliminarne rezultatov referenčnih korozijskih testov na zlitinskem sistemu Al-W smo temu sistemu posvetili več pozornosti in tudi dobili precej pozitivnih rezultatov.

Publiciranje članov projektne skupine je bilo na visokem nivoju, saj je bila iz tematike projekta objavljenih vrsta člankov, tudi v skupini 1A1, in več konferenčnih prispevkov (vabljen predavanje/redno predavanje/poster).

K zaokroženi realizaciji projekta kot celote pa je oteževalno delovalo dejstvo, da je vodja projekta dr. Kek-Merl že od začetka oktobra 2013 na bolniški, zato je bilo zadnjih devet mesecev izvajanje projekta okrnjeno. Po svojih močeh so to delo prevzeli ostali člani projektne skupine. Delo po projektih skupinah je sicer potekalo naprej, pomanjkljivost pa je bilo čutiti v koordinatorstvu. Enako velja tudi za pripravo končnega poročila.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Kot omenjeno v prejšnji točki, večjih sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo. Projektna sestava je sicer ostala nespremenjena, pač pa je bilo v obdobju od oktobra 2013 dalje zaradi bolniške odsotnosti vodje projekta izvajanje oteženo. Delo na projektu je načeloma sicer potekalo dalje nemoteno znotraj raziskovalnih skupin po posameznih partnerjih. Prav tako odsotnost vodje projekta ni vplivalo na medsebojno komunikacijo med posameznimi partnerji. Pač pa smo to odsotnost močno čutili na nosilni organizaciji (Institut "Jožef Stefan"), tako na raziskavah naše skupine, njihovi interpretaciji, kot tudi v komunikaciji z ostalimi partnerji. Sprotno raziskovalno delo smo lahko prevzeli preostali raziskovalci v raziskovalni skupini in delo opravili brez večjih zamud.

Največja težava pa je bila odsotnost krovne koordinacije, saj te naloge preprosto ne more kar tako prevzeti nekdo drug. Vodja projekta si je idejo zamislila, jo vodila in koordinirala, nato pa se je morala zaradi hude bolezni nenadoma umakniti. Zato je verjetno prav pričujoče zaključno poročilo najbolj obremenjeno z odsotnostjo vodje.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	24275239	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Korozijsko obnašanje avstenitnih in duplex nerjavnih jekel v umetni slini z dodatkom fluora
		ANG	The corrosion behaviour of austenitic and duplex stainless steels in artificial saliva with the addition of fluoride
	Opis	SLO	Korozijsko obnašanje in pasivacijo dveh tipov nerjavnih jekel (duplex 2205 DSS in AISI 316L) v umetni slini in z dodatkom fluora smo raziskovali z uporabo elektrokemijske impedančne spektroskopije (EIS) in potenciodinamskih meritev. Ugotovili smo, da je pasivno območje DSS 2205 bistveno širše od pasivnega območja AISI316L v obeh vrstah raztopin. Nastanek pasivne plasti smo preučevali s pomočjo EIS na potencialu odprtih sponk (OCP). Pasivne plasti, ki nastanejo pri OCP obeh materialov smo analizirali s fotoelektronsko spektroskopijo (XPS). V pasivni plasti obeh materialov so pretežno Cr-oksidi. Študija je pokazala, da so korozijske lastnosti materiala DSS 2205 boljše od AISI. To potrjuje primernost materiala DSS 2205 za bioaplikacije. Članek je bil do danes citiran že 49-krat.
		ANG	Corrosion and passivation behavior of two types of stainless steels (DSS duplex 2205 and AISI 316L) in artificial saliva and with the addition of fluoride was studied using electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and potentiodynamic measurements. We found that passive zone DSS 2205 significantly larger than the passive zone AISI316L in both types of solutions. The formation of passive film was studied using EIS at open circuit potential (OCP). Passive layer, resulting in open circuit voltage of both materials were analyzed by photoelectron spectroscopy (XPS). In the passive layers of both materials are mainly Cr-oxides. The study showed that the corrosion properties of DSS 2205 is better than AISI 316L, especially under potentiodynamic conditions. This confirms the suitability of 2205 DSS for orthodontic applications. Up to now, the paper has been cited 49 times.
	Objavljeno v		Pergamon Press; Corrosion science; 2011; Vol. 53, no. 2; str. 776-783; Impact Factor: 3.734; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.755; A'': 1; A': 1; WoS: PM, PZ; Avtorji / Authors: Kocijan Aleksandra, Kek-Merl Darja, Jenko Monika
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	26541351	Vir: COBISS.SI

3.	Naslov		SLO	Študij korozijskih in površinskih lastnosti prevlek AlW z različnimi deleži volframa
			ANG	Corrosion and surface study of sputtered AlW coatings with a range of tungsten contents
	Opis	SLO	Študirali smo korozijsko obnašanje napršenih prevlek Al–W pri različnih koncentracijah volframa (0,6, 3,5 in 11 at.% W) na podlagi aluminijeve zlitine AA7075 v kloridni raztopini. Prisotnost volframa zmanjša debelino oksidne plasti pri testu EIS, kar smo dokazali z globinskim profilom sestave. Iz rezultatov EIS smo določili polarizacijsko upornost (Rp) in kapacitivno obnašanje kot funkcijo časa potopitve. Majhno povečanje Rp kaže na izboljšanje korozijskih lastnosti s časom, vendar pa je intenzivnost izboljšanja odvisna od deleža volframa in od morfologije površine (prisotnost defektov na površini prevleke). Test v slani komori je do neke mere potrdil rezultate meritev EIS, pač pa je prišlo do razhajanj med rezultati EIS in slane komore pri prevlekah Al89W11. Najdebelejšo oksidno plast smo opzaili prav pri testu slane komore na prevleki Al89W11, kjer je prišlo do »razslojevanja« na tri področja (porozno, delno porozno, nespremenjeno). Pride torej do galvanske korozije, verjetno zaradi lokalnih nehomogenosti v sestavi in strukturi. Vendar pa te hipoteze nismo mogli nedvoumno podpreti s preskusi EIS.	
		ANG	The corrosion behaviour of sputterdeposited, Al–W coatings with three different concentrations of tungsten (0.6, 3.5 and 11 at.% W) on AA7075 aluminium alloy substrates was investigated in chloride media. The presence of W reduces the thickness of the oxide layer formed after the EIS test, as proved by the compositional depth profile. From the EIS data of the investigated Al–W coatings, the polarisation resistance (Rp) and the capacitive behaviour as a function of the immersion time were obtained. A small increase in Rp suggested improved corrosion properties over time. However, the extent of the improvement depends on the content of W and the coatingsurface morphology (the presence of growth defects on the coating surface). The saltfog tests to some extent supported the results from the EIS measurements. However, there was a difference between the corrosion EIS and saltfog test results in the case of the Al89W11 coatings. The thickest oxide layer and the »layering« into the three regions (porous, semiporous and intact) were observed when the saltfog corrosion test was performed on the Al89W11 coating. Galvanic corrosion, probably due to the local compositional and structural inhomogeneities, takes place. However, this was not unambiguously observed during the EIS corrosion test.	
Objavljeno v		Pergamon Press; Corrosion science; 2013; Vol. 69; str. 359-368; Impact Factor: 3.686;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.916; A": 1;A': 1; WoS: PM, PZ; Avtorji / Authors: Kek-Merl Darja, Panjan Peter, Kovač Janez		
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS ID		26744615	Vir: COBISS.SI	
Naslov		SLO	Vpliv deleža volframa na lastnosti prevlek Al-WX, pripravljenih s PVD-postopkom	
		ANG	Effect of tungsten content on properties of PVD sputtered Al-W[sub]X alloys	
Opis		SLO	Zlitinske prevleke Al–WX z deležem volframa med 0,6 in 11 at.% smo nanесли z naprševanjem pri nizki temperaturi na podlago iz zlitine AA7075. Napršene prevleke Al–W izkazujejo nepričakovano širok obseg mikrostrukture; karakterizirali smo jih z rentgenskim uklonom (XRD), vrstično elektronsko mikroskopijo (SEM) in mikroskopijo na atomsko silo (AFM). Za zlitine z deležem volframa med 0,6 in 3,5 at.% je značilno, da dodajanje volframa zmanjšuje velikost zrn od nekaj sto nm do 10 nm. Pri	

			11 at.% W pa pride do nastanka lamelam podobne mikrostrukture, ki jo spremlja amorfna faza. Testi nanoindentacije so pokazali, da povečanje deleža volframa povzroča povečanje trdote. Polarizacijski korozijski test v nevtralni raztopini 0,1M NaCl je pokazal, da dodajanje volframa povečuje pasivno območje in s tem tudi potencial za jamičasto korozijo.
		ANG	Al-WX alloys with the W content ranging from 0.6 to 11 at% were sputter deposited at a low temperature on AA7075 alloy substrates. The sputtered Al-W alloys exhibit a remarkably broad range of microstructures and were characterised by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM). For the alloys with a W content from 0.6 to 3.5 at%, increasing tungsten additions lead to a decrease in the grain size from a few hundred nm to 10 nm. At 11 at% W, a lamella-like microstructure forms, accompanied by an amorphous phase. Nanoindentation tests revealed that the increasing tungsten additions lead to an increase in the hardness. A polarisation corrosion test in a near neutral 0.1M NaCl solution revealed that increasing the tungsten additions leads to an increasing passive range and, therefore, the pitting potential.
	Objavljeno v	Institute of Metals; Wolfson Institute for Surface Engineering; Surface engineering; 2013; Vol. 29, no. 4; str. 281-286; Impact Factor: 1.510; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.361; A'': 1; A': 1; WoS: QG; Avtorji / Authors: Kek-Merl Darja, Panjan Peter, Milošev Ingrid	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS ID	1982311	Vir: COBISS.SI
4.	Naslov	SLO	Tribokorozija NiTi zlitine
		ANG	The tribocorrosion behaviour of NiTi alloy
	Opis	SLO	Nitinol je zlitina, ki se zaradi svojih lastnosti s spominskim efektom ter superelastičnosti uporablja v biomedicinski namene. Dentalne žice iz Nitinola v praksi mnogokrat izgubijo funkcionalnost zaradi različnih procesov obrabe. Elektrokemijske lastnosti smo določali na dveh mikrostrukturno različnih vzorcih NiTi z in brez prisotnosti oksidne plasti v simulirani raztopini slane. Vpliv obrabe v korozivnem mediju smo študirali z uporabo tribokorozimetra. Določili in primerjali smo različne mehanizme obrabe in analizirali korozijske produkte ter način obrabe. Potrdili smo, da je skupna obraba večja v korozivnem mediju zaradi procesov tribokorozije. Potrdili smo tudi, da mikrostrukturne lastnosti zlitin vplivajo na elektrokemijske ter tribokorozijske lastnosti.
		ANG	In biomedical applications, NiTi alloys are used mainly because of their favourable shape memory and superelastic properties. However, in many applications the tribocorrosion properties of these alloys can be of critical concern. For this reason the electrochemical and tribocorrosion properties of superelastic NiTi sheet and orthodontic archwire were studied, taking into account their microstructures and the effect of different surface finishes. In the case of the electrochemical tests, samples were tested in artificial saliva, whereas in the tribocorrosion tests the experiments were performed in ambient air, distilled water, and artificial saliva, the latter as a corrosive medium. In these tests, the total wear rate of the alloy samples was determined, together with the corresponding chemical and tribological contributions. It was confirmed that the microstructure of the investigated alloys had a significant effect on the measured electrochemical and tribocorrosion properties.
	Objavljeno v	North-Holland; Applied Surface Science; 2014; Vol. 288; str. 727-735; Impact Factor: 2.538; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.361; A'': 1; A': 1; WoS: EI, QG, UB, UK; Avtorji / Authors: Kosec	

	Tadeja, Močnik Petra, Legat Andraž
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	26341927	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Korozijsko obnašanje nanokompozitnih prevleke TiSiN za bioaplikacije
		ANG	Corrosion behaviour of nanocomposite TiSiN and TiSiN-Cu coatings for bioapplication
	Opis	SLO	Nanokompozitne TiSiN prevleke smo nanесли na dve vrsti nerjavnih jekel (316L and DSS2205). Korozijske lastnosti podlag in podlag prekritih z nanokompozitno prevleko smo študirali z elektrokemijsko impedančno spektroskopijo in potenciodinamskimi meritvami v Hankovi razopini, ki simulira telesno tekočino. Rezultati kažejo, da prevleke povečajo korozijsko odporost podlag za 1 do 2 velikostna reda.
		ANG	Nanocomposite TiSiN films were sputtered on two types of stainless steels alloys (316L and DSS2205). The corrosion properties of coated stainless steel in Hank's solution were studied using electrochemical impedance spectroscopy and potentiodynamic measurements. in Hank's solution, simulates the body fluid. According to electrochemical impedance and polarisation measurement, thin films increase corrosion resistance of coated substrates for 1 to 2 order of magnitude compare to the uncoated substrates.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	s. n.]; Safer world through better corrosion control; 2012; Str. 284; Avtorji / Authors: Kek-Merl Darja, Panjan Peter	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
2.	COBISS ID	17122838	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Postopek dinamičnega globokega jedkanja in ekstrakcije delcev iz aluminijevih zlitin
		ANG	Procedure of dynamic deep etching and particle extraction from aluminium alloys
	Opis	SLO	Izum je postopek dinamičnega globokega jedkanja in ekstrahiranja delcev iz aluminijevih zlitin uporaben za kontrolo kvalitete izdelkov iz aluminijevih zlitin in za raziskavo materialov iz aluminijevih zlitin z vrstično in presežno elektronsko mikroskopijo ter za rentgensko difrakcijo. Način in zaporedje posameznih stopenj postopka omogoča, da z uporabo raztopine, ki je sestavljena iz joda, vinske kisline in metanola in v kateri imajo sestavine določeno koncentracijo glede na dimenzijo vzorca, poteka raztapljanje aluminijeve osnove enakomerno po celotni prostornini vzorca. Pri tem je pomembno, da raztopina penetrira v notranjost vzorca samo na določenih mestih in da ostane površinska oksidna plast kompaktna. Pri postopku se uporablja ultrazvočna naprava, ki vpliva na gibanje in penetriranje elektrolita v notranjost vzorca ter pospeši raztapljanje.
			The invention is a procedure for dynamic deep etching and particle extraction for aluminium alloys, applicable for quality control of products made of aluminium alloys, and for investigation of aluminium alloys using scanning and transmission electron microscopy, as well as Xray diffraction. The mode and sequence of individual stages of the procedure

		ANG	enables uniform dissolution of aluminium matrix throughout the entire volume of a specimen by using a solution composed of iodine, tartaric acid and methanol, in which the components have concentrations determined according to specimen dimensions. It is important in this regard that the solution penetrates into the interior of the specimen at specific sites only and that the surface oxide layer remains compact. An ultrasonic device is applied in the procedure, effecting the movement and penetration of the electrolyte into the interior of the specimen, and thus enhancing the dissolution process.
	Šifra	F.32	Mednarodni patent
	Objavljeno v	Europäisches Patentamt = European Patent Office = Office européen des brevets; 2013; [20] str.; A': 1; A': 1; Avtorji / Authors: Bončina Tonica, Zupanič Franc, Markoli Boštjan	
	Tipologija	2.24	Patent
3.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Predstavitev v sklopu "Izjemni znanstveni dosežki"
		ANG	Presentation in the scope "Exceptional scientific achievements"
	Opis	SLO	Vodja projekta dr. Darinka Kek Merl je bila s strani ARRS povabljen, da v sklopu "Izjemni znanstveni dosežki" predstavi ključne rezultate tega projekta v letu 2011. Javno predavanje je bilo marca 2013 v Ljubljani, od junija 2013 pa je video te predstavitve na voljo na portalu videlectures.net . V predavanju je predstavljena osnovna motivacija projekta, ključne metode dela in prvi sklop rezultatov. Ti obsegajo elektrokemijsko karakterizacijo osnovnih materialov in prevlek diamantu podobnega ogljika.
		ANG	The project coordinator Dr Darinka Kek Merl was invited by the Slovenian research agency to present key results of the project from 2011 within the scope of "Exceptional scientific achievements". The public lecture was held in March 2013 in Ljubljana, while since 2013 the video of this presentation has been available at the portal videlectures.net . In this lecture the main motivation of the project is presented, as well as key methods and first group of results. These include electrochemical characterization of the substrate materials and of diamondlike carbon coatings.
	Šifra	B.04	Vabljen predavanje
	Objavljeno v	http://videlectures.net/znanstveni_dosezki2011_kek_merl_vsadki/	
	Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Pomen za razvoj znanosti lahko sklenemo z naslednjimi ugotovitvami. Mikrostrukturne raziskave, kjer je poudarek na pripravi in karakterizaciji nanokristaliničnih multifunkcionalnih prevlek, smo povezali z elektrokemijskimi raziskavami. Področje raziskav predstavlja interdisciplinarno smer, saj povezuje osnovna znanja s področja elektrokemije, fizike površin, površinske analize, metalurgije, tribologije in plazemskih površinskih tehnologij ter medicine. V projektu smo poleg najrazličnejših elektrokemijskih metod uporabili tudi najsodobnejše metode

površinske analize. Raziskave so pripomogle k pridobivanju novih, kvalitetnih znanstvenih spoznanj, ki jih ne bi bilo mogoče razviti znotraj posameznih področij, to je medicine oz. znanosti o inženirstvu površin. Interdisciplinarni pristop omogoča boljšo obravnavo zahtevne problematike površinske zaščite umetnih sklepov v človeškem telesu.

Znanstveni pomen dokazujejo številne publikacije članov projektne skupine v uglednih mednarodnih znanstvenih revijah, kot npr. dva prispevka v Corrosion Science s faktorjem vpliva 3.6. Omeniti je treba tudi, da je bil eden od prispevkov iz tematike projekta citiran že 49-krat.

ANG

The importance for science can be summarized in the following points. The microstructural investigations which have an emphasis on preparation and characterization of nanocrystalline multifunctional coatings were connected to electrochemical investigations. The field of research is interdisciplinary as it completes basic knowledge of electrochemistry, surface physics, metallurgy, tribology, plasma surface engineering and medicine. In addition to various electrochemical methods we also applied the most modern techniques of surface analysis. The research enabled us to find new, high-quality results, which could not have been obtained in individual fields only, i.e. either medicine or surface engineering. The interdisciplinary approach enables a better overview on the topics of implant protection in human body.

The scientific impact is highlighted by many publications of the project group members in prestigious international scientific journals, such as two papers in Corrosion Science (impact factor 3.6). We also need to mention, that one of these papers has been cited 49 times.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Elektrokemijski postopki nanašanja zaščitnih prevlek (korozijskih in dekorativnih) se v slovenski industriji zelo pogosto uporabljajo. Zaradi poostrene evropske in nacionalne zakonodaje na področju zaščite okolja so uporabniki prisiljeni omenjene zdravju in okolju nevarne postopke nadomestiti z ekološko neoporečnimi vakuumskimi postopki. PVD-prevleke so se izkazale kot realna alternativa. Z njimi lahko pripravimo tako kovinske in keramične prevleke kot tudi različne zlitine.

Delo na projektu je močno povezal doslej nekoliko preveč samostojno delujoče raziskovalne skupine na petih institucijah. Pomemben podatek je tudi, da so bile udeležene raziskovalne skupine iz različnih slovenskih mest in iz različnih tipov raziskovalnih organizacij.

Nenazadje so rezultati potencialno pripomogli k boljši obstojnosti umetnih sklepov v človeškem telesu, kar bo zmanjšalo stroške javne blagajne v zdravstvu.

ANG

The electrochemical processes for deposition of coatings (corrosion-resistant and decorative) are in widespread use in Slovenian industry. Due to ever tighter European and national environmental legislation, the users are forced to limit the health- and environmentally-problematic processes with the ecologically acceptable vacuum processes. The PVD coatings have been realized as the only viable alternative. They enable the deposition of both metallic and ceramic coatings as well as various alloys.

The work in the project strongly linked the insofar relatively too independent research groups in five institutions. An important fact is also that the partner institutions come from different Slovenian cities and from different types of research organizations.

And finally, the results have a strong potential for better wear resistance of implants in human body, which will reduce the costs of health insurance.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

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

Cilj

F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen ▼
	Uporaba rezultatov	V celoti ▼
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen ▼
	Uporaba rezultatov	V celoti ▼
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen ▼
	Uporaba rezultatov	V celoti ▼
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen ▼
	Uporaba rezultatov	V celoti ▼
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih ▼
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih ▼
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	▼
	Uporaba rezultatov	▼
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen ▼
	Uporaba rezultatov	V celoti ▼
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	▼
	Uporaba rezultatov	▼
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	▼
	Uporaba rezultatov	▼
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu					
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov					
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje					
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije					
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti					
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost					
G.02.07.	Večji delež izvoza					
G.02.08.	Povečanje dobička					
G.02.09.	Nova delovna mesta					
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon					
G.02.12.	Drugo:					
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti					
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti					
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij					
G.03.04.	Drugo:					
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja					
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja					
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					
G.04.05.	Razvoj civilne družbe					
G.04.06.	Drugo:					
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv	PHOS, IZDELAVA ORODIJ IN POSLOVANJE Z NEPREMIČNINAMI, BOGDAN BEVEC S.P.	
	Naslov	Parecag 24a, 6333 Sečovelje	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		59.168 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		18 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Priprava prevlek na osnovi ogljika in CrN na tabletirke in matrice, ki se porabljajo v farmacevtski industriji	F.04
		2. Sistematične raziskave mehanskih in mikrostrukturnih lastnosti prevlek	F.01
		3. Tribokorozijska karakterizacija prevlek	F.07
		4. Analiza korozijske obstojnosti prevlek za farmacevtsko industrijo	F.14
		5.	
	Komentar		
	Ocena	Podjetje PHOS izdeluje orodja za farmacevtsko industrijo in že vrsto let sodeluje z Institutom »Jožef Stefan« pri korozijski zaščiti teh orodij. Za nas je ključnega pomena kakovost pripravljenih prevlek, njena kontrola in razvoj novih metod zaščite. V okviru tega projekta smo pridobili več znanj, ki nam omogočajo boljše poznavanje funkcionalnosti zaščitnih prevlek. Posebej bi izpostavili naslednje tematike: - več nanosov prevlek na osnovi ogljika in CrN na orodja, ki se uporabljajo v farmacevtski industriji za izdelovanje tablet. - preučevanje parametrov, ki vplivajo na adhezijo prevlek npr. čiščenje tabletirk, temperatura popuščanja, parametri nanašanja v vakuumski komori. - sistematične raziskave mehanskih in mikrostrukturnih lastnosti prevlek Menimo, da je delo na projektu potekalo v skladu s planom.	
2.	Naziv	GSELMAN & GSELMAN MONTAŽA IN STORITVE d.o.o.	
	Naslov	Bistriška cesta 85, 2319 Poljčane	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		24.278 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		7 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Razvoj tribokorozijske celice	F.01
		2. Sistematične raziskave tribokorozijskih lastnosti prevlek na osnovi TiN	F.03
		3.	
		4.	

	5.	
	Komentar	
	Ocena	V okviru tega projekta so raziskave potekale v dveh smereh: - razvoj tribokorozijske celice - sistematične raziskave parametrov, ki vplivajo na tribokorozijske lastnosti prevlek na osnovi TiN Smatramo, da je bilo delo na projektu uspešno in v skladu s planom.

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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 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:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Darinka Kek Merl

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

13.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/70

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta

(do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). 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](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

08-75-DF-12-10-A4-08-4C-83-DE-5C-83-DB-DA-A6-2E-FA-80-9A-76