

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/28

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9189
Naslov projekta	PVD trde prevleke kot alternativa za korozijsko zaščito Fe in Al zlitin
Vodja projekta	12616 Darinka Kek Merl
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3.150
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2007 - 06.2010
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	06.
Naziv	Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji²

1.	Naziv	PHOS d.o.o -orodja, stroji in tabletiranje, dir. Bogdan Bevec
	Naslov	Parecag 24a, 6333 Sečovelje
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Raziskovalna hipoteza

V prijavi projekta smo si zadali **dva pglavitna cilja**:

a) pripraviti **obrabno obstojne prevleke** na konvecionalne (ogljikovo jeklo CK45,) in sodobne (**aluminijeve zlitine** AA2024 in AA7075) konstrukcijske materiale, ki bodo korozijsko obstojne v različnih korozijskih medijih in na podlagi rezultatov elektrokemijskih meritev izbrati najboljšo kombinacijo podlaga/prevleka za posamezno zlitino, ki bo omogočila optimalno korozijsko zaščito.

b) **nadomestiti ekološko oporečne elektrokemijske postopkov trdega kromanja** z ekološko neoporečnim PVD-nanosom tanke plasti CrN in izboljšanje korozijske obstojnosti CrN prevlek z minimizacijo mikrostrukturnih defektov, ki nastanejo med nanašanjem zaradi vgrajevanja mikroskopsko majhnih delcev nečistoč.

Opis raziskovanja

V prvem letu trajanja projekta smo **naredili prevleke na osnovi CrN in Ni/CrN**. Na pripravljenih prevlekah smo naredili analize površine (topografijo, hrapavosti, kemijska analiza) mehanske in elektrokemijske meritve. Prav tako so bile meritve narejene na samih podlagah (2 vrsti Fe zlitin in 3 vrste Al zlitin). Ugotovili smo, da visokotemperaturni postopek nanašanja CrN plasti iz parne faze ni primeren za podlage iz aluminijevih zlitin. V nadaljevanju smo se zato omejili na nizkotemperaturne procese nanašanja.

Kakovost zaščitne prevleke je v veliki meri odvisna od tega, kako dobro so pripravljene podlage. Zato je priprava podlage pravzaprav najpomembnejši del. Razvili smo postopek čiščenja za Al-zlitine in optimizirali postopek čiščenja Fe-zlitin. Korozijske lastnosti CrN prevlek smo poskusili izboljšati z različno pripravo podlage (brušenje, poliranje, jedkanje) in z nanosom dveh različnih vmesnih plasti Ni in Ni/C-a(amorfn ogljik).

Precejšen del raziskav je zajemal **študij defektov v trdih CrN prevlekah**, ki bistveno zmanjšajo korozijsko obstojnost prevlek. Ugotovili smo, da del defektov v prevleki nastane zato, ker se na površini podlage med mehansko predpripravo pojavijo poškodbe, nekateri defekti so posledica kemijskega čiščenja, preostali defekti pa nastanejo med postopkom nanašanja. Analiza izvora defektov je pomembna, ker lahko na tak način zmanjšamo njihovo koncentracijo. Da bi zmanjšali njihovo koncentracijo smo spreminjali parametre priprave podlage in prevleke.

Naredili smo tudi **preliminarne depozicije** novih kovinskih prevlek na **osnovi Al-W**. Preliminarne elektrokemijske meritve so pokazale bistveno izboljšanje korozijskih lastnosti v primerjavi s CrN prevlekami, predvsem na podlagah iz aluminijeve zlitine. Raziskave in primerjava lastnosti med kovinskimi prevlekami in CrN prevlekami so v teku.

Del raziskav smo naredili v sodelovanju s podjetjem PPG, Pittsburg, USA.

V drugem in tretjem letu izvajanja projekta je bilo težišče na dveh dejavnostih. Prvo je **nanos kovinskih prevlek na osnovi aluminija: Al-W, Al-Ta, Al-Cr** drugo pa **natančna karakterizacija** prevlek. Slednje je vključevalo analizo strukturnih, mehanskih in elektrokemijskih lastnosti prevlek. To je tudi v skladu s časovno razporeditvijo, predvideno ob prijavi projekta. Nadaljevali smo tudi prizadevanja iz prvega leta projekta, da bi z ustrezno predpripravo vzorcev in parametrov nanašanja čim bolj zmanjšali gostoto defektov.

Za nanos prevlek na osnovi aluminija (Al-W, Al-Ta, Al-Cr) je bilo treba najprej pripraviti tarče, saj komercialno niso na voljo. Za osnovo smo uporabili standardne tarče iz aluminija, v katere smo vstavili različno število volframovih, tantalov in kromovih čepov.

Največ raziskav smo naredili z volframom, ki je (iz literature) obetal najboljše rezultate. Pripravili smo različne tarče. S tem smo spreminjali razmerje Al:W v nanosenih plasteh. Za boljšo adhezijo smo predhodno nanесли tanko plast kroma (debeline cca. 100 nm), kar se je pokazalo kot ugodna rešitev tudi s stališča izboljšanja korozijske zaščite.

Ugotovili smo, da so lastnosti plasti Al-W močno odvisne od razmerja Al:W (tj. od števila volframovih čepov v aluminijevi tarči). Z deležem volframa pada povprečna velikost zrn, tako da se mikrostruktura iz fino zrnate približuje amorfni. Z deležem volframa tudi raste mikrotrdota, ki v skrajnem primeru za faktor štiri preseže mikrotrdoto osnovnega materiala, tj. aluminijeve zlitine 2024. Kot je bilo predvideno v prijavi, smo mikrostrukturo analizirali z vrstičnim elektronskim mikroskopom, mikrotrdoto pa z nanoindenterjem.

Najbolj dramatične razlike pa smo ugotovili z elektrokemijskimi metodami. Meritve so potekale v konvencionalni trielektrodni korozijski celici v 0,1 M raztopini NaCl. Metode dela so vključevale: potenciodinamske meritve, elektrokemijsko impedančno spektroskopijo (EIS) in analizo površine vzorca z vrstično elektronsko mikroskopijo po končanem korozijskem preskusu. Rezultati so pokazali, da se korozijska obstojnost aluminijeve zlitine poveča za dva do tri velikostne rede, če nanjo naneseemo ustrezno prevleko Al-W. Gostota korozijskega toka pa je manjša za red velikosti. Čeprav je bila dobra obstojnost proti koroziji do neke mere pričakovana, pa je bilo takšno izboljšanje presenečenje. S tem smo potrdili izjemen potencial prevlek Al-W za zaščito aluminijevih zlitin pred korozijo. Ker so prevleke Al-W tudi trše, poleg korozijske zaščite nudijo tudi zaščito proti obrabi.

Za korozijsko odpornost smo poleg elektrokemijskih metod uporabili tudi test v slani komori. Sledji je potekal po standardu ISO 9227 (salt spray test). Gre za določevanje relativne korozijske odpornosti materialov v kontrolirani vlažni slani atmosferi (5% NaCl, pri T=35 °C, 195 h). Preiskuvance smo pred, med in po preskusu poslikali z digitalnim fotoaparatom in stereomikroskopom. Rezultati so pokazali, da je najmanj korozijskih napadov na prevlekeh, ki so vsebovale največji delež volframa. CrN prevleke na podalgah iz aluminijevih zlitin so že po nekaj urah kazala veliko korozijskih napadov po vsej površini. Ti rezultati so ujemajo z rezultati, ki smo jih dobili z elektrokemijskimi metodami.

Raziskave prevlek na osnovi Al-Ta in Al-Cr so pokazale podobne lastnosti kot pri Al-W prevlekeh. Glavna razlika je ta, da so te prevleke nekoliko mehkejše. S stališča zaščite teh prevlek proti obrabi, to pomeni slabše lastnosti.

V okviru tega projekta **smo tekom vseh treh let naredili tudi preizkusne nanose CrN, TiAlN in CC+C trdih zaščitnih prevlek na orodja**, ki se uporabljajo v **farmacevtski industriji** za izdelovanje tablet. Orodja (trni-tabletirke in matrice) so bila narejena v podjetju PHOS d.o.o. iz Paracega, ki je sofinancer tega projekta. Prvotno se je za zaščito tabletirk uporabljal elektrokemijski postopek zaščite s trdim kromom. Iz ekoloških razlogov se ga danes nadomešča s trdimi PVD-prevlekami.

Tako orodja za odtiskovanje profilov kot tudi trni za stiskanje prahov v tablete so izdelane iz korozijsko zelo obstojnega in trdega orodnega jekla OCR12VM. Tabletirke so med obratovanjem izpostavljene veliki abrazijski in adhezijski obrabi, med čiščenjem po končani seriji pa še korozijski obrabi.

V okviru projekta so raziskave potekale v več smereh:

- sistematične raziskave mehanskih in mikrostrukturnih lastnosti orodnih jekel OCR12, ki služijo kot podlaga za nanos PVD prevlek.
- preučevanje parametrov, ki vplivajo na adhezijo prevlek npr. čiščenje tabletirk, temperatura popuščanja, parametri nanašanja v vakuumski komori.
- študij korozijskih lastnosti v kislem in rahko alkalnem mediju za dve vrsti orodnega jekla (OCR12VM in OSIKRO).
- nanos trdih zaščitnih prevlek CrN in TiAlN in osnovne analize prevlek

Ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultati in učinki raziskovalnega projekta

Rezultati raziskovalnega projekta:

- Uspešno smo razvili nove prevleke za korozijsko zaščito aluminijana. Učinkovita korozijska zaščita Al-zlitin, ki se uporabljajo v letalski in avtomobilski industriji predstavlja še vedno velik problem. Pospešeno se iščejo alternativni postopki ekološko oporečnim kromatim prevlekam. Ena od realnih možnosti so PVD prevleke. Naše raziskave so pokazale, da se z novimi PVD prevlekami korozijska odpornost Al-zlitin poveča do 100 - krat.
- Elektrokemijski krom smo uspešno nadomestili s PVD prevleko (CrN, TiAlN in CC+C), ki smo jo nanесли na tabletirke, katere se uporabljajo v farmacevtski industriji. Najboljše rezultate kažejo goste nanostrukturne prevleke z malo napakami.

Konkretni rezultat je razširitev proizvodnega programa za različne vrste tabletirk, ki jih uporabljajo farmacevtska podjetja v Sloveniji (Lek, Krka) kot tudi v tujini (Pliva, Krka Rusija).

- Primerjalne analize uporabe prevlek CrN (ki sicer dajo dobre rezultate na jeklu) so pokazale precej skromnejši efekt na podlagah iz aluminijeve zlitine. Izboljšanje smo dosegli le z uporabo vmesnih plasti niklja oz. kombinacije niklja in amorfnega ogljika (Ni/a-C). Minimalno izboljšanje smo tudi dosegli s prilagojeno predpripravo vzorcev (brušenje, poliranje). Ker je bilo povečanje obstojnosti pred korozijo premajhno, da bi upravičilo dodatni korak predpriprave oz. nanosa vmesne plasti, lahko smatramo, da takšna kombinacija (aluminijeve zlitine/CrN) ne prinaša napredka v realnih industrijskih pogojih. Prevleke na osnovi CrN torej niso primerne za zaščito aluminijevih zlitin pred korozijo.
- Znanja in izkušnje, ki smo jih pridobili z nanosom tako različnim materialov kot sta aluminij in volfram, bomo uporabili pri razvoju materialov za potrebe biomedicine. Tukaj bomo poskusili pripraviti antibakterijske prevleke, kjer bo mehko srebro kot dodatek trdi keramični prevleki.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev

V prijavi projekta smo si kot enega od ciljev zastavili razvoj prevleke za korozijsko zaščito aluminijevih zlitin. V ta namen smo kot možno rešitev navedli vrsto potencialno primernih prevlek. Čeprav se je pri eni od njih (CrN) rezultat pokazal kot neuspešen, pa smo dosegli odlične protikorozijske lastnosti druge potencialno primerne prevleke (Al-W). V kombinaciji z relativno visoko trdoto je prevleka Al-W več kot zadostila zastavljenim ciljem iz segmenta prevlek za korozijsko zaščito aluminijevih zlitin.

V projektni prijavi opisan nabor analitskih tehnik smo uporabili v predvidenem obsegu. Pri tem smo dali nekoliko večji poudarek metodam za analizo korozijskih procesov. S tem lahko rečemo, da je poznavanje korozijskega obnašanja zlitin Al-W, Al-Ta and Al-Cr (v manjši meri pa tudi CrN) na podlgah iz aluminijeve zlitine dobro poznamo.

Drugi pomemben cilj je bil nadomestiti ekološko oporečno prevleko. Elektrokemijski krom smo uspešno nadomestili s PVD prevleko, ki smo jo nanесли na tabletirke, katere se uporabljajo v farmacevtski industriji. Najboljše rezultate kažejo goste nanostrukturne prevleke z malo napakami.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

ni sprememb

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv gostote napak na korozijske lastnosti PVD prevlek
		<i>ANG</i> Role of the defect density on corrosion resistance PVD coatings
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku je opisana povezava med gostoto defektov na prevlekah (CrN in TiAlN na podlagah iz železovitih zlitin) in korozijskimi lastnostmi. Korozijske meritve smo izvedli z elektrokemijskimi meritvami v nevtralni raztopini kloridnih ionov v kombinaciji s površinsko analizo defektov-vrstično elektronsko mikroskopijo. Prevleke, ki so imele večjo koncentracijo defektov kažejo tudi za dva velikostna reda in več slabše korozijske lastnosti.
		<i>ANG</i> The paper describes the relationship between the density of defects in the coatings (CrN and TiAlN on surfaces of cast iron) and corrosion properties. Corrosion measurements were performed by electrochemical measurements in neutral solution of chloride ions in combination with surface analysis defect-scanning electron microscopy. Coating, which had a higher concentration of defects is also reflected by two orders of magnitude or more worse corrosion properties.
	Objavljeno v	Plasma processes and polymers, Vol. 4, IssueS1, 2007., str. S613-S617
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID 20922663		
2.	Naslov	<i>SLO</i> Ugotovitev izvora defektov med rastjo trdih prevlek
		<i>ANG</i> Determination of origins of defects during the growth of hard coating
	Opis	<i>SLO</i> Defekti so ena večjih ovir pri uporabi trdih prevlek. Čeprav gre za mikroskopske izrastke in vdrtine, pa je na teh mestih močno poslabšana korozijska obstojnost in povečana možnost luščenja prevleke. Analizirali smo sestavo na mestu defekta in mikrostrukturne značilnosti ter ugotovili, da obstajajo tri osnovne vrste defektov: (i) delci tujega materiala, prekriti z rastočo prevleko – so posledica prahu in luščenja s sten posode, (ii) mikrokapljice, prekrite z rastočo prevleko porozne mikrostrukture, (iii) kotanje, ki so nastale zaradi odlučanja defektov.
		<i>ANG</i> Defects are one of the major obstacles in application of hard coatings. The corrosion resistance on these spots is severely reduced and the possibility of delamination is increased. We analyzed the composition on the spot of the defect and microstructural properties and found out that there are three types of defects: (i) pieces of foreign material, covered by the growing coating – they are a consequence of dust and delamination from chamber walls, (ii) microdroplets, covered by the growing coating with a porous microstructure, (iii) depressions, formed after delamination of the defects.
	Objavljeno v	P. Panjan, D. Kek Merl, F. Zupanic, M. Cekada, M. Panjan, Surf. Coat.

			Technol., 2008, vol. 202, no. 11, p. 2302-2305
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		21467175
3.	Naslov	SLO	Modifikacija površine tankih plasti WTi na podlagi Si z nanosekundnimi laserskimi pulzi
		ANG	Surface modification of a WTi thin film on Si substrate by nanosecond laser pulses
	Opis	SLO	Delo obsega širše področje razumevanja tankih kovinskih plasti na osnovi volframa. Preiskovali smo interakcijo pulzov laserskega žarka s površino plasti in analizirali tako nastale poškodbe. Opazili smo tri skupine poškodb: ablacija, modifikacija in sprememba morfologije. Določili smo mejne vrednosti za nastanek takšnih poškodb.
		ANG	The work encompasses a broad field of understanding thin metallic layers based on tungsten. We studied the interaction of laser pulses with the film surface and analyzed the failures. We found three types of failures: ablation, modification and morphology change. We determined the thresholds for the appearance of these failures.
	Objavljeno v		Laser phys., 2009, vol. 19, no. 8, str. 1844-1849
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22854439
4.	Naslov	SLO	Correlation between hardness and stress in Al-(Nb, Mo, Ta) thin films
		ANG	Correlation between hardness and stress in Al-(Nb, Mo, Ta) thin films
	Opis	SLO	Tanke plasti Al-(-Nb, Mo, Ta), debeline 325 do 400nm so bili nareje s magnetronsko kodepozicijo pri sobni temperaturi. Za vse sestave zlitin Al(-Nb, Mo, Ta) mikrotrdoto dominira trši element. Mikrotrdota monotonično pada z naraščajočim deležem aluminija. Mikrotrdota amorfne AlTa plasti je bila višja od masivnega Ta.
		ANG	The thin films of Al (-Nb, Mo, Ta) were prepared by magnetron codeposition at room temperature. The average film thickness was from 325 to 400 nm, depending on the film composition. For all the Al-(Nb, Mo, Ta) alloy compositions, the microhardness is predominantly under the influence of the harder element, and monotonically decreases with the increase of the aluminum content. However, the microhardness of the amorphous AlTa films was higher than the bulk value of a harder element (Ta) in the alloy.
	Objavljeno v		Thin solid films. [Print ed.], 2009, vol. 517, no. 16, str. 4605-4609.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22687527
5.	Naslov	SLO	Vpliv rotacije med naprševanjem na stehiometrijo TiAlN/CrNx
		ANG	The influence of rotation during sputtering on the stoichiometry of TiAlN/CrNx
	Opis	SLO	Raziskava je osredotočena na boljše razumevanje mehanizmov rasti prevlek na osnovi TiAlN in CrN med naprševanjem. V nasprotju z razširjenim prepričanjem, da je plast CrN homogena, smo ugotovili, da se znotraj posamezne plasti spreminja tako kemijska sestava kot tudi kristalna struktura. Pojav smo razložili s kompleksno rotacijo podlag v sistemu za naprševanje.
		ANG	The research is focussed on better understanding of growth mechanisms during sputtering of coatings based on TiAlN and CrN. In contrast to a widespread opinion that the CrN layer is homogeneous, we found out that within the layer, both chemical composition and crystal structure varies. The effect was explained by a complex rotation of substrates in the sputtering apparatus.
	Objavljeno v		Surf. Coat. Technol. 203 (2008) 554-557
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22190375

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Razvoj novih prevlek za korozijsko zaščito aluminija: mednarodni industrijski projekt, PPG, Pittsburg, ZDA.
		ANG	Development of new coatings for corrosion protection of Al-alloys; Industry international Project, PPG, Pittsburg, USA
	Opis	SLO	Učinkovita korozijska zaščita Al-zlitin, ki se uporabljajo v letalski in avtomobilski industriji predstavlja še vedno velik problem. Pospešeno se iščejo alternativni postopki ekološko oporečnim kromatim prevlekam. Ena od realnih možnosti so PVD prevleke. Naše raziskave so pokazale, da se z novimi PVD prevlekami korozijska odpornost Al-zlitin poveča do 100 - krat.
		ANG	Effective corrosion protection of Al-alloys in aircraft and automotive industry is still big problem. Attempts have been made to find an alternative protection of Al- alloys. Non of them has completely replace the chromate coating. One of the possible alternative procedures of ecological unfriendly chromate coatings, are coatings prepared by PVD procedure. Our result show, that corrosion resistance of Al-alloys with PVD coatings increase up to 100-times.
	Šifra		D.06 Zaključno poročilo o tujem/mednarodnem projektu
	Objavljeno v		(IJS delovno poročilo, 9668, confidential). 2007
	Tipologija		2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
COBISS.SI-ID		21126695	
2.	Naslov	SLO	Razvoj prevlek na osnovi TiAlN in ogljika (a-CN) in uvedba le-teh v proizvodnjo
		ANG	Development of TiAlN and carbon based(a-CN) coatings and introduced them into production
	Opis	SLO	Razvili smo prevleke na osnovi TiAlN in amorfne ogljika (a-CN), ki so primerne za zaščito orodij v farmacevtski industriji za izdelovanje tablet. Prevleke smo nanесли na podlage iz orodnega jekla OCR12VM. Prvotno se je za zaščito tabletirk uporabljal elektrokemijski postopek zaščite s trdim kromom. Iz ekoloških razlogov se ga danes nadomešča s trdimi PVD-prevlekami.
		ANG	We have developed a coating based on TiAlN and amorphous carbon (a-CN), which are appropriate to protect tools in the pharmaceutical industry for making tablets. TiAlN-based coatings and carbon (a-CN) on the the steel substrate (OCR12VM) were prepared. Initially, electrochemical process protection with a hard chrome, were used for this purpose. From ecological reasons, it is now being replaced by hard-PVD coatings.
	Šifra		F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		IJS delovno poročilo, 10439
	Tipologija		2.13 Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID		23542311	
3.	Naslov	SLO	PVD-prevleke za korozijsko zaščito aluminijevih zlitin
		ANG	PVD-coatings for corrosion protection of Al-alloys
	Opis	SLO	V prispevku smo predstavili razvoj prevlek na osnovi Al-W za zaščito aluminijevih zlitin pred korozijo. Težišče dela je na elektrokemijskih meritvah, s katerimi smo ovrednotili, da prevleke Al-W zagotavljajo za dva do tri velikostne rede boljšo obstojnost proti koroziji v primerjavi z neprekritim materialom (aluminijeva zlitina 2024).
		ANG	In the paper we presented the development of Al-W-based coatings for protection of aluminium alloys against corrosion. The highlight of the work is electrochemical measurements which were used to prove that the Al-W coatings assure two to three orders of magnitude better corrostion protection against bare material (aluminium alloy 2024).
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		12th Joint vacuum conference, Programme & book of abstracts (2008) 40.
	Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
COBISS.SI-ID		22078503	
4.	Naslov	SLO	Korozijske lastnosti Al-Ta prevleke na Al-zlitinah

		ANG	Corrosion behaviour of sputter-deposited Al-Ta coatings on Al-alloys
	Opis	SLO	V prispevku smo predstavili razvoj prevlek na osnovi Al-Ta za zaščito aluminijevih zlitin pred korozijo. Težišče dela je na strukturni karakterizaciji in elektrokemijskih meritvah, s katerimi smo ovrednotili, da prevleke Al-Ta zagotavljajo za dva do tri velikostne rede boljšo obstojnost proti koroziji v primerjavi z neprekritim materialom.
		ANG	In the study we presented the development of Al-Ta-based coatings for protection of aluminium alloys against corrosion. The highlight of the work is structural characterisations and electrochemical measurements which were used to prove that the Al-Ta coatings assure two to three orders of magnitude better corrosion protection against bare material (aluminium alloy 7075).
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		EUROCORR 2009, The European Corrosion Congress, 6-10 September 2009, Nice, France. Corrosion from the nanoscale to the plant : book of abstracts. [s. l.]: [s. n.], 2009, str. 155.
	Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
	COBISS.SI-ID		22885927
5.	Naslov	SLO	Alternativna korozijska zaščita aluminijevih zlitin
		ANG	Alternative corrosion protection of Al-alloys
	Opis	SLO	Učinkovita korozijska zaščita Al-zlitin predstavlja še vedno velik problem. Naravni aluminijev oksid ni dovolj odporen na močno korozijsko okolje niti ne predstavlja dobre podlage za barvanje. V literaturi je bilo kar nekaj poskusov zaščite Al zlitin. Ker nobeden izmed navedenih alternativnih postopkov še ni popolnoma nadomestil kromatne prevleke, potekajo raziskave naprej. Možna alternativa ekološko oporečnim kromatnim prevlekam so lahko prevleke, ki so pripravljene s PVD postopki. Ta možnost je doslej relativno slabo raziskana.
		ANG	Effective corrosion protection of Al-alloys is still a major problem. Natural aluminum oxide is not sufficiently resistant to corrosion environment, nor a good base for painting. In literature, there were several attempts to protect Al alloys. Since none of these alternative procedures are not fully replacing chromate coating, research is going on. Possible alternatives for substitution of chromate coating could be PVD-coating. This option is, so far relatively poorly investigated.
	Šifra		E.03 Drugo
	Objavljeno v		invated talk ; Belgrade: Institute of Nuclear Sciences, Atomic Physics Laboratory, 24. Oct. 2008
	Tipologija		3.25 Druga izvedena dela
	COBISS.SI-ID		22130983

8. Drugi pomembni rezultati projekta skupine⁸

BAJAT, Jelena B., MILOŠEV, Ingrid, JOVANOVIĆ, Željka, MIŠKOVIC-STANKOVIC, Vesna B. Studies on adhesion characteristics and corrosion behaviour of vinyltriethoxysilane/epoxy coating protective system on aluminium. Appl. surf. sci.. [Print ed.], 2010, vol. 256, no. 11, str. 3508-3517. [COBISS.SI-ID 23461671]
BAJAT, J. B., MILOŠEV, Ingrid, JOVANOVIĆ, Ž., JANCIC-HEINEMANN, R. M., DIMITRIJEVIĆ, Milan R., MIŠKOVIC-STANKOVIC, V. B. Corrosion protection of aluminium pretreated by vinyltriethoxysilane in sodium chloride solution. Corros. sci.. [Print ed.], 2010, vol. 52, no. 3, str. 1060-1069. [COBISS.SI-ID 23376935]
PANJAN, Peter. Analiza obrabe tabletirke zaščitene s trdim kromom (HC) (7/2008, TH16 06, TH16 08) : PHOS Secovlje, (IJS delovno poročilo, 10430). 2009. [COBISS.SI-ID 23544615]
PANJAN, Peter. Quality report : PHOS Secovlje : barch no. 589, (IJS delovno poročilo, 10436). 2009. [COBISS.SI-ID 23543079]
PANJAN, Peter. Quality report : PHOS Secovlje : barch no. 590, (IJS delovno poročilo, 10435).

2009. [COBISS.SI-ID 23543335]

PANJAN, Peter. Quality report : PHOS Secovlje : batch no. 302, (IJS delovno poročilo, 10438).2009. [COBISS.SI-ID 23542567]

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Pokazali smo, da so PVD postopki odlična tehnika za pripravo zlitin, ki jih sicer ne moremo pripraviti z ravnotežnimi postopki. Na ta način dobimo zlitine dveh ali več materialov, katerih temperaturi tališča sta zelo različni; v našem primeru aluminij-volfram in aluminij-tantal ali krom. Prav tako so lastnosti novih neravnotežnih zlitin povsem drugačne od vsakega posameznega elementa. Tu igra pomemno vlogo mikrostruktura zlitine.

Mikrostrukturne raziskave smo povezali z elektrokemijskimi raziskavami. Področje raziskav korozijskih lastnosti oplemenitenih tehnoloških materialov s trdimi zaščitnimi prevlekami predstavlja interdisciplinarno smer, saj povezuje osnovna znanja s področja elektrokemije, fizike površin, površinske analize, metalurgije, tribologije in plazemskih površinskih tehnologij.

Rezultati vseh treh letih trajanja projekta so prispevali k osnovnim znanjem o trdih prevlekah. Le-to je ključnega pomena, če želimo uspešno nadomesti galvanske prevleke.

ANG

We have shown that the PVD processes are the excellent technique for alloys that can not be prepared by equilibrium processes. In this way we get an alloy of two or more materials with a different melting temperature, in our case, aluminium-tungsten or aluminium tantalum. The properties of such alloys may be very different from properties of the equilibrium alloys.

The microstructure plays important role. Microstructure investigation of nanocrystalline hard coatings were connected with the electrochemical investigations. The research field of corrosion investigation of technological materials covered with the noble hard coatings present interdisciplinary line; that can connect the basic knowledge of electrochemistry, surface physics, surface diagnostic, metallurgy, tribology and surface plasma technologies.

The research from all three years contributed to basic understanding of the hard coating behaviour. This is the key for successfully replacement galvanic coating with the environmental friendly coatings

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Elektrokemijski postopki nanašanja funkcionalnih in dekorativnih prevlek se v slovenski strojni in elektroindustriji zelo pogosto uporabljajo. Zaradi poostrene evropske in svetovne 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. V zvezi s tem projektom smo upešno sodelovali s podjetjem PHOS-Orodja, stroji in tabletiranje. K sodelovanju bomo povabili tudi ostala slovenska podjetja, ki v svoji proizvodnji uporabljajo galvanske postopke.

Rezultati projekta so pokazali, da lahko PVD postopke uspešno uporabimo tudi za zaščito aluminijevih zlitin.

ANG

Electrochemical coating processes are widely used in Slovenian machine -and Electro-industry. Due to strictly environmental regulations of European Commissions, this industry will have to replace galvanic coating with the dry deposition processes. Physical vapour deposition-PVD are promising alternative. Metal, alloys and ceramics coatings can be made by PVD deposition processes. With this topic we were successfully co-operating with the PHOS - Orodja, Stroji in tabletiranje, Secovlje and we are planning to invite the other Slovenian industry using galvanic coating in their production.

Project results showed that the PVD processes cab be successfully applied for the protection of

aluminum alloys.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	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	
	Uporaba rezultatov	
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	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	

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

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	

G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja					
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja					
G.01.03.	Drugo:					
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu					
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov					
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje					
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije					
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti					
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost					
G.02.07.	Večji delež izvoza					
G.02.08.	Povečanje dobička					
G.02.09.	Nova delovna mesta					
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon					
G.02.12.	Drugo:					
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti					
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti					
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij					
G.03.04.	Drugo:					
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja					
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja					
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave					
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti					
G.04.05.	Razvoj civilne družbe					
G.04.06.	Drugo:					
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					

G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)

1.	Sofinancer		PHOS d.o.o -orodja, stroji in tabletiranje, dir. Bogdan Bevec			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		35.492,00	EUR		
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25,00	%		
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja				Šifra	
		1.	Vpliv gostote napak na korozijske lastnosti PVD prevlek			A.01
		2.	Ugotovitev izvora defektov med rastjo trdih prevlek			A.01
		3.	Nadomeščanje elektrokemijskega trdega kroma s PVD prevleko na osnovi CrN			F.09
		4.	Razvoj prevlek na osnovi TiAlN in ogljika (a-CN) in uvedba le-teh v proizvodnjo			F.09
		5.	Sistematične raziskave mehanskih in mikrostrukturnih lastnosti orodnih jekel -OCR12, ki služijo kot podlaga za nanos PVD prevlek.			F.01
	Komentar					
	Ocena		Elektrokemijski krom smo uspešno nadomestili s PVD prevleko, ki smo jo nanесли na tabletirke, katere se uporabljajo v farmacevtski industriji. Najboljše rezultate kažejo goste nanostrukturne prevleke z malo napakami. V okviru tega projekta, ki se je pričel izvajati 1.7.2007 je bilo narejenih več preizkusnih nanosov CrN ter TiAlN/(CC+C) trdih zaščitnih prevlek na orodja, ki se uporabljajo v farmacevtski industriji za izdelovanje tablet. Orodja (trni-tabletirke in matrice) so bila narejena v podjetju PHOS d.o.o. Konkretni rezultat je razširitev proizvodnega programa za različne vrste tabletirk, ki jih uporabljajo farmacevtska podjetja v Sloveniji (Lek, Krka) kot tudi v tujini (Pliva, Krka Rusija). Menimo, da je delo na projektu potekalo po načrtu. Uresničili smo vse zastavljene cilje.			
2.	Sofinancer					
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:			EUR		
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:			%		
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja				Šifra	
		1.				
		2.				

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

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

Darinka Kek Merl	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

5.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/28

¹ Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

65-07-3A-1D-48-0E-45-87-AD-D1-CF-90-FA-D3-F1-99-1C-28-10-74