

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/110

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-9516
Naslov projekta	Vpliv elektronske strukture inhibitorjev korozije na njihovo učinkovitost
Vodja projekta	16188 Anton Kokalj
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3.150
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

Delo na projektu je bilo sestavljeno iz simbioze eksperimentov in kvantno-kemijskih simulacij. Namen projekta je bil razložiti, katere molekularne lastnosti inhibitorjev so odločilne pri korozijski učinkovitosti inhibitorjev. Pri eksperimentalnem delu smo uporabili elektrokemijske in spektroskopske metode. Za interpretacijo eksperimentalnih rezultatov smo opravili simulacije na atomskem nivoju s katerimi smo raziskali strukturne, elektronske in energijske lastnosti organskih inhibitorjev in njihovo interakcijo s površinami kovine. Korozijsko učinkovitost izbranih inhibitorjev smo določili na osnovi eksperimentalnih meritev.

Pri preiskovanju vpliva bakra na inhibicijske lastnosti benzotriazola (BTAH) na korozijo cinka smo opravili korozijsko študijo za baker, dve medenini (zlitini Cu-10Zn in Cu-40Zn) ter cink v 0,5 M kloridni raztopini. Elektrokemijske meritve so služile za primerjavo preiskovanih materialov v različnih raztopinah. S preiskovanjem lastnosti pri potencialu odprtega kroga smo razširili študijo lastnosti, ki odražajo vedenje materiala v realnem okolju. Iz potenciodinamskih meritev smo izračunali prosto Gibbsovo prosto energijo; za zlitino Cu-10Zn znaša $-42,6$ kJ/mol, za Cu-40Zn $-38,2$ kJ/mol, za cink $-37,6$ kJ/mol in za baker $-36,3$ kJ/mol. Iz tega sklepamo, da se BTAH kemisorbira na površino preiskovanih materialov. Z uporabo elektrokemijske impedančne spektroskopije pri potencialu odprtega kroga smo pokazali, da je polarizacijska upornost največja za zlitino Cu-10Zn, sledijo ji čisti baker, zlitina Cu-40Zn in cink. Te rezultate smo podrobno opisali v treh izvirnih znanstvenih člankih, ki so bili objavljeni v znanstvenih revijah *Applied Surface Science* (IF=1.576), *Corrosion Science* (IF=2.293) in *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly* (IF=0.357).

Primerjalna eksperimentalna študija organskih spojin benzotriazola in 1-hidroksi-benzotriazola (BTAOH) kot inhibitorjev korozije bakra je pokazala, da je BTAH bolj učinkovit inhibitor. Meritve so pokazale, da BTAH tvori tanko plast Cu(I)BTA kompleksa na površini in deluje predvsem kot anodni inhibitor, ki preprečuje raztapljanje bakra, medtem ko BTAOH v daljšem časovnem obdobju tvori debelejšo vendar slabo zaščitno plast. Paralelna teoretična študija, v kateri smo izračunali molekularno strukturo in elektronske parametre molekul BTAH in BTAOH, ni pokazala bistvenih razlik med lastnostmi teh dveh spojin. Na podlagi primerjave eksperimentalnih podatkov in rezultatov atomističnih simulacij, smo boljše učinkovitost inhibicije BTAH pripisali njegovi molekularni strukturi, ki je planarna in primerna za tvorbo vodikovih vezi. Medsebojno delovanje molekularne strukture, vodikovih vezi in adsorpcije lahko pripelje do tvorbe tanke monomolekularne in dobre zaščitne plasti. Rezultate te študije smo opisali v obliki izvirnega znanstvenega članka, ki je bil objavljen v ugledni reviji *Electrochimica Acta* (IF=3.078).

Z metodo rentgenske fotoelektronske spektroskopije (XPS) smo analizirali površine Cu na vzorcu, ki je bil eno uro potopljen v tri različne 3-odstotne raztopine NaCl bodisi brez inhibitorja ali z inhibitorjem pri 10 mM koncentraciji BTAH ali BTAOH. Na površini Cu-vzorcev po izpostavitvi vsem trem raztopinam ni Cu(II)-zvrsti. Analiza rentgensko vzbujene Augerjeve strukture $\text{Cu L}_{3}\text{M}_{4,5}\text{M}_{4,5}$, izmerjene pri majhnih kotih (glede na površino vzorca), je pokazala povečanje značilnega vrha za Cu(I)BTA-kompleks. Ta vrh smo uporabili za jasno razlikovanje med tem kompleksom in Cu_2O . V primeru BTAOH-raztopine značilnega vrha $\text{Cu L}_{3}\text{M}_{4,5}\text{M}_{4,5}$ nismo opazili. Iz tega sklepamo, da se Cu(I)-BTAOH-kompleksi ne tvorijo na površini. Prav tako na fazni meji Cu-BTAOH ni Cu_2O -plasti, ki smo jo opazili v primeru BTAH. Iz rezultatov kotno ločljive analize XPS lahko sklepamo, da so atomi dušika adsorbiranega BTAH (prosti BTAH ali vezan v Cu(I)BTA-kompleks) usmerjeni proti Cu-površini. Ker je bil signal za kisik konstanten pri vseh kotih analize, sklepamo, da sta v površinsko plast Cu-BTAH vključena kisik ali voda. V nasprotju z BTAH so molekule BTAOH v površinski plasti manj urejene. Hidroksilna skupina najverjetneje ne sodeluje pri interakciji z bakrom. Iz globinske analize sklepamo, da obstaja možnost kemisorbirane prve plasti molekul BTAH, ki niso vezane v kompleks ampak so v prosti obliki. S Tougaardovo metodo analize debelin plasti inhibitorjev smo pokazali, da se po enourni izpostavitvi tvori 3-krat debelejša plast BTAH ($1,5 \pm 0,3$ nm) v primerjavi z BTAOH. Analiza je podrobneje opisana v izvirnem znanstvenem članku revije *Journal of the Electrochemical Society* (IF=2.437).

Teoretične raziskave smo razširili na študij strukturnih in elektronskih lastnosti 1,2,4-triazola in njegovih amino derivatov. 3-amino-1,2,4-triazol (ATA) je na osnovi empiričnih dognanj spoznan kot učinkovit inhibitor korozije za baker v kisljih kloridnih medijih. V izračunih smo uporabili metode gostotnih funkcionalov in standardni dvojno deljeni bazni set z dodanimi polarizacijskimi funkcijami, kar se je pokazalo kot ustrezen nivo z izračuni ionizacijskih energij, ki sta za dve študirani zvrsti edini eksperimentalni podatek doslej. Zanimal nas je predvsem vpliv amino skupine na učinkovitost inhibitorja 1,2,4-triazola in njena pozicija na triazolnem obroču. Učinkovitost posameznih zvrsti smo napovedali iz parametrov globalne in lokalne reaktivnosti, ki jih dobimo iz izračunanih energijskih nivojev elektronsko zasedenih in nezasedenih molekularnih orbital ter z identifikacijo elektrofilnih in nukleofilnih reaktivnih centrov zvrsti. Glede na dejstvo, da se korozijski procesi odvijajo v raztopinah, smo poleg izračunov v plinski fazi vse izračune opravili tudi z upoštevanjem vode kot topila. Izkazalo se je, da prisotnost vode zanemarljivo vpliva na vrednosti izračunanih parametrov. Izračunani elektronski parametri so potrdili, da ima položaj amino skupine na triazolnem obroču močan vpliv na reaktivnost, ki je precej večja za zvrsti, kjer je amino skupina vezana na C atom triazolnega obroča. Na podlagi indeksov reaktivnosti lahko sklepamo na večcentersko

adsorpcijo triazolnih derivatov na površinah kovine. Na podlagi dobljenih rezultatov predpostavljamo, da je 3-amino-1,2,4-triazol najučinkovitejši inhibitor izmed preučevanih zvrsti. Pri njegovi interakciji z bakrovim atomom gre za prenos naboja iz Cu na C atom obroča in za povratni prenos naboja iz N atoma obroča na Cu. Rezultati te raziskave so podrobneje opisani v izvirnem znanstvenem članku, objavljenem v reviji *Chemical Physics Letters* (IF=2.169).

S simulacijami na podlagi teorije gostotnega funkcionala smo proučevali interakcije med atomi klora in površino bakra. Rezultati kažejo, da je magnituda adsorpcijske energije pri nižjih zasedenostih površin približno konstantna in malo odvisna od vrste vezavnega mesta, interakcija med atomi klora in površino bakra pa pretežno ionske narave. Pri večjih zasedenostih površine magnituda adsorpcijske energije pada linearno z večanjem zasedenosti, predvsem na račun lateralnih odbojnih interakcij med klorovimi ioni. Lateralne odbojne interakcije med klorovim določajo tudi razporeditev ionov na površini; zaradi odbojnih sil težijo k čim večji medsebojni oddaljenosti, kar pri višjih zasedenostih pripelje do nastanka različnih površinskih superstruktur. Izračunali smo tudi fazni diagram, ki pokaže, da je v širokem termodinamskem območju najstabilnejša t.i. $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})R30^\circ$ faza, ki ima zasedenost površine $1/3$ monoplasti, kar je v skladu z eksperimentalnimi opažanji. Naše simulacije omogočajo vpogled v začetno fazo nastanka bakrovih kloridov: CuCl(s) na površini nastane šele, ko je lokalno presežena kritična koncentracija klorovih ionov na površini. Rezultati te raziskave so podrobneje opisani v izvirnem znanstvenem članku, objavljenem v reviji *Journal of Physical Chemistry C* (IF=3.396).

Najnovejša spoznanja iz leta 2009 bomo v letu 2010 objavili v nekaj znanstvenih člankih v uglednih mednarodnih revijah z visokim faktorjem vpliva.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Izvedli smo elektrokemijske meritve na bakru, cinku in baker-cinkovih zlitinah in eksperimentalno karakterizirali površine Cu, Zn in Cu-Zn in njihovo korozijsko obnašanje v odsotnosti in prisotnosti inhibitorjev korozije. Konkretno smo preučili adsorpcijo BTAH in BTAOH na bakru v 3-odstotni raztopini NaCl. Z uporabo kotno-razločevalne rentgenske fotoelektronske spektroskopije (angl. *angle-resolved XPS*) smo podrobno analizirali interakcijo med inhibitorjem in površino ter izmerili globinski profil zaščitnega filma.

Paralelno smo s kvantno kemijskimi metodami izračunali adsorpcijske lastnosti molekul ATA, BTAH in BTAOH na površini Cu(111): gre za podroben opis strukturnih in elektronskih lastnosti adsorbiranih molekul inhibitorjev, t.j. gostote stanj in različne oblike projekcij le teh (angl. *projected-density-of-states, integrated-local-density-of-states*), z namenom razumeti kemijsko vez molekula-površina. Modelirali smo različne oblike zaščitnih mono-atomskih plasti ATA, BTAH in BTAOH na površini Cu(111). Gre za intermolekularno povezovanje bodisi preko vodikovih vezi ali pa tvorbo organo-kovinskih kompleksov. Nadalje smo opravili podrobno in sistematično študijo interakcije klora s površino Cu(111) in ugotovili, da CuCl(s) na površini nastane šele, ko je lokalno presežena kritična koncentracija klorovih ionov na površini. To dejstvo je izrednega pomena pri samem mehanizmu inhibicije, t.j., učinkovit inhibitor mora preprečiti kloru, da bi na površini tvoril kritično zasedenost. To je mogoče preprečiti preko formacije stabilnega zaščitnega sloja sestavljenega iz molekul inhibitorja. Naše teoretične raziskave so pokazale, da je za prosto energijo adsorpcije iz vodne faze pomembnih več fenomenov kot so jakost vezave na površino in solvatacijska prosta energija inhibitorja. Učinkovitost inhibitorja je tako posledica več njegovih lastnosti, kot so: geometrija in velikost molekule, njena kemijska narava (trdota in elektronegativnost) in njene elektrostatske lastnosti (dipolni moment).

V sklopu projekta smo objavili 11 znanstvenih člankov, večina od teh v uglednih znanstvenih revijah z visokim faktorjem vpliva. Med temi enajstimi članki je 10 izvirnih in eden pregledni. Dobljeni rezultati so dobra podlaga za nadaljnje delo, saj predstavljajo dober teoretičen okvir za razumevanje inhibicije pri procesu korozije. Zato ocenjujemo, da smo projekt realizirali v skladu z načrtom uresničevanja in časovne razporeditve navedene v prijavi projekta.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Primerjalna elektrokemijska in kvantnokemijska študija inhibitorjev BTAH in BTAOH pri koroziji bakra v skoraj nevtralnih kloridnih raztopinah.
		ANG	Comparative electrochemical and quantum chemical calculation study of BTAH and BTAOH as copper corrosion inhibitors in near neutral chloride solution.
	Opis	SLO	Proučevali smo inhibicijo korozije bakra z benzotriazola (BTAH) in 1-hidroksibenzotriazola (BTAOH) v 3-odstotni raztopini NaCl. Eksperimenti kažejo, da je BTAH učinkovitejši inhibitor korozije bakra kot BTAOH. Ugotovili smo, da v prisotnosti BTAH na površini bakra nastane dobro zaščitna plast Cu-BTA kompleksa. Simulacije so razkrile, da je elektronska struktura obeh molekul zelo podobna. Zato odlično inhibicijsko učinkovitost BTAH pripisujemo planarni obliki molekule, adsorpcije in zmožnosti tvorbe medmolekulskih vezi, kar lahko privede do nastanka tankega zaščitnega filma.
		ANG	The inhibition of copper corrosion in 3% NaCl solution was studied by using a benzotriazole (BTAH) and 1-hydroxybenzotriazole (BTAOH) inhibitors. Experiments showed that BTAH is a more effective inhibitor of the corrosion than BTAOH. Simulations reveal that the two inhibitors display very similar molecular electronic properties. Superior inhibition effectiveness of BTAH was attributed to interplay of planar molecular structure, adsorption and intermolecular bonding, which cooperatively may result in formation of thin and protective film on the surface.
	Objavljeno v		FINŠGAR, Matjaž, LESAR, Antonija, KOKALJ, Anton, MILOŠEV, Ingrid. A comparative electrochemical and quantum chemical calculation study of BTAH and BTAOH as copper corrosion inhibitors in near neutral chloride solution. Electrochim. acta. [Print ed.], 2008, vol. 53, no. 28, str. 8287-8297. JCR IF (2007): 2.848
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		21947175
2.	Naslov	SLO	Benzotriazol kot inhibitor medenine v kloridnih raztopinah
		ANG	Benzotriazole as an inhibitor of brass corrosion in chloride solution.
	Opis	SLO	Z potenciodinamskimi in potenciostatskimi elektrokemijskimi metodami ter spektroskopskimi tehnikami (XPS) in mikroskopom na atomsko silo (AFM) smo proučevali tvorbo zaščitne plasti na bakru, bakrovih zlitinah s cinkom ter cinku v kloridni raztopini z dodanim inhibitorjem benzotriazolom (BTAH). Dodatek inhibitorja zmanjšuje raztapljanje bakra in cinka ter njunih zlitin. Podali smo učinkovitost inhibicije ter izračunali prosto Gibbsovo adsorpcijsko energijo. Benzotriazol je dober inhibitor tudi na bakrovih zlitinah s cinkom ter cinkom, saj se tvori zaščitno plast sestavljeno iz polimernih enot.
		ANG	The formation of protective layers on copper, zinc and copper-zinc alloys in chloride solution containing benzotriazole (BTAH) was investigated by electrochemical techniques, atomic force microscopy and XPS spectroscopy. The addition of benzotriazole to solution affects the dissolution of copper, zinc, and their alloys. Benzotriazole, generally known as an inhibitor of copper corrosion is also shown to be an efficient inhibitor for copper-zinc alloys and zinc metal. The surface layer formed on alloys in BTAH-inhibited solution comprised both metal-oxide and inhibitor-polymer components.
	Objavljeno v		KOSEC, Tadeja, MILOŠEV, Ingrid, PIHLAR, Boris. Benzotriazole as an inhibitor of brass corrosion in chloride solution. Appl. surf. sci.. [Print ed.], 2007, vol. 253, no. 22, str. 8863-8873. JCR IF (2007): 1.406
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		20740391
3.	Naslov	SLO	Študija na podlagi impedančne in XPS spektroskopije o tvorbi plasti benzotriazola na površini bakra, Cu-Zn zlitine in cinka v kloridnih raztopinah
		ANG	Impedance and XPS study of benzotriazole films formed on copper, copper-zinc alloys and zinc in chloride solution.
			Na podlagi impedančne in XPS spektroskopije smo proučili tvorbo plasti benzotriazola (BTAH) na površini bakra, cinka in baker-cink zlitine pri

4.	Opis	SLO	potencialu odprtega kroga v kloridni raztopini. Pokazali smo, da je BTAH, ki je znan kot inhibitor na bakru, tudi učinkovit inhibitor na cinku in Cu-xZn zlitinah. Na podlagi globinskega profila zaščitnega filma na Cu-xZn zlitini smo ugotovili, da je le ta sestavljen iz Cu(I)BTA in Zn(II)BTA polimerov in Cu ₂ O and ZnO oksidov. Predlagali smo okvirni model, ki opiše izboljšano korozijsko zaščito bakra, cinka in Cu-xZn zlitin v prisotnosti inhibitorja.
		ANG	The formation of protective layers on copper, zinc and copper-zinc alloys at open circuit potential in aerated, near neutral NaCl solution containing benzotriazole was studied using electrochemical impedance and XPS spectroscopy. Benzotriazole (BTAH), generally known as an inhibitor of copper corrosion, also proved to be an efficient inhibitor for copper-zinc alloys and zinc metal. A tentative structural model describing the improved corrosion resistance of Cu, Cu-xZn alloys and Zn in BTAH containing chloride solution is proposed.
	Objavljeno v		KOSEC, Tadeja, KEK-MERL, Darja, MILOŠEV, Ingrid. Impedance and XPS study of benzotriazole films formed on copper, copper-zinc alloys and zinc in chloride solution. Corros. sci.. [Print ed.], 2008, vol. 50, no. 7, str. 1987-1997. JCR IF (2007): 1.895
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		21858855
	Naslov	SLO	Adsorpcija klora na površino Cu(111) preučevana na podlagi simulacij na atomskem nivoju
		ANG	Adsorption of chlorine on Cu(111): a density-functional theory study
	Opis	SLO	S simulacijami na podlagi teorije gostotnega funkcionala smo proučili interakcijo med klorom in površino bakra. Rezultati kažejo, da je magnituda adsorpcijske energije pri nižjih zasedenostih površine približno konstantna pri večjih zasedenostih pa linearno pada zaradi lateralnega odboja med kloridnimi ioni. To pri višjih zasedenostih pripelje do nastanka različnih površinskih superstruktur. Izračunali smo tudi fazni diagram, ki pokaže, da je v širokem termodinamskem območju najstabilnejša t.i. ($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30° faza, kar je v skladu z eksperimentalnimi opažanji.
		ANG	The interactions between chlorine and copper surface was studied by means of density functional theory simulations. The chemisorption energy of Cl is independent on the coverage up to the coverage of 1/3 ML due to a good screening of metal electrons. Upon further increase of coverage, its magnitude decreases. The diagram of the adsorption free energy as a function of chlorine chemical potential reveals that the on-surface ($\sqrt{3} \times \sqrt{3}$)R30° adsorption phase is thermodynamically the most stable over a very broad range of Cl chemical potentials.
	Objavljeno v		PELJHAN, Sebastijan, KOKALJ, Anton. Adsorption of chlorine on Cu(111): a density-functional theory study. The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces, 2009, vol. 113, no. 32, str. 14363-14376. JCR IF (2008): 3.396
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22783783
5.	Naslov	SLO	Napoved korozijske učinkovitosti triazola in njegovih amino derivatov na osnovi rezultatov molekularnega modeliranja
		ANG	Density functional study of the corrosion inhibition properties of 1,2,4-triazole and its amino derivatives.
	Opis	SLO	Z molekularnim modeliranjem smo določili strukturne in elektronske lastnosti ter parametre reaktivnosti, ki se nanašajo na korozijsko učinkovitost 1,2,4-triazola in njegovih amino derivatov kot inhibitorjev. 3-amino derivat izkazuje najboljšo inhibicijsko delovanje, vsebuje dva elektrofilna in dva nukleofilna reaktivna centra v molekuli, preko katerih se molekula adsorbira na površino. Pri interakciji z atomom Cu le ta donira elektrone atomu ogljika v obroču triazola, medtem ko nazaj sprejme elektrone dušikovega atoma amino skupine.
		ANG	Molecular modeling was used to evaluate the structural, electronic and reactivity parameters of 1,2,4-triazoles and its amino derivatives in relation to their effectiveness as corrosion inhibitors. 3-amino derivatives with preferred corrosion inhibition performance possesses two electrophilic and two nucleophilic attack centers, implying multicenter adsorption of the molecule on a metal surface. Its interaction with the Cu atom is dominated

		by the electron donation from the Cu atom to the ring-carbon atom and the back-donation from the amino nitrogen atom.
Objavljeno v		LESAR, Antonija, MILOŠEV, Ingrid. Density functional study of the corrosion inhibition properties of 1,2,4-triazole and its amino derivatives. Chem. Phys. Lett.. [Print ed.], 2009, vol. 483, no. 4/6, str. 198-203. JCR IF (2008): 2.169
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	23128359	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Inhibicija korozije bakra proučevana na podlagi elektrokemijskih in EQCN metod
		<i>ANG</i> Inhibition of copper corrosion studied by electrochemical and EQCN techniques
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku so predstavljeni rezultati elektrokemijske študije dveh inhibitorjev na bakru – ATA in BTAH – v acetatnem pufru in v raztopini NaCl. BTAH je učinkovitejši inhibitor korozije bakra kot ATA, zlasti pri višjih koncentracijah. Rezultate elektrokemijske študije smo potrdili tudi z metodo elektrokemijske kremenove nanotehnice.
		<i>ANG</i> We have presented results of electrochemical study of two inhibitors – ATA and BTAH – in acetate buffer and in NaCl solution. The BTAH is more efficient inhibitor than ATA in particular so at higher concentrations. The results of electrochemical study have been validated by means of EQCN technique.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	FINŠGAR, Matjaž, MILOŠEV, Ingrid. Inhibition of copper corrosion studied by electrochemical and EQCN techniques. V: EUROCORN 2007, the European Corrosion Congress, Freiburg, Germany, 9-13 September 2007. Progress by corrosion control : [proceedings].
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
	COBISS.SI-ID	21096999
2.	Naslov	<i>SLO</i> 1-hidroksi-benzotriazol in benzotriazol kot inhibitorja korozije bakra
		<i>ANG</i> 1-hydroxybenzotriazole and benzotriazole as copper corrosion inhibitors.
	Opis	<i>SLO</i> V prispevku so predstavljeni rezultati primerjalne eksperimentalne in teoretične študije benzotriazola in 1-hidroksi-benzotriazola (BTAOH) kot inhibitorjev korozije bakra. Boljšo učinkovitost inhibicije BTAH smo pripisali njegovi molekularni strukturi, ki je planarna in primerna za tvorbo vodikovih vezi. Medsebojno delovanje molekularne strukture, vodikovih vezi in adsorpcije tako pripelje do tvorbe tanke monomolekularne in dobre zaščitne plasti.
		<i>ANG</i> Our comparative electrochemical and quantum chemical calculation study of BTAH and BTAOH as copper corrosion inhibitors in near neutral chloride solution has been presented on the EUROCORN 2009, The European Corrosion Congress. The superior inhibition effectiveness of BTAH was attributed to interplay of planar molecular structure, adsorption and intermolecular H-bonding, which cooperatively may result in formation of thin and protective film on the surface.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	FINŠGAR, Matjaž, MILOŠEV, Ingrid, LESAR, Antonija, KOKALJ, Anton. 1-hydroxybenzotriazole and benzotriazole as copper corrosion inhibitors. V: EUROCORN 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. 20.
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
	COBISS.SI-ID	22888487
3.	Naslov	<i>SLO</i> Mehanizem inhibicije bakra, medenine in cinka z benzotriazolom v kloridnih raztopinah
		<i>ANG</i> The mechanism of benzotriazole inhibition of copper, its alloys with zinc in chloride solution.

	Opis	SLO	Gre za predavanje na "1st Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe", kjer smo predstavili našo študijo na podlagi impedančne in XPS spektroskopije o mehanizmu tvrobe plasti benzotriazola (BTAH) na površini bakra, cinka in baker-cink zlitine.
		ANG	Our impedance and XPS study of benzotriazole films formed on copper, copper-zinc alloys and zinc in chloride solution has been orally presented on 1st Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	KOSEC, Tadeja, MILOŠEV, Ingrid. The mechanism of benzotriazole inhibition of copper, its alloys with zinc in chloride solution. V: HORVAT-RADOŠEVIĆ, Višnja (ur.), MANDIĆ, Zoran (ur.), GOJO, Miroslav (ur.). Regional Symposium on Electrochemistry RSE-SEE, 1st Regional Symposium on Electrochemistry of South-East Europe, Rovinj, Croatia, 2008. Book of abstracts. Zagreb: Croatian Society of Chemical Engineers, 2008.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
	COBISS.SI-ID	21714471	
	4. Naslov	SLO	Mehanizem inhibicije korozije bakra in njegovih zlitin s cinkom z derivati benzotriazola v kloridnih raztopinah
		ANG	Corrosion inhibition mechanisms of benzotriazole derivatives on copper and its alloys with zinc in chloride media
	Opis	SLO	Delo dr. Tadeje Kosec opravljeno v okviru tega projekta je bilo uporabljeno tudi v okviru njene doktorske disertacije pod mentorstvom prof. dr. Ingrid Milošev.
		ANG	The research carried by dr. Tadeja Kosec within this project has contributed to her PhD thesis, conducted under the supervision of prof. dr. Ingrid Milošev.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
	Objavljeno v	KOSEC, Tadeja. Mehanizem inhibicije korozije bakra in njegovih zlitin s cinkom z derivati benzotriazola v kloridnih raztopinah : doktorska disertacija. Ljubljana: [T. Kosec], 2007. VI, 116 f., tabele, graf. prikazi.	
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	
	COBISS.SI-ID	28768517	
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

1.---
Naslov: citati
V sklopu projekta smo objavili 11 znanstvenih člankov (10 izvirnih in eden pregledni), ki so v kratkem času naleteli na velik odziv v mednarodni literaturi, kar prispeva k mednarodnemu ugledu Laboratorija za fizikalno kemijo na Institutu Jožef Stefan. Trije najbolj citirani so:
T. Kosec, I. Milosev, B. Pihlar, Benzotriazole as an inhibitor of brass corrosion in chloride solution, Appl. Surf. Sci 253 (2007) 8863 -- 16 citatov
T. Kosec, D. Kek-Merl, I. Milosev, Impedance and XPS study of benzotriazole films formed on copper, copper-zinc alloys and zinc in chloride solution, Corr. Sci. 50 (2008) 1987 -- 15 citatov
M. Finšgar, A. Lesar, A. Kokalj, I. Milošev, A comparative electrochemical and quantum chemical calculation study of BTAH and BTAOH as copper corrosion inhibitors in near neutral

chloride solution, Electrochim. Acta 53 (2008) 8287 -- 10 citatov

2.---

Naslov: mentorstvo doktorandom

Opis:

Na problematiki projekta sta sodelovala dva mlada raziskovalca in sicer Matjaž Finšgar, univ.dipl.kem., pod mentorstvom dr. Ingrid Milošev in Sebastijan Peljhan, univ.dipl.kem., pod mentorstvom dr. Antona Kokalja. Matjaž Finšgar raziskuje mehanizme korozije in korozijske zaščite bakra v kloridnem mediju z različnimi organskimi inhibitorji. Sebastijan Peljhan z uporabo kvantno-kemijskih simulacij na podlagi gostotnega funkcionala preučuje elektronske in druge lastnosti površine bakra in njeno interakcijo s kloridnimi ioni in organskimi inhibitorji.

Šifra: D.09 Mentorstvo doktorandom

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Teoretičnemu pristopu obravnavanja korozije do nedavnega ni bilo posvečeno veliko pozornosti in večina takih študij je osnovana na semi-empiričnih izračunih elektronskih lastnosti molekul inhibitorja brez eksplicitne obravnave interakcije inhibitor-površina. V okviru tega projekta smo pokazali, da imata inhibitorja BTAH in BTAOH zelo podobne elektronske lastnosti, a bistveno različno sposobnost inhibicije korozije bakra. To smo pripisali medsebojnemu delovanju molekularne strukture, intermolekularnih vezi in adsorpcijskih lastnosti. Naša študija je zato nedvoumno pokazala na pomankljivost pristopa k obravnavi inhibicije korozije, t.j. neupoštevanje eksplicitne interakcije inhibitor-površina, inhibitor-voda in voda-površina. Za verodostojen opis je zato potrebno pravilno ovrednotiti ne samo molekularne elektronske lastnosti, ampak tudi strukturo molekul inhibitorja in njihovo interakcijo s površinami kovin in z vodo. Naša študija zato predstavlja nov in originalni pristop k obravnavi inhibicije korozije in lahko prispeva k razvoju racionalnejšega načrtovanja in iskanja novih visoko učinkovitih inhibitorjev.

ANG

The inhibition of corrosion of metal surfaces has not been widely studied theoretically. Moreover in the "traditionally" used theoretical approach of modeling inhibition effectiveness, neither the inhibitor-surface interaction nor the structure of inhibitor/metal interface are taken explicitly into account. Within the current project we have shown that two similar molecules, BTAH and its derivative BTAOH, with very similar electronic properties display substantially different inhibition effectiveness for copper thus questioning the "traditional" concept of direct correlation between electronic properties of inhibitor molecules and their inhibition effectiveness. We attributed the superior inhibition effectiveness of BTAH to interplay of molecular structure, intermolecular bonding, and adsorption. Hence, the inhibitor-surface, inhibitor-water, and water-surface interactions as well as the structure of inhibitor/metal interface have to be taken explicitly into account for a proper theoretical description of the inhibiting action. Our study therefore represents an original and novel approach, and may lead toward more rational design of new high-performance inhibitors.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Naš originalen pristop k projektu prispeva k ugledu Laboratorija za fizikalno kemijo na Odseku za fizikalno in organsko kemijo na IJS in k znanstveni razpoznavnosti Slovenije. Originalnost pristopa in prepoznavnost našega laboratorija se še posebej odraža v velikem odzivu v mednarodni literaturi v tako kratkem času, saj imajo izmed člankov objavljenih v sklopu projekta kar trije vsak po deset ali več citatov. V raziskave projekta sta vključena tudi dva mlada raziskovalca v okviru njihove doktorske disertacije. Projekt zato prispeva k njihovemu učnemu in profesionalnemu usposabljanju. V kolikor bi se koncepti, ki smo jih razvili v okviru tega projekta izkazali za uporabne pri načrtovanju novih, izboljšanih inhibitorjev, bo to imelo tudi gospodarski pomen, saj ima vsaka še tako majhna izboljšava pri korozijski zaščiti kovin velik ekonomski učinek.

ANG

Our original approach to the study of corrosion inhibition contribute to reputation of Laboratory

of Physical Chemistry at the Department of Physical and Organic Chemistry of JSI and to scientific recognition of Slovenia. Two young researchers are involved in this project within their doctoral thesis. Therefore the project contributes to their educational and professional qualification. If our developed concepts turn out to be useful in the design of new high-performance corrosion inhibitors, this will have large impact, because any improvement of corrosion resistance has large economic significance.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi,	

F.18	konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/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. točki¹¹

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

3.	Komentar		
	Ocena		
	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:

Anton Kokalj	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/110

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

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

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

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

¹¹ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a

0A-E8-A6-00-2B-0C-D5-63-8F-68-F7-76-B7-6D-FD-A0-DF-2A-DA-89