

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/174



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-2326
Naslov projekta	Uporaba metode izotopskega redčenja v masni spektrometriji z induktivno sklopljeno plazmo v okoljskih študijah
Vodja projekta	8314 Radmila Milačič
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4173
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.08 Varstvo okolja
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.05
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.05 Vede o zemlji in okolju

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Vpliv in vloga določenega kemijskega elementa v sledovih na okolje in žive organizme je odvisna tako od njegove celotne koncentracije, kot od kemijske oblike v kateri se dejansko nahaja. Posamezne kemijske zvrsti elementa v sledovih v vzorcih kvantitativno

določimo s speciacijsko analizo. Med najzmogljivejša orodja speciacijske analize uvrščamo masno spektrometrijo v induktivno sklopljeni plazmi (ICP-MS) povezano s separacijskimi tehnikami, kot so tekočinska in plinska kromatografija ter kapilarna elektroforeza. Poglavitne značilnosti ICP-MS so velika občutljivost, elementna specifičnost, možnost multi-elementne analize in izjemno točne določitve izotopskega razmerja elementov. Slednje je pogoj za uporabo tehnike izotopskega redčenja (ID), ki omogoča najbolj točno in pravilno kvantifikacijo elementov oziroma njihovih kemijskih zvrsti v različnih okoljskih vzorcih ter uporabo obogatenih stabilnih izotopov kot sledilcev v okoljskih in bioloških raziskavah. Z ID kvantitativno določimo vsebnost določenega elementa v vzorcu iz spremembe njegove izotopske sestave, ki jo povzroči dodatek znane množine tega elementa, katerega izotopska sestava se razlikuje od njegove izotopske sestave v naravnem vzorcu. Koncentracijo elementa oziroma njegove zvrsti v vzorcu lahko izračunamo, če poznamo izotopsko sestavo vzorca in dodatka v vzorec, količino dodanega izotopa in spremenjeno izotopsko razmerje. Hkrati lahko sledimo pretvorbam kemijskih zvrsti v okolju in živih organizmih ter med samim analiznim postopkom. ID bomo v predlaganem projektu vpeljali v določitve celotnih koncentracij izbranih elementov v sledovih in njihovih kemijskih zvrsti v različnih vzorcih iz okolja ter tehniko uporabili pri študiju pretvorb kemijskih oblik elementov v okolju in živih organizmih. Preučevali bomo speciacijo nekaterih elementov v sledovih, predvsem tistih s strupenimi učinki, kot so na primer krom (Cr) in kositer (Sn). Za ločevanje posameznih zvrsti elementov bomo uporabili plinsko ali visoko zmogljivostno tekočinsko kromatografijo v povezavi z ICP-MS. Tehniko ID-ICP-MS bomo, med prvimi na tem področju, vključili v raziskave procesov pretvorb kemijskih oblik posameznih elementov v sledovih v naravnem okolju in laboratorijskih poskusih. Spremljali bomo pretvorbe Cr (oksidacijsko reduksijske procese med Cr(III) in Cr(VI)) in Sn (butil kositrove spojine) v vzorcih iz okolja. Novo znanje pridobljeno z eksperimentalnim raziskovalnim delom na speciaciji elementov v sledovih v okoljskih vzorcih z uporabo ID bo pomagalo bolje razumeti biogeokemijsko kroženje kemijskih zvrsti elementov v sledovih, ki so v okolju prisotne kot onesnažila oziroma so za žive organizme strupene. Dodatni pomembni cilj je vpeljati v preučevanje okoljskih procesov zelo zahtevno analizno tehniko ID.

ANG

The role of trace elements and their impact to the environment and living organisms depend not only on their total concentration but also on chemical forms in which they are actually present. Individual chemical species of trace elements in different samples are quantitatively determined by speciation analysis. A fundamental tool for speciation analysis is the combination of separation technique with element specific detection. Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) is sensitive, multielemental, robust, precise and versatile element specific detector that allows relatively simple coupling to various separation and sample introduction modules. Precise isotope ratio measurement enables the application of isotope dilution technique (ID) for quantification of trace elements or their chemical forms in various environmental and biological samples. Furthermore, enriched stable isotopes can be introduced as a tracer to the investigations on the fate and role of trace elements in the environment and living organisms or to follow the species transformation during the sequence of steps in analytical procedure. Basic principle of ID is that an exactly known amount of the isotopically enriched analogue of the analyte is added to the sample and thus used as an internal standard for quantification by ICP-MS. The resulting ratio of the amounts of the two isotopes, one from the analyte and other from the isotopic spike, is measured on a known portion of the sample using an ICP-MS, so enabling the analyte concentration to be calculated. In the proposed project an advantage of precise measurements of isotopes ratio by ICP-MS will be used for the determination of total concentrations of trace

elements (elemental ID) and their species (species specific ID) in various environmental and biological samples. Additionally, enriched stable isotopes as tracers will be introduced in the investigations of transformations of chemical species of trace elements in the environment and living organisms. Work will be oriented mainly on elements that exhibit toxic effects on living organisms such as chromium (Cr) and tin (Sn). Individual chemical species of trace elements will be separated by gas chromatography and liquid chromatography and detected by ICP-MS. The ID-ICP-MS technique will be implemented to the investigations on transformation of chemical species of selected trace elements in environmental samples. This novel approach will be used to follow the oxidation – reduction processes of trivalent and hexavalent Cr and transformations of butyl-tin compounds in the environment. New knowledge resulting from the experimental work on trace elements speciation in environmental samples will help us to better understand the bio-geochemical cycles of chemical species that are present in the environment as contaminants and to predict their impact on biota and humans. Additional very important goal of the project is to implement the accurate and precise ID technique in investigations of the environmental processes.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Vloga kemijskega elementa in vpliv na okolje in žive organizme sta je odvisni tako od njegove celotne koncentracije, kakor tudi od njegove kemijske oblike. Kemijske zvrsti elementa kvantitativno določimo s speciacijsko analizo, najpogosteje z induktivno sklopljeno plazmo (ICP-MS) povezano s tekočinsko in plinsko kromatografijo. Poleg visoke občutljivosti, elementne specifičnosti in multi-elementne analize se z ICP-MS lahko določi točno izotopsko razmerje elementov. Slednje je pogoj za uporabo tehnike izotopskega redčenja (ID), ki omogoča točno kvantifikacijo elementov oziroma njihovih kemijskih zvrsti ter uporabo obogatenih stabilnih izotopov kot sledilcev v okoljskih in bioloških raziskavah.

Pripravili smo kontrolni material (KM) za določitev OTC v vzorcih odpadnih blat z ID-ICP-MS. KM je pomemben za kontrolo kvalitete analiznih rezultatov, saj tovrstni referenčni materiali niso komercialno dostopni.

Po EPA postopku se raztopine obogatenih izotopov kroma (Cr) ^{50}Cr in ^{53}Cr iz Cr_2O_3 pripravli po z raztapljanjem v HClO_4 in dodatkom NH_3 in H_2O_2 , da nastali Cr oksidiramo v Cr(VI). Cr(III) pripravimo, da k raztopini HClO_4 dodamo H_2O_2 , ki v kislih medijih reducira Cr(VI). Presežni H_2O_2 izženemo z vrenjem. Razvili smo originalen postopek za pripravo raztopin stabilnih izotopov Cr(VI), ki temelji na pripravi alkalne taline, ki jo nato raztopimo v HCl. Cr(VI) se kvantitativno oksidira pri visoki T in visokem pH z zračnim O_2 . Cr(III) iz Cr_2O_3 pripravimo z mikrovalovnim razkrojem s HNO_3 . Omenjena načina omogočata pripravo $^{50}\text{Cr(VI)}$ in $^{53}\text{Cr(III)}$ brez dodatka oksidantov ali reducentov in ne vplivata speciacijo Cr v preučevanem vzorcu.

Za zanesljivo določitev Cr v vzorcih z visokimi koncentracijami Cl^- in/ali CO_3^{2-} , je potrebno odstraniti poliatomne interference omenjenih ionov na m/z 52 in 53. Z uporabo vmesnika za odstranitev visokih koncentracij soli in vpihovanjem He v kolizijsko celico, ter uporabo obogatenih stabilnih izotopov $^{50}\text{Cr(VI)}$ in $^{53}\text{Cr(III)}$ smo poliatomne interference pri določanju Cr(VI) s HPLC-ICP-MS učinkovito odstranili.

Razvili smo nov analizni postopek za določitev Cr(VI) v protikorozijskih kovinskih prevlekah. Z raztopinami $^{53}\text{Cr(III)}$ in $^{50}\text{Cr(VI)}$ smo postopek optimizirali, da ni prihajalo do pretvorbe Cr zvrsti med ekstrakcijo, kar je omogočilo postavitve seta enačb za izračun točnih koncentracij Cr(VI) z metodo ID-ICP-MS.

V mednarodnih revijah so objavili članke o vsebnosti Cr(VI) v čajih in kruhu. Ugotovitve

so avtorji podali na osnovi določitve celotnega Cr brez uporabe speciacijske analize. Če bi čaji in kruh res vsebovali strupeni Cr(VI), bi njihovo uživanje predstavljalo kronično izpostavitve Cr(VI) večine svetovnega prebivalstva. Z raztopinami $^{50}\text{Cr(VI)}$ in $^{53}\text{Cr(III)}$ smo dokazali, da Cr(VI), zaradi prisotnosti organske snovi ne more obstajati v čaju in kruhu.

Objavili smo poglavje v knjigi na področju varnega odlaganja odpadkov bogatih na Cr.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Iz dela na projektu izhajajo sledeče objave: 5 člankov v revijah z visokim IF: *Anal. Bioanal. Chem.* (IF 3,778; A'), *Talanta* (IF 3,794; A'), 2 članka in enega v tisku v *J. Anal. At. Spectrom.* (IF 3,22; A') in eno poglavje v knjigi. Pripravljen je še en rokopis članka o postopku za določitev Cr(VI) z ID-ICP-MS, ki ga bomo poslali v revijo *Anal. Bioanal. Chem.* Zadnje omenjeno delo je bilo nagrajeno kot najboljši poster na Winter Plasma Conference 2013. Na osnovi te nagrade so avtorji dobili povabilo za objavo dela v reviji *Anal. Bioanal. Chem.* Iz vsega navedenega ter bogatih bibliografskih podatkov skupine lahko zaključimo, da so bili vsi zastavljeni cilji v projektu izpolnjeni.

Poudarim naj, da smo v projektu vpeljali nove pristope na področju speciacijske analize in da se z uporabo stabilnih izotopov v speciacijski analizi v svetu ukvarja le malo raziskovalnih skupin, saj so tovrstne študije zelo zahtevne. Iz bibliografskih podatkov je razvidno, da smo skoraj vse članke objavili šele v tretjem letu projekta, saj gre za vpeljavo novega področja, objave pa bodo sledile še v letu 2013. Zato bi želela opozoriti na dejstvo, da vmesna poročila o delu na raziskovalnih projektih mnogokrat ne dajejo prave slike o uspešnosti raziskovalne skupine in ocenjevalci ne dobijo prave slike samo na osnovi števila objav v prvih letih projekta.

Delo na področju s stabilnimi izotopi se uspešno nadaljuje na novih okoljskih projektih, ki jih financira ARRS.

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

Sprememb ni bilo.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	25672231	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priprava laboratorijskega kontrolnega materiala odpadnega blata z referenčno vrednostjo za butilkositrove spojine določeno z ID-CP-MS
		ANG	Preparation of a sewage sludge laboratory quality control material for butyltin compounds and their determination by isotope-dilution mass spectrometry
	Opis	SLO	V delu poročamo o pripravi in karakterizaciji laboratorijskega kontrolnega materiala (LKM) z referenčno vrednostjo za dibutil kositrove in tributil kositrove spojine določene z ID-CP-MS. Referenčne vrednosti smo določili z uporabo dveh različnih načinov ID masne spektrometrije: plinske kromatografije masne spektrometrije (GC-MS) in plinske kromatografije masne spektrometrije z induktivno sklopljeno plazmo (GC-ICP-MS). Preverili smo različne načine ekstrakcije: (mikrovalovno, ultrazvočno in mehansko stresanje). Referenčne vrednosti so bile: 1553 ± 87 za TBT in 534 ± 38 ng Sn g ⁻¹ za DBT. LKM bomo uporabili pri preučevanju inhibicije nitrifikacije z omenjenimi OTC v aktivnem odpadnem blatu.

		ANG	The preparation and characterisation of a laboratory quality control material (QCM) for dibutyltin (DBT) and tributyltin (TBT) in sewage sludge is reported. The reference values were determined by the use of two different types of isotope-dilution mass spectrometry: gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-inductively coupled plasma mass spectrometry (GC-ICP-MS). Different extraction methods were tested (microwave- and ultrasound-assisted extraction and mechanical stirring). The reference values obtained were 1553 ± 87 and 534 ± 38 ng Sn g ⁻¹ for DBT and TBT, respectively. The QCM will be used for study of the inhibition of the nitrification by OTC in activated sewage sludge.
	Objavljeno v		Springer; Analytical and bioanalytical chemistry; 2012; Vol. 403, no. 3; str. 857-865; Impact Factor: 3.778; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.215; A': 1; WoS: CO, EA; Avtorji / Authors: Zuliani Tea, Milačič Radmila, Ščančar Janez
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	25376807	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Učinkovita odstranitev poliatomnih interferenc klora in ogljika pri določanju Cr(VI) s FPLC-ICP-MS
		ANG	Effective reduction of polyatomic interferences produced by high chloride and carbon concentrations in determination of Cr(VI) by FPLC-ICP-MS
	Opis	SLO	V prispevku predstavljamo uporabo vmesnika, ki odstrani visoko koncentracijo soli in zmanjša vnos suhega aerosola v plazmo in uporabo dodatnega vpihovanja helija v kolizijsko celico, ki učinkovito odstrani poliatomne interference klora in ogljika pri določanju kroma na m/z 52 in 53. S tem omogočamo zanesljivo določitev Cr(VI) v vzorcih s kompleksno matrico s FPLC-ICP-MS. Razvit način odstranitve poliatomnih interferenc pri določanju šestvalentnega kroma omogoča študije oksidacijsko-redukcijskih procesov kroma v matricah iz okolja v širokem območju pH vrednosti in uporabo stabilnih izotopov kroma kot sledilcev procesov.
		ANG	The use of high matrix interface that removes high salt concentrations and introduction of helium into collision cell enables Effective reduction of polyatomic interferences produced by high chloride and carbon concentrations in determination of Cr(VI) by FPLC-ICP-MS. The developed procedure for effective removal polyatomic interferences in determination of hexavalent chromium enables investigations of oxidation-reduction processes in environmental samples in wide pH range and the use of stable Cr isotopes as tracers.
	Objavljeno v		The Royal Society of Chemistry; Journal of analytical atomic spectrometry; 2012; Vol. 27, no. 3; str. 488-495; Impact Factor: 3.220; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.255; A': 1; WoS: EA, XQ; Avtorji / Authors: Novotnik Breda, Zuliani Tea, Martinčič Anže, Ščančar Janez, Milačič Radmila
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	25807399	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priprava obogatenih izotopskih raztopin 50Cr(VI) in 53Cr(III)
		ANG	Preparation of Cr(VI) and Cr(III) isotopic spike solutions from [sup](50)Cr and [sup](53)Cr enriched oxides without the use of oxidizing and/or reducing agents
			Pripravili smo obogatene izotopske raztopine 50Cr(VI) in 53Cr(III). 50Cr(VI) smo pripravili tako, da smo k 50Cr2O3 dodali KNaCO3 in NaOH in s pomočjo Bunsenovega gorilnika pripravili talino. Visoka temperatura in visok pH sta omogočila kvantitativno oksidacijo Cr do Cr(VI). Talino smo nato raztopili v HCl. 53Cr(III) smo pripravili z mikrovalovnim razkrojem s

Opis	SLO	HNO ₃ , oparili do približno 200 µL ter raztopino stabilizirali s HCl. Na ta način pripravljene izotopske raztopine 50Cr(VI) in 53Cr(III) niso vsebovale oksidantov oziroma reducentov, ki bi lahko vplivali med analiznim postopkom na speciacijo Cr prisotnega v vzorcu. Z eksperimenti smo pokazali, da lahko oksidanti in reducenti, ki v nizkih koncentracijah ostanejo v izotopskih raztopinah, kot posledica načina priprave, vplivajo na speciacijo Cr pri različnih pH-jih (pH 4, pH 7 in pH 12).	
	ANG	New procedure for preparation of enriched isotopic solutions of 50Cr(VI) and 53Cr(III) was developed. 50Cr(VI) was prepared from 50Cr enriched oxide by alkaline melting with KNaCO ₃ and the use of Bunsen burner. High temperature and high pH enabled quantitative oxidation of Cr(III) to Cr (VI). The melt was then dissolved with HCl. Moreover, the microwave assisted digestion procedure of 53Cr enriched oxide was applied for preparation of 53Cr(III) spike solution by microwave assisted digestion with HNO ₃ and stabilization of sample by HCl. By the procedure developed the isotopic solutions were prepared without use of oxidizing and/or reducing agents. The outcomes of our investigation highlighted the importance of the adequate preparation of spike solutions of Cr isotopes that may be used as reliable tracers in the investigations of the oxidation-reduction processes of Cr in wide range of environmentally relevant pH values.	
	Objavljeno v	Pergamon Press.; Talanta; 2012; Vol. 99; str. 83-90; Impact Factor: 3.794;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.215; A': 1; WoS: EA; Avtorji / Authors: Novotnik Breda, Zuliani Tea, Martinčič Anže, Ščančar Janez, Milačič Radmila	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	25911847	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Uporaba obogatenih raztopin stabilnih izotopov kroma za določitev Cr(VI) v protikorozijskih premazih
		ANG	The determination of Cr(VI) in corrosion protection coatings by speciated isotope dilution ICP-MS
		SLO	Kromovi (Cr) protikorozijski premazi se uporabljajo v dekorativne namene ali za izboljšanje mehanske trdnosti kovinskih površin. Pri postopku kromiranja se najpogosteje uporabljajo soli šestvalentnega Cr. Da bi zmanjšali negativne okoljske vplive je EU izdala številne direktive, ki omejujejo vsebnost Cr(VI) pod vrednost 0.1 % na težo homogenega materiala in 1000 mg kg ⁻¹ Cr(VI) v elektronski in električni opremi. V literaturi je le malo objav o analiznih postopkih, ki ustrezajo omenjenim zahtevam. V našem delu smo razvili kvantitativno in selektivno analizo metodo za določitev Cr(VI) v protikorozijskih premazih. Pri raziskavi smo uporabili kovinske ploščice na katere smo homogeno nanесли dekorativne prevleke in prevleke za povečanje mehanske trdnosti, na bakrovi in cinkovi podlagi. Cr(VI) smo ekstrahirali z ultrazvočno ekstrakcijo in alkalnim ekstrahentom (pH 12). Speciatijsko analizo smo opravili z anionsko-izmenjalno HPLC-ICP-MS. Pretvorbam kemijskih zvrsti kroma smo sledili z uporabo obogatenih izotopskih raztopin 50Cr(VI) in 53Cr(III). Da bi preprečili oksidacijo Cr(III) smo skupaj z dvojnimi dodatki izotopskih raztopin 50Cr(VI) in 53Cr(III) dodali še TRIS, EDTA ali MgCl ₂ in ekstrakcije opravili v različnih časovnih razmikih. Pri optimalnih pogojih, ki so preprečili pretvorbo kemijskih zvrsti (30 min ultrazvočna ekstrakcija, pri 70 °C in uporabo 2 % NaOH + 3 % Na ₂ CO ₃ + MgCl ₂ kot ekstrakcijsko sredstvo), je bilo potrebno opraviti šest zaporednih ekstrahiranj, da smo kvantitativno ekstrahirali Cr(VI) iz zaščitnih protikorozijskih prevlek. Koncentracije Cr(VI) smo izračunali z metodo speciatijske analize in uporabo tehnike izotopskega redčenja v ICP-MS.
			Chromium (Cr) conversion coatings are used as decorative finishes and to improve the corrosion protection and strengthen the wear resistance of

		ANG	metallic surfaces. Cr electroplating frequently involves the use of Cr(VI). To reduce environmental impacts, several EU directives restricted its use to threshold values of 0.1 % Cr(VI) by weight per homogenous material in vehicles, and 1000 mg kg ⁻¹ of Cr(VI) in electronic and electrical equipment. There are only few analytical procedures reported that comply with legislative demands. In our work a selective, quantitative and sensitive analytical procedure for determination of Cr(VI) in the corrosion protection coatings was developed. The investigation was performed on metallic plates homogeneously treated by chromium conversion or hard chrome coatings on copper or zinc electroplated steel surfaces. An alkaline solution (pH 12) was used for ultrasonic extraction of Cr(VI). Speciation analysis was performed by anion-exchange HPLC-ICP-MS. Species interconversions during the analytical procedure were followed using enriched isotopic solutions of ⁵⁰ Cr(VI) and ⁵³ Cr(III). To prevent Cr(III) oxidation, TRIS, EDTA or MgCl ₂ were added along with a double isotopically enriched spike and extractions performed over different time periods. Under optimal conditions that prevent any species interconversion (30 min ultrasonic extraction at 70 °C using 2 % NaOH + 3 % Na ₂ CO ₃ + MgCl ₂ as extraction agent), six consecutive extractions were necessary to quantitatively extract Cr(VI) from the protective layers, while its content was determined by speciated isotope dilution ICP-MS.
	Objavljeno v		The Royal Society of Chemistry; Journal of analytical atomic spectrometry; 2012; Vol. 27, no. 9; str. 1484-1493; Impact Factor: 3.220; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.255; A': 1; WoS: EA, XQ; Avtorji / Authors: Novotnik Breda, Zuliani Tea, Ščančar Janez, Milačič Radmila
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	26528039	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Strupeni Cr(VI) ne more obstajati v čajih in kruhu
		ANG	Chromate in food samples: an artefact of wrongly applied analytical methodology?
	Opis	SLO	V zadnjem času so v revijah z visokih faktorjem vpliva objavili več člankov o prisotnosti Cr(VI) v čajih in kruhu. Te ugotovitve so avtorji podali na osnovi določitve celotnega Cr(VI) v alkalnih in vodnih ekstraktih, ne da bi opravili kakršnokoli speciacijsko analizo. Če bi bil Cr(VI) zares prisoten v čajih in kruhu, bi uživanje tovrstne hrane povzročalo dolgoročno izpostavljenost in ogrožalo zdravje večine prebivalcev po svetu. Znano je, da zaradi prisotnosti organske snovi, hrana rastlinskega ali živalskega izvora ne more vsebovati Cr(VI). Da bi pokazali, da so rezultati omenjenih objav napačni zaradi uporabe napačne analize metodologije, smo opravili speciacijsko analizo s tekočinsko kromatografijo v povezavi z masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo (HPLC-ICP-MS). Z raztopinami stabilnih izotopov ⁵⁰ Cr(VI) in ⁵³ Cr(III) smo sledili pretvorbam kemijskih zvrsti Cr med ekstrakcijskim postopkom. Ločene Cr zvrsti, ki so se eluirale iz kolone smo sledili na masah m/z 50, 52 in 53. Podatki speciacijske analize so pokazali, da so bile v vaseh analiziranih vzorcih koncentracije Cr(VI) pod mejo zaznave. V raztopinah čajev se je Cr(VI) skoraj v celoti reducirjal zaradi prisotnosti oksidantov: Tudi v kruhu se je ⁵⁰ Cr(VI), kljub visokemu pH alkalnega ekstrakta, reducirjal z organsko snovjo. Naše raziskave so dokazale, da Cr(VI) ne more obstajati v hrani rastlinskega izvora.
			Recently several papers were published in highly ranked journals on the presence of Cr(VI) in tea infusions and bread samples. These statements were made on the basis of determination of total Cr concentrations in alkaline and aqueous sample extracts, without applying any speciation analysis. If Cr(VI) really exists in bread samples and tea infusions, consumption of bread and tea would represent long-term chronic exposure

	ANG	to Cr(VI) and a health threat for the majority of the human population. It is well accepted that due to the presence of organic matter foodstuffs of plant and animal origin cannot contain Cr(VI). To show that the reported data on the presence of Cr(VI) in foodstuffs are an artefact of inappropriately applied analytical methodology, investigation of speciation was carried out by high performance liquid chromatography – inductively coupled plasma mass spectrometry (HPLC-ICP-MS). 50Cr(VI) and 53Cr(III) stable isotopes were used to follow species interconversions during the extraction procedures. Separated Cr species eluted from the column were followed at m/z 50, 52 and 53. The speciation analysis data demonstrated that in all samples analysed Cr(VI) concentrations were below the limit of detection. In tea infusions 50Cr(VI) was almost completely reduced due to the presence of antioxidants, while the high content of organic matter in bread appreciably reduced 50Cr(VI) even in highly alkaline (pH 12) bread extracts. Our investigation confirmed that Cr(VI) does not exist in foodstuffs of plant origin.
Objavljeno v		The Royal Society of Chemistry; Journal of analytical atomic spectrometry; 2013; 15 str.; Impact Factor: 3.220; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.255; A': 1; WoS: EA, XQ; Avtorji / Authors: Novotnik Breda, Zuliani Tea, Ščančar Janez, Milačič Radmila
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	24575271	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Varno dolaganje odpadkov bogatih s Cr	
		ANG Safe disposal and re-use of chromium rich waste materials	
	Opis	SLO V poglavju knjigi podajamo načine varnega odlaganja odpadkov bogatih s Cr	
		ANG In the book chapter the alternatives of safe disposal of waste materials reach in Cr content are given.	
	Šifra	B.06 Drugo	
	Objavljeno v	Nova Science Publishers; Management of hazardous residues containing Cr (VI); 2011; Str. 295-317; Avtorji / Authors: Ščančar Janez, Milačič Radmila	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
2.	COBISS ID	25385255	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Elementi v okolju	
		ANG Elements in the environment	
	Opis	SLO V okviru predavanj elementi v okolju smo študentom predstavili možnosti uporabe stabilnih izotopov v speciacijski analizi v okoljskih vzorcih.	
		ANG In the frame of course the students got an overview on the applicability of stable isotopes in speciation analysis in environmental samples.	
	Šifra	D.10 Pedagoško delo	
	Objavljeno v	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; 2011; 1 zv. (loč. pag.); Avtorji / Authors: Ščančar Janez, Milačič Radmila	
	Tipologija	2.05 Drugo učno gradivo	
3.	COBISS ID	25912359	Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Priprava in uporaba stabilnih izotopov kroma v speciacijski analizi s HPLC-ICP-MS
		ANG	Preparation and use of [sup](50)Cr isotopic solutions for Cr speciation in environmental samples by HPLC-ICP-MS
	Opis	SLO	Članica raziskovalne skupine izr.prof.dr. Radmila Milačič je dobila vabljen predavanje na ugledni Nordic plasma Conference
		ANG	The member of research group assoc.prof.dr. Radmila Milačič got an invited lecture on teh renowned Nordic plasma Conference
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	s. n.]; Programme and book of abstracts; 2012; Str. 39; Avtorji / Authors: Milačič Radmila, Zuliani Tea, Ščančar Janez	
	Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljen predavanje)	
4.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Preglova nagrada
		ANG	Pregel award
	Opis	SLO	Radmila Milačič je dobila 2010 Preglovo nagrado za izjemne dosežke na področju speciacije elementov
		ANG	Radmila Milačič was awarded with Pregel award for the exceptional acievements from the field of speciation analysis
	Šifra	E.01 Domače nagrade	
	Objavljeno v	IJS Novice	
	Tipologija	1.22 Intervju	

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Skupina je pri raziskavah s področja speciacije nadaljevala uspešno sodelovanje z Univerzo v Pau-ju iz Francije s skupino prof. Gaetane Lpeses.

Skupina uspešno izvaja EU projekt na področju meroslovja EURAMET, ENV08: Traceable measurements for monitoring critical pollutants under the European Water Framework Directive (WFD 2000/60/EC) akronim: WFD, kjer uporabljamo stabilne izotope za kvantifikacijo organokositrovih spojin z GC-ID-ICP-MS.

V okviru projekta so se izobraževali 3 mladi raziskovalci.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

V okviru projekta smo preučevali posamezne kemijske zvrsti kositrovih in kromovih stabilnih izotopov, ki smo jih uporabili v speciacijski analizi. Delo opravljeno v drugem letu projekta predstavlja dobro osnovo za nadaljnje študije uporabe stabilnih izotopov v raziskavah vloge, pretvorb in usode kemijskih zvrsti elementov v okolju in živih organizmih. Opravljene raziskave sledijo svetovnim trendom in so znatno prispevale k osnovnim raziskvam s področja speciacije elementov.

ANG

Within the frame of the porject individual chemical species of of tin and chromium stable isotopes were investigated and applied in speciation analysis. The work done in the second project year represents good basis for further investigations on the use of stable isotopes in

investigations on the role, transformation and fate of chemical species in the environment and living organisms. The performed investigation followed the recent trends in analytical chemistry and significantly contributed to the basic research in the field of chemical speciation.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Vloga in usoda elementov v sledovih v okolju in živih organizmih je odvisna ne le od celotnih koncentracij, temveč tudi od različnih kemijskih zvrsti, v katerih se elementi nahajajo. V Sloveniji primanjkuje podatkov o onesnaženju okolja z nekaterimi zelo strupenimi organokositrovimi spojinami (OTC), kot so na primer butil kositrove spojine, ki so na listi prioriteten onesnaževal. Krom je element, ki ga v velikih količinah uporabljajo v različnih industrijskih panogah. Da bi zagotovili varno odlaganje odpadkov bogatih na vsebnosti kroma ali njihovo varno ponovno uporabo je ključnega pomena, da preučujemo mobilnost in pretvorbo kromovih zvrsti v okolju. Delo, ki smo ga opravili v drugem letu projekta predstavlja dobro osnovo za raziskave vpliva različnih anorganskih onesnaževal na razne žive organizme, vključno s človekom, in omogoča oceno sedanjega ekološkega statusa slovenskega okolja. Varovanje okolja, ki omogoča kvaliteto življenja tudi bodočim generacijam, je ena izmed glavnih prioritet ne smo v Sloveniji, temveč tudi v Evropi in ostalih državah po svetu.

ANG

The fate and role of trace elements in the environment and living organisms depend not only on their total concentrations but also on different chemical forms in which element is present. An insufficient data exist for the pollution of environment in Slovenia with some very toxic organotin compounds (OTC), like butyl compounds, that are on the list of priority pollutants. Chromium is widely used in different industries. To assure safe disposal or reuse of chromium rich waste materials it is of crucial importance to investigate the mobility and transformation of chromium species in the environment. The work performed within the second project year represents good basis for investigation of the the impact of various inorganic pollutants on different living organisms, including humans and enable estimation of the present ecological status of the Slovenian environment. The protection of the environment that enables the quality of life also to future generations is on of the main priorities not only in Slovenia, but also in Europe and other countries worldwide.

11.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	
	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	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, 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/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	
	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

--

12.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

--

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer			
1.	Naziv			
	Naslov			
	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				

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

14.2. 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"

Radmila Milačič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana,	5.3.2013
------------	----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/174

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ 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](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost 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, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (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 / prepisite 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](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (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/2013 v1.00

51-B5-76-9C-A9-3E-9B-DE-52-02-52-01-44-AF-48-10-64-66-64-A3