

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1146

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P1-0112
Naslov programa	Raziskave atomov, molekul in struktur s fotoni in delci
Vodja programa	11854 Matjaž Žitnik
Obseg raziskovalnih ur	44.200
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan" 795 Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo 1540 Univerza v Novi Gorici 1554 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Raziskovalno in aplikativno delo smo izvajali v domačih laboratorijih, predvsem v Mikroanalitskem infrastrukturnem centru ter v tujih, predvsem evropskih sinhrotronskih laboratorijih, kjer smo izvajali lastne ter skupne projekte. Publikacije iz našega dela so zbrane v sistemu Cobiss, nekateri dosežki so bolj podrobno opisani v nosilnem dokumentu prijave, splošni komentar je v priloženem samoevalvacijskem poročilu, spodaj pa so v glavnem našeti problemi, ki smo jih preučevali na posameznih področjih našega dela.

1) VUV in elektronska spektrometrija.

Pulzne koincidenčne meritve med ioni in Augerjevimi elektroni pri elektronskem obstreljevanju Ar. Študij razpada helijevega dvojno vzbujenih stanj preko meritev sekundarne fluorescence. Meritev življenjskih časov dvojno vzbujenih stanj ter spektrov primarne in sekundarne fluorescence pri razpadu v šibkem električnem polju. Odvisnost od jakosti homogenega električnega polja pravokotno in vzporedno glede na polarizacijo vpadne svetlobe. Teoretična obdelava fenomena Youngove interference pri autoionizaciji molekul, ki jo inducirajo ionski trki - predlog poskusa. Teoretična obravnava obnašanja helijevega atoma z metodo kompleksne rotacije v močnem homogenem električnem polju jakosti do 100 kV/cm pri vzbujanju z monokromatsko svetlobo. Modeliranje neelastičnega sipanja fotonov na dvojno vzbujenih stanjih He in Xe. (e,2e) koincidenčne meritve resonančnega Augerjevega razpada stanj preko vrzeli Ar 2p v sodelovanju z Oddelkom za fiziko Univerze v Miškolcu. Sodelovanje z IESL, Kreta (P. Lambropoulos): modeliranje spektrov dvofotonske ionizacije žlahtnih plinov iz meritev FEL v Hamburgu.

2) Visokoločljiva rentgenska spektroskopija.

Študij odvisnosti energijskega premika črte Ka od okolice atoma žvepla. Določitev absolutne vrednosti presekov za dvakratno ionizacijo lupine K v Si s protoni energije 1 - 3 MeV. Meritve hipersatelitskih prispevkov Mg in Al na žarkovni liniji ID21 na ESRF v Grenoblu. Meritve resonančnega neelastičnega rentgenskega sipanja (RIXS) na Xe L_3 : prva neposredna karakterizacija diskretnih stanj, ki konvergirajo k robu. V sodelovanju z Univerzo v Fribourgu L_3 RIXS na Xe $L\beta$ črti ter neelastično sipanje fotonov na tankih tarčah Pd in Mo. Trikratno gostovanje na sinhrotronu ESRF (ID26): resonančno neelastično sipanje rentgenske svetlobe (RIXS) na molekulah SF_6 ter SO_2 , prva meritev neelastičnega sipanja na dvojno vzbujenih stanjih Ar [KL]. Prva detekcija Ramanskega efekta pri razpadu Ar [K] s sevalnim Augerjevim procesom. V sodelovanju z ekipo ID26 ter University of Camerino, University of Sheffield, University of Southampton, Upsalla University, meritve Ramanskih slik različnih elementov v vulkanskih steklih ter za nekatere vrste mineralov. Meritve RIXS na pragu K v molekulah H_2S in HCl ter poskusne meritve RIXS v tekočinskih vzorcih.

3) Vibracijska ekscitacija vodika.

Vključitev v 6. OP EU - Euroatom, razvoj originalne aparature za detektiranje vibracijsko vzbujenih molekul vodika v plinu, ki temelji na procesu disociativnega zajetja elektronov ter izdelava posebne postavitve z ionskim žarkom za sočasno določanje globinske porazdelitve vodika v snovi. Vzorec volframa v definirani atmosferi vodika (devterija), spremljanje časovnega poteka koncentracije H (D) na površini z metodo ERDA pri protonskem žarku z energijo 2 MeV. V sodelovanju s FZ Juelich raziskovanje možnosti za kalibracijo meritev D z ERDA. Meritev vibracijske porazdelitve molekul, ki nastanejo z rekombinacijo na površinah Ta, W, Cu, C in Teflona. Sodelovanje s kolegi iz IPP Garching: z našim vibracijskim spektrometrom analiza lastnosti atomarnega izvira vodika, ki ga uporabljajo pri študijah kemične erozije plasti ogljikovodikov. V sodelovanju s kolegi iz odseka F8 in iz FZ Juelich izvedba začetnih raziskav vodikove plazme z meritvami optičnih emisijskih spektrov. Z metodo ERDA ter vibracijskim spektrometrom preučevanje permeacije vodika skozi paladij: Razvoj izvira vibracijsko vzbujenih molekul vodika in določitev njegovih lastnosti.

4) Rentgenska absorpcija.

Strukturne raziskave nanomaterialov (nanocevk MoSi, nanostrukturnih železovih oksidov, mikroporoznih katalizatorjev in PZT tankih filmov), katalitskih mikro in mezoporoznih aluminofosfatov in silikatov z vgrajenimi kationi; keramike $KNbO_3$, pripravljene z mehanokemijsko sintezo; amorfni prekursorjev $Pb(Zr,Ti)O_3$ pri sol-gel sintezi; železovih oksidov, obdelanih z vodikovo plazmo; Cu, Ni, Co, Mn, Fe kompleksi v organskih molekulah in tanke plasti CuO/CeO_2 (Fakulteta za kemijo). Raziskava strukturnih sprememb v feroelektričnem kristalu $SrTiO_3$ z izotopsko substitucijo, v vzorcih prsti iz Mežice, onesnažene s Pb, v Cu-humatnih kompleksih iz vinogradniških prsti, v celuloznih kompleksih Fe v črnilu v zgodovinskih rokopisih (mikrofokusirani žarek v SRS Daresbury). Meritve EXAFS in XANES za strukturno analizo na naslednjih skupinah materialov v sodelovanju z navedenimi laboratoriji: nanostrukturni TiO_2 z vgrajenimi Fe kationi sintetiziran po sol-gel postopku (UNG), katalitski mikro- in mezoporozni aluminofosfati in silikati z vgrajenimi kationi Ti, Mn, Cr, Fe ali Sb (Kemijski inštitut); Cd vezan v semenih in steblih rastlin, ki ta element hiperakumulirajo (Biotehniška fakulteta UNI-Lj.), prst onesnažena z As (Univerza v Exeterju UK, Kemijski inštitut, Lj.); Cr-humatni kompleksi (Experimental Institute for Plant Nutrition, Gorica Italija); amorfni prekursorji $LaZrO_3$ pri sol-gel sintezi (IJS, K-5); črnilo v starih rokopisih (NUK, Lj.); nanostrukturni $ZnMn_2O_4$ spineli; ZnO nanodelci sintetizirani po sol gel postopku (Universita degli Studi di Padova). Analiza strukture nanoccev in nanotrakov $(K,H)_2Ti_6O_{13}$ sintetiziranih na odseku F5 Inštituta J. Stefan in novo spojino $IF_6[Ag(SbF_6)_3]$, ki so jo sintetizirali na odseku K1 na Inštitutu J. Stefan. Določanje deleža dvovalentnega železa v železo-galnih črnilih, ki katalizira

razgradnjo celuloze v historičnih rokopisih. Določitev molekularne strukture amorfni železovih inositol heksafosfatov. Uspešna meritev premika titanovega atoma v oktaedru kisikov v perovskitu SrTiO_3 pri faznem prehodu pri nizkih temperaturah, natančna določitev valence Ru v novi spojini La_2RuO_5 . Raziskava učinka prekursorjev v tekoči in amorfni fazah na potek kristalizacije tankih plasti feroelektrične keramike svinčevega in lantanovega cirkonata ter pri $\text{TiO}_2/\text{ZrO}_2$ samočistilnih prevlekah po sol-gel postopku. Zelo uspešne pilotske raziskave tankoplastnih nanostrukturnih baterij $\text{Li}_2\text{Mn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{SiO}_4$: med praznjenjem in polnjenjem baterije do reverzibilnih valenčnih in strukturnih sprememb pri kationih Fe in Mn. Interakcija šestvalentnega kroma s humičnimi kislinami v prsti, raziskave vezave kadmija v nekaterih rastlinah s področja Mežiške doline. Prva popolna meritev atomske absorpcije v kalijevi pari v območju robu K ter ustrezna meritev v kovinskem kaliju. Objava rezultatov raziskav rentgenske absorpcije v atomarnem Cd v okolici absorpcijskega roba K. V Visokotemperaturne celice z berilijevimi okenci, DESY: prva meritev energijskega profila okrog Cs L roba. ESRF: prva meritev atomske absorpcije K v jodovi enoatomni pari iz termične dekompozicije I_2 pri 900 C na območju robu K.

5) Fizika površin

Postavitev večkanalne detekcije na kotno ločljivem elektronskem analizatorju eksperimentalne postaje HASPES na žarkovni liniji ALOISA (Elettra). Meritve strukture, orientacije, reda dolgega dosega in elektronskih stanj na in-situ formiranih ultratankih organskih filmih tehnološko obetavnih materialov kot so: bakrov ftalocianin ($\text{CuC}_{32}\text{N}_8\text{H}_{16}$, CuPc), oligotiofeni (O-T6), pentaceni ($\text{C}_{22}\text{H}_{14}$), dianhidridna perilenska kislina ($\text{C}_{24}\text{H}_8\text{O}_6$, PTCD) in drugi, nanašenih v pogojih ultravisokega vakuma na urejene anorganske substrate kot so Au, Ag, Ge. Raziskave dodatnih tankih plasti TiO_2 na plasteh Ti/TiN in vpliv na korozivne lastnosti, študij tankih plasti TiCrN ter CrN. Raziskave enoslojnega molekulskega filma na podlagi Au(110): obstoj dveh različno gosto zloženih faz z različnimi geometrijami adsorpcije. Študij spontanega urejevanja razsežnih aminokislinskih verig na površini Ag(111): urejevanje molekul L-metionina (L-m). Opažena amino-karboksilna shema molekulske sklopitve predstavlja splošen konstrukcijski vzorec pri biomolekulski nanoarhitekturi na površinah.

6) Raziskave z ionskimi (mikro)žarki

Elastični trki z ionskim žarkom ^7Li omogočajo meritve globinskih profilov koncentracij vodika in devterija, ki sta izbita iz površinskih plasti (ERDA). Uporaba pri analizi površin grafitnih omejevalnikov v plazemskem poskusnem reaktorju. Vključitev v 6. OP EU - Euroatom. Razvoj metode za merjenje elementnih koncentracijskih map v bioloških vzorcih z lateralno ločljivostjo enega mikrometra. Meritve absolutnih koncentracij na rezinah tkiv, debelih nekaj 10 mikrometrov, Določitev globinskega profila rezine z metodo STIM (ang. zero-degree Scanning Transmission Ion Microscopy). Študij akumulacije Pb, Cd in Zn v rastlini *Thlaspi Praecox* Wulfen. Analiza degradiranega tkiva v okolici kolčne proteze s sodelavci iz Ortopedske klinike Kliničnega centra v Ljubljani. Razvoj postopka mikroobdelave z ionskim mikrožarkom (PBW), ki vodi k izdelavi tridimenzionalnih struktur. Razvoj 3D mikroobdelave v fotorezistu SU-8 na osnovi digitalnega načrta. Študij PBW za izdelavo mikropetrijev v raziskavah obsevanja celic s posameznimi ioni, sodelovanje z Laboratorijem Pierre Sue, Saclay, Francija. Meritve depozicije na omejevalnikih plazme in količine deponiranega fuzijskega goriva (devterij) v črpalnih kanalih iz fuzijskega reaktorja TEXTOR v Juelich, Nemčija. Priprava ionskega mikrožarka ^3He za selektivno detekcijo D v tankih plasteh. Skupaj z odsekom O2 študij mehanizmov privzema As v lišajih. V sodelovanju s skupino z Instituta »ATOMKI«, Debrecen, Madžarska: meritev porazdelitve elementov v lasnih mešičkih v različnih fazah rasti. Sodelovanje z Institutom Demokritos, Atene in Institutom za optiko in atomsko fiziko Tehniške univerze, Berlin: prve meritve s sočasno uporabo fokusiranega protonskega žarka in polikapilarnih leč za rentgenske detektorje ter karakterizacija aerosolnih mikrodelcev v kvarčnih vzorcih s 3D ločljivostjo. V sodelovanju s Fakulteto za

biologijo, nadaljevanje meritev elementnih mikroslik bioloških vzorcev: les, ajda ter rastline, ki živijo v slanem okolju. V sodelovanju z Univerzo Tohoku, Sendai (Japonska): postavitve sistema za karakterizacijo submikronskih aerosolov z ionskim mikrožarkom. Postavitve nove žarkovne linije z doma izdelano in zasnovano fokusirno elektrostatsko lečo EQQ ter obnovljena eksp. komora za analize ERDA in RBS.

7) Moessbauerjeva spektroskopija

Precizno določanje koncentracije Fe v vzorcih: priprava in karakterizacija LiFePO_4 ki je obetavni material za izdelavo baterijskih katod. Študij interakcije Fe v črnilu s papirjem (površinska in globinska komponenta). Raziskava nano poroznih LiFe fosfatov, silikatov in titanatov. Raziskave sedimentov gornjega toka reke Kolpe. Onesnaženost z barijem. Določitev zasedenosti 5 različnih kristalografskih mest železa in njihov vpliv na lastnosti materiala v nano kristaliničnem barijevem heksaferitu. Določitev razmerja $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ v železo-taninskih črnilih. Študij magnetne ureditve in relaksacije v multiferoičnih materialih.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Osnovni predmet naših raziskav je in ostaja interakcija delcev s snovjo pri nizkih energijah. Pri tem gre za vpadne energije reda velikosti od nekaj deset meV, recimo pri sipanju atomov helija na površinah, pa do nekaj MeV/amu, pri obstreljevanju tankih plasti z ioni.

Raziskave izvajamo s curki ionov in elektronov, v glavnem na Mikroanaliskem Centru Instituta Jožef Stefan, pri pomembnem delu raziskav pa uporabljamo energijsko ostro sinhrotronsko svetlobo. Dostop do slednje si je potrebno zagotoviti s kompetitivnimi predlogi za eksperimente, kajti vsak predlog meritev za zunanje uporabnike sinhrotronov preverja znanstveni svet mednarodno uveljavljenih strokovnjakov. Eventualna odobritev meritve na evropskih sinhrotronih avtomatsko pomeni finančno kritje za uporabo žarka iz evropskih sredstev (recimo RII3-CT-2004-506008 na sinhrotronu Elettra). Na najmodernejših žarkovnih linijah sinhrotronov Elettra v Trstu, Desy v Hamburgu, ESRF v Grenoblu ter SRS Daresbury v Angliji je konkurenca huda, v posameznem semestru je v posameznih primerih od tehnično možnih lahko zavrženih tudi do 80% predlogov. Z zadovoljstvom ugotavljamo, da smo člani programske skupine kljub temu 17-krat uspeli na zunanjih razpisih za eksperimente v obdobju januar 2004 – april 2008. Na tej osnovi smo potem realizirali 4800 ur merilnega časa v tujini, največ prav v letu 2007 (1920 ur).

V veliki meri smo dosegli predvidene raziskovalne cilje, predvsem pri študijah v atomski fiziki (eksperimentalne in teoretične študije helija v zunanjem električnem polju), pri meritvah fotoabsorpcije ter pri študiju (samo)urejanja organskih snovi na površinah kovin in polprevodnikov. Med delom se je nepričakovano pojavilo nekaj novih smeri, vzdolž katerih smo hitro napredovali in predstavljajo dosežek, na katerega smo prav tako lahko ponosni (recimo vpeljava konfokalne PIXE metode). Zelo uspešna je bila implementacija visokoločljivega spektrometra domače izdelave pri poskusih s sinhrotronsko svetlobo: z lastnim spektrometrom smo si priborili merilni čas na najsvetlejših sinhrotronskih linijah (ID26 na sinhrotronu ESRF) in prispevali delež k razvoju področja RIXS (Resonant Inelastic X-ray scattering). V zadnjem programskem obdobju je močno zaživela domača žarkovna linija s protonskim mikrožarkom, kjer izvajamo relevantne interdisciplinarne raziskave, še posebej je treba poudariti povezavo z biologijo. Razvili smo metode za vzorčevanje in analize aerosolov, ki odpirajo področje z velikim raziskovalnim potencialom. Ob tem je stopnja domačega in mednarodnega znanstvenega sodelovanja visoka, kar kaže število mednarodnih projektov, pri katerih sodelujejo člani našega raziskovalnega programa ter pisana (mednarodna) združba soavtorjev pri publikacijah.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Ab initio sipalni preseki za fotoionizacijo in neelastično sipanje fotonov na dvojno vzbujenih stanjih helija pod $N=2$ v homogenem električnem polju
		ANG	Ab Initio Calculation of Photoionization and Inelastic Photon Scattering Spectra of He below the $N = 2$ Threshold in a dc Electric Field
	Opis	SLO	Analiza pionirskega eksperimenta, pri katerem so prvič izmerili verjetnost za fotoionizacijo helija v močnem polju do 100 kV/cm (Harries et al., Phys. Rev. Lett. 90, 133002, 2003) je izven dosega teorije perturbacije. Omejitev smo presegli z adaptacijo in implementacijo metode s kompleksno rotacijo, ki vključuje interakcijo vezanih stanj s kontinuumom do vseh redov. Z istim orodjem je bilo mogoče prvič izračunati verjetnosti za radiativni razpad ter sipalni presek za neelastično sipanje (VUV) fotonov na dvojno vzbujenih stanjih ob prisotnosti močnega polja.
		ANG	The analysis of a pioneering experiment, the first measurement of photoionization of helium in the strong electric field up to 100 kV/cm (Harries et al., Phys. Rev. Lett. 90, 133002, 2003) requires an approach beyond the simple perturbation theory. The problem was solved by implementation of the complex rotation method which takes into account bound-continuum state interaction to all orders. We calculated for the first time radiative decay probabilities and inelastic VUV scattering probability in the region of doubly excited states in the strong field environment.
	Objavljeno v		Physical Review Letters 98, 243002 (2007)
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		20835111
2.	Naslov	SLO	Absorpcija rentgenskih žarkov v kalijeve pari
		ANG	X-ray absorption in atomic potassium
	Opis	SLO	Pomembni dosežki pri študiju atomov in kompleksnih sistemov z rentgensko absorpcijo. Na značilnem naboru elementov iz periodnega sistema (Cs, I, K, Zn, Cd) smo izmerili spektre atomske absorpcije. Za meritve na monoatomskih vzorcih smo razvili visokotemperaturne (800 C – 1000 C) absorpcijske celice, prirejene termičnim in kemijskim lastnostim posameznih elementov. Nekatere od teh meritev predstavljajo tudi prve metrološko natančne določitve absolutnih absorpcijskih presekov.
		ANG	Important achievement in X-ray absorption studies of atomic and complex systems. For the experiments with monatomic samples (Cs, I, K, Zn, Cd) we devised and built high-temperature (800 C – 1000 C) absorption cells, with specific adaptations to the thermal and chemical properties of the elements. Some of these measurements have also been published as the first metrologically precise absolute determinations of the absorption cross section.
	Objavljeno v		Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms. 266, 677 (2008)
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		2053732
3.	Naslov	SLO	Zwitterionsko samourejanje L-methionina na površini Ag (111)
		ANG	Zwitterionic self-assembly of L-methionine nanogratings on the Ag(111) surface
			Pri študiju spontanega urejevanja razsežnih aminokislinskih verig na površini Ag(111) smo pokazali, da poteka urejevanje molekul L-metionina (L-m) v več 100 nm dolge, ravne verige preko zwitterionske medmolekulske sklopitve oziroma dimerizacije molekul preko amino in karboksilnih

	Opis	SLO	funkcionalnih skupin. Verige L-m se nadalje uredijo v periodično konfiguracijo, pri čemer tvorijo biomolekularno nanomrežico, ki je urejena na mezoskopski skali. Opažena amino-karboksilna shema medmolekulske sklopitve predstavlja splošen konstrukcijski vzorec pri biomolekulski nanoarhitekturi na površinah.
		ANG	We have studied spontaneous ordering and self recognition of amino acid L-methionine (L-m) molecular assemblies on Ag(111). From STM and helium diffraction we observe spontaneous ordering into extended molecular chains oriented along the subadjacent atomic lattice. Highly regular biomolecular gratings evolve with periodicity that can be tuned at the nanometer scale by the methionine surface concentration. This is an example of a general construction motif to achieve biomolecular nanoarchitectures on surfaces.
	Objavljeno v	Natl. Acad. Sci. U. S. A., vol. 104, no 13, str. 5279. 2007	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	1985636	
4.	Naslov	SLO	Neelastično sipanje rentgenskih žarkov v bližini robu L3 v ksenonu
		ANG	Inelastic x-ray scattering in the vicinity of xenon L3 edge.
	Opis	SLO	Z doma zasnovanim in izdelanim spektrometrom za rentgenske žarke smo dosegli spektralno ločljivost, ki je boljša od naravne širine mehkih rentgenskih črt. Pri meritvah rentgenskih Ramanskih spektrov v Xe, pod robom L3 smo prvič jasno opazili ekscitacijo iz 2p-6s.
		ANG	By observing soft x-rays emitted from the target after a few MeV proton beam bombardment we have shown that our home made spectrometer runs efficiently with an energy resolution better than the natural width of the inner shell transitions. In our first studies at synchrotron Elettra (@XAFS beamline) we have recorded x-ray Raman spectra in the vicinity of L3 edge in Xe with 3-times better resolution than previously available, allowing a clear detection of 2p-6s excitation.
	Objavljeno v	Phys. rev., A, 2007, vol. 76, no. 3, str. 032506	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	Naslov	SLO	Slikanje aerosolnih delcev v treh dimenzijah s protonskim mikrožakom v konfokalni postavitvi
		ANG	Three-dimensional imaging of aerosol particles with scanning proton microprobe in a confocal arrangement
	Opis	SLO	V sodelovanju z Institute of Nuclear Physics (NCSR "Demokritos", Atene, Grčija) in Institute of Optics and Atomic Physics (Technical University of Berlin, Nemčija) smo leta 2006 V Mikroanalitskem centru IJS prvič sploh izvedli konfokalno meritev PIXE (Proton Induced X-ray Fluorescence) za določanje elementnih koncentracij v treh dimenzijah. Delo prikazuje uporabnost metode na primeru elementno selektivne 3D tomografije aerosolnih delcev.
		ANG	In collaboration with Institute of Nuclear Physics (NCSR "Demokritos", Athens, Greece) and Institute of Optics and Atomic Physics (Technical University of Berlin, Germany) we have set up at the Institute "Jožef Stefan" Tandetron site the first confocal measurements in which the sample is moved through the sensitive microvolume, formed at the common focal point of the ion microbeam probe and x-ray polycapillary. We have shown the method capability in case of element-selective 3D tomography of aerosol sample.
	Objavljeno v	Appl. phys. lett., 2008, vol. 93, no. 9, str. 094104-1-094104-3.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21971495	

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Raziskava vsebnosti arzena v kontaminirani prsti z metodo EXAFS in XANES

		ANG	EXAFS and XANES study of arsenic in contaminated soil.
	Opis	SLO	V sodelovanju med Camborne School of Mines, University of Exeter, Cornwall, UK, Politehniko Nova Gorica, Kemijskim inštitutom Ljubljana in Inštitutom Jožef Stefan (PSP21/2005) smo v letu 2005 dokončali in objavili analizo prsti iz območja Cornwall v jugozahodni Angliji, ki je onesnažena z izjemno visokimi koncentracijami arzena (1000 ppm in več). Onesnaženje je posledica izkopa in predelave arzenove rude, ki je potekalo na tem območju od rimskih časov do začetka 20 stoletja in danes potencialno ogroža zdravje ljudi na širšem območju Cornwalla v skupni površini nad 700 km ² .
		ANG	In collaboration with Camborne School of Mines, University of Exeter, Cornwall, UK, Nova Gorica University, National Institute of Chemistry and Jožef Stefan Institute (PSP21-2005) we have performed and published a soil analysis from Cornwall region in southwest England, which is polluted with very high concentration of arsenic (1000 pm and more).
	Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Objavljeno v	X-ray spectrom., 2005, vol. 34, str. 435-428	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	19259687	
2.	Naslov	SLO	Prostorsko ločljiva kvantifikacija elementov v semenih hiperakumulatorja <i>Thlaspi praecox</i> za Cd/Zn z metodo mikro-PIXE
		ANG	Localisation and quantification of elements within seeds of Cd/Zn hyperaccumulator <i>Thlaspi praecox</i> by micro-PIXE.
	Opis	SLO	Metoda Mikro-PIXE omogoča merjenje porazdelitev elementov v bioloških tkivih do koncentracij velikostnega reda 1 µg/g suhega tkiva. Skupaj z Biotehnično Fakulteto UL smo raziskovali mehanizme hiperakumulacije in tolerance rastline <i>Thlaspi Praecox</i> Wulfen na Zn in Cd, ki uspeva v zelo onesnaženem okolju Žirovskega vrha.
		ANG	A micro-PIXE technique allows quantitative mapping of elements in biological samples down to concentrations of the order 1 µg/g of the dry tissue. In collaboration with BF we have studied the mechanisms of hyperaccumulation and tolerance to Zn and Cd of <i>Thlaspi Praecox</i> Wulfen plant, which grows in the strongly polluted mine environment of Žirovski vrh.
	Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	Environ. pollut. (1987). [Print ed.], 2007, vol. 147, str. 50-59.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	Naslov	SLO	Zgodovinski rokopisi z železotaninskim črnilom - okoliščine, ki določajo njihovo obstojnost
		ANG	Historical iron gall ink containing documents – properties affecting their condition
	Opis	SLO	V letu 2005 se je zaključil mednarodni projekt InkCor, sofinanciran iz sredstev 5. okvirnega programa EU. V okviru projekta smo prispevali obsežno analizo železotaninskih črnih na zgodovinskih dokumentih. Z metodo protonskega vzbujača rentgenskih žarkov (PIXE) smo z zunanjim protonskim žarkom ionskega pospeševalnika Tandetron nedestruktivno analizirali okrog 100 originalnih dokumentov iz slovenske kulturne dediščine. Rezultat študije je bogata podatkovna baza s koncentracijami elementov, ki nastopajo v uporabljenih črnilih v obdobju od 14. do 19. stoletja.
		ANG	In 2005 the InkCor project ended which was financially supported by the 5. EU framework programme. Our contribution consisted of an extended analysis of the iron gal ink patches on the historical documents. Using the external proton beam of the Tandetron accelerator and detecting x-ray spectra emitted from the target we have nondestructively analysed about 100 original documents which form an essential part of the slovenian cultural heritage.
	Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Objavljeno v	Anal. chim. acta. [Print ed.], 2006, vol. 555, str. 167-174.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
		19492391	

	COBISS.SI-ID	
4.	Naslov	<i>SLO</i> 10. mednarodna konferenca o protonsko inducirani rentgenski emisiji in njenih analitičnih aplikacijah, 4 - 8. junij 2004, Ljubljana - Portorož
		<i>ANG</i> X International Conference on Particle-induced X-ray Emission and its Analytical Applications, 4 - 8. june 2004, Ljubljana - Portorož
	Opis	<i>SLO</i> Pod vodstvom prof. dr. M. Budnarja smo organizirali 10. konferenco PIXE (X International Conference on Particle-induced X-ray Emission and its Analytical Applications), ki se je je udeležilo več kot 100 udeležencev iz celega sveta. 4 - 8. junij 2004, Ljubljana - Portorož (http://pixe2004.ijs.si/).
		<i>ANG</i> Under initiative of prof. dr. M. Budnar we have organized 10th PIXE conference (X International Conference on Particle-induced X-ray Emission and its Analytical Applications) which was attended by more than 100 researchers from all over the world. 4 - 8. june 2004, Ljubljana - Portorož (http://pixe2004.ijs.si/);
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	http://pixe2004.ijs.si/ X-ray spectrom., 2005, issue 4, vol. 34
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID	19114791
5.	Naslov	<i>SLO</i> Luka Koper - koncentracije posameznih elementov aerosolih z metodo PIXE.
		<i>ANG</i> Port of Koper - elemental concentrations in aerosols by PIXE.
	Opis	<i>SLO</i> Od leta 2002 izvajamo PIXE analize aerosolnih vzorcev iz območja terminala za razsuti tovor. Za potrebe non-stop vzorčevanja smo uvedli vzorčevalno tehniko s kvarčnimi filtri, ki omogoča nabiranje tedenskih vzorcev delcev PM10 ter določanje celotne mase drobnega prahu. Na podlagi izmerjenih koncentracij posameznih elementov v zraku smo ugotovili močno korelacijo Fe z razkladanjem Fe rude z ladij.
		<i>ANG</i> From 2002 on we are regularly performing PIXE analysis of aerosol particle samples taken at the open bulk terminal of Port of Koper. For the purpose of non-stop sampling we have developed a sampling and analysis technique for small particles (PM10) captured onto quartz filters which allows a simultaneous determination of the total particle mass. On the basis of our analysis we have discovered a strong correlation between Fe aerosol concentration and ship unloading activities.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Objavljeno v	X-ray spectrom., 2005, issue 4, vol. 34, str. 330-334.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	19119655

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Preučevali smo razpadno shemo argona pri ionizaciji z elektroni energije 1 keV. V koincidenzi smo opazovali Augerjeve elektrone, ki se izsevajo pri razpadu ene ali več vrzeli v lupini L in nabojno stanje argonovega iona, s katerim se konča razpad. Spektre smo posneli z 20-krat boljšo energijsko ločljivostjo od tiste, ki je bila na voljo prej: tako bistveno izboljšanje smo dosegli z novim konceptom eksperimenta – z uvedbo pulznega vzbujaanja tarče. S koincidenčnimi poskusi na žarkovni liniji tržaškega sinhrotrona Elettra ter berlinskega sinhrotrona Bessy II smo neposredno merili življenske čase dvojno vzbujenih stanj helija, ki so velikostnega reda nekaj deset ps ter preučevali vpliv homogenega električnega polja na verjetnost za razpad, mejnik, ker pokaže, kako je moč meriti tako kratke razpadne čase v običajnem multi-bunch načinu delovanja sinhrotrona. V zvezi s helijem je bila odmevna prva uspešna teoretična analiza sipanja VUV svetlobe na heliju v močnem električnem polju. Pri tem smo uporabili metodo kompleksne rotacije, ki posega na področje nehermitskih operatorjev in išče koristne povezave za njihovo uporabo v kvantni mehaniki. Teoretično smo obdelali fenomen Youngove interference pri autoionizaciji molekul in s tem v zvezi predlagali poskus z

molekulami vodika, ki so ga po naši napovedi uspešno izvedli francoski raziskovalci ter rezultat objavili v prestižni znanstveni reviji *Physical Review Letters*. V sodelovanju z madžarskimi raziskovalci smo kot prvi izmerili resonantni Augerjev pojav pri vzbujanju Ar z elektroni pri čemer smo zaradi vzbujanja z elektroni lahko opazovali efekt interference. Poleg pomembnih dosežkov skupine za rentgensko absorpcijo na osnovnem nivoju, kjer gre tudi za nekaj prvih metrološko natančnih določitev absolutnih absorpcijskih presekov z originalno zasnovanimi merilnimi celicami (Cs, I, K, Zn, Cd), se je skupina izkazala tudi na področju strukturnih raziskav (EXAFS, XANES), kjer so se izraziteje usmerili v študij nanostruktur in nekaterih eksotičnih agregatnih stanj: neurejenih zlitin, kvazikristalov ter okoljskih vzorcev. V tem programskem obdobju je skupina za visokoločljivo rentgensko fluorescenco, začela izvajati samostojne meritve na žarkovnih linijah evropskih sinhrotronov z lastnim, doma zasnovanim in izdelanim rentgenskim spektrometrom, ki je optimiziran za študij razredčenih vzorcev. Poleg lastnih poskusov na plinih smo izvajali tudi meritve RIXS za Mo, W, S, Ru v različnih trdnih in tekočih vzorcih, kar je tudi izjemno pomembno s stališča razvoja uporabnosti metode za raziskave materialov. Ta tehnika je namreč ena od redkih, s katero je mogoče preučevati valenčna stanja atomov globoko v materialu brez posebno skrbne priprave površin. Sinhrotronske raziskave površin so se v glavnem osredotočale na tanke sloje kovinskih in organskih materialov na podlagi iz polprevodnika, in potekajo v sodelovanju z žarkovno linijo ALOISA/HASPES ter laboratorijem TASC na tržaškem sinhrotronu Elettra. V zadnjem obdobju smo zasnovali in izdelali originalni spektrometer, s katerim merimo vibracijske porazdelitve molekul vodika in devterija ob prisotnosti različnih materialov. Delo je vpeto v povezavo EUROATOM, ki ga delno financira zaradi interesa raziskav robne plazme ob stenah fuzijskih generatorjev, v kateri vloga vibracijsko vzbujenih molekul vodika še ni pojasnjena. Meritve z ionskimi žarki (IBA metode), še posebej meritve s protonskim mikrožarkom, so v zadnjem programskem obdobju doživele razmah na področju problematik iz biologije, konkretno pri elementnem mapiranju na hitro zmrznjenih rastlinskih delov. Druge dejavnosti, ki smo jih razvijali, obsegajo izdelavo mikrostruktur (mikropetrijevke) ter študij aerosolov z ionskim (mikro)žarkom. Na področju razvoja novih tehnik je pomemben (nepredviden) dosežek prva postavitev konfokalne metode PIXE, s katero je mogoče meriti elementne koncentracije v vzorcih v treh dimenzijah.

ANG

We have successfully performed the Auger electron – ion charge state experiment to study decay of Ar L3 hole(s) generated by 1 keV electron impact. We have reached 20-times better energy resolution than available before by introducing a new experimental concept to improve signal-to-noise ratio: 1 MHz pulsed electron impact excitation of the gas target. In coincidence experiments at Elettra and Bessy II synchrotron we have directly measured only few tens of ps long lifetimes of doubly excited helium atoms. This achievement demonstrates the possibility to measure reliably such a short lifetimes using a normal, multibunch operating mode of the synchrotron. We obtained attention for our theoretical analysis of VUV light scattered from helium in the strong homogeneous electric field; we have employed a complex rotation method which is interesting by itself since the method deals with nonhermitian operators. We have worked out theoretically a phenomenon of Young interference on a single atomic-size slit arrangement and proposed an experiment with He ions impinging onto hydrogen molecules. An independent group of French researches has recently performed the experiment that fully confirmed our predictions and published their results in *Phys. Rev. Lett.* Recently we have collaborated with Hungarian researchers to measure for the first time the electron impact resonant Auger scattering in the vicinity of L3 edge of Ar.

Besides important achievements in the basic science regarding study of multiply excited states of mono-atomic vapors the x-ray absorption group is active in the field of the structure research (EXAFS, XANES), where it focuses onto study of nanostructures and exotic aggregates of disordered compounds, quasi crystals and samples of importance for the environment protection research. We have studied resonant x-ray scattering (RIXS) with a home made high resolution crystal spectrometer, which is designed for the spectrometry of diluted and relatively large samples. Besides the gas targets at ESRF we have made pilot RIXS measurements on solid samples containing Mo, W and S. Apart for the specific project this is important for the development of RIXS as a new powerful technique for structure studies. Synchrotron research of surfaces was focused onto thin layers of metallic and organic materials on semiconductor substrates, which are a prototype of nano, structured materials with new optical, transport and magnetic properties. The study of these complex systems with combination of different techniques was done at Elettra beamline ALOISA/HASPES. We deal with . The new spectrometer dealing with vibrationally excited hydrogen molecules was developed by our research program member and the operation is based on the principle of dissociative attachment of electrons. The work proceeds in the frame of Euroatom association and is partially funded by it due to the interest in the edge plasma, which occurs close to the walls of fusion reactors and where the role of vibrationally excited molecules is not yet fully understood. In the

last period a proton microbeam was extensively used to reconstruct elemental distribution of quickly frozen biological samples. Other activities, which were further developed are the micromachining (production of micro sized objects by proton beam writing) and aerosol studies. In IBA development an important (and unexpected) achievement was the first successful set-up of con-focal PIXE method which allows a 3D element selective tomography by measuring x-ray yield of an object moving through the sensitive micro volume of the x-ray polycapillary.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

V sklopu raziskav EXAFS, XANES, RIXS, XPS z rentgenskimi žarki ter ionskih metod PIXE, RBS, ERDA, NRA skupaj z njihovimi mikro- različicami, omogočamo različnim slovenskim (in tujim) laboratorijem s področij materialov, geologije, sintezne kemije, farmakologije, biologije, vakuumске tehnike, raziskav okolja in ohranjanja kulturne dediščine dostop do moderne merilne tehnologije s sinhrotronsko svetlobo in ionskimi žarki. Meritve izvajamo v sinhrotronskih laboratorijih HASYLAB, ESRF, ELETTRA, BESSYII ter v Mikroanalitskem Centru IJS in pri tem uporabljamo velik del lastne eksperimentalne opreme. Doslej smo tako sodelovali pri razvoju več tehnološko pomembnih materialov, kot so npr. mikroporozni katalizatorji, supraprevodne in feroelektrične keramike, surfaktanti, zaščitne in samočistilne prevleke, nanostrukturirani materiali in nekatere farmakološko pomembne makromolekule. Z intenzivno prisotnostjo na evropskih sinhrotronih ter uspešnimi obiski tujih raziskovalcev v Mikroanalitskem centru se krepi mednarodno sodelovanje. Kontinuirana prisotnost v mednarodnih centrih raziskav omogoča kvalitetno in kontinuirano delo, dostop do tujih znanj ter posredno prinaša ugled Sloveniji. Uveljavljena eksperimentalna skupina iz enega laboratorija sodeluje z uveljavljeno skupino teoretikov iz druge institucije: tako mednarodno delitev dela stalno srečujemo pri našem delu. Pogost dostop do sinhrotronov ter ionskega pospeševalnika je pomemben tudi s pedagoškega stališča zaradi seznanjanja študentov naravoslovja z množico različnih eksperimentalnih tehnik, ki so tu v uporabi. Vsebine iz področja sinhrotronskih merilnih tehnik in analitičnih metod s pospešenimi ioni so vključene v visokošolske programe na dodiplomskem in podiplomskem nivoju. Študentje imajo možnost pridobivanja izkušenj z neposrednim sodelovanjem pri meritvah ter analizah. Program nudi možnost za usposabljanje slovenskih raziskovalcev na področju uporabe sinhrotronske svetlobe v fiziki površin in novih materialov in s tem prenos znanja in visoke tehnologije v domače raziskovalne institucije in v industrijo. Udeležba pri raziskavah v zvezi s fuzijo ter laserjem na proste elektrone načeloma omogoča stik z najnaprednejšimi tehnologijami, ki se uporabljajo pri konstrukciji tokamaka ITER ter izvirov FEL. Te tehnologije bodo v naslednji fazi uporabljene pri komercializaciji, hkrati pa nudijo možnosti za sproti spin-off. Aktivno sodelujemo pri iskanju rešitev pri onesnaženju okolja s težkimi kovinami in prahom ter pri projektu ohranjanja dokumentov iz kulturne dediščine. Podobno študijo s prstjo, kot je tista iz Cornwalla (onesnaženje z As) smo začeli izvajati na območju Slovenije (Cd, Pb v Mežiški dolini). Sodelujemo na projektu analiz onesnaženja prsti s kovinami (Cu, Fe) v vinogradih na področju zahodne Slovenije in Furlanije, ki so osnova za razvoj uspešnih sanacijskih tehnik. V sodelovanju z Narodno in univerzitetno knjižnico v Ljubljani analiziramo razgradnjo celuloze v historičnih rokopisih zaradi korozivnih lastnosti železo galnih črnih. Pri metodiki vzorčevanja in določanju elementnih koncentracij z ionskim žarkom v aerosolih smo v preteklosti dosegli konkretne rezultate in predvidene so raziskave v zvezi s problemom prašenja znotraj bivanjskih in delovnih prostorov (delavnice, produkcijski obrati), kjer so dihalne obremenitve za ljudi velikokrat večje kot prostem. Razviti in uporabljati nameravamo prenosni XRF analizator, ki bo omogočal analize prahu in-situ in v realnem času. O rezultatih poročamo na javnih delavnicah, v delovnih okoljih ter v znanstvenih publikacijah. Iz posnetih elementnih kart na hitro zamrznjenih posameznih delov teh rastlin v sodelovanju z biologi odkrivamo ključne točke delovanja hipeakumulatornih procesov in preučujemo specifične lastnosti slovenskih kulturnih rastlin kot je ajda.

ANG

Our expertise with x-rays (EXAFS, XANES, RIXS, XPS) and ion beam methods (PIXE, RBS, ERDA, NRA) together with their micro- versions allows Slovenian laboratories (as well as those from abroad) working in the field of material research, geology, chemical synthesis, pharmacology, biology, vacuum technology, environmental research and cultural heritage preservation to approach modern analytical methods with synchrotron light and ion beams. So far our measurements are performed at synchrotron research centers HASYLAB, ESRF, ELETTRA, BESSYII and at the ion beam facility Mikroanalytical Center IJS in Ljubljana, where mostly our own instrumentation is used. We participated in the development of several technologically important materials, such as microporous catalysts, superconducting and ferroelectric ceramics, surfactants, thin layer and self-cleaning coatings and some pharmaceutical molecules. We are also active in solving the environmental problems due to

pollution with heavy metals, pesticides and biological agents, and in preservation of the cultural heritage. A constant presence in the international research centers allows for a research work of enduring quality, the access to the foreign knowledge and indirectly, a generation of a positive image of Slovenia. A regular access to the synchrotron and ion accelerator beamtime is important also from the pedagogical point of view to demonstrate to students a wealth of experimental approaches which are developed to efficiently use the available resources. These techniques are also presented in a number of academic programs at the undergraduate or graduate level. The students can gain the knowledge of modern characterization techniques with synchrotron light and ion beams by direct involvement in our measurements and by the participation in data analysis. Equally, the program provides the opportunity for Slovene scientists to gain experience in the surface and material science and for the transfer of the high-technology know-how to the research and industrial labs. Our involvement with the fusion and free electron laser related research allows, in principle, the contact with the most advanced technologies for the construction of ITER and FEL sources. In the next phase these technologies will be commercialized and they offer the opportunity for the spin-off activities. We are actively collaborating in finding the solutions for the environment reconstruction due to the heavy metal and dust pollution and we are involved in the restoration project of important documents of the cultural heritage. Similar studies of the soil as performed for the Cornwall region (As pollution) we have started in Slovenia in Mežiška valley (Cd and Pb pollution). We will concentrate on studying the possibilities of toxic metal transfer into the food chain due to the accumulation in plants and on their bioavailability due to respiratory and gastrointestinal uptake. An analysis of vineyard soils from southwest Slovenia and Friulia for contamination with Cu and Fe through intensive agricultural methods is under way; the results will be used in devising the efficient recovery measures. In collaboration with the National Library, historic documents are examined for the decomposition of the cellulose by the corrosive action of iron-gall inks. In the past we have successfully developed sampling and ion beam analysis techniques to determine elemental concentrations in aerosols. We reported the results at public workshops, working environments and in the research papers. A proton microbeam is used to generate high resolution elemental maps of frozen biological samples, for example to study the mechanisms of plant hyper accumulators of toxic metals.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji		
- doktorati	4	3
- specializacije		
Skupaj:	4	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		
- gospodarstvo			
- javna uprava			
- drugo	1		
Skupaj:	4	0	0

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

Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
--	-----------

1.	http://www.p-ng.si/~arcon/xas	
2.	http://www.p-ng.si/~arcon/xas-si	
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

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

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

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	
Skupaj:	0

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

5. OP EU: 1) INKCOR, EVK4/CT/2001/00049 "Stabilization of iron gall ink containing paper". 6 OP EU: Euroatom, FU06-CT-2003-00010 1) EUROATOM FU06-CT-2003-00010 ter EURATOM-MHEST, P2: "Interaction of vibrationally excited hydrogen with fusion relevant materials", št. pog. 3211-05-000017. 2) EURATOM-MHEST, P5: "Application of ion beam analytical methods to the studies of plasma wall interaction in tokamaks", št. pog. 3211-05-000017 Odobren in realiziran merilni čas za projekte, ki so jih predlagali člani tega programa v obdobju januar 2004 - april 2008 na evropskih sinhrotronih v skupnem trajanju 4800 ur po letih: 2004: 1). "X-ray absorption studies on random alloys", II-01-044, HASYLAB@DESY, Hamburg, Nemčija, 4.7. do 20. 7. 2004, 16 x 24 ur. 2005 2). "Atomic absorption in the L-edge region", HASYLAB, DESY, II-04-065 EC, odobreni merilni čas 24.5-6.6.2005. 3). "EXAFS analysis of the B-site ion disorder in the paraelectric phase of strontium titanate SrTiO₃", ELETTRA, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005156, odobreni merilni čas 12.7.-15.7.2005. 4). "XAS studies of Ti, Mn and Fe cations local environment in catalysts for oxidation reactions" ELETTRA, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005247, odobreni merilni čas 15.7.-17.7.2005 in 22.11.-24.11.2005. 5). "Degradation and stabilisation of iron gall ink containing paper", SRS Daresbury, št. eksperimenta 45330, odobreni merilni čas 13.10.-21.10.2005. 6). "Submonolayer phases of Cu-Pc/Au(110) formation", ELETTRA, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005375, odobreni merilni čas 11.10.2005-15.10.2005.

- 7). "Resonant Raman effect in the region of Xe L edge studied by high resolution X-ray spectroscopy", ELETTRA-XAFS beamline, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2004776, odobreni merilni čas 12.5.2005-19.5.2005.
- 8). "Lifetimes of doubly excited He in static electric field", ELETTRA-GAPH beamline, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005256, odobreni merilni čas 28.11.2005-3.12.2005.
- 9). "Submonolayer phases of Cu-Pc/Au(110) formation" ELETTRA, HASPES beamline, 24x8 ur.

2006:

- 10). "Atomic Absorption in the L-edge Region", HASYLAB, DESY, II-04-065 EC, odobren in realiziran merilni čas 21.3 do 29. 3. 2006 (8 x 24 ur), 28. 11 do 4. 12. 2006 (6 x 24 ur).
- 11). "High resolution studies of the resonant Raman and anomalous elastic X-ray photons scattered from atoms and molecules", ELETTRA-XAFS, long-term project, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2006109, odobreni merilni čas 9.10.-15.10.2006.
- 12). "Anomalous elastic scattering of x-ray photons near Ar K edge", ELETTRA-XAFS beamline, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005635, odobreni merilni čas 7.2.2006- 13.2.2006.
- 13). "XAFS study of La and Zr local environment in amorphous precursors of La₂Zr₂O₇ ceramics", ELETTRA-XAFS beamline, od 1. 11. do 6. 11. 2006, 5 x 24 ur.
- 14). "Molecular Orientation of thin PTCDA films by means of angle resolved Resonant Photoemission", ELETTRA - ALOISA beamline, 21 x 8 ur.

2007:

- 15). "XAS Studies of Ti, Mn and Fe Cations Local Environment in Catalysts for Oxidation Reactions", ELETTRA-XAFS, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2005247, 28.3.-2.4.2007 (5 x 24 ur)
- 16). "High resolution studies of the resonant Raman and anomalous elastic X-ray photons scattered from atoms and molecules", ELETTRA, long-term project, RII3-CT-2004-506008, št. eksperimenta 2006109, odobreni merilni čas 18.-26.3.2007 in 22.-29.8.2007.
- 17). In-house merilni čas na povabilo na žarkovni liniji ID26 z visokoločljivim spektrometrom za rentgenske žarke (dr. P. Glatzel), ESRF-Grenoble, merilni čas 29.3.2007-10.4.2007 ter 4.9.2007 - 25.9. 2007.
- 18). "XAS studies of Ti, V, Mn and Fe local environment in hierarchical porous catalysts", ELETTRA-XAFS beamline, odobren in realiziran merilni čas ter 29.8.-5.9.2007 (5 x 24 ur).
- 19). "Atomic Absorption in the L-edge Region", HASYLAB, DESY Hambureg, odobren in realiziran merilni čas 24.6.-3.7.2007 (8 x 24 ur) ter 27.11-3.12.2007 (6 x 24ur).
- 20). "Atomic x-ray absorption of iodine by thermal decomposition of I₂ vapor", ESRF - Grenoble, odobren in realiziran merilni čas od 4.7. do 10.7.2007 (7 x 24 ur)
- 21). "Charge transfer dynamics at hetero-organic interface studied by resonant photoemission". ELETTRA- ALOISA beamline, št. eksperimenta 2007679, 21 x 8 ur.

2008 (že realizirano):

- 22). "RIXS spectroscopy of sulfur containing molecules around the 1s threshold", ESRF-ID26 beamline, št. eksperimenta HE-2788, odobreni merilni čas 8.4.2008-15.4.2008, inhouse merilni čas 16. - 29.4.2008.

Bilaterale:

- 1) BI-HU/04-05-013 Visokoločljivostna rentgenska spektroskopija - orodje za študij atomskih procesov v notranjih lupinah ter njena potencialna aplikativna uporaba.
- 2) BI-HR/04-05-028 Globinsko profiliranje vodika in drugih lahkih elementov v tankih plasteh z metodo elastično odrinjenih ionov (ERDA).
- 3) BI-HR/04-05-025 Rečni sedimenti kot indikatorji obrabe sten in možnega antropogenega onesnaženja
- 4) BI-SC/04-05-023 Trki med elektroni in molekulami - ioni iz disociativnih procesov
- 5) BI-ES/04-05-010 "Preparation and characterization of ternary metallic nitride coatings and duplex structures with improved corrosion and oxidation resistance".
- 6) BI-FR/02-04 -15, Koincidenčna spektroskopija atomov in molekul, bilateralni projekt z DIAM, Pariz, Francija.
- 7) BI-FRA 2006-2007, "Low dose cell irradiation: effect of geometrical confinement", sodelovanje s skupino iz Laboratorija "Pierre Sue", Saclay, Francija.
- 8) BI-FRA 2005-2006, Študij večdelčnih atomskih relaksacij z magnetno steklenico, bilateralni projekt Slovenija-Francija.
- 9) BI-FR07-PROTEUS-010, Nove tehnike detekcije pri pulznih koincidenčnih poskusih. Sodelovanje s CNRS-UMR 7614, Pariz, Francija.
- 10) BI-HU/16/2005, 2006-2007, Application of scanning nuclear microprobe techniques in the field of nanotechnology and microbiology, s skupino iz instituta ATOMKI, Debrecen.
- 11) BI-IT/03-05-026, "Študij elektronskih in strukturnih lastnosti ultratankih filmov in mejnih plasti", bilateralni projekt Slovenija-Italija.

- 12) UK-SLO Partnerships in Science Project : PSP 21/2005 In Situ Monitoring Approaches for Soils Contaminated with Arsenic and Other Toxic Element (2005)
- 13) UK-SLO Partnerships in Science Project : PSP No. 1/2006 Development of environmental assessment methodology for lead-contaminated land around a former lead mine, Meža valley, Slovenia (2006)
- 14) UK-SLO Partnerships in Science Project : PSP 1/2007 Development of environmental assessment methodology for soil contaminated with heavy metals (2007)
- 15) Japonsko-Slovenski projekt "Application of proton microbeam in environmental research" za obdobje 2007-2009, s skupino iz Tohoku University, Sendai, Japonska.

Razno:

- 1) IAEA, Dunaj, CRP F12019, Development of Nuclear Microprobe Techniques for the Quantitative Analysis of Individual Microparticles, Subproject "Nuclear microprobe analysis of individual microparticles found inside fusion reactors, tissues, paints and environment". Trajanje 2005-2006.
- 2) 2004-2007 EU INTERREG IIIA ITA-SLO Crossborder Collaboration Programme: "Creazione di rete di ricerca Italo-Slovena per lo studio dei materiali nanostrutturati e l'utilizzo della radiazione di sincrotrone", Laboratorio TASC-INFN, Area Science Park, Trst, Italija.
- 3) Partnerji na projektu COST 539: Electroceramics from nanopowders produced by innovative methods (Elektronska keramika iz nano-prahov, pripravljenih po inovativnih postopkih)
- 4) Partnerji na projektu: Centre for advanced processing, technologies and materials for ceramic electro and electromechanical devices, Contract no.: G1MA-CT-2002-04029
- 5) Partnerji na projektu PHARE št. 4905802-01-01-0013, "Monitoring of air pollution by aerosols PM10", ki se je začel konec leta 2004. Z naše strani smo odgovorni za PIXE analize aerosolnih vzorcev ter izdelavo večkanalnega vzorčevalnika.
- 6) COST-528 "Chemical solution deposition on thin films", prispevali smo EXAFS raziskave ter
- 7) COST-633 "Particulate Matter: properties related to health effects", prispevali smo PIXE analize aerosolov.
- 8) partnerji MED POL ME/6030-00-04 BL2209, 2122, Development of the Medpol Phase III data base.

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

- "Analize in vzorčevanje aerosolov", U1-BL-F2-229/04, naročnik Univerza na Primorskem. - "Ovrednotenje vsebnosti kemijskih elementov", naročnik Univerza na Primorskem.

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

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

Naslov	Odločilen je zračni filter za motojem
Opis	V članku so opisane primerjalne meritve koncentracije prahu v zraku pred vstopom in po izstopu iz različnih vrst talnih sesalnikov. Ugotovljeno je, da nekateri sesalniki oddajajo v zračni izpust več prašnih delcev, kot jih je zaznati na njihovem vhodu. Predvsem gre za fin ogljikov prah, ki se sprošča pri obrabi krtačk.
Objavljeno v	Delo dom, 2007, letn. 15, no. 44, str. 36-40
COBISS.SI-ID	21294119

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

Naslov	Od novih materialov do sanacije okolja.
Opis	Članek poljudno predstavlja različne nove materiale in njihove raziskave s sinhrotronsko svetlobo in metodo EXAFS in XANES.
Objavljeno v	Primorske novice. [Tiskana izd.], 17. dec. 2008, leto 62, št. 292, str. 23, ilustr.
COBISS.SI-ID	1041915

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

1.	Naslov predmeta	Matematična fizika I Matematična fizika II Fiz. praktikum I Fiz. praktikum II Fiz. praktikum III Fiz. praktikum IV Modelska analiza Matematična fizika Atomska fizika Ionske metode Fizikalna merjenja I Fizikalna merjenja I Fizika površin
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Univerzitetni dodiplomski - Fizika Visokošolski strokovni program Fizika Podiplomski program Fizika kondenzirane materije Podiplomski program Jedrska tehnika Univerzitetni program Fizika Visokošolski strokovni program Fizika Podiplomski program Fizika kondenzirane materije
	Naziv univerze/fakultete	Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
	Naslov predmeta	Karakterizacija sestave in strukture
2.	Vrsta študijskega programa	Podiplomski program Nanoznanosti in nanotehnologije
	Naziv univerze/fakultete	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana

3.	Naslov predmeta	Elektronske in fotonske spektroskopije Rentgenske spektroskopije Rentgenska absorpcijska spektrometrija Fizika Merjenje in instrumentacija
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski študijski program Karakterizacija materialov Študijski program II. stopnje Eksperimentalna fizika Študijski program I. stopnje Inženirska fizika Univerzitetni študijski program Okolje Magistrski študij stojništva in menedžmenta
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za podiplomski študij, Univerza v Novi Gorici Fakulteta za aplikativno naravoslovje, Univerza v Novi Gorici Fakulteta za znanosti o okolju, Univerza v Novi Gorici Poslovno - tehniška fakulteta, Univerza v Novi Gorici
4.	Naslov predmeta	Fizika I Fizika II Fizika - Izbrana poglavja Temelji klasične fizike Valovanje in zgradba snovi Fizika Temelji klasične fizike Fizika Fizika Eksperimentalna fizika Tehniška fizika Tehniška fizika
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program Strojništvo Univerzitetni program Strojništvo Magistrski študijski program Strojništvo Bolonjski univerzitetni program Strojništvo Bolonjski univerzitetni program Strojništvo Bolonjski univerzitetni program Strojništvo Bolonjski univerzitetni program Gospodarsko inženirstvo Univerzitetni program Tekstil Bolonjski univerzitetni program Oblikovanje in tekstilni materiali Univerzitetni program Tekstil Visokošolski program Strojništvo Visokošolski program Tekstil
	Naziv univerze/ fakultete	Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
	Naslov	Fizika

5.	predmeta	Fizika
	Vrsta študijskega programa	Visokošolski strokovni študijski program rudarstva in geotehnologije Univerzitetni študijski program rudarstva in geotehnologije
	Naziv univerze/fakultete	Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
6.	Naslov predmeta	Biofizika
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program
	Naziv univerze/fakultete	Veterinarska fakulteta Ljubljana, Univerza v Ljubljani
7.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz fizike
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program Biotehnologija
	Naziv univerze/fakultete	Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
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:	☐	☐	☐	☐	

Komentar¹⁵

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

Matjaž Žitnik	in/ali	Institut "Jožef Stefan"
		Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
		Univerza v Novi Gorici
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1146

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

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

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

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

Objavljeno v: OBERMAJER, N., 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](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v 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](#)

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

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

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

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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

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

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

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

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

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

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