

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/175

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J7-0352
Naslov projekta	Mapiranje v stenah fuzijskih reaktorjev in znotraj bioloških celic
Vodja projekta	12314 Primož Pelicon
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.170
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	02.2008 - 01.2011
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	13.01
Naziv	Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Sofinancerji²

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Raziskovalni projekt J7-0352 »Mapiranje v stenah fuzijskih reaktorjev in znotraj bioloških celic« (v nadaljnjem besedilu Projekt) se je v toku celotnega trajanja odvijal uspešno in po programu. Od začetka dela na projektu v aprilu 2008 do trenutka oddaje tega poročila je bilo na Mikroanalitskem centru IJS namenjeno delu na Projektu nad 4000 ur žarkovnega časa na pospeševalniku »Tandetron«. Približno tretjina projektnega žarkovnega časa je bila namenjena razvoju spektroskopskih metod na ionskem mikrožarku, ostali žarkovni čas pa je bil namenjen za izvajanje raziskav s tako razvitimi spektroskopskimi metodami. V okviru projekta smo dosegli velik napredek v razvoju spektroskopskih metod na ionskem mikrožarku in z njimi izvedli vrsto raziskav na področju fuzije in biomedicine. Eksperimentalno delo je potekalo na raziskovalni infrastrukturi IJS in je bilo vpeto v mednarodne raziskovalne projekte. Z razvojem spektroskopskih metod v okviru tega Projekta, ki jih ni na voljo drugje po svetu, smo se vključili v program mednarodnega dostopa: na visokoenergijski ionski mikrožarek IJS dostopajo raziskovalci iz Evropskega raziskovalnega prostora, njihove stroške pa krije 7. OP EU.

Ionski mikrožarek je ob vključitvi ionskega pospeševalnika tandetron v program mednarodnega dostopa konzorcija SPIRIT (7. OP EU »SPIRIT«, št. 227012, od leta 2009, www.spirit-ion.eu) zaradi izboljšav, doseženih v okviru Projekta, postal najpomembnejša naprava na ionskem pospeševalniku IJS za dostop raziskovalcev iz Evropskega raziskovalnega prostora.

Od začetka izvajanja Projekta smo s pomočjo sredstev tega projekta ARRS in projekta 7. OP EU EURATOM, pogodba FU07-CT-2008-00012 PWI-08-TA-06/MHEST/PS/01, pridobili nov tip litijevega izmenjalnega kanala za tvorbo negativnega helijevega žarka, ki nam je omogočal razvoj metode selektivne detekcije devterija z jedrsko reakcijo $D(3\text{He},p)4\text{He}$. V ta namen smo skonstruirali nosilec za detektor nabitih delcev z veliko detekcijsko površino, ki omogoča separacijo visokoenergijskih protonov (Energija nad 10 MeV) iz reakcije $D(3\text{He},p)4\text{He}$. Žarek 3He na postaji z visokoenergijskim ionskim mikrožarkom smo uspeli zbrati na dimenzijo $5 \times 5 \mu\text{m}^2$. Metoda nosi naziv mikro-NRA in omogoča kvantitativno mapiranje koncentracij odloženega devterija v površinah. (Pelicon et al., Nucl. Instr. Meth. B, 2011). To nam v zadnjih dveh letih omogoča uspešno delovanje v mednarodnih fuzijskih raziskavah. V obdobju trajanja projekta ARRS smo se uspešno vključili v Projekt DITS (Deuterium Inventory in Tore Supra), ki ga je koordinirala organizacija CEA, Cadarache, Francija. V široki mednarodni kolaboraciji smo preučili usodo devterija med dolgim obratovanjem tokamaka Tore Supra. Z metodo mikro-NRA smo ovrgli predvidevanja, da bi lahko globoko v kastelacijskih režah prve stene tokamaka potekalo intenzivno zadrževanje goriva (Dittmar et al., Journal of Nucl. Mat., 2011). Pokazali smo, da je v področjih sten tokamakov iz ogljikovih kompozitov, kjer poteka intenzivna erozija, zadrževanje goriva omejeno na topografske nepravilnosti v poroznem površju. Gorivo se odloži in zadrži v globokih delih luknjičastega površja (Pelicon et al., Nucl. Instr. Meth. B, 2011).

V okviru Projekta je potekalo intenzivno delo na področju razvoja spektroskopske postavitve za merjenje elementnih porazdelitev v bioloških tkivih. Konec leta 2010 smo dokončali konstrukcijo sistema za transport in vzdrževanje tkiv v stanju globoke podhladitve z vključeno vodo (zamrznjenih hidriranih bioloških tkiv) med meritvami mikro-PIXE.

Za to tehnološko zahtevno konstrukcijo smo uporabili domače konstruktersko znanje in tehnologijo Delavnic IJS. Konstrukcija je vključevala razvoj kriostata, toplotnih vodnikov, meritve temperature, vakuumski transport podhlajenega vzorca na hladni prstan vakuumskega goniometra. Pri tem smo intenzivno sodelovali z Biotehnično fakulteto

Univerze v

Ljubljani (BF UL). Z laboratorijem za rastlinsko fiziologijo BF UL smo optimizirali standardno pripravo tkiv, ki vključuje ultra-hitro zamrznitev tkiva, rezanje na kriotomu in vakuumsko kriolofilizacijo. V okviru Projekta smo razpisali diplomsko nalogo in v njenem okviru je študent Tilen Žagar konstruiral detekcijski sistem za presevalno ionsko mikroskopijo (angl. Scanning Transmission Tomography, STIM) s sistemom, ki omogoča meritve spektrov STIM z visoko resolucijo v visokotokovnem režimu vzporedno s spektroskopijo PIXE (ang. On-off axis STIM), ki je od takrat v stalni rabi in deluje sočasno s spektroskopijo mikro-PIXE.

Med trajanjem Projekta smo izvedli niz dolgih merilnih ciklov z metodo mikro-PIXE v bioloških tkivih. Zelo pomembno fazo v procesu meritev, ki vključuje pripravo tkiv, so v sodelovanju z uporabniki izvedle sodelavke s Katedre za rastlinsko fiziologijo BF UL.

V okviru projekta smo izvedli raziskave in rezultate objavili na področjih:

- rastlinske fiziologije in interakcije rastlin s kovinami v tleh (Vogel-Mikuš et al., *New phytol.*, 2008, Vogel-Mikuš et al., *Plant, Cell & Environment*, 2008, Pongrac et al, *Nucl. Instr. Meth. B* 2010, Vogel-Mikuš et al., *Symbiotic fungi : principles and practice*, Springer 2009, Vogel-Mikuš et al., *Soil heavy metals*, Springer 2010),
- raziskav mineralne vsebnosti žitaric v sodelovanju s akad. prof. dr. Ivanom Kreftom (Vogel-Mikuš et al., *Nucl. Instr. Meth. B* 2009, Pongrac et al., *J. agric. food chem.*, 2011),
- raziskav na področju nanotoksikologije: vpliv izpostavitve nanodelcem TiO₂ in nanosrebra na testne organizme (Pipan-Tkalec et al, *Nucl. Instr. Meth. B* 2011). Pokazali smo, da aplikacija nanosrebra pri prehrani modelskih organizmov *Porcellio* povzroči raztapljanje srebra iz nanooblike v ionsko obliko in prehajanje skozi celične membrane v fiziološko aktivne celice. Pri aplikaciji nanodelcev TiO₂ smo podobno prehajanje opazili samo, ko so bile celične membrane poškodovane.
- gozdarstvo: raziskovali smo procese celjenja drevesnih poškodb (Merela in sod., *Nucl. Instr. Meth. B* 2009) .

Pomemben del raziskav je bil posvečen razvoju konfokalne spektroskopije PIXE. V letih 2006 in 2007 smo izvedli prve poskuse s konfokalno spektroskopijo PIXE v svetovnem merilu (Karydas et al, *JAAS* 2007). V nadaljnjem delu pri razvoju konfokalne PIXE smo pokazali, da metoda sodi med najuspešnejše pri karakterizaciji rentgenskih leč v sprejemnem načinu delovanja (Wolff in sod., *JAAS* 2009). Izvedli smo prve uspešne tomografske poskuse z metodo (Žitnik et al, *Appl. Phys. Lett.* 2008, Žitnik et al, *JAAS* 2010). Delo smo v začetku izvajali na detektorjih rentgenskih žarkov za metodo PIXE. To je ob vsakem ciklu eksperimentov predelavo sistema za mikro-PIXE. V letu 2009 smo pričeli z izgradnjo neodvisnega detekcijskega sistema za konfokalno PIXE in ga v letu 2010 dokončali (Grlj et al., *Nucl Instr. Meth. B*, 2011). To je prvi in edini sistem za konfokalno spektroskopijo v svetovnem merilu. Na njem opravlja svoje doktorsko delo mlada raziskovalka Nataša Grlj, univ. dipl. fiz.

Tehnologijo priprave tkiv in spektroskopijo mikro-PIXE, ki smo je razvijali v okviru projekta, smo nudili evropskim raziskovalcem v okviru programa Mednarodnega dostopa (ang. Transnational Access, TNA) projekta 7. OP SPIRIT (7. OP EU »SPIRIT«, št. 227012, trajanje 1.3.2009-28.2.2013, www.spirit-ion.eu) za gostujoče uporabnike iz Evropskih laboratorijev.

Pri tem smo z metodo mikro-PIXE preučevali naslednje procese v rastlinskih tkivih:

1. Privzem in porazdelitev aluminija v listnem tkivu čajevca, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, Projekt mednarodnega dostopa (TNA) 001 dr. Roser Tolra z Univerze v Barceloni.
2. Vsebnost in privzem bakra v rastlinah tobaka, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 002, dr. Nathalie Verbruggen z Univerze v Bruslju.

3. »Chemically-assisted metal phytoextraction: uptake and translocation of the Cu-EDDS complex by roots«, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 005, Benedetta Cestone, Univerza v Pisi.
4. Privzem težkih kovin v rogozi, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 008, dr. Lyudmile Lyubenove iz Helmholtzovega centra v Minhnu (Lyudmila Lyubenova, Paula Pongrac, Katarina Vogel-Mikuš, Gašper Kukec Mezek, Primož Vavpetič, Nataša Grlj, Peter Kump, Marijan Nečemer, Marjana Regvar, Primož Pelicon, Peter Schröder, "Localization and quantification of Pb and nutrients in *Typha latifolia* by micro-PIXE", Poslano v objavo v "Environmental and experimental botany").
5. Micro-Pixe Analysis of an 'Halotropic' Plant. Elemental Distribution in Root and Shoot of *Bassia Indica* under Saline Gradient in Soil, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 026, prof. Avi Golan, Ben-Gurion University of the Negev.
6. Variability of elements in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) bark and needles in the vicinity of oil refinery in Lithuania, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 033, dr. Edita Baltrenaite, Vilnius Gediminas Technical University.
7. »Micro-localization of elements in non-hyperaccumulators plants under different nutrient deficiencies and nutrient and pollutant toxicities«, v okviru projekta EU FP7 SPIRIT, TNA 047, dr. Saul Vasquez Reina, EEAD-CSIC, Zaragoza.

Reference:

1. VOGEL-MIKUŠ, Katarina, REGVAR, Marjana, MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ, Jolanta, PRZYBYŁOWICZ, Wojciech J., SIMČIČ, Jurij, PELICON, Primož, BUDNAR, Miloš. Spatial distribution of cadmium in leaves of metal hyperaccumulating *Thlaspi praecox* using micro-PIXE. *New phytol.*, 2008, issue 3, vol. 179, str. 712-721, doi: [10.1111/j.1469-8137.2008.02519.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02519.x). [COBISS.SI-ID [24445913](#)]
2. VOGEL-MIKUŠ, Katarina, SIMČIČ, Jurij, PELICON, Primož, BUDNAR, Miloš, KUMP, Peter, NEČEMER, Marijan, MESJASZ-PRZYBYŁOWICZ, Jolanta, PRZYBYŁOWICZ, Wojciech J., REGVAR, Marjana. Comparison of essential and non-essential element distribution in leaves of the Cd/Zn hyperaccumulator *Thlaspi praecox* as revealed by micro-PIXE. *Plant cell environ.* [Print ed.], 2008, vol. 31, no. 10, str. 1484-1496. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3040.2008.01858.x>, doi: [10.1111/j.1365-3040.2008.01858.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2008.01858.x). [COBISS.SI-ID [21875495](#)]
3. ŽITNIK, Matjaž, PELICON, Primož, GRLJ, Nataša, KARYDAS, Andreas-Germanos, SOKARAS, D., SCHÜTZ, R., KANNGIEßER, B. Three-dimensional imaging of aerosol particles with scanning proton microprobe in a confocal arrangement. *Appl. phys. lett.*, 2008, vol. 93, no. 9, str. 094104-1-094104-3. [COBISS.SI-ID [21971495](#)]
4. NEČEMER, Marijan, KUMP, Peter, ŠČANČAR, Janez, JAČIMOVIĆ, Radojko, SIMČIČ, Jurij, PELICON, Primož, BUDNAR, Miloš, JERAN, Zvonka, PONGRAC, Paula, REGVAR, Marjana, VOGEL-MIKUŠ, Katarina. Application of X-ray fluorescence analytical techniques in phytoremediation and plant biology studies. *Spectrochim. acta, Part B: At. spectrosc.* [Print ed.], 2009, vol. 63, no. 11, str. 1240-1247, doi: [10.1016/j.sab.2008.07.006](https://doi.org/10.1016/j.sab.2008.07.006). [COBISS.SI-ID [21919015](#)]
5. SOKARAS, Dimosthenis, GRLJ, Nataša, PELICON, Primož, ŽITNIK, Matjaž. Quantitative analysis in confocal micro-PIXE-general concept and layered materials. *J. anal. at. spectrom.*, 2009, vol. 24, no. 5, str. 611-621. [COBISS.SI-ID [22579495](#)]
6. WOLFF, Timo, GRLJ, Nataša, PELICON, Primož, ŽITNIK, Matjaž. Performance of a polycapillary half lens as focussing and collecting optic-a comparison. *J. anal.*

- at. spectrom.*, vol. 24, no. 5, 2009, str. 669-675. [COBISS.SI-ID [22742567](#)]
7. VOGEL-MIKUŠ, Katarina, PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, KREFT, Ivan, REGVAR, Marjana. Elemental analysis of edible grains by micro-PIXE: common buckwheat case study. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], 2009, issue 17, vol. 267, str. 2884-2889, doi: [10.1016/j.nimb.2009.06.104](#). [COBISS.SI-ID [6030457](#)]
 8. MERELA, Maks, PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, REGVAR, Marjana, VOGEL-MIKUŠ, Katarina, SERŠA, Igor, POLIČNIK, Helena, POKORNY, Boštjan, LEVANIČ, Tom, OVEN, Primož. Application of micro-PIXE, MRI and light microscopy for research in wood science and dendroecology. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], 2009, vol. 267, no. 12/13, str. 2157-2162, doi: [10.1016/j.nimb.2009.03.062](#). [COBISS.SI-ID [22503463](#)]
tipologija 1.08 -> 1.01
 9. UZONYI, I., PELICON, Primož, SIMČIČ, Jurij. Investigation of impact materials around Barringer Meteor Crater by SEM-EDX and micro-PIXE techniques. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], 2009, vol. 267, no. 12/13, str. 2225-2228, doi: [10.1016/j.nimb.2009.03.014](#). [COBISS.SI-ID [22503975](#)]
tipologija 1.08 -> 1.01
 10. ŽITNIK, Matjaž, PELICON, Primož, BUČAR, Klemen, GRLJ, Nataša, KARYDAS, Andreas-Germanos, SOKARAS, Dimosthenis, SCHUTZ, R., KANNGIEBER, Birgit. Element-selective three-dimensional imaging of microparticles with a confocal micro-PIXE arrangement. *X-ray spectrom.*, 2009, vol. 38, no. 6, str. 526-539. [COBISS.SI-ID [23149607](#)]
 11. VOGEL-MIKUŠ, Katarina, PONGRAC, Paula, PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, POVH, Bogdan, BOTHE, Hermann, REGVAR, Marjana. Micro-PIXE analysis for localization and quantification of elements in roots of mycorrhizal metal-tolerant plants. V: VARMA, Ajit (ur.), KHARKWAL, Amit C. (ur.). *Symbiotic fungi : principles and practice*, (Soil biology, 18). Heidelberg [etc.]: Springer, 2009, str. 227-242. [COBISS.SI-ID [2081871](#)]
 12. ŽITNIK, Matjaž, KASTELIC, Andreja, RUPNIK, Zdravko, PELICON, Primož, VAUPETIČ, Primož, BUČAR, Klemen, NOVAK, Saša, SAMARDŽIJA, Zoran, MATSUYAMA, S., CATELLA, G., ISHII, K. Time-resolved measurements of aerosol elemental concentrations in indoor working environments. *Atmos. environ. (1994)*. [Print ed.], 2010, vol. 44, issue 38, str. 4954-4963, doi: [10.1016/j.atmosenv.2010.08.017](#). [COBISS.SI-ID [24015399](#)]
 13. ŽITNIK, Matjaž, GRLJ, Nataša, VAUPETIČ, Primož, PELICON, Primož, BUČAR, Klemen, SOKARAS, Dimosthenis, KARYDAS, Andreas-Germanos, KANNGIEBER, Birgit. 3D-reconstruction of an object by means of a confocal micro-PIXE. *J. anal. at. spectrom.*, 2010, issue 1, vol. 25, str. 28-33, doi: [10.1039/b912058k](#). [COBISS.SI-ID [23149863](#)]
 14. PONGRAC, Paula, VOGEL-MIKUŠ, Katarina, VAVPETIČ, Primož, SNOJ TRATNIK, Janja, REGVAR, Marjana, SIMČIČ, Jurij, GRLJ, Nataša, PELICON, Primož. Cd induced redistribution of elements within leaves of the Cd/Zn hyperaccumulator *Thlaspi praecox* as revealed by micro-PIXE. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], 2010, vol. 268, no. 11/12, str. 2205-2210, doi: [10.1016/j.nimb.2010.02.089](#). [COBISS.SI-ID [23518759](#)]
 15. VOGEL-MIKUŠ, Katarina, KUMP, Peter, NEČEMER, Marijan, PELICON, Primož, ARČON, Iztok, PONGRAC, Paula, POVH, Bogdan, REGVAR, Marjana. Quantitative analyses of trace elements in environmental samples : options and (im)possibilities. V: SHERAMETI, Irena (ur.), VARMA, Ajit (ur.). *Soil heavy*

- metals*, (Soil biology, 19). Heidelberg [etc.]: Springer, 2010, str. 113-138.
[COBISS.SI-ID [2142799](#)]
16. PONGRAC, Paula, VOGEL-MIKUŠ, Katarina, REGVAR, Marjana, VAVPETIČ, Primož, PELICON, Primož, KREFT, Ivan. Improved lateral discrimination in screening the elemental composition of buckwheat grain by micro-PIXE. *J. agric. food chem.*, 2011, vol. 59, no. 4, str. 1275-1280, ilustr.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf103150d>, doi: [10.1021/jf103150d](https://doi.org/10.1021/jf103150d). [COBISS.SI-ID [6591097](#)]
17. DITTMAR, T., ČADEŽ, Iztok, PELICON, Primož, MARKELJ, Sabina, VAVPETIČ, Primož. Deuterium Inventory in Tore Supra (DITS) : 2nd post-mortem analysis campaign and fuel retention in the gaps. *J. nucl. mater.* [Print ed.], [in press] 2011, 4 str., doi: [10.1016/j.jnucmat.2010.11.075](https://doi.org/10.1016/j.jnucmat.2010.11.075). [COBISS.SI-ID [24436519](#)]
18. GRLJ, Nataša, PELICON, Primož, ŽITNIK, Matjaž, VAVPETIČ, Primož, SOKARAS, Dimosthenis, KARYDAS, Andreas-Germanos, KANNGIEBER, Birgit. Construction of a confocal PIXE set-up at the Jožef Stefan Institute and first results. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], [in press] 2011, 10 str., doi: [10.1016/j.nimb.2011.02.072](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2011.02.072). [COBISS.SI-ID [24535335](#)]
19. PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, GRLJ, Nataša, ČADEŽ, Iztok, MARKELJ, Sabina, BREZINŠEK, Sebastijan. Fuel retention study in fusion reactor walls by micro-NRA deuterium mapping. *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], [in press] 2011, 10 str., doi: [10.1016/j.nimb.2011.02.049](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2011.02.049). [COBISS.SI-ID [24499751](#)]
20. PIPAN TKALEC, Živa, DROBNE, Damjana, VOGEL-MIKUŠ, Katarina, PONGRAC, Paula, REGVAR, Marjana, ŠTRUS, Jasna, PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, GRLJ, Nataša, REMŠKAR, Maja. Micro-PIXE study of Ag in digestive glands of a nano-Ag fed arthropod (Porcellio scaber, Isopoda, Crustacea). *Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms.* [Print ed.], [in press] 2011, 10 str., doi: [10.1016/j.nimb.2011.02.068](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2011.02.068). [COBISS.SI-ID [24535591](#)]
21. MATSUYAMA, S., CATELLA, G., ISHII, K., TERAKAWA, A., KIKUCHI, Y., KAWAMURA, Y., OHKURA, S., FUJIKAWA, M., HAMADA, N., FUJIKI, K., HATORI, Y., ITO, Yasuhiko, YAMAZAKI, H., HASHIMOTO, Y., ŽITNIK, Matjaž, PELICON, Primož, GRLJ, Nataša. Microbeam analysis of individual particles in indoor working environment. *X-ray spectrom.*, [in press] 2011, 4 str., doi: [10.1002/xrs.1311](https://doi.org/10.1002/xrs.1311). [COBISS.SI-ID [24566567](#)]

]

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Na osnovi doseženega in na osnovi trenutnih aktivnosti ocenjujemo, da smo dosegli večino ciljev, zadanih ob prijavi Projekta, poleg tega pa dosegli več spremljajočih rezultatov, ki jih ni bilo moč predvideti ob začetku Projekta:

- pridobitev in vključitev v Projekt 7. OP EU SPIRIT,
- uspešno delo na mednarodnem fuzijskem projektu DITS,
- industrijski projekt Razvoj Digitalnega Pulznega Procesorja.

Na obeh instrumentalnih področjih, ki jih je obsegal projekt (fuzijske raziskave sten tokamakov in biomedicinske raziskave tkiv), smo močno izboljšali instrumentacijo. Razvili smo raziskovalno instrumentacijo, ki je ni na voljo v drugih raziskovalnih centrih po svetu.

Pri delu na Projektu smo v treh letih objavili več kot 20 publikacij v mednarodnih revijah. Glede na obseg dela v zadnjih dveh letih predvidevamo objavo še vsaj petih publikacij, ki bodo povzemale delo na Projektu.

--

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

V toku izvajanja projekta ni prišlo do sprememb programa raziskovalnega projekta.

Delna prerazporeditev ur je posledica opravljenega doktorata mlade raziskovalke Paule Pongrac med trajanjem projekta.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Znanstveni članek: PONGRAC, Paula in sod.. Improved lateral discrimination in screening the elemental...
		ANG	Research paper: PONGRAC, Paula et al, Improved lateral discrimination in screening the elemental ...
	Opis	SLO	Pokazali smo, kje v ajdinem zrnju so prisotni mikroelementi, ki določajo prehransko vrednost ajde. Pri tem se je pokazalo, da je kotiledon najpomembnejši rezervoar prehransko pomembnih mikroelementov Zn, Mg, Fe. Uporabili smo kvantitativno elementno mapiranje z metodo mikro-PIXE, ki smo ga razvili za mapiranje bioloških tkiv v okviru Projekta.
		ANG	We determined the allocation of the nutritious elements in the buckwheat grain. It was shown, that the cotyledon is the most important reservoir of the nutrition-relevant elements Zn, Mg, Fe. Quantitative elemental micro-PIXE mapping was applied in the form developed in the frame of the Project.
	Objavljeno v	J. agric. food chem., 2011, vol. 59, no. 4, str. 1275-1280	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	6591097		
2.	Naslov	SLO	Znanstveni članek: P. Pelicon in sod., Fuel retention study in fusion reactor ...
		ANG	Scientific article: P. Pelicon et al, Fuel retention study in fusion reactor ...
	Opis	SLO	V merilno postajo z visokoenergijskim ionskim mikrožarkom smo vgradili detektor nabityh delcev, ki omogoča separacijo visokoenergijskih protonov iz reakcije D(3He,p)4He. Žarek 3He na postaji z visokoenergijskim ionskim mikrožarkom smo uspeli zbrati na dimenzijo 5 x 5 μm ² . Pokazali smo, da je v področjih sten tokamakov iz ogljikovih kompozitov, kjer poteka intenzivna erozija, zadrževanje goriva omejeno na topografske nepravilnosti v poroznem površju. Gorivo se odloži in zadrži v globokih delih luknjičastega površja.
		ANG	A large area charge particle detector was mounted at the high-energy focused beam at JSI for separation of the high-energy protons released from the reaction D(3He,p)4He. 3He ion beam was focused to the dimension of 5 x 5 μm ² . We applied the method in the international project DITS (Deuterium Inventory in Tore Supra), coordinated by CEA, Cadarache. At the erosion-dominant regions, we observed strong fluctuations in area deuterium concentrations, associated by the topography irregularities in the surface of Carbon Fibre Composites. The fuel is retained in the deep regions of the surface voids.
	Objavljeno v	Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms. [Print ed.], [in press] 2011, 10 str., doi: 10.1016/j.nimb.2011.02.049.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	24499751		
3.	Naslov	SLO	Znanstveni članek: ŽITNIK, Matjaž in sod., Three-dimensional imaging of aerosol particles...
		ANG	Research paper: ŽITNIK, Matjaž et al., Three-dimensional imaging of aerosol particles...

	Opis	SLO	Prva uspešna tridimenzionalna tomografija s konfokalno metodo PIXE. Presek fokusiranega protonskega žarka in sprejemne smeri rentgenske leče tvori mikrovolumen detekcije pri prostorski elementni tomografiji s protonsko vzbujenimi rentgenskimi žarki. Računska rekonstrukcija izmerjenih rezultatov porazdelitve aerosolnih mikrodelcev v kvarčnem filtru. Eksperiment izveden na postaji z visokoenergijskim fokusiranim ionskim žarkom na tandemskem pospeševalniku Instituta Jožef Stefan.
		ANG	The first successful three-dimensional tomography of the confocal PIXE method. Intersection of the proton microbeam and the acceptance direction of an X-ray polycapillary lens forms a detection vortex in the elemental tomography with Proton Induced X-ray Emission. Computational reconstruction of a measured distribution of aerosol microparticles in a quartz filter. Eksperiment done at the high-energy focused ion beam at JSI.
	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	
4.	Naslov	SLO	Znanstveni članek: ŽITNIK, Matjaž in sod, 3D-reconstruction of an object...
		ANG	Scientific article: ŽITNIK, Matjaž et al, 3D-reconstruction of an object...
	Opis	SLO	Rekonstruirali smo tridimenzionalno elementno koncentracijsko sestavo hematitnega mikrodelca z uporabo konfokalne metode PIXE. Izmerili smo zaporedje dvodimenzionalnih elementnih zemljevidov s kombinacijo rastrskega vzbujanja s protonskim žarkom in detekcije vzbujenih rentgenskih žarkov z Si(Li) detektorjem, opremljenim s polikapilarno rentgensko lečo. Mikrodelec smo premikali v ekvidistantnih korakih skozi vidno polje polikapilarne leče. To nam je omogočilo tridimenzionalno rekonstrukcijo elementne sestave mikrodelca.
		ANG	Three-dimensional shape and elemental concentration composition of individual hematite microparticle was reconstructed with confocal PIXE method. Series of two-dimensional spectral maps of a hematite particle were measured by combining a scanning proton microbeam excitation with detection of X-rays by a Si(Li) spectrometer equipped with polycapillary lens. The microparticle was driven in equidistant steps through the sensitive microvolume, enabling for a reconstruction of concentration in three dimensions.
	Objavljeno v	J. anal. at. spectrom., 2010, issue 1, vol. 25, str. 28-33.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	23149863		
5.	Naslov	SLO	Znanstveni članek: T. Dittmar in sod., Deuterium Inventory in Tore Supra (DITS)...
		ANG	Scientific article: T. Dittmar et al, Deuterium Inventory in Tore Supra (DITS) ...
	Opis	SLO	Metodo mikro-NRA smo uporabili v raziskavah projekta DITS (Deuterium Inventory in Tore Supra), ki ga je koordinirala organizacija CEA, Cadarache, Francija. Z metodo mikro-NRA smo ovrgli predvidevanja, da bi lahko globoko v kastelacijskih režah prve stene tokamaka potekalo intenzivno zadrževanje goriva. Koncentracije odloženega goriva v globljih delih rež so bile dva reda velikosti nižje od koncentracij v bližini izpostavljene površine stene tokamaka.
		ANG	We applied the micro-NRA method in the international project DITS (Deuterium Inventory in Tore Supra), coordinated by CEA, Cadarache. With the micro-NRA, we demonstrated, that the far depth of the castellation gaps are not a subject of important fuel retention, as anticipated. The concentrations measured deep in the castellations were two orders of magnitude lower than close to the exposed front surface.
Objavljeno v	J. nucl. mater.. [Print ed.], [in press] 2011, 4 str., doi: 10.1016/j.jnucmat.2010.11.075.		

Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	24436519

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

		Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat
1.	Naslov	SLO Inicijativa in uspešno delo na industrijskem projektu "Razvoj Digitalnega Pulznega Procesorja"
		ANG Initiation and successful work on industrial project "Development of Digital Pulse Processor"
	Opis	SLO Industrijski projekt razvoja novega izdelka, ki sledi konceptu večkanalne analogne akvizicijske naprave z ionskega mikrožarka, uporablja pa digitalno tehnologijo racunanja s hitrimi paralelnimi vezji (FPGA). Izdelek omogoča zajem z jedrskih detektorjev z močno povečano števno hitrostjo, primeren za široko paleto fotonjskih in delčnih detektorjev. Sprožili smo iniciativo za skupni razvoj izdelka in vložili vanj znanje, pridobljeno pri delu v okviru tega Projekta. Izdelek je v stanju delujočega prototipa, verzija za trg v pripravi v podjetju Instrumentation technologies.
		ANG Industrial project for development of a new product, based on the existing analog concept of acquisition system at ion microbeam station, using FPGA technology of collaborating company. The product will strongly increase acquisition rate from nuclear detectors at the microbeam station. In the same time, it will be applicable for a broad range of photon and particle detectors. We motivated industrial partner to start the collaborative work on the subject. The product is in the state of working prototype, in finalisation for market launch.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	KOLAR, Janko in sod, Multichannel digital acquisition FPGA-based system V: GARRETT, Richard (ur.). SRI 2009 : the 10th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, Melbourne, Australia, 27 September-2 October 2009, (AIP conference proceedings, vol. 1234). Melville: American Institute of Physics, 2010, str. 823-825. [COBISS.SI-ID 1735931]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	1735931	
2.	Naslov	SLO Vabljen predavanje na konferenci ICNMTA2008 (http://icnmta.atomki.hu/sciprogram.html)
		ANG Invited talk at ICNMTA2008 conference (http://icnmta.atomki.hu/sciprogram.html)
	Opis	SLO Vabljen predavanje na konferenci ICNMTA2008, 11th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, 20-25 July 2008, Debrecen, Madžarska, o novem pristopu k rentgenski tomografiji na ionskem mikrožarku, ki smo ga prvi postavili na ionskem mikrožarku na IJS v sodelovanju s sodelavci iz Instituta Demokritos, Atene, in TU, Berlin.
		ANG Invited talk at the conference ICNMTA2008, 11th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, 20-25 July 2008, Debrecen, Hungary, on the new approach to the X ray tomography on proton microbeam, brought into operation at JSI microprobe in collaboration with colleagues from Demokritos, Athens, and TU, Berlin.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v	PELICON, Primož, ŽITNIK, Matjaž, GRLJ, Nataša. Confocal PIXE: micro-PIXE with X-ray lens : [invited talk]. V: ICNMTA2008, 11th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications, 3rd International Workshop on Proton Beam Writing, 20-25 July 2008, Debrecen, Hungary. Book of abstracts. Debrecen: Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, 2008, str. 24.
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	22401831	
3.	Naslov	SLO GRLJ, Nataša in sod., Construction of a confocal PIXE set-up at the Jožef

		Stefan Institute and first results.
	ANG	GRLJ, Nataša et al., Construction of a confocal PIXE set-up at the Jožef Stefan Institute and first results.
Opis	SLO	Razvoj konfokalne tridimenzionalne spektroskopije PIXE. Edina eksperimentalna postavitve te vrste v svetovnem merilu je omogočila udeležbo v projektu 7. OP EU SPIRIT, Contr. No. 227012 (www.spirit-ion.eu), pri katerem P. Pelicon vodi nalogo (ang. Key Task, KT) 14 z nazivom "3D Analysis" v delovnem paketu (JRA-Extending into New Fields).
	ANG	Development of three-dimensional micro-PIXE tomography in collaboration with the Institute Demokritos, Athens, and Technical University, Berlin. The only known setup of this kind enabled the participation of the group in the 7. FP EU project SPIRIT, Contr. No. 227012 (www.spirit-ion.eu). Within the project, P. Pelicon is leading the Key Task 14 "3D Analysis" within the Work Package "JRA-Extending into New Fields". Project officially started on March 1, 2009.
Šifra		D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v		GRLJ, Nataša, PELICON, Primož, ŽITNIK, Matjaž, VAVPETIČ, Primož, SOKARAS, Dimosthenis, KARYDAS, Andreas-Germanos, KANNGIEBER, Birgit. Construction of a confocal PIXE set-up at the Jožef Stefan Institute and first results. Nucl. instrum. methods phys. res., B Beam interact. mater. atoms. [Print ed.], [in press] 2011, 10 str., doi: 10.1016/j.nimb.2011.02.072.
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		24535335
4. Naslov	SLO	Vodenje Infrastrukturnega raziskovalnega centra "Mikroanalitski center "
	ANG	Heading of Research Infrastructure centre "Microanalytical centre"
Opis	SLO	Vodenje Infrastrukturnega centra "Mikroanalitski center ", laboratorija z ionskim pospeševalnikom na IJS.
	ANG	Heading of Research Infrastructure centre "Microanalytical centre", laboratory with ion accelerator at JSI
Šifra		D.07 Vodenje centra/laboratorija
Objavljeno v		PELICON, Primož, RUPNIK, Zdravko, VAVPETIČ, Primož, ČADEŽ, Iztok, HANŽEL, Darko, RIBIČ, Mirko, KAVČIČ, Matjaž. Deuterium retention in tokamak wall materials measured by nuclear reaction analysis using focused 3He ion beam : presented at International Conference Nuclear Energy for New Europe 2008, 8-11 September, Portorož, Slovenia. 2008.
Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
COBISS.SI-ID		22403879
5. Naslov	SLO	Vabljen predavanje na konferenci CAARI 2010
	ANG	Invited talk at CAARI 2010 conference
Opis	SLO	Vabljen predavanje na konferenci CAARI 2010 s predstavitvijo dosežkov na področju spektroskopije mikro-PIXE na IJS
	ANG	Invited talk at the CAARI 2010 conference. Presentation of the methodology and results on micro-PIXE at JSI
Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v		PELICON, Primož, VAVPETIČ, Primož, GRLJ, Nataša, ŽITNIK, Matjaž, PONGRAC, Paula, VOGEL-MIKUŠ, Katarina, REGVAR, Marjana. Quantitative elemental mapping of biological tissue with micro-PIXE : from 2D mapping toward three-dimensional tomography : presented at CAARI 2010, 21st International Conference on the Application of Accelerators in Research & Industry, August 8-13, 2010, Fort Worth, Texas, USA. 2010.
Tipologija		1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci
COBISS.SI-ID		24300583

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

V trajanju projekta smo dosegli več spremljajočih rezultatov, ki jih ni bilo moč predvideti ob začetku Projekta:
 - pridobitev in vključitev v Projekt 7. OP EU SPIRIT,

- uspešno delo na mednarodnem fuzijskem projektu DITS,
- industrijski projekt Razvoj Digitalnega Pulznega Procesorja.

V toku Projekta smo pridobili znanja na področju procesiranja bioloških tkiv za rentgenske spektroskopije z lateralno ločljivostjo (mikro-PIXE, mikro-XRF, mikro-IR), ki so prinesla uspešne dostope sodelavcem na projektih na komplementarne raziskovalne naprave (sinhrotron Elettra Trst, sinhrotron ESRF Grenoble).

Na osnovi razvoja spektroskopskih metod na Projektu smo pridobili vrsto projektov mednarodnega dostopa, ki jih plača EU v okviru programa mednarodnega dostopa (Transnational Access, TNA) znotraj projekta 7. OP EU "SPIRIT" (www.spirit-ion.eu). Po velikem interesu za meritve na Ljubljanskem ionskem mikrožarku v letu 2011 je Mednarodni ocenjevalni odbor odobril projekte TNA na ionskem mikrožarku v skupnem trajanju 900 žarkovnih ur. Tako pridobljena sredstva EU (za žarkovno uro prejmemo 186 EUR) smo vložili v nadgradnjo ionskega pospeševalnika z ionskim izvorom velike svetlosti (Paket velike opreme ARRS).

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Z lastnimi tehničnimi rešitvami in kontrukcijo smo v okviru Projekta dogradili merilno postajo z ionskim mikrožarkom in na treh področjih dosegli vrhunске spektroskopske lastnosti:

- prvi in edini v svetu razpolgagamo s sistemom za spektroskopijo s konfokalno metodo PIXE,
- spektroskopija mikro-PIXE na bioloških tkivih je bila v okviru tega Projekta dograjena s sistemom za vzdrževanje zamrznjenih hidriranih vzorcev v vakuumu pri temperaturi -130 stopinj Celzija. Po razpoložljivih informacijah v svetu ne obstaja permanentna postavitve za spektroskopijo mikro-PIXE na hidriranih zamrznjenih tkivih;
- spektroskopija mikro-NRA s fokusiranim žarkom 3He za fuzijske raziskave.

S temi nestandardnimi raziskovalnimi metodami, ki jih ni mogoče pridobiti na komercialen način, pridobivamo nova znanja na interdisciplinarnih raziskovalnih področjih, ki obsegajo biomedicinske raziskave, raziskave na področju fuzije in okolja.

Raziskovalna metoda mikro-PIXE s posebej razvito tehnologijo priprave bioloških tkiv omogoča vpogled v fiziološke procese v organizmih, ki jih je težko opazovati s standardnimi biomedicinskimi raziskovalnimi metodami. Omogoča kvantitativno mapiranje tkiv in sočasno določitev koncentracij fizioloških elementov, mikroelementov in težkih kovin v tkivih. Posebno dodano vrednost bo prinesla v Projektu razvita tehnologija zamerznjenih hidriranih tkiv, ki nudi najboljši približek in-vivo stanja in omogoča določanje elementnih porazdelitev na sub-celičnem nivoju.

Z mikro-NRA smo uspešno izvedli raziskave, ki jih je težko izvajati s širše dosegljivo standardno metodo NRA, kjer je premer žarka približno 1 mm. Izredna lateralna ločljivost metode mikro-NRA omogoča podroben vpogled v procese v stenah fuzijskih tokamakov. Natančno smo lahko raziskali vpliv mikrotopografije na zadrževanje goriva in preučili dogajanje v kastelacijskih režah, ki bo zelo pomembno tudi za delovanje novega fuzijskega reaktorja ITER.

ANG

In the frame of the Project, we upgraded the measuring station with high-energy focused ion beam using own original ideas and construction approaches and at three fields we achieved level of world excellence:

- we constructed and put in operation in 2010 the only existing dedicated confocal PIXE setup,
- we upgraded the sample manipulation with the system for transfer and preservation of the tissue in the frozen hydrated state during the micro-PIXE spectroscopy at the temperature below -130 degree Centigrade.
- micro-NRA detection setup for work with 3He microbeam

Using this non-standard research methods, not available as commercially obtainable instruments, we are in a position to perform research at the many interdisciplinary fields, including biomedicine, fusion and environment.

Micro-PIXE with dedicated tissue preparation protocols is enabling the unique research of the physiological processes in life organisms, which is not possible or difficult with classical research

methods in biomedicine. It provides quantitative elemental mapping of the tissue and simultaneous determination of distribution of physiological elements, microelements and heavy metals in the tissue. Special added value is introduced to the applicability of the method within the Project reported by the instrumentation and protocols for frozen hydrated tissue handling, as it provides the best approximation to the in-vivo state and enables the determination of elemental maps at the sub-cellular level.

With micro-NRA, developed within the project, we manage to perform measurements, which are not feasible with standard NRA method, more widely available related method with 1 mm beam diameter. Excellent lateral resolution of the micro-NRA method enables detailed insight in the processes in the exposed surface of the tokamak wall materials. We studied in detail the role of surface micro-topography on the fuel retention and investigated the processes in the castellated gaps, which contributes significantly to the knowledge required for the operation of new fusion device ITER.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Rezultati Projekta omogočajo vrhunsko raziskovalno delo na področju biomedicine z elementnim in izotopskim mapiranjem bioloških tkiv. Izboljšave izvedene v okviru projekta so omogočile izredno prepoznavnost centra in Instituta na mednarodnem nivoju, saj bodo na merilni postaji po uspešni uvedbi tehnologije zamrznjenih hidriranih tkiv še pogosteje gostovali tuji raziskovalci.

Tako je visokoenergijski fokusirani žarek na ionskem pospeševalniku IJS med redkimi instalacijami velike raziskovalne opreme v Sloveniji, ki omogoča raziskave tako domaćim raziskovalcem kot gostujocim raziskovalcem iz EU na osnovi znanstvenega predloga. Hkrati ob obvladovanju obsežne tehnologije povezane z uporabo visokoenergijskih ionskih žarkov se iz pridobljenega znanja rojevajo industrijske aplikacije in "spin-off" ideje, vključno z novimi izdelki slovenske industrije (Industrijski projekt DPP s podjetjem Instrumentation technologies, d.o.o., Solkan).

ANG

The Project enabled high-quality research at the field of biomedicine with elemental mapping of biological tissue. The improvements in the frame of the project resulted in the international recognition of the Centre and the JSI at the international level. The recent improvements at the microprobe within the Project at the

field of frozen tissue technology will even increase the already present high beamtime demand among the international community.

In this way the high-energy focused ion beam at the ion accelerator of JSI became one of the few national large instrumental research installations, which enables the access domestic as well as international researchers based on the approved research proposal. In parallel with the handling and in-house development of the high-energy focused beam technology, new industrial applications and ideas for new hi-tec products are emerging as »spin-offs« (Industrial Project DPP in collaboration with Instrumentation technologies, d.o.o., Solkan).).

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>

F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	

		<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

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

1.	Sofinancer	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje	EUR

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

	Komentar		
	Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

Primož Pelicon	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/175

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

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

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

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

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁷ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen

rezultat, ki je v 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](#)

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

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

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

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

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

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

F4-C6-30-A2-87-06-FE-B2-0E-FE-39-01-C0-7C-A7-B9-D9-A8-CD-CE