

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/170

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-0858	
<b>Naslov projekta</b>	Študij plazemskih parametrov pri kondicioniranju notranjih površin fuzijskega reaktorja	
<b>Vodja projekta</b>	10401	Tomaž Gyergyek
<b>Tip projekta</b>	L	Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4.170	
<b>Cenovni razred</b>	D	
<b>Trajanje projekta</b>	02.2008 - 01.2011	
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1538	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	106 341 2341	Institut "Jožef Stefan" MIKROIKS, mikroelektronski inženiring, konzultacije in servis, d.o.o. INDUKTIO družba za tehnični razvoj in svetovanje d.o.o.
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>		

#### 1.1. Družbeno-ekonomski cilj<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	05.
<b>Naziv</b>	Energija

#### 2. Sofinancerji<sup>2</sup>

1.	Naziv	INDUKTIO družba za tehnični razvoj in svetovanje d.o.o
	Naslov	Litostrojska cesta 44D, Ljubljana
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>3</sup>

Raziskovali smo metode za generiranje plazme, s katerimi bi lahko optimizirali plazemske parametre, ki so potrebni za kondicioniranje notranjih površin fuzijskih reaktorjev. Modificirali smo obstoječi 1,7 m dolg plazemski reaktor, tako da sedaj omogoča generiranje stabilne plazme v dušiku ali mešanici vodika in dušika. Plazmo vzdržujemo z magnetnim poljem, ki je usmerjeno vzdolž razelektrivne cevi. S takšno konfiguracijo lahko ustvarimo plazmo v širokem tlačnem območju med  $10^{-3}$  in 1 Pa. Gostota nabitih delcev v plazmi je odvisna od razelektrivnih parametrov, najvišja vrednost pa je domala  $10^{18} \text{ m}^{-3}$ . Gostota nevtralnih atomov je istega reda velikosti zaradi izdatne rekombinacije na notranjih površinah razelektrivne cevi. Za procesiranje nekaterih delov fuzijskih reaktorjev, na katere se nalagajo depoziti hidrogeniranega ogljika, smo konstruirali večji plazemski reaktor, ki služi kot oddaljeni izvir nevtralnih reaktivnih plazemskih radikalov, posebej nevtralnih atomov kisika in dušika. Sistem sestoji iz razelektrivne komore, povezovalnih elementov, eksperimentalne komore in črpalnega sistema. Razelektrivna komora je 2 m dolga in 20 cm široka cev iz Pyrexa, v kateri generiramo izredno reaktivno plazmo v tlačnem območju med 10 in 500 Pa z uporabo visokofrekvenčnega generatorja z nazivno močjo 12 kW. Eksperimentalna komora je prav tako izdelana iz Pyrex stekla, ima pa premer 40 cm, kar omogoča montažo različnih vzorcev, ki so lahko tudi posamezni deli notranje obloge iz divertorjev ali limiterjev delujočih evropskih fuzijskih reaktorjev. Povezovalni elementi med razelektrivno in eksperimentalno komoro morajo zagotavljati čim manjšo izgubo atomov na poti. To zagotovimo delno z ustreznim črpalnim sistemom, delno z optimizacijo notranje površine elementov. Za črpanje sistema smo iz sredstev sofinancerjev kupili sodobno Roots črpalko z nazivno črpalno hitrostjo 140 l/s, za predčrpalko pa smo izbrali dvostopenjsko rotacijsko črpalko s črpalno hitrostjo 20 l/s. Ugotovili smo, da stopnja disociiranosti v plazmi presega 60%.

Opravili smo sistematične analize interakcije nevtralnih kisikovih in dušikovih atomov s površinami fuzijsko relevantnih materialov. Prvi na svetu smo izmerili tako verjetnosti za rekombinacijo kot tudi hitrosti odstranjevanja depozitov hidrogeniranega ogljika z nevtralnimi kisikovimi in vodikovimi atomi. Zanimivo je, da predstavlja najpomembnejši ponor za reaktivne atome heterogena rekombinacija, ne pa oksidacija ogljikovih atomov. S tem smo načrtali smernice razvoja postopka odstranjevanja depozitov v fuzijskih reaktorjih: če je le mogoče, je potrebno vzpostaviti takšne razmere, pri katerih je verjetnost za heterogeno površinsko rekombinacijo kar se da majhna. Pripravili smo ustrezno bazo podatkov, ki jo bodo v bodoče uporabljali naši partnerji iz tujine za modeliranje interakcije fuzijske plazme s površinami ustreznih materialov. V sodelovanju z Univerzo Paul Sabatier v Toulousu, Francija, smo opravili obširne meritve karakterizacije plazme, ki je primerna za odstranjevanje depozitov hidrogeniranega ogljika. Rezultati so pokazali, da je gostota kisikovih oziroma dušikovih atomov pri majhni moči razelektrivne odvisna od moči, pri povišani moči pa je bolj odvisna od razmer na stenah reakcijske posode. Pri veliki moči se utegne pogosto pripetiti, da gostota nevtralnih atomov kisika in dušika celo pada z naraščajočo razelektrivno močjo. Pojav smo razložili s povečano izgubo atomov na površinah, ki je posledica povišane temperature pri veliki moči razelektrivne. Nadaljevali smo tudi z modeliranjem plazemskega potenciala pred elektrodo, ki emitira elektrone v dvotemperaturni plazmi in v poševnem magnetnem polju. O rezultatih smo poročali v uglednih znanstvenih publikacijah.

V sklepni fazi projekta smo razvili in izdelali prenosno napravo kot vir nevtralnih radikalov. Napravo smo uspešno testirali v naših laboratorijih, kakor tudi pri našem partnerju v Font Romeu v Franciji. S to napravo smo opravili sistematične meritve odstranjevanja depozitov, ki nastajajo med obratovanjem fuzijskih reaktorjev. Posebej zanimivi so rezultati odstranjevanja hidrogeniranega ogljika iz plasti, ki vsebuje tudi volfram. Tovrstne plasti nastanejo kot posledica erozije ogljikovih in volframovih komponent v divertorjih sodobnih fuzijskih reaktorjev. Del rezultatov smo tudi objavili. Zaradi omejitve navajanja znanstvenih dosežkov ni mogoče vseh člankov navesti v tisti rubriki. Članek, ki opisuje odstranjevanje hidrogeniranega ogljika s kisikovo plazmo, je bil objavljen v delu: A. Vesel. et al Surface Coatings Technology, članek, ki opisuje odstranjevanje nastalega oksidnega filma pa v specializirani reviji Surface and Interface Analysis.

### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>

Vsi ključni zastavljeni cilji za prvo leto so bili doseženi. Zaradi dejstva, da je ARRS odobril le polovico zaprosenih sredstev, smo morali nekoliko varčevati pri obsegu raziskav in opremlenju ter potrošnem materialu. Namesto 30 kW generatorja smo kupili cenejšega 12kW, namesto dragega elektronsko krmiljenega uskladičevalnega člana smo izdelali lastni mehanski uskladičevalni člen.

Črpalke so ostale enake kot ob prijavi. Ker smo prejeli za polovico manj raziskovalnih ur, smo morali sodelavce prerazporediti na druge, predvsem industrijske, projekte.

Cilji, ki smo si jih zadali za drugo leto projekta, so bili v celoti realizirani. V sodelovanju s solarnim centrom Font Romeu, Francija, smo uspeli določiti hitrosti odstranjevanja mešanih depozitov z vodikovo in kisikovo plazmo. V sodelovanju z Nacionalnim laboratorijem za fuzijo z instituta CIEMAT, Madrid, Španija, smo izvedli zahtevne eksperimente odstranjevanja depozitov vodikovanega ogljika z dušikovimi atomi. Potrdili smo hipotezo, po kateri poteka interakcija med dušikovo plazmo in plastmi vodikovanega ogljika preko formiranja radikalov CN, ki smo jih zasledili tako v optičnih emisijskih spektrih kakor tudi z masno spektrometrijo. Navedeni radikali na katalitičnih površinah reagirajo z atomarnim vodikom, ki prav tako nastaja med interakcijo plazme z depoziti, in tvori stabilno molekulo HCN, ki jo detektiramo z diferencialno črpanim masnim spektrometrom.

Raziskovalno delo, ki smo ga opravili v zadnjem letu, je omogočilo doseg najpomembnejšega cilja tega raziskovalnega projekta, to je razvoj in izdelava prenosnega reaktorja za odstranjevanje plasti vodikovanega ogljika, ki nastajajo v fuzijskih reaktorjih. Ne le, da smo dosegli ta cilj, ampak smo reaktor uspešno uporabili za odstranjevanje vodikovanega ogljika iz najbolj zahtevnih depozitov, to so tisti, ki poleg vodikovanega ogljika vsebujejo tudi znatno koncentracijo volframa. Z obsežnimi raziskavami smo uspešno ovrgli dvome, ki so jih navajali nekateri tuji strokovnjaki. Očitani so nam, da z naš tehnologijo sicer lahko odstranimo vodikovan ogljik, obenem pa ustvarimo tanko oksidno plast, ki je fuzijskih reaktorjih izredno nezaželena. V članku A. Vesel et al, Surface and Interface Analysis smo namreč jasno pokazali, da tovrstne oksidne plasti ne predstavljajo nobenega problema, saj jih je moč reducirati z uporabo vodikove plazme.

## 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Vse spremembe programa so posledica odobritve polovico manjših sredstev od načrtovanih. Kljub temu nam je uspelo doseči bistvene cilje, ki smo si jih zadali ob prijavi projekta.

Kljub temu, da je ARRS odobrila polovico od v prijavi predvidenih sredstev, so edine spremembe v nekoliko manj obsežnih meritvah. Pomanjkanje sredstev za materialne stroške in opremo smo preseglji z gostovanji v tujih laboratorijih v okviru bilateralnega sodelovanja in EU programa Fusion – mobility (Laplace na Univerzi Paul Sabatier v Toulousu, Mesox na evropskem solarnem centru v Font Romeu, Nacionalni fuzijski laboratorij na institutu CIEMAT v Madridu) in z izposajo opreme od nekaterih fuzijskih partnerjev iz tujine. Pomanjkanje raziskovalnih ur na projektu pa smo v precejšnji meri nadomestili z mladim raziskovalcem, ki je v okviru svoje disertacije opravil sistematične in časovno zamudne meritve (glej družbeno – ekonomsko relevantne rezultate).

## 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

		Znanstveni rezultat	
1.	Naslov	SLO	Formiranje potenciala v enodimenzionalnem omejenem plazemskem sistemu, ki vsebuje plazmo z dvema elektronskima temperaturama.
		ANG	Potential formation in a one-dimensional bounded plasma system containing a two-electron temperature plasma : kinetic model and PIC simulation.
	Opis	SLO	Z enodimenzionalnim kinetičnim modelom smo napovedali vrednosti potenciala lebdenja kolektorja v odvisnosti od razmerja gostot in temperatur med vročimi in hladnimi elektroni. Gre za prvi tak model, ki upošteva prisotnost kar treh elektronskih populacij v plazmi. Z numeričnimi rešitvami Poissonove enačbe smo napovedali osne profile momentov porazdelitvenih funkcij. Vse napovedi se odlično ujemajo z rezultati delčnih računalniških simulacij.
		ANG	Using a one-dimensional kinetic model the dependence of the collector floating potential was predicted as a function of the hot to cool electron density and temperature ratio. To our knowledge we were the first group to include three different electron populations into such a model. The Poisson equation was solved numerically and axial profiles of the moments of the particle distribution function were predicted. All the results of the model and of the numerical solutions are in excellent agreement with the results of the

		PIC computer simulations.
	Objavljeno v	Phys. plasmas, 2008, issue 6, vol. 15, str. 063501-1-063501-28.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	6506068
2.	Naslov	<i>SLO</i> Visokotemperaturna oksidacija nerjavnega jekla AISI316L v zračni plazmi <i>ANG</i> High temperature oxidation of stainless steel AISI316L in air plasma.
	Opis	<i>SLO</i> Plazemsko odstranjevanje depozitov v fuzijskih reaktorjih predstavlja obetavno metodo za odstranjevanje amorfnega hidrogeniranega ogljika. Ker literatura ne opisuje morebitne modifikacije površinskih lastnosti nerjavnega jekla, ki je izpostavljen agresivni plazmi, smo v tem članku opisali rezultate originalnih eksperimentov, ki jasno kažejo, da izpostava plazmi vodi k bistveni spremembi rekombinacijskega koeficienta. <i>ANG</i> Removal of hydrogenated carbon deposits in fusion reactors by treatment with plasma represents a promising method. Since the relevant literature does not report about possible modification of stainless steel due to interaction with aggressive plasma, we reported about results of original experiments that show important changes of recombination coefficient due to plasma treatment.
	Objavljeno v	Appl. surf. sci.. [Print ed.], 2008, vol. 255, issue 5, Part 1, str. 1759-1765.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	22237479
3.	Naslov	<i>SLO</i> T. Gyergyek, B. Jurčič-Zlobec, M. Čerček, J. Kovačič. Struktura plašča pred elektrodo, ki oddaja elektrone in je potopljena v dvotemperaturno plazmo <i>ANG</i> T. Gyergyek, B. Jurčič-Zlobec, M. Čerček, J. Kovačič Sheath structure in front of an electron emitting electrode immersed in a two-electron temp...
	Opis	<i>SLO</i> V tem znanstvenem članku, ki je bil objavljen v vrhunski specializirani reviji s področja fizike plazme smo precej podrobno predstavili rezultate naših raziskav formiranja plazemskih plaščev pred elektrodo, ki oddaja elektrone in je potopljena v plazmo, ki poleg osnovne vsebuje še elektronsko populacijo z visoko temperaturo. Takšne elektronske porazdelitve so zelo značilne za robne plazme fuzijskih naprav. Prikazali smo uporabo dveh metod, ki smo jih sami razvili, za določanje katera elektronska populacija določa Bohmov kriterij pri danih plazemskih parametrih. <i>ANG</i> This original scientific paper published in a top quality specialized scientific journal presents the results of our studies of the potential formation in front of an electron emitting electrode immersed in a two-electron temperature plasma. Such electron distributions are characteristic for edge plasmas of fusion devices. We presented the application of two methods that we have developed ourselves for the determination of the correct Bohm criterion for given plasma parameters.
	Objavljeno v	Plasma sources sci. technol., 2009, vol. 18, no. 3, str. 035001-1-035001-18.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	7051604
4.	Naslov	<i>SLO</i> A. Vesel, M. Mozetič, P. Panjan, et al Jedkanje kompozitov ogljika in volframa s kisikovo plazmo. <i>ANG</i> A. Vesel, M. Mozetič, P. Panjan, et al Etching of carbon-tungsten composite with oxygen plasma.
	Opis	<i>SLO</i> V znanstvenem članku, ki je bil objavljen v vrhunski specializirani reviji s področja znanosti o površinah in prevlekah smo predstavili rezultate sistematičnih raziskav odstranjevanja hidrogeniranega ogljika iz depozitov, ki nastajajo v sodobnih fuzijskih reaktorjih z divertorji izdelanimi iz volframa in CFC kompozita. Eksperiment smo opravili na solarnem centru Font Romeu. Naši rezultati jasno kažejo uporabnost naše originalne tehnologije za odstranjevanje depozitov v bodočem fuzijskem reaktorju ITER. <i>ANG</i> This original scientific paper was published in a top quality journal specialized in surface and coatings. Results of systematic research on removal of hydrogenated carbon from deposits formed in advanced fusion reactors with divertors made from tungsten and CFC composite are presented. The experiment was performed at European solar centre Font Romeu. These

		results clearly show the applicability of our original technology for removal of deposits in future fusion reactor ITER.
	Objavljeno v	Surf. coat. technol.. [Print ed.], 2010, vol. 204, no. 9/10, str. 1503-1508.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	23158567
5.	Naslov	SLO T. Gyergyek, J. Kovačič, M. Čerček, Formiranje potenciala pred elektrodo, ki emitira elektrone in je potopljena v plazmo, ki vsebuje monoenergijski..
		ANG T. Gyergyek, J. Kovačič, M. Čerček, Potential formation in front of an electron emitting electrode immersed in a plasma that contains a ....
	Opis	SLO Razvili smo enodimenzionalni fluidni model s katerim smo analizirali formiranje potenciala pred negativno elektrodo, ki je potopljena v plazmo, ki poleg osnovne populacije vsebuje še monoenergijski curek elektronov, hitrosti teh elektronov pa so po prostoru porazdeljene izotropno. Model uspešno razloži trojni potencial lebdenja, ki so ga opazili tudi eksperimentalno, vendar so pojav znali razložiti samo kvalitativno. Naš model pa je prvi, ki podaja kvantitativno razlago z efekti negativnega prostorskega naboja.
		ANG We developed a one-dimensional fluid model, which we then used for the anlysis of the potential formation in front of an electron emitting electrode immersed in a plasma that contains a mono-energetic electron beam with an isotropic velocity distribution. Our model explains triple floating potentials of electron emitting electrodes, which were observed experimentally, but so far the explanation has been only qualitative. Our model offers a quantitative explanation taking into account space charge effects of emitted electrons.
	Objavljeno v	Phys. Plasmas, 2010 vol. 17, 083504, (16 strani)
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	7855956	

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	SLO 44. Mednarodna konferenca o mikroelektroniki, napravah in materialih in delavnica o naprednih plazemskih tehnologijah 17 - 19 September 2008, Fiesa.
		ANG 44th International Conference MIDEEM and the Workshop on Advanced Plasma Technologies, September 17-19, 2008, Fiesa, Slovenia.
	Opis	SLO Sodelujoči raziskovalec je bil predsednik znanstvenega odbora te konference, katere osrednji del je bil namenjen plazemskim tehnologijam. Med izbranimi svetovno znanimi vabljenimi predavatelji je bil tudi prof. Bernd Schweer, ki sodi med vodilne svetovne avtoritete na področju plazemske fuzije.
		ANG A researcher of our project group was the president of International Scientific Committee of this conference. The main part was devoted to plasma technologies. Among world leading invited lecturers was also prof. Bernd Schweer, a world leading authority in the field of plasma fusion.
	Šifra	B.02 Predsedovanje programskemu odboru konference
	Objavljeno v	Proceedings. Ljubljana: MIDEEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2008.
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
COBISS.SI-ID	21991719	
2.	Naslov	SLO Vodja slovenske fuzijske asociacije
		ANG Head of Slovenian Fusion Association
	Opis	SLO Sodelujoči raziskovalec v projektni skupini je vodja Slovenske fuzijske asociacije, ki je del aktivna članica Evropskega sporazuma za razvoj fuzije EFDA. Kot predstavnik Republike Slovenije v nadzornem odboru EFDE aktivno sodeluje pri kreiranju evropske raziskovalne politike na področju fuzije.
		ANG A researcher of our project group is the Head of Slovenian Fusion Association, which is a member of the European Fusion Development

		ANG	Agreement (EFDA). As a member of EFDA Steering Committee he participates actively to creation of European research policy in the field of fusion.
	Šifra		D.07 Vodenje centra/laboratorija
	Objavljeno v		oddaja Alpe-Donava-Jadran : intervju. 24.11.2008.
	Tipologija		2.19 Radijska ali televizijska oddaja
	COBISS.SI-ID		21691943
3.	Naslov	SLO	DRENİK, Aleksander. Verjetnost za heterogeno rekombinacijo vodikovih in kisikovih atomov na površinah fuzijsko relevantnih materialov
		ANG	DRENİK, Aleksander. The probability of heterogeneous recombination of hydrogen and oxygen atoms on the surfaces of fusion-relevant materials
	Opis	SLO	V doktorski disertaciji so opisani rezultati sistematičnih analiz interakcije nevtralnih atomov s fuzijsko relevantnimi materiali. Gre za obsežno eksperimentalno in teoretično delo, ki je nastajalo v letih 2008 in 2009, zagovor pa je bil opravljen decembra 2009. Prvi na svetu smo izmerili tako verjetnosti za rekombinacijo kot tudi hitrosti odstranjevanja depozitov hidrogeniranega ogljika z nevtralnimi kisikovimi in vodikovimi ioni. Disertacija predstavlja pomembno bazo podatkov za modeliranje fuzijske plazme.
		ANG	Results of systematic analyses on interaction of neutral atoms with fusion relevant materials are presented in this thesis. It represents an extensive experimental and theoretical work that has been performed in 2008 and 2009. The defense was in December 2009. It is the first report worldwide on measurements of both recombination probabilities as well as removal rates of hydrogenated carbon deposits with neutral oxygen and hydrogen atoms. The thesis represents a valuable database for future modeling of fusion plasma.
	Šifra		D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v		Doktorska disertacija. Ljubljana: [A. Drenik], 2009. X, 176 strani
	Tipologija		2.08 Doktorska disertacija
	COBISS.SI-ID		248881152
4.	Naslov	SLO	GYERGYEK, Tomaž. Fuzija : oddaja na spletni TV Vest.si. 19. feb. 2009. <a href="http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/">http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/</a> .
		ANG	GYERGYEK, Tomaž. Fusion on internet TV station Vest.si. 19. feb. 2009. <a href="http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/">http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/</a> .
	Opis	SLO	Gre za intervju na spletni televizijski postaji Vest.si, ki ga je avtor imel po predvanju o fuziji, kot trajnostnem energijskem viru prihodnosti v Centru Evropa v Ljubljani v okviru Tedna trajnostne energije. V tem intervjuju na poljuden način predstavljamo fuzijo kot energijski vir prihodnosti široki javnosti, zlasti mlajši generaciji.
		ANG	This is an interview on the internet television station Vest. si that the author has given after his lecture on fusion as a sustainable energy source of the future in Center Evropa in Ljubljana during the week of sustainable energy. Fusion is presented to general public, especially to the young generation, as a clean, safe and sustainable energy source of the future.
	Šifra		B.06 Drugo
	Objavljeno v		oddaja na spletni TV Vest.si. 19. feb. 2009. <a href="http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/">http://www.vest.si:80/2009/02/11/fuzija/</a>
	Tipologija		3.11 Radijski ali TV dogodek
	COBISS.SI-ID		22555175
5.	Naslov	SLO	VESEL, Alenka, MOZETIČ, Miran, ZAPLOTNIK, Rok, HAUPTMAN, Nina, BALAT-PICHELIN, Marianne. Interakcija mikrovalovne vodikove plazme z W-C kompoziti ...
		ANG	VESEL, Alenka, MOZETIČ, Miran, ZAPLOTNIK, Rok, HAUPTMAN, Nina, BALAT-PICHELIN, Marianne. Interaction of microwave hydrogen plasma with W-C composite..
	Opis	SLO	V tem prispevku smo pojasnili stranske pojave, ki potekajo med odstranjevanjem depozitov. Jasno smo pokazali, da odstranjevanje pri temperaturah nad 1000 K ni ustrezno za aplikacije, ker obenem z odstranitvijo depozita povzročimo tudi migracijo atomov iz podlage na

		površino obdelovanca.
	ANG	We addressed side effects taking place during removal of deposits. We clearly showed that treatment at temperatures above 1000 K is not suitable for application since migration of atoms from the bulk occurs.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	CVELBAR, Uroš (ur.), MOZETIČ, Miran (ur.). 3rd International Conference on Advanced Plasma Technologies (iCAPT-III), June 14th - 16th 2010, Lake Bohinj, Slovenia. Conference proceedings. Ljubljana: Slovenian Society for Vacuum Technique: = DVTS - Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, 2010, str. 33-43.	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	23744807	

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>8</sup>

--

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>9</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Rezultati obširnih raziskav, ki smo jih opravili na področju modeliranja in simulacij formiranja plazemskega potenciala pred negativno elektrodo, so pokazali, da je pri nas modificirana metoda za določanje električnega polja ob elektrodi zelo dobro uporabna kot ključni kriterij za določitev režima razelektritve. V tovrstnih plazmah je namreč potencialni padec ob katodi odvisen od razmerja gostot in energijskih porazdelitev vročih in hladnih elektronov. S tem smo pomembno prispevali k razumevanju pojavov v kompleksnih plazmah (tistih, z različnimi populacijami nabitih delcev), posebej pa k razumevanju mejnih pojavov ob stenah fuzijskih reaktorjev.

Raziskave obnašanja uskladičnega člana med radiofrekvenčnim generatorjem in plazmo so razkrile nekatere pojave, o katerih nismo našli podatkov v relevantni literaturi. Gre predvsem za spontan prehod iz induktivne v kapacitivno sklopitev. Tovrstni prehod zaznamuje močan padec koncentracije nevtralnih kisikovih atomov v plazmi. Sistematične raziskave so pokazale, da je pojav odvisen od usklajenosti obeh nihajnih krogov in ga je mogoče do neke mere nadzorovati s spreminjanjem kvalitete sekundarnega nihajnega kroga.

Rezultati obsežnih meritev predstavljajo pomembno bazo podatkov, ki jih bodo raziskovalci, ki delajo na področju interakcije med plazmo in stenami reaktorja v svetovnih fuzijskih centrih, lahko uporabljali pri simulaciji procesov v sodobnih fuzijskih napravah. Baza podatkov vsebuje pregled doslej objavljenih rezultatov in naše originalne rezultate, ki izvirajo iz dela na projektu. Rekombinacijski in interakcijski koeficienti so navedeni v odvisnosti od razelektritvenih parametrov, vrste materiala in temperature materiala. Izkazalo se je Navedena baza podatkov je po naši oceni prva te vrste v svetovnem merilu.

Rezultati meritev so pokazali, da je koeficient za heterogeno površinsko rekombinacijo nevtralnih atomov kisika in vodika odvisen tudi od hrapavosti površine. Tovrstni rezultati odpirajo široko polje za raziskave, saj doslej v literaturi še nismo zasledili kakršnihkoli sistematičnih meritev rekombinacije atomov na površinah materialov z enako sestavo a različno morfologijo. Rezultati so posebej zanimivi za plazemsko nano znanost, ki je nova, hitro rastoča veja plazemske znanosti.

Izredno pomembno odkritje je redukcija tankih plasti volframovega oksida z vodikovo plazmo. V svetovni znanstveni javnosti je veljalo prepričanje, da tovrstnih plasti ni mogoče reducirati v vodikovi atmosferi pri nizki temperaturi. Sistematične meritve, ki smo jih opravili pri našem partnerju v Font Romeu, Francija, so pokazale, da je redukcija povsem izvedljiva, če namesto klasične vodikove plazme uporabimo ekstremno neravnovesno plazmo z domala 100% stopnjo disociiranosti. Naše raziskave so tudi razčistile paradoks: pokazali smo, da je verjetnost za interakcijo atomarnega vodika z volframovim oksidom reda 0,0001. Ker ostali avtorji na razpolagajo s plazmo z izjemno visoko gostoto atomov, preprosto niso mogli doseči redukcije oksida zaradi tako majhne verjetnosti za reakcijo.

ANG

The results of extensive research performed in the field of modelling and simulation of plasma potential formation in front of a negative electrode revealed that the modified shooting method developed within this project is applicable as the key criterium for the determination of the discharge regime. The potential fall in front of the cathode in such plasma depends on the ratio between the density and electron energy distribution function of hot and cool electrons. Our results therefore greatly contribute to the understanding of phenomena in complex plasma, specially to understanding of edge fusion plasma.

The research on behavior of the matching unit between the high frequency generator and plasma revealed some phenomena that, to the best of our knowledge, have not been mentioned in relevant literature. We found spontaneous transitions between inductive and capacitive modes of plasma. Such transitions are characterized by a sudden drop in the density of neutral oxygen atoms. The systematic work performed within this project showed that such transitions depend on the matching between the oscillation circuits. It can be controlled rather well by modifications in the quality of the secondary oscillation circuit.

Results of extensive experimental work represent a solid database which will be used in next future by scientists working on modeling of interaction between plasma and surfaces in fusion centers worldwide. The scientists will be able to predict the processes on walls of present and future fusion devices. The database includes the state of the art of previously published data as well as our original results obtained within the work program of this project. The recombination and interaction coefficients are given as a function of discharge parameters, the type of material as well as its temperature. To the best of our knowledge it is the first database of this kind worldwide.

Results of our measurements revealed an important observation on the influence of the coefficient for heterogeneous surface recombination of oxygen and hydrogen atoms on the morphology of samples. These results open a wide field for future research. To the best of our knowledge, no results of systematic measurements of the recombination of atoms on materials with the same structure but with different morphology have ever been reported in literature. The results are particularly interesting for scientists working in plasma nanoscience – a new, rapidly expanding field of plasma science.

An important discovery is reduction of tungsten oxide thin films by hydrogen plasma. Scientists worldwide have believed that the reduction is not possible in hydrogen atmosphere at relatively low temperature. We performed systematic measurements at our partner in Font Romeau, France. The results clearly showed that reduction is possible providing extremely nonequilibrium plasma with almost 100% dissociation fraction is supplied. We also able to explain the paradox: The measured value for the reaction probability was found to be of the order of 0.0001 only. Other authors do not have plasma with extremely high hydrogen atom density and that is why they were not able to reduce the oxide by their own plasmas.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

V okviru tega raziskovalnega projekta smo se ob izdatni finančni podpori Evropske skupnosti (program EURATOM) in našega industrijskega partnerja (podjetje Induktio Ljubljana) lotili razvoja in izdelave velikega plazemskega reaktorja, ki služi kot izvir nevtralnih reaktivnih atomov. Plazemski reaktor je prvenstveno namenjen za doseg ciljev, ki smo si jih zadali v okviru tega projekta, znanje in izkušnje pa bomo s pridom izkoristili pri razvoju podobnih plazemskih reaktorjev za slovensko industrijo. Finančna kriza namreč še dodatno vzpodbuja evropsko in s tem tudi slovensko industrijo k razvoju novih, okolju prijaznih tehnologij, ki v veliki meri temeljijo na uporabi suhih plazemskih postopkov površinske obdelave materialov. Plazemske tehnologije bodo tako postopoma nadomeščale ekološko sporne mokre kemijske postopke.

Navedeni rezultati dvigujejo ugled slovenske znanosti v mednarodni fuzijski javnosti, prav tako pa tudi v okviru Evropskega sporazuma za razvoj fuzije (angleško EFDA – European Fusion Development Agreement), katerega članica je tudi Slovenija. Gre za zgledni primer, kako lahko raziskovalci iz majhne države članice EFDAe pomembno prispevajo k skupnemu evropskemu cilju: razvoju reaktorjev za okolju neškodljivo pridobivanje energije preko zlivanja težkih izotopov vodika.

Opisani rezultati predstavljajo pomemben prispevek k razumevanju interakcije med reaktivno plazmo in obdelovanci. Naša raziskovalna skupina že leta sodeluje s slovensko industrijo pri razvoju novih, cenovno ugodnih in okolju prijaznih tehnoloških postopkov obdelave različnih materialov. Opisani rezultati torej posredno omogočajo razvoj novih tehnoloških postopkov in s



tem dvig konkurenčne sposobnosti slovenske industrije v svetu.

Na koncu naj omenimo, da navedeni rezultati posredno prispevajo k zmanjšanju emisij ogljikovega dioksida, saj energija, pridobljena z zlivanjem jeder, ne proizvaja nobenih škodljivih emisij.

ANG

A major task of this project is a development of a large plasma reactor as a source of neutral reactive atoms. The project is heavily co-funded by European Community (Euratom) and our industrial partner Induktio Ltd. The major purpose of this new plasma reactor is fulfilling demands of this project, but the knowledge and experiences gained within this project will contribute to further improvement of our R&D activities in the way of development novel ecological benign dry plasma technologies for modification of the surface properties of materials and components for our industrial partners. Such plasma technologies will gradually replace the ecological unsuitable wet chemical methods.

The results represent an important contribution to recognition and reputation of Slovenian science in international fusion community as well as in EFDA (European Fusion Development Agreement). They show that even small associations, such as Slovenian in contribute important results towards strategic goals of a huge organization such as EFDA. By these means the Slovenian association fruitfully contributes to the final goal of EFDA – development of reactors for environmentally benign production of energy.

Another contribution of the achieved results is towards development of high-tech society. The results obtained within this project contribute to understanding the complex mechanisms of interaction between gaseous plasma and materials. Our research group is traditionally involved in development of new high value added and ecologically friendly technologies for treatment of various materials at our (mainly Slovenian) industrial partners. The results therefore directly contribute to increasing level of knowledge and thus to development of new technological processes needed to increase the competitiveness of the Slovenian industry in the world.

Last but not least, the research contributes indirectly to a low carbon society since the energy obtained from fusion does not produce any carbon dioxide.

#### 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	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Ni uporabljen"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.12.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		<input checked="" 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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>						
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

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

1.	<b>Sofinancer</b>	INDUKTIO družba za tehnični razvoj in svetovanje d.o.o	
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		77.335,00
			<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		33,00
			<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>
	1.	Sofinancer je pridobil pomembna znanja o optimizaciji sklopitve med radiofrekvenčnim generatorjem in plazmo.	F.01
	2.	S pridobljenim znanjem se je dvignila tehnološka usposobljenost zaposlenih v podjetju, ki se ukvarja z razvojem plazemskih sistemov.	F.03

	3.	Uspelo nam je optimizirati prenos energije z visokofrekvenčnega generatorja v plinsko plazmo.	F.04
	4.	Razvili smo nov tip visokofrekvenčnega generatorja.	F.06
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>		Podjetje Induktio d.o.o. je zelo zadovoljno z opravljenim delom na tem raziskovalnem projektu. Sredstva, ki jih je ARRS namenila raziskavam, se bodo obrestovala v bodoče, saj podjetje načrtuje razvoj in trženje specializiranih radiofrekvenčnih generatorjev za tržno nišo, ki jo odlikuje visoka dodana vrednost.	
2.	<b>Sofinancer</b>		
<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>			<b>EUR</b>
<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>			<b>%</b>
<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>			
3.	<b>Sofinancer</b>		
<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>			<b>EUR</b>
<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>			<b>%</b>
<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>			

### 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:**

Tomaž Gyergyek	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

15.4.2011

**Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/170**

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

<sup>2</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>3</sup> 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](#)

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

<sup>5</sup> 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](#)

<sup>6</sup> 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](#)

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

<sup>8</sup> 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](#)



<sup>9</sup> 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](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> 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  
24-1C-9C-C2-0F-67-43-A0-11-01-E6-7C-B1-C1-FA-DC-60-43-89-EE