

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/5



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J4-4115
Naslov projekta	Razvoj naprednih elektrokemičnih senzorjev za raziskave razvoja in delovanja možganov v in vitro in in vivo pogojih
Vodja projekta	13330 Gregor Majdič
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	406 Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	104 Kemijski inštitut 158 BIA podjetje za laboratorijsko in procesno opremo d.o.o. Ljubljana 1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.04 Veterina 4.04.01 Morfologija, fiziologija in reprodukcija živali
Družbeno-ekonomski cilj	07. Zdravje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.03 Veterina

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Raziskave razvoja in delovanja možganov so eden glavnih izzivov sodobne biomedicinske znanosti. Živčni prenašalci predstavljajo glavni način komuniciranja med živčnimi celicami. Prenašalci so zelo različne molekule kot so aminokisline, peptidi, monoamini, plini in druge. V zadnjih letih so bile razvite elektrokemične metode za merjenje nekaterih živčnih prenašalcev v

živem možganskem tkivu, vendar pa imajo te metode več omejitev kot so relativno slaba občutljivost, slaba prostorska resolucija, omejeno število prenašalcev, ki jih lahko zaznavamo s temi metodami, in vprašanje ali lahko električni tok, potreben za izvajanje takšnih merenj, lahko vpliva na delovanje možganskih celic. V predlaganih raziskavah bomo razvili novo obliko mikrosenzorja v obliki mikromreže, ki bo lahko zaznal več prenašalcev v živem možganskem tkivu naenkrat ob natančnem prostorskem in časovnem zaznavanju in ga bomo uporabili za spremljanje izločanja živčnih prenašalcev v živih tkivnih rezinah možganov. V prvi fazi projekta bomo razvili mikrosenzor za hkratno detekcijo dopamina in serotonina, ki bo temeljil na merjenju elektrokemične impedance z elektrodami, ki jih je pred kratkim razvil eden od partnerjev na projektu. V drugi fazi projekta pa bomo razvili povsem nov koncept mikrosenzorja z uporabo modificirane MEMS tehnologije in vezave receptorjev, vezanih z beljakovino G, na senzorsko površino kot detekcijske molekule. Receptorji za živčne prenašalce bodo selektivno vezani na senzorsko površino v obliki mikromreže z uporabo liposomov ali amfipolov kot nosilnih molekul. Vezavo liganda na specifičen receptor bomo zaznali v realnem času (s hkratno zaznavo časa in prostorske lokacije na senzorju) na mikromreži različnih senzorskih polj z uporabo izjemno občutljivih meritev impedance s pomočjo nizkošumnega analognega in digitalnega procesiranja s kratkokanalno CMOS tehnologijo. V predlaganem projektu bomo torej razvili povsem novo, izjemno uporabno in pomembno orodje za raziskave možganov. Tak senzor bomo v začetku uporabljali v pogojih *in vitro* na živih tkivnih rezinah možganov za raziskave razvoja in delovanja možganov. V nadaljevanju teh raziskav (v letih po končanju predlaganega projekta) pa predvidevamo razvoj podobnega mikrosenzorja, ki bi ga lahko uporabili *in vivo* tako pri živalih kot pri ljudeh. Razvoj takšnega senzorja bo predstavljal pomemben preboj, ki bo omogočil povsem nov koncept raziskovanja možganov. Senzor bo zato pomemben za široko področje nevroznanosti tako v veterinarski kot v humani medicini. Tak senzor pa ne bo predstavljal le pomembnega orodja za osnovne nevroznanstvene raziskave, temveč bo tudi visokotehnološki izdelek, ki ga bo mogoče hitro prenesti v industrijo. Poleg tega koncept senzorja ne bo pomemben samo za osnovne nevroznanstvene raziskave, temveč bo uporaba podobnih senzorjev imela široko uporabo v biotehnologiji in biomedicini kot nova diagnostična orodja ali za analize v prehranski industriji.

ANG

Neurotransmitters are different molecules like peptides, monoamines, aminoacids, gases and others. In the proposed studies, we will develop a novel sensor, based on microarray technology that will be able to detect different neurotransmitters, which will be used for *in vitro* studies with organotypic brain slices. In the project, we will develop novel microsensor array utilizing modified MEMS technology, with G protein coupled hormone receptors attached to the corresponding micro surfaces acting as detector molecules. Receptors for neurotransmitters will be selectively mobilized to the specific surface of the sensors in the array architecture using amphipols or liposomes as carrier molecules. Binding of the ligand to the specific receptor will be detected as a space and time dependent function using array of differently modified sensors, whose change of impedance due to binding of the ligand will be measured with extreme sensitivity using low noise analog and digital signal processing that will be implemented in short channel CMOS technology. This tool will be initially used in *in vitro* experiments studying brain development and function, but in further development (that is beyond the scope of this three years long project) we envision also a microsensor that could be used *in vivo* in both animals and humans. Development of such sensors will represent an important breakthrough that will enable completely new ways to study brain development and function. Furthermore, development of such sensor will present an important technological achievement and such platform will be easily transferred into industrial production. In addition, the new sensor array could be used for other biotechnological and medical applications in veterinary and human medicine as well as in food production industry.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V letu 2014 smo nadaljevali z delom na razvoju senzorja na osnovi aptamerov za detekcijo nevrottransmitterjev dopamina in neuropeptida Y, ker se je to izkazalo za bolj obetajoče kot uporabo receptorev vezanih s proteinom G, kot je bilo predvideno v prvotni prijavi projekta (to spremembo programa smo že obrazložili v predhodnih letnih poročilih projekta).

Na veterinarski fakulteti v Ljubljani smo nadaljevali z optimizacijo funkcionalizacije površine električnega senzorja (silicijev oksid in silicijev nitrit) s komercialno nabavljenimi aptameri. Po preiskovanju vezave z aaminskimi vezmi preko sulfatnih skupin na aptamerih se je metoda pokazala za nezanesljivo, zato smo s kolegi s kemijskega inštituta razvili novo, drugo metodo, pritrjevanje aptamerov na površino senzorja in sicer z nafionsko membrano, ki je nevtralna, ima pa dovolj velike pore, preko katerih lahko prehajajo molekule kot so nevrottransmiterji. Poleg tega smo v letu 2014 spremenili konfiguracijo senzorjev. Prvotno smo poiskovali funkcionalizirane senzorje z utori, katerih prednost je povečana senzorska površina, vendar so se ti senzorji izkazali za izjemno zahtevne za funkcionalizacijo, zato so kolegi na fakulteti za elektrotehniko razvili nove, ravne senzorje.

V drugi polovici leta smo uspeli narediti z ravnimi senzorji, funkcionaliziranimi z aptameri z nafionsko membrano, prve uspešne meritve zaznavanja dopamina. Prve meritve so pokazale zelo obetavne rezultate, saj so bile ponovljive, specifične za dopamin ter so kazale različen odziv v odvisnosti v koncentracije dopamina. Te meritve smo v preteklih mesecih nekajkrat ponovili in o tej novi konfiguraciji senzorja trenutno pripravljamo originalni znanstveni članek, ki bo pomenil pomemben prispevek znanosti na področju izdelave biosenzorjev za detekcijo bioloških molekul.

Kljub temu, da se je projekt že zaključil, pa bomo še poskušali zaključiti nekatere dodatne naloge, vezane na projekt. Na Veterinarski fakulteti in Fakulteti za elektrotehniko še nadaljujemo z izdelavo in testiranjem senzorjev, na kemijskem inštitutu pa bodo z različnimi metodami poskušali zaznati debelino plasti aptamerov in nafionske membrane na površini senzorja, kar bo pomemben podatek za morebitno nadaljnje delo pri optimizaciji senzorja.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program projekta je bil realiziran delno, v veliki meri tudi zaradi premajhnih sredstev, saj smo na razpisu kandidirali za večji raziskovalni projekt, odobren pa je bil samo majhen raziskovalni projekt, zaradi česar je bilo financiranje za tako obsežen in interdisciplinarni projekt absolutno prenizko. Zaradi tega smo že ob podpisu pogodbe pojasnili, da prvega dela projekta sploh ne bomo mogli izvesti, tudi delo na drugem delu pa je šlo precej počasneje, kot bi si želeli, saj na projektu nismo mogli polno zaposliti raziskovalcev.

Kljub temu menimo, da smo v zadnjem letu naredili velik napredek in razvili funkcionalizacijo senzorske površine, ki je po do sedaj izvedenih meritvah ustrezna in bo lahko podlaga za nadaljnjo optimizacijo takšnih senzorjev ter razvoj senzorja v obliki senzorske mreže, kar bi si želeli za naš končni cilj, a tega, glede na to, da gre za raziskovalni projekt, ki je razvijal povsem nove tehnološke pristope, ni bilo mogoče uresničiti v treh letih ob skrajno omejenih sredstvih.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Projektna skupina se ni spreminjala. Zaradi majhnega doprinosa skupine podjetja BIA smo sicer v zadnjem letu projekta želeli partnerja umakniti iz projektne skupine, a je po nasvetu ARRS partner ostal v projektni skupini.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

	Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	10163540	Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Procesiranje sporočil za kemične/biološke zenzorje z visoko občutljivostjo in nizko stopnjo motenj	
		ANG	Signal processing for integrated, high performance, low noise chemical/biological sensor interface	
	Opis	SLO	V prispevku na znanstveni konferenci smo predstavili princip izdelave senzorskih površin za biološke/kemične senzorje na podlagi tehnologije CMOS za uporabo v bioloških sistemih	
		ANG	In the conference proceeding the principle of fabrication of sensor surface for biological/chemical sensors using CMOS technology for use in biological systems was presented.	
	Objavljeno v		MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials; Proceedings; 2013; Str. 39-44; Avtorji / Authors: Strle Drago, Trontelj Janez	
	Tipologija		1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)	
2.	COBISS ID		3742074	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Razvoj novih elektrokemičnih biosenzorjev za detekcijo nevrottransmitterjev	
		ANG	Development of novel electrochemical biosensors for detection of neurotransmitters	
	Opis	SLO	V prispevku na znanstveni konferenci smo prikazali raziskave na področju izdelave novih elektrokemičnih senzorjev za detekcijo nevrottransmitterjev v možganih.	
		ANG	In conference proceedings we described the development of novel electrochemical sensors for detection of neurotransmitters in the brain.	
	Objavljeno v		Sinapsa Neuroscience Conference '13, Ljubljana, Slovenia, September 27-29, 2013. JERAN, Judita (ur.), KORITNIK, Blaž (ur.). Book of abstracts. Ljubljana: Sinapsa, Slovenian Neuroscience Association, 2013, str. 83.	
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID		5990919	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Član uredniškega odbora revije Endocrinology	
		ANG	Member of editorial board of Endocrinology journal	
	Opis	SLO	Gregor Majdič je član uredniškega odbora revije Endocrinology, ene najprestižnejših revij s področja endokrinologije, ki jo izdaja ameriško združenje Endocrine society. Revija ima faktor vpliva vsa leta okrog 4,5 do 5. Kot član uredniškega odbora je Gregor Majdič aktivno udeležen pri uredniških odločitvah in ocenejevanju člankov za revijo, poleg tega pa kot član uredniškega odbora sodeluje v razpravah o reviji ter morebitnih spremembah pri vseh zadevah glede revije Endocrinology.	
		ANG	Gregor Majdic is a regular member of editorial board of journal Endocrinology, one of the most prestigious journals in the field of Endocrinology, published by the American Endocrine society. The journal has an impact factor around 4.5/5 through the years. As a member of editorial board he is actively involved in both editorial decisions and reviewing papers as well as discussing and shaping the future of the journal.	
	Šifra		C.04	

		Uredništvo mednarodne revije	
	Objavljeno v	Endocrine society journals	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
2.	COBISS ID	4583784	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Predsednik programskega odbora 5. Slovenskega veterinarskega kongresa
		ANG	President of the programme committee of the 5. Slovenian veterinary congress
	Opis	SLO	Član programske skupine Gregor Majdič je bil predsednik programskega odbora 5. Slovenskega veterinarskega kongresa z mednarodno udeležbo, ki je potekal novembra 2014 v Portorožu. Gre za največje znanstveno in strokovno srečanje s področja veterinarske medicine v Sloveniji. Programski odbor je pripravil obširen in zanimiv program s številnimi tujimi predavatelji. Pomembnost in uspešno organizacijo ter dober program dokazuje izjemno velika udeležba na kongresu (največja do sedaj), saj je na 5. Veterinarskem kongresu sodelovalo več kot 400 udeležencev.
		ANG	Member of the research programme Gregor Majdic was a president of programme committee for the 5. Slovenian veterinary congress with international participation that was held in November 2014 in Portorož, Slovenia. Slovenian veterinary congress is the largest scientific and professional gathering in the field of veterinary medicine in Slovenia. Programme committee has prepared an interesting programme with several internationally renowned speaker. Importance, good organisation and interesting programme of the congress were confirmed by excellent attendance. Total number of participants at this congress was over 400, what is the largest number of attendants at all Slovenian veterinary congresses.
	Šifra	B.02 Predsedovanje programskemu odboru konference	
	Objavljeno v	Zbornik 5. slovenskega veterinarskega kongresa	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

Izbrani originalni znanstveni članki nosilca projekta v času poteka projekta:

Kercmar J., Snoj T., Tobet SA. and Majdic G.: Gonadectomy prior to puberty decreases normal parental behavior in adult mice. *Hormones and behavior*. 2014; 66: 667 – 673.

Kercmar J., Tobet SA. and Majdic G.: Social isolation during puberty affects female sexual behavior in mice *Frontiers in behavioral neuroendocrinology*. 2014; 8: 1 – 8.

Spanic T., Fabjan T. and Majdic G.: Expression levels of mRNA for neurosteroidogenic enzymes 17β-HSD, 5α-reductase, 3α-HSD and cytochrome P450 aromatase in the fetal wild type and SF-1 knockout mouse brain. *Endocrine research* 2014; 11: 1 - 5.

Büdefeld T, Majer A., Jerin A. and Majdic G: Deletion of the prion protein Prnp affects offensive aggression in mice. *Behavioral brain research*. 2014; 266: 216 – 221.

Snoj T, Kobal S, Majdic G.: Effects of season, age, and breed on semen characteristics in different *Bos taurus* breeds in a 31-year retrospective study. *Theriogenology*. 2013 Mar 15;79 (5):847-52.

Grgurevic N, Büdefeld T, Spanic T, Tobet SA, Majdic G Evidence that sex chromosome genes affect sexual differentiation of female sexual behavior. *Horm Behav*. 2012 May;61(5):719-24.

Büdefeld T, Tobet SA, Majdic G.: Altered position of cell bodies and fibers in the ventromedial region in SF-1 knockout mice. *Experimental neurology* 2011; 232(2):176-84.

Büdefeld T, Tobet SA, Majdic G.: Steroidogenic factor 1 and the central nervous system. *J Neuroendocrinology* 2012; 24(1):225-35).

Majdic G. and Tobet SA: Cooperation of genetic and endocrine influences for hypothalamic

sexual differentiation. *Frontiers in Neuroendocrinology* 2011, 32(2): 137-45.
Kercmar J, Büdefeld T, Grgurevic N, Tobet SA and Majdic G: Adolescent social isolation changes social recognition in adult mice. *Behavioral brain research* 2011, 216: 647 – 651.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

V okviru projekta smo razvijali senzor na osnovi CMOS tehnologije z različnimi metodami funkcionalizacije senzorske površine. Projekta je bil tehnološko izjemno zahteven in kljub omejenim rezultatom pomeni pomemben prispevek k znanosti, predvsem povsem nov način funkcionalizacije senzorske površine s pomočjo nafionske membrane, kar po nam znanih podatkih pred tem še ni bilo narejeno. Seveda pa so pomembni tudi negativni oziroma težavni rezultati s preiskovanjem drugih metod funkcionalizacije (z amino vezmi ter s pomočjo receptorjev, vezanih z beljakovino G), ki so nam pokazale, da te metode z današnjim znanjem niso optimalne za funkcionalizacijo senzorja, ki deluje na principu CMOS tehnologije.

ANG

We have developed a novel biosensor based on CMOS technology for detection of biological molecules, primarily neurotransmitters, although same technology could be used for other biological molecules. We have worked on functionalization of sensor surface with different methods. The project was technologically very demanding, but despite limited results due to low budget and short duration of the project, we have made some important contributions in the field of biosensors. The final results (which will be published soon) was functionalization of sensor surface with aptamers, bound the the surface with nafion membrane. To the best of our knowledge this is the first such successful development and will be as such useful in further development of similar sensors. Very important are also all negative results/problems we had with other methods such as originally proposed method of using g protein coupled receptors and functionalization with modified aptamers, which have shown that these methods in the current state of technology are not optimal for functionalization of the surface of CMOS based sensors.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Nadaljni razvoj takšnih senzorjev na podlagi tehnologije, ki smo jo razvili v okviru projekta, bi lahko imel velik pomen za tehnološki razvoj Slovenije. Namen projekta je bil sicer razvijati senzor za zaznavanje živčnih prenašalcev v možganih v realnem času, a podobna tehnologija bi se lahko uporabila za zaznavanje različnih bioloških snovi in bi zato takšen senzor lahko imel veliko uporabo na številnih področjih kot so medicina, prehranska industrija in podobno. Optimizacija takšnih senzorjev bi zahtevala nadaljnja vlaganja (ki jih žal trenutno ni), vsekakor pa bi lahko ob dodatnih sredstvih, glede na dobre rezultate v zadnjem letu projekta, v nekaj letih senzor skoraj zagotovo optimizirali za praktično uporabo in bi lahko takšen senzor dali na tržišče.

ANG

Further development of such sensors could have important contribution to technological developments of Slovenia. The original aim of the project was detection of neurotransmitters in the brain. However, similar technology could be used for detection of variety of biological molecules and as such, a similar sensors could have potential wide use in medicine, food industry and similar. Optimisation of such sensors would need further development and financing, which are at the moment lacking. Nevertheless, with additional funds we would be able to bring such sensor to the market in few years and we will therefore seeking additional funds to continue with this programme, especially based on very good results in the last year of the project.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja					

		☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	

G.09.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
--------------	---------------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

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

13.Izjemni dosežek v letu 2014¹²**13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Veterinarska
fakulteta

Gregor Majdič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	2.3.2015
-----------	----------

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/5

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

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

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

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

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

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
96-D2-63-19-34-91-95-3A-62-35-C2-88-92-95-CD-7A-1A-E1-51-46