

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/220



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-4129
Naslov projekta	Razvoj polprevodniških detektorjev za eksperimente v fiziki osnovnih delcev
Vodja projekta	9081 Vladimir Cindro
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1554 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.02 Fizika 1.02.06 Eksperimentalna fizika osnovnih delcev
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.03 Fizika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Izmerili smo ključne lastnosti strukturiranih silicijevih detektorjev, ki smo jih obsevali na Rektorskem centru v Podgorici do rekordno visokih fluenc nevtronov ($1.6 \cdot 10^{17} \text{ ncm}^{-2}$). To je en red velikosti več kot pri dosedanjih meritvah in ustreza najvišjim fluencam delcev v posameznih detektorskih sklopih ob načrtovanih nadgradnjah detektorjev ob pospeševalniku HL- LHC (High

Luminosity Large Hadron Collider). Za analizo delovanja detektorjev smo uporabili dve metodi. Z metodo Edge TCT, pri kateri smo uporabili stranski vpad tankega snopa infrardeče laserske svetlobe na senzor, smo izmerili porazdelitev električnega polja in učinkovitost zbiranja naboja po prostornini detektorja pri različnih fluencah in v različnih fazah popuščanja poškodb. Izmerili smo v katerih delih detektorja prihaja do pomnoževanja naboja. Izmerili smo spektre signalov, ki jih v senzorju generira beta sevalec ^{90}Sr in so ob primerni kolimaciji in proženju bralnega sistema dober približek minimalno ionizirajočih delcev. To nam je omogočilo izdelati napoved, kaj lahko pričakujemo po večletnem delovanju detektorjev ob pospeševalniku HL-LHC in postaviti zahteve za razvoj bralne elektronike. Z meritvami pri različnih fluencah in napetostih smo dobili podatke za enostavno parametrizacijo zbranega naboja, ki omogoča modelsko napoved izmerjenega naboja. V okviru točnosti meritev smo ugotovili, da različna geometrija in procesiranje (difuzija) izdelanih diod v pasovnih detektorjih ne vplivajo bistveno na izmerjeni signal, vpliv povečanega polja je pri teh diodah premajhen

ANG

We measured properties of segmented silicon detectors irradiated with neutrons at Reactor Centre Podgorica up to the equivalent fluences of $1.6 \cdot 10^{17} \text{ ncm}^{-2}$. This is an order of magnitude higher as in earlier measurements and matches the highest fluences in the most exposed parts of detectors around future HL-LHC (High Luminosity Large Hadron Collider).

Two methods were used to analyse the operation of detectors. Edge TCT takes the advantage of side impact of narrow infrared laser beam to the sensor. We measured space distribution of electric field and collection of electric charge through the detector volume. Detectors were irradiated to different neutron fluences, their properties were measured in various annealing stages. Multiplication of electric charge in high electric fields diminishes the effect of trapping. We measured the spectra of signals generated by ^{90}Sr source. Precise collimation and trigger system allowed recording of spectra of minimum ionizing particles. Having these data we are able to predict behavior of detectors in harsh environment after several years in sensors around HL-LHC and requirements for development of sensor electronics can be specified. We found that various electrode geometries and diffusion depths do not have measurable impact on the multiplication of electric charge at high electric fields.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Izmerili smo vpliv časovnega spreminjanja poškodb na delovanje detektorjev. Po nastanku poškodb zaradi obsevanja te med seboj reagirajo ali pa interagirajo s kristalno strukturo. Zaradi tega se spremenijo lastnosti detektorja: zmanjša se generacijski tok, spremeni se efektivna koncentracija nečistoč in časi ujemanja prostih nosilcev naboja. Meritve v zadnjem desetletju so bile v glavnem posvečene določanju teh efektov. Pri visokoobsevanih detektorjih pa pride zaradi visokih električnih polij do pomnoževanja, kar smo prvi izmerili v našem laboratoriju. Čeprav je obstoj efekta pomnoževanja že na splošno sprejet, pa je potrebno še veliko meritev, da bi razumeli vpliv na delovanje detektorjev. Med drugim je potrebno izmeriti prostorsko porazdelitev nastanka signala. Za meritve je zelo primeren sistem s stranskim vpadom infrardeče svetlobe. S pomikanjem tankega laserskega curka premera nekaj mikronov lahko pri vpadu s strani otipamo krajevno odvisnost nastanka signala. Tak sistem smo razvili in izdelali v našem laboratoriju. Večje pomnoževanje smo izmerili v bližini elektrod, kjer je električno polje večje. To bo imelo posledice zlasti pri vpadu delcev s strani v segmentirane detektorje, saj se spremeni zaznan kraj prehoda delca skozi detektor. Takih dogodkov je v obstoječih detektorjih veliko, saj večina delcev izvira iz interakcijske točke. Izkoristili smo tudi možnost ogrevanja senzorjev v samem merilnem sistemu in izmerili vpliv popuščanja poškodb na delovanje. Ugotovili smo, da lahko v takoimenovanem režimu obratnega okrevanja (reverse annealing) signal naraste v nasprotju z rezultati dosedanjih meritev pri nižjih fluencah. Rezultat smo pojasnili z večanjem električnega polja v bližini elektrod in pomnoževanjem v visokem električnem polju. Rezultate smo objavili v članku.

Izmerili smo tudi čase ujetja gibljivih nosilcev naboja v poškodbah. Na mikrosekundni časovni skali smo izmerili časovni potek signala, ki ga povzroči kratek (reda ns) pulz laserja. Če je čas ujetja daljši kot je čas merjenja signala, se izmerjeni signal zmanjša. Ugotovili smo ujemanje vrzeli v dveh tipih pasti s časom ujemanja 2 μ s in 10 μ s, časi ujemanja elektronov pa so daljši. S spreminjanjem temperature in časa ujemanja smo določili energijske nivoje pasti za vrzeli. Tudi te rezultate smo objavili v članku.

Izmerili smo lastnosti senzorjev, ki so bili obsevani do zelo visokih fluenc nevtronov ($1.6 \cdot 10^{17} \text{ ncm}^{-2}$). Nekateri deli spektrometra ATLAS bodo po nadgradni izpostavljeni tako visokim fluencam hadronov. Vzorce s posebno geometrijo elektrod, smo obsevali v sredici jedrskega reaktorja v Podgorici. Reaktor je referenčni center za obsevanja, s katerimi lahko simuliramo poškodbe, ki bodo nastale med dolgoletnimi meritvami na trkalniku HL-LHC (high luminosity LHC). Dobro poznavanje spektra in računsko modeliranje poškodb, ki smo ga izdelali v preteklosti sta bistvena za to, da lahko rezultate, ki jih dobimo po obsevanju na reaktorju ekstrapoliramo na delovanje ob protonskem trkalniku. Merili smo spektre signalov, ki jih v senzorju generira beta sevalec ^{90}Sr in so ob primerni kolimaciji in proženju bralnega sistema dober približek signalov minimalno ionizirajočih delcev. Z meritvami pri različnih fluencah in napetostih smo dobili podatke za enostavno parametrizacijo zbranega naboja, ki omogoča modelsko napoved izmerjenega naboja. V okviru točnosti meritev različna geometrija in procesiranje (difuzija) izdelanih diod v pasovnih detektorjih ne vpliva bistveno na izmerjeni signal, vpliv povečanega polja je pri teh diodah premajhen. Skrbno narejen prožilni sistem, ki je zmanjšal naključno proženje, nam je omogočil, da smo zaznali signale tudi pri največjih fluencah. Pri napetost 1000 V in fluenci $1.6 \cdot 10^{17} \text{ ncm}^{-2}$ je bila najbolj verjetna velikost signala okoli 1000 elektronov, kar je posledica pomnoževanja v visokem polju. Kljub šumu, ki je nekajkrat večji od signala, smo le tega z dobrim prožilnim sistemom povsem ločili od ozadja. Meritve mrtvega toka so pokazale vrednosti, ki so višje kot jih pričakujemo na podlagi generacijske poškodbene konstante, kar je posledica pomnoževanja. Pri najvišjih fluencah pa smo izmerili manjše vrednosti, kar je lahko posledica kratkega rekombinacijskega časa generiranih prostih nosilcev, ki mora biti manjši od 1 ns. Rezultati so objavljeni v posebni publikaciji.

Izmerili smo tudi signale v detektorjih s tankim robom (slim edge). Ti detektorji so bili izdelani v okviru kolaboracije RD50 in ATLAS na Univerzi Santa Cruz (Kalifornija). Za učinkovito detekcijo nabitih delcev je nujno, da senzorji pokrijejo čim večji prostorski kot. Ker je detektor sestavljen iz posameznih detektorskih modulov, ki so zloženi skupaj, predstavljajo robovi neučinkovit del, kar je še posebej nezaželeno v bližini interakcijske točke, kjer so postavljeni manjši blaziničasti senzorji. Pri meritvah smo uporabili fokusirano lasersko svetlobo, z rdečo svetlobo, ki ima majhno vdorno globino, merimo površinske efekte, z infrardečo pa simuliramo signale nabitih delcev. Senzorji so bili odrezani na različnih razdaljah od 100 do 250 mikronov od aktivnega dela, površina pa je bila tehnološko obdelana. Meritve so pokazale, da akumulacija negativnega naboja v površinskem oksidu povzroči stiskanje ekvipotencialnih ploskev proti zgornji elektrodi detektorja. Posledica je zmanjšano električno polje v bližini zadnje strani detektorja tudi pri višjih napetostih. Meritve z IR svetlobo so pokazale, da je polje nizko le do globine 100 mikronov, ta globina pa se z obsevanje z nevtroni zmanjša z višjo fluenco. Rezultati so objavljeni v posebni publikaciji.

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

Ocenjujem, da je bilo načrtovano delo na raziskovalnem projektu realizirano 100 procentno. Uspešno smo uporabili metodo Edge TCT, ki je bila razvita v našem laboratoriju. Izmerili smo prostorsko porazdelitev električnega polja in zbiranje naboja, kar je pomemben podatek za računalniško simulacijo detektorskih sklopov. Meritve s sevalcem beta pa omogočajo absolutno meritev velikosti signalov. Z natančnim prožilnim sistemom smo izmerili signale tudi pri rekordno visokih fluencah nevtronov, kakršnim bodo detektorji izpostavljeni po večih letih obratovanja ob trkalniku HL-LHC.

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

Sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo. Predviden načrt je v celoti izpolnjen. Za krajši čas smo v projektno skupino vključili dva sodelavca: Aleša Svetka in Rubna Verheydna. Sodelovala sta pri izdelavi prožilnega sistema in pri meritvah s sevalcem beta.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

	Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	27652647	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Meritve TCT na miropasovnih detektorjih z ozkim robom
		ANG	TCT measurements with slim edge strip detectors
	Opis	SLO	Znanstveni članek
		ANG	Scientific paper
	Objavljeno v	Elsevier; Nuclear instruments and methods in physics research. Section A, Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment; 2014; Vol. 751; str. 41-47; Impact Factor: 1.316;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.957; A': 1; WoS: OA, RY, UP, XQ; Avtorji / Authors: Mandić Igor, Cindro Vladimir, Gorišek Andrej, Kramberger Gregor, Mikuž Marko, Zavrtanik Marko, Fadeyev Vitaliy, Sadrozinski Hartmut F.-W., Christophersen Marc, Philips Bernard	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	27549479	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Meritve zbiranja naboja v silicijevih detektorjih obsevanih do 1.6[times]10 ^{[sup]817} n _[sub] (eq)/c ^{[sup](-2)}
		ANG	Charge collection studies on custom silicon detectors irradiated up to 1.6 [times]10 ^{[sup]817} n _[sub] (eq)/c ^{[sup](-2)}
	Opis	SLO	Znanstveni članek
		ANG	Scientific paper
	Objavljeno v	Institute of Physics Publishing; Journal of instrumentation; 2013; Vol. 8; str. P08004-1-P08004-13; Impact Factor: 1.526;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; WoS: OA; Avtorji / Authors: Kramberger Gregor, Cindro Vladimir, Mandić Igor, Mikuž Marko, Zavrtanik Marko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	25892391	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Meritve čaa ujemanja v polprevodniških detektorjih.
		ANG	Determination of detrapping times in semiconductor detectors
	Opis	SLO	Znanstveni članek
		ANG	Scientific paper
	Objavljeno v	Institute of Physics Publishing; Journal of instrumentation; 2012; Vol. 7, no. 4; str. P04006-1-P04006-12; Impact Factor: 1.656;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.269; A': 1; WoS: OA; Avtorji / Authors: Kramberger Gregor, Cindro Vladimir, Mandić Igor, Mikuž Marko, Zavrtanik Marko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	25948455	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pospešeno popuščanje poškodb v visoko obsevanih silicijevih detektorjih

		ANG	Effects of accelerated long term annealing in highly irradiated n[sup]+-p strip detector examined by Edge-TCT
	Opis	SLO	Znanstveni članek
		ANG	Scientific paper
	Objavljeno v		Institute of Physics Publishing; Journal of instrumentation; 2012; Vol. 7, no. 6; str. P06006-1-P06006-14; Impact Factor: 1.656; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.269; A': 1; WoS: OA; Avtorji / Authors: Milovanović Marko, Cindro Vladimir, Kramberger Gregor, Mandić Igor, Mikuž Marko, Zavrtanik Marko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID		28348199 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modeliranje električnega polja v silicijevih mikropasovnih detektorjih, obsevanih z neutroni in pioni
		ANG	Modeling of electric field in silicon micro-strip detectors irradiated with neutrons and pions
	Opis	SLO	Znanstveni članek
		ANG	Scientific paper
	Objavljeno v		Institute of Physics Publishing; Journal of instrumentation; 2014; Vol. 9; str. P10016-1-P10016-20; Impact Factor: 1.526; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; WoS: OA; Avtorji / Authors: Kramberger Gregor, Cindro Vladimir, Mandić Igor, Mikuž Marko, Milovanović Marko, Zavrtanik Marko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID		
	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Pomemben rezultat projektne skupine je ustanovitev podjetja Particulars d.o.o. Metoda Edge TCT in rezultati meritev, ki so bile izvedene v tem projektu, so naletele na veliko zanimanje v laboratorijih po svetu, ki delujejo na podobni tematiki. Podjetje je bilo ustanovljeno leta 2013. Podjetje Particulars d.o.o. izdeluje in trži komercialne Edge TCT sisteme www.particulars.si

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Rezultati meritev bodo pomembna osnova za načrtovanje in izgradnjo novih detektorjev ob nadgradnji trkalnika LHC. Pri kolaboraciji ATLAS, ki je ena od štirih kolaboracij, ki postavljajo detektorske sisteme okoli trkalnika LHC, sodeluje 174 institucij iz 38 držav, kar pomeni skupna vlaganja držav s celega sveta v to področje znanosti. Menjava notranjega dela detektorja je najbolj bistven del izboljšave detektorja, saj bo nov sledilnik omogočil detekcijo delcev z boljšo učinkovitostjo ob nekajkrat višji pogostosti nastanka delcev zaradi povečane luminoznosti trkalnika.

ANG

Results of measurements performed in this project will have impact on the design and construction of detectors which will be installed during upgrade of High Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC). ATLAS, one out of four large collaborations building detector systems around LHC, has 174 institutions from 38 countries. This represents common effort of different countries from all over the world in experimental particle physics. New inner tracker (ITK) is the most important part of detector upgrade. It will allow efficient detection of tracks in the high rate environment caused by increase of collider luminosity.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Slovenija se z rezultati projekta vključuje v napore mednarodne skupnosti za nadgradnjo detektorjev v Evropskem centru CERN, ki so planirani v letih 2018-2022. Delo poteka v mednarodnih kolaboracijah, kar zagotavlja pretok informacij in dostop do izmerjenih podatkov. Kolaboraciji ATLAS in RD50 imata redna srečanja, na katerih poročamo o rezultatih dela na projektu.

ANG

Slovenia joined to the effort of international community to develop detectors that will survive harsh environment of High Luminosity Linear Hadron Collider that will become operational around 2022. Work is performed within international collaborations which allows efficient exchange of information and data. ATLAS and RD50 collaborations have regular workshops where results of projects are reported.

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:

Institut "Jožef Stefan"

Vladimir Cindro

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

15.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/220

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](#)

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

46-C8-FB-FD-1F-21-AE-6E-BA-F5-3E-12-7E-B9-11-F2-13-22-35-9D