

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/114

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-9340
Naslov projekta	Kombinirana metoda za identifikacijo delcev
Vodja projekta	11598 Samo Korpar
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	2.835
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

2. Sofinancerji¹

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

Kombinirana metoda za identifikacijo delcev združuje v enem detektorju meritev obročev Čerenkova in časa preleta delca. Ti metodi se med seboj dopolnjujeta, saj pokrivata različni področji gibalnih količin. Meritev časa preleta s tradicionalnimi detektorji, ki uporabljajo scintilatorje, omogoča ločevanje pionov in kaonov z gibalnimi količinami nekje do 1 GeV/c, med tem ko je meritev obročev Čerenkova primernejša za ločevanje pri višjih gibalnih količinah. Senzorji, ki so primerni za tak kombiniran detektor, morajo omogočati učinkovito zaznavanje

posameznih fotonov z dobro krajevno in časovno ločljivostjo. Kandidata sta fotopomnoževalka z večkanalno ploščico (MCP-PMT) in silicijeva fotopomnoževalka (SiPM).

Za študij krajeven in časovne ločljivosti senzorjev smo sestavili testno aparaturo, ki jo sestavljajo izvor kratkih svetlobnih sunkov pritrjen na pomično mizico, elektronski sistem za zaznavanje sunkov in računalniški sistem za zajemanje in obdelavo podatkov. Sistem omogoča osvetlitev senzorjev s kratkimi (15ps RMS) sunki modre (405nm) ali rdeče (635nm) barve z računalniško krmiljenim mestom in velikostjo (5 μ m in več) osvetlitve. Elektronski sistem omogoča meritev časa signala z natančnostjo 11ps.

V testni aparaturi smo preizkusili več vzorcev senzorjev MCP-PMT proizvajalcev Photonis in Hamamatsu in študirali njihovo krajevno in časovno ločljivost pri zaznavanju posameznih fotonov. Izdelali smo enostaven model razvoja signala v senzorjih tega tipa, ki dobro opiše dobljene rezultate in omogoča optimizacijo delovnih parametrov senzorja. Te senzorje odlikuje predvsem njihova časovna ločljivost, ki je med 20ps in 40ps pri detekciji sunkov posameznih fotoelektronov. Preizkusili smo tudi vzorce senzorjev SiPM velikosti 1mm x 1mm in 3mm x 3mm (Hamamatsu), ki imajo nekoliko slabšo časovno ločljivost okoli 100ps-200ps pri detekciji sunkov, ki jih povzročijo posamezni fotoni.

Rezultati testov lastnosti fotopomnoževalke z večkanalno ploščico in silicijeve fotopomnoževalke so pokazali, da sta oba senzorja primerna kandidata za kombiniran detektor, saj omogočata učinkovito zaznavanje posameznih fotonov z dobro krajevno in časovno ločljivostjo. Časovna ločljivost MCP-PMT omogoča visoko časovno ločljivost že pri sunkih nekaj fotonov, pri SiPM pa je za isto ločljivost potrebno zaznati nekaj deset fotonov.

Preizkusili smo tudi delovanje obeh senzorjev v magnetnem polju do gostote 1,5 T, saj detektor običajno deluje v spektrometru, kjer je močno magnetno polje. Test je pokazal, da lahko oba senzorja delujeta v močnem magnetnem polju. Ker so ti senzorji potencialno uporabni tudi pri medicinskem slikanju PET, nam njihovo delovanje v magnetnem polju omogoča kombiniranje slikanja PET in MRI.

Pri silicijevih fotopomnoževalkah sta dodaten problem majhna aktivna površina senzorja in velika pogostost šumnih sunkov, ki so enaki sunkom posameznih fotonov. Z uporabo svetlobnih koncentradorjev lahko hkrati povečamo aktivno površino senzorja in izboljšamo razmerje sunkov signala in šuma. Študirali smo svetlobne koncentradorje v obliki prirezanih piramid, ki delujejo kot svetlobni vodniki, in polkrogelnih leč, ki zbirajo svetlobo na aktivni površini senzorja. S testom s kozmičnimi delci smo prvič pokazali, da lahko s silicijevio fotopomnoževalko uspešno zaznavamo posamezne Čerenkove fotone in z uporabo koncentradorjev uspešno povečamo aktivno površino senzorja in s tem razmerje signal-šum.

Pri načrtovanju in optimizaciji prototipa smo upoštevali potrebe načrtovanih eksperimentov namenjenih meritvam redkih razpadov mezonov B in D, kjer je potrebna identifikacija razpadnih produktov do gibalnih količin 4 GeV/c. Pri takem eksperimentu so posamezni detektorji združeni v spektrometer, ki pokriva celoten prostorski kot, kar zahteva kompakten detektor. Najbolj primeren je detektor Čerenkovih obročev s sevalcem iz kremenovega aerogela brez optičnega sistema. Pri tem detektorju nabiti delci prečkajo sevalec in fotonski detektor. Pri fotonih izsevanih v sevalcu identificiramo delce z meritvijo kota Čerenkova. Primeren lomni količnik aerogela je okrog 1,05, kar omogoča ločevanje pionov in

kaonov v intervalu 1,5 GeV/c do 4 GeV/c. Za meritev časa preleta pa uporabimo signal fotonov Čerenkova, ki so izsevani v oknu fotopomnoževalke ali optičnih koncentradorjih. Zaradi višjega lomnega količnika 1,45 lahko znižamo spodnjo mejo za ločevanje do 0,5 GeV/c.

Na osnovi študije parametrov detektorja smo izdelali prototip, ki vsebuje večplastni sevalec iz aerogela s povprečnim lomnim količnikom 1,05 in fotonski detektor, ki ga sestavljata fotopomnoževalka s 64 kanali in modul s 64 silicijevimi fotopomnoževalkami in svetlobnimi koncentradorji. Izdelali smo čitalni sistem, ki omogoča meritev kraja in časa zaznanih fotonov in pripravili programsko opremo za analizo meritev s kozmičnimi žarki in testnim žarkom.

Teste v testnem žarku smo opravili v raziskovalnih centrih KEK v Tsukubi na Japonskem in CERN v Ženevi. Sestavili smo aparaturo, ki vsebuje scintilacijski detektor za proženje, sledilni sistem z dvema večžičnima proporcionalnima komorama, prototip detektorja in čitalni sistem za zajemanje podatkov. Preizkusili smo učinkovitost senzorjev pri krajevni detekciji posameznih fotonov Čerenkova, ki jih izsevajo hitri nabiti delci v 4cm debelem sevalcu iz aerogela z lomnim količnikom okrog 1,05. Pokazali smo, da lahko s takim detektorjem uspešno ločujemo pione od kaonov z gibalno količino med 1,5 GeV/c in 4 GeV/c. Test časovne ločljivosti pa so pokazali, da lahko z meritvijo časa preleta na razdalji 2m ločujemo pione od kaonov v intervalu od 0,5 GeV/c do 2 GeV/c.

Opravili smo tudi teste prototipa s kozmičnimi delci. Aparaturo smo sestavili na Institutu "Jožef Stefan" in vključuje sledilni sistem za kozmične delce, scintilacijski števec in prototip detektorja. Ti testi so prav tako pokazali visoko časovno ločljivost pri meritvi časa preleta, ki je boljša od 50 ps.

Kombinirana metoda, ki vključuje obe tehniki v enem detektorju, tako omogoča ločevanje pionov in kaonov v intervalu od 0,5 GeV/c do 4 GeV/c, kar se lepo dopolnjuje z metodo meritve ionizacijskih izgub, ki omogoča identifikacijo do 0,5 GeV/c.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Izdelali smo testno aparaturo, ki omogoča preizkušanje časovne in krajevne ločljivosti senzorjev z veliko časovno in krajevno natančnostjo 11 ps in 5 um. Z aparaturo smo izmerili lastnosti večih senzorjev tipa MCP-PMT in SiPM, ki odговarjajo zahtevam kombiniranega detektorja za identifikacijo delcev. S testi smo pokazali, da delovanje tovrstnih senzorjev ustreza zahtevam metode. Preverili smo tudi delovanje senzorjev v močnem magnetnem polju do 1,5 T in pokazali, da lahko učinkovito deluje tudi v takih okoljih.

Na osnovi predhodnih meritev smo izvedli študijo parametrov detektorja. Določili smo tip sevalca in geometrijske parametre detektorja, tako da omogoča ločevanje pionov in kaonov na področju gibalnih količin od 0,5 GeV/c do 4 GeV/c. Z meritvijo posameznih fotonov Čerenkova, ki jih izsevajo kozmični delci v sevalcu iz aerogela smo prvi pokazali, da je ta tip senzorja primeren za detektor obročev Čerenkova. Na osnovi izbranih parametrov smo izdelali prototip, s katerim smo opravili meritve.

Pripravili smo aparaturo za testiranje prototipa v testnem žarku, in opravili teste v raziskovalnih centrih KEK v Tsukubi na japonskem in CERN v Ženevi. Pravtako smo postavili testno meritev s kozmičnimi žarki na Institutu "Jožef Stefan". Meritve so pokazale, da lahko učinkovito kombiniramo metodi meritve obročev Čerenkova in časa

preleta. Pri uporabi sevalca iz aerogela in fotonov izsevanih v oknu sensorja lahko učinkovito ločujemo med pioni in kaoni na intervalu gibalnih količin od 0,5 GeV/c do 4 GeV/c.

Ocenjujemo, da so raziskovalni cilji projekta v celoti realizirani.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	<i>SLO</i>	Detekcija sevanja Čerenkova z modulom iz silicijevih fotopomnoževalk
		<i>ANG</i>	A module of silicon photo-multipliers for detection of Cherenkov radiation
	Opis	<i>SLO</i>	V delu smo opisali meritev s prototipom detektorja obročev Čerenkova z sevalcem iz aerogela, ki uporablja modul s 64 silicijevimi fotopomnoževalkami in matriko optičnih koncentradorjev. To je prvi prototip tovrstnega detektorja, ki temelji na silicijevih fotopomnoževalkah. Pokazali smo, da lahko kljub visoki stopnji lastnih šumnih sunkov senzor učinkovito zaznava posamezne fotone Čerenkova. Učinkovitost detekcije posameznih fotonov se lahko še poveča z uporabo svetlobnih koncentradorjev, kar znatno izboljša razmerje signalnih in šumnih sunkov.
		<i>ANG</i>	The article describes measurements with the first prototype of aerogel RICH detector based on silicon photomultiplier module with arrays of 64 SiPMs and light concentrators. We showed that such a detector can successfully detect single Cherenkov photons. Efficiency and signal to noise ratio can be further improved by use of light concentrators.
	Objavljeno v	KORPAR, Samo, CHAGANI, Hassan, DOLENEC, Rok, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok, STANOVNIK, Aleš. A module of silicon photo-multipliers for detection of Cherenkov radiation. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel.. [Print ed.], 2010, vol. 613, no. 2, str. 195-199.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	23339559	
2.	Naslov	<i>SLO</i>	Detektor obročev Čerenkova z možnostjo meritve časa preleta
		<i>ANG</i>	Proximity focusing RICH with TOF capabilities
	Opis	<i>SLO</i>	Objava rezultatov prvih meritev v testnem žarku, kjer se z večanodnim senzorjem MCP-PMT, ki je namenjen krajevno občutljivi detekciji posameznih fotonov v detektorju obročev Čerenkova, meri čas preleta delca. Rezultati so pokazali, da za meritev časa preleta z natančnostjo okrog 35ps zadoščajo fotoni Čerenkova, ki nastaneje v oknu sensorja, ko ga delec preleti.
		<i>ANG</i>	Publication of the first beam test results of the time-of-flight measurement with a MCP-PMT sensor used for position sensitive detection of single Cherenkov photons in a RICH counter. We showed that a 35 ps timing resolution can be achieved by using only Cherenkov photons produced by charge particles in the sensor window.
	Objavljeno v	KORPAR, Samo, GORIŠEK, Andrej, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok. Proximity focusing RICH with TOF capabilities. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel.. [Print ed.], 2007, vol. 572, no. 1, str. 432-433.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21861927	
3.	Naslov	<i>SLO</i>	Silicijeva fotopomnoževalka kot detektor fotonov Čerenkova
		<i>ANG</i>	Silicon photomultiplier as a detector of Cherenkov photons
	Opis	<i>SLO</i>	Silicijeva fotopomnoževalka je nov tip svetlobnega sensorja, ki ima visok izkoristek za detekcijo svetlobe a hkrati tudi veliko pogostost šumnih sunkov - okoli 1MHz/mm ² , ki so enaki sunkom posameznih fotonov. Z meritvijo smo prvi pokazali, da lahko ta senzor uspešno uporabimo za zaznavanje

			posameznih fotonov Čerenkova v detektorjih obročev Čerenkova.
		ANG	The silicon photomultiplier is a new type of photo-sensor with high efficiency for detection of photons but also a large rate of noise signals - around 1MHz/mm ² , that are equal to signals of a single photon. We have demonstrated for the first time that such a sensor can be used successfully as a photon detector in RICH counters.
	Objavljeno v		KORPAR, Samo, DOLENEC, Rok, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok, STANOVNIK, Aleš. Silicon photomultiplier as a detector of Cherenkov photons. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel.. [Print ed.], 2008, vol. 595, no. 1, str. 161-164
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		22005031
4.	Naslov	SLO	Optimizacija detektorja obročev Čerenkova z dvojnimi sevalcem iz aerogela z uporabo metode največje zanesljivosti
		ANG	Design optimization of the proximity focusing RICH with dual aerogel radiator using a maximum-likelihood analysis of Cherenkov rings
	Opis	SLO	V spektrometrih z omejenim prostorom lahko za identifikacijo delcev uporabimo detektor obročev Čerenkova brez optičnega sistema. V preteklih letih smo uvedli nov tip tega detektorja, ki uporablja večplastni sevalec. V prispevku je predstavljena metoda za optimizacijo lomnih količnikov različnih plasti, s čemer se zmanjša napaka meritve kota Čerenkova.
		ANG	Inside spectrometers with limited space, the proximity focusing RICH with aerogel radiator can be used for particle identification. In recent years we introduced a new type of such a detector with multi-layer aerogel radiator. The paper describes the method for optimization of refractive indices of individual layers to minimize the error of Cherenkov angle measurement.
	Objavljeno v		PESTOTNIK, Rok, KRIŽAN, Peter, KORPAR, Samo, IJIMA, Toru. Design optimization of the proximity focusing RICH with dual aerogel radiator using a maximum-likelihood analysis of Cherenkov rings. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel.. [Print ed.], 2008, vol. 595, no. 1, str. 256-259.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		22074919	
5.	Naslov	SLO	Študija detektorja obročev Čerenkova s sevalcem iz aerogela
		ANG	A study of proximity focusing RICH with a silica radiator
	Opis	SLO	Nadaljevanje razvoja detektorja Čerenkovih obročev z večplastnim sevalcem iz aerogela, ki smo ga razvili skupaj z raziskovalci iz Japonske. Detektor načrtujemo za spektrometer Belle-II, ki bo nasledil zelo uspešen eksperiment Belle v raziskovalnem inštitutu KEK v Tsukubi na Japonskem.
		ANG	Continuation of the development of the RICH detector with a multilayer focusing aerogel radiator developed in collaboration with the Japanese researchers. Detector is designed for Belle-II spectrometer which will replace Belle spectrometer at KEK institute in Tsukuba, Japan.
	Objavljeno v		ADACHI, I., GORIŠEK, Andrej, KORPAR, Samo, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok. A study of proximity focusing RICH with a silica radiator. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel.. [Print ed.], 2007, vol. 581, str. 415-418.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		21262119	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Testi modula iz silicijevih fotopomnoževalk za detekcijo fotonov Čerenkova
		ANG	Tests of a silicon photo-multiplier module for detection of Cherenkov photons
	Opis	SLO	Predstavili smo prve rezultate testov prototipa detektorja obročev Čerenkova, ki temelji na silicijevih fotopomnoževalkah.
		ANG	We presented first results of the tests of the RICH detector prototype based on silicon photomultipliers module.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
			KORPAR, Samo, CHAGANI, Hassan, DOLENEC, Rok, KRIŽAN, Peter,

	Objavljeno v		PESTOTNIK, Rok, STANOVNIK, Aleš. Tests of a silicon photo-multiplier module for detection of Cherenkov photons. V: 2008 IEEE NSS/MIC/RTSD Conference record : Nuclear science symposium, Medical imaging [and] 16th Room-Temperature Semiconductor Detector Workshop, Dresden, Germany, 19-15, October 2008. 2008, str. 3115-3118
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		22342183
2.	Naslov	SLO	Meritev časovne ločljivosti in presluha v večkanalnih fotopomnoževalkah z mikrokanalno ploščo BURLE/Photonis
		ANG	Timing and cross-talk properties of BURLE/Photonis multi-channel MCP PMTs
	Opis	SLO	Fotopomnoževalke z mikrokanalno ploščico omogočajo natančno meritev časa in kraja zaznanih posameznih fotonov. V prispevku so predstavljene meritve časovne ločljivosti pri detekciji posameznih fotonov in vpliv presluha, ki ga povzroči povratno sipanje fotoelektronov, na krajevno in časovno ločljivost.
		ANG	Micro-channel plate photomultipliers allow for precise measurements of time and position of detected single photons. In the contribution we present the measurement of time resolution and the effects of cross-talk produced by photoelectron back-scattering.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		KORPAR, Samo, DOLENEC, Rok, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok, STANOVNIK, Aleš. Timing and cross-talk properties of BURLE/Photonis multi-channel MCP PMTs. V: 2008 IEEE NSS/MIC/RTSD Conference record : Nuclear science symposium, Medical imaging [and] 16th Room-Temperature Semiconductor Detector Workshop, Dresden, Germany, 19-15, October 2008. 2008, str. 2471-2474. [COBISS.SI-ID 22342695]
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		22342695
3.	Naslov	SLO	Mentorstvo doktorandom: Meritev časovno odvisne kršitve simetrije CP v razpadu nevtralnega mezona $B^0 \rightarrow D^+D^-$: doktorska disertacija
		ANG	Tutoring for postgraduate students: Measurement of time dependent CP violation in $B^0 \rightarrow D^+D^-$ decays : doctoral thesis
	Opis	SLO	Svoje usposabljanje je pod mentorstvom Sama Korparja v letu 2007 uspešno zaključila Saša Fratina. Rezultate svojih raziskav je objavila v prestižni znanstveni reviji Physical Review Letters. Zaradi velike odmevnosti svojega dela je bila sprejeta na podoktorsko pozicijo na University of Pensilvania. Belle Collaboration, FRATINA, Saša, BITENC, Urban, BIZJAK, Ilija, BRAČKO, Marko, GOLOB, Boštjan, GORIŠEK, Andrej, KORPAR, Samo, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok, STANIČ, Samo, STARIČ, Marko, ZUPANC, Anže. Phys. rev. lett., 2007, vol. 98, no. 22, str. 221802-1-221802-6. [COBISS.SI-ID 20796455]
		ANG	Saša Fratina successfully defended her doctoral thesis under the supervision of Samo Korpar. Results were presented at international conferences and published in Physical Review Letters. Belle Collaboration, FRATINA, Saša, BITENC, Urban, BIZJAK, Ilija, BRAČKO, Marko, GOLOB, Boštjan, GORIŠEK, Andrej, KORPAR, Samo, KRIŽAN, Peter, PESTOTNIK, Rok, STANIČ, Samo, STARIČ, Marko, ZUPANC, Anže. Phys. rev. lett., 2007, vol. 98, no. 22, str. 221802-1-221802-6. [COBISS.SI-ID 20796455]
	Šifra		D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v		FRATINA, Saša. Measurement of time dependent CP violation in $B^0 \rightarrow D^+D^-$ decays : doctoral thesis = Meritev časovno odvisne kršitve simetrije CP v razpadu nevtralnega mezona $B^0 \rightarrow D^+D^-$: doktorska disertacija. Ljubljana: [S. Frantar], 2007. 127 str., graf. prikazi.
	Tipologija		4.00 Sekundarno avtorstvo
	COBISS.SI-ID		2805454
4.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	

		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		
5.	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Rezultat projekta je nova metoda za identifikacijo delcev. Ker je to eden od pomembnih sestavnih delov poskusov v fiziki osnovnih delcev, bo prispeval k boljšemu razumevanju osnovnih delcev in sil v naravi. Opravljena študija parametrov senzorjev bo prispevala k njihovemu nadaljnemu razvoju in s tem izboljšanju metod slikanja na področju medicinske diagnostike in domovinske varnosti, ki temeljijo na njihovi uporabi.

ANG

The result of the project is a new method for particle identification. As it is an important part of experiments in elementary particle physics, it will contribute to better understanding of fundamental particles and forces. Study of basic parameters of sensors will result in their further development and consequently improvement of imaging techniques for medical diagnostics and homeland security.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Raziskave opravljene v okviru projekta prispevajo k splošnemu razvoju znanosti, pričakovan pa je tudi prispevek k napredku v razvoju naprav za medicinsko diagnostiko in domovinsko varnost.

ANG

The research conducted within the project contributes to general scientific progress, as well as to development of apparatuses for medical diagnostics and homeland security.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

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

F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	

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

Komentar

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

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

G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

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

		5.	
	Komentar		
	Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

Samo Korpar	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/114

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² 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](#)

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

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ 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](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk->

rezult.asp), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ 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](#)

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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a

88-4D-97-33-B3-1B-01-04-C2-36-52-1D-77-34-5E-42-CC-E2-B7-46