

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/182

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J7-9795
Naslov projekta	Razvoj PET sonde z visoko ločljivostjo
Vodja projekta	12750 Dejan Žontar
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.245
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

Sodobne slikovne metode nuklearne medicine kot sta PET (Positron Emission Tomography) in SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) predstavljajo kvalitativen preskok v medicinski slikovni diagnostiki, saj omogočajo opazovanje ne le anatomije ampak tudi funkcije preiskovanega tkiva. To je vodilo do številnih novih aplikacije na področju nevrologije, kardiologije, genskega inženiringa na živalskih modelih in še posebej v onkologiji. Na zadnjem omenjenem področju pogosto šele funkcionalna slika lahko loči med nenevarnimi morfološki spremembami tkiva in

resnimi rakastimi obolenji ter s tem omogoča neinvazivno detekcijo rakastih tkiv, določanje njihovega obsega in spremljanje njihovega razvoje.

Funkcionalno oziroma molekularno slikanje s PET temelji na radioaktivnem označevanju izbranih bioloških substanc. Substance, ki se uporabljajo pri slikanju PET, so označene s sevalcem pozitronov. Izsevani pozitron se anihilira v bližini izseva, pri čemer nastane par skoraj kolinearnih anihilacijskih fotonov. Konvencionalni PET detektorji so zato oblikovani v obroče, ki omogočijo detekcijo para fotonov v detektorjih na nasprotnih straneh obroča. Ker sevalec leži zelo blizu zveznice med točkama detekcije, porazdelitev zveznic nastalih pri velikem naboru zaporednih dogodkov omogoča rekonstrukcijo porazdelitve izvorov (in s tem označene substance) v preiskovanem območju. Poleg tega sledenje časovne odvisnosti porazdelitve poda informacijo o akumulaciji in disociaciji izbrane substance, s čimer lahko bistveno pripomore k razumevanju bolezni (onkologija) ali generacije molekul (genetika).

Vendar pa prostorska ločljivost obstoječih naprav PET pri nekaterih vrstah rakastih obolenj, kot na primer pri raku prostate, ne zadošča za točno določitev obsega in porazdelitve obolelega tkiva. Prav tako obročasta geometrija PET detektorja v določenih primerih otežuje klinično uporabo, še posebej, če slikani objekt zajema le majhen del zornega kota detektorskega sistema, kar velja tudi za rak prostate. Obročasta geometrija namreč onemogoča manjšanje razdalje med detektorjem in slikanim področjem, s čimer bi dosegli povečanje zornega kota, pod katerim vidimo slikani objekt ter izboljšali ločljivost slike.

V okviru projekta smo kot možen pristop za izboljšanje prostorske ločljivosti raziskovali možnost uporabe PET sonde z visoko krajevno ločljivostjo. Le ta bi se med preiskavo nahajala v neposredni bližini slikanega tkiva (rektalna sonda v primeru slikanja prostate). Poleg klasičnih dogodkov, kjer sta oba anihilacijska fotona zaznana v detektorskem obroču, bi v sistemu s sondo pridobili še dogodke z bistveno boljšo krajevno ločljivostjo, pri katerih bi bil en izmed para fotonov zaznan v sondi, drugi pa v detektorskem obroču. Z ustreznim upoštevanjem dogodkov obeh tipov pri rekonstrukciji slike lahko dosežemo bistveno izboljšano ločljivost in s tem boljšo klinično oceno obolelosti in natančnejši nadzor pri zdravljenju bolezni.

V osnovnem predlogu smo se v okviru projekta nameravali osredotočiti na primer sonde za slikanje prostate, pri kateri je volumen aktivnega detekcijskega materiala relativno majhen. Zaradi dodatnih sredstev, ki smo jih pridobili z vključitvijo v FP7 EURATOM projekt MADEIRA, smo cilj projekta razširili na razvoj bolj splošno uporabne sonde z bistveno večjim aktivnim volumnom, primerne za slikanje večjih področij, ki se nahajajo blizu površine.

Prva faza projekta je bila namenjena določitvi potrebnih specifikacij sonde, s posebnim poudarkom na njeni prostorski ločljivosti. Simulirali smo slikovni sistem s standardnim scintilatorskih PET obročem (radij 40 cm, prostorska ločljivost 6 mm) v kombinaciji s sondo z visoko ločljivostjo (različne prostorske ločljivosti pod 3 mm), ki se nahaja v bližini slikanega področja. Rezultati so pokazali, da ločljivost sonde določa ločljivost celotnega sistema za razdalje med sondo in slikanim področjem manjše od 10 cm. Pri tem se kakovost slike bistveno izboljša že pri relativno skromnem deležu dogodkov z visoko ločljivostjo. Simulacija sonde za slikanje prostate z detektorskimi elementi velikosti 1 mm^3 kaže, da že 10% delež dogodkov z visoko ločljivostjo omogoča za faktor 10 višje razmerje signal/šum ob ciljni prostorski ločljivosti 2 mm. Pri tem se izboljšano razmerje signal/šum lahko uporabi tako za izboljšanje kakovosti slike kot za izvedbo preiskave z nižjo aplicirano aktivnostjo in s tem nižjo izpostavljenostjo pacienta. Na podlagi rezultatov simulacije smo kot optimalno velikost detektorskih elementov določili $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}^3$, torej detektor debeline 1 mm z blazinicami velikosti $1 \times 1 \text{ mm}^2$.

Kot zelo privlačno tehnologijo za doseganje tako visoke segmentacije smo obravnavali

silicijeve krajevno občutljive detektorje. Ti predstavljajo razvito in v fiziki osnovnih delcev dobro uveljavljeno tehnologijo, saj se zaradi odlične prostorske ločljivosti in hitrega odziva uporabljajo za sledenje nabitim delcem v večini sodobnih eksperimentov fizike visokih energij. V okviru preteklih projektov smo že dokazali njihovo primernost tudi na področju medicinskih aplikacij (razvoj Comptonove kamere ter sistema PET za slikanje malih živali). Raziskave so dokazale primernost segmentiranih silicijevih PIN detektorjev za detekcijo fotonov, pri čemer je ena večjih težav njihova slaba učinkovitost za detekcijo anihilacijskih fotonov. Pri tej energiji, značilni za PET sisteme, sta v 1 mm debelem Si detektorju namreč zaznana le 2 % fotonov, ki zadenejo njegovo površino. Možna rešitev je skladanje debelejših detektorjev, vendar tak pristop s seboj prinese številne tehnične težave, od potrebe po novih metodah za povezavo detektorjev z elektroniko do naraščajočega števila elektronskih kanalov. Poleg tega lahko pri uporabi silicijevih detektorjev z nadstandardno debelino (1 mm) oviro predstavlja tudi njihova slabša časovna ločljivost, ki bi zaradi majhne širine koincidenčnega okna v PET aplikacijah lahko predstavljala hudo omejitev. Zato smo s podrobnimi simulacijami nastanka in zbiranja naboja analizirali časovni odziv PET sonde na osnovi visoko-uporovnega silicija in ugotovili, da lahko pričakujemo zanesljivo delovanje sonde za časovna okna do 20 ns. Ker so povečana finančna sredstva omogočala tudi razvoj in izdelavo optimiziranega (predvsem hitrejšega) čitalnega čipa so prednosti tehnologije silicijevih krajevno občutljivih detektorjev premagale nad njenimi slabostmi.

Za doseg visoke gostote skladanja silicijevih detektorjev smo raziskovali dva različna pristopa. Prvi je uporaba tehnologije TAB, ki omogoča povezovanje detektorjev z upogljivimi mikro-kabli ter mikro-kablov s čitalnimi čipi. V okviru projekta smo sestavili testne module, ki dokazujejo, da tehnologija TAB ponuja električno primerljivo delovanje in je lahko uporabno nadomestilo za ulrazvočno bondiranje, ki ne omogoča optimalnega nalaganja modulov. Kljub obetavnim rezultatom pa trenutno dosegljiv izkoristek povezav še ni zadosten za uporabo pri izdelavi prototipa. Kot drugo možnost smo razvijali tehnologijo upogljivih večplastnih tiskanih vezij z majhnim razmikom med linijami. Tudi tu so bili doseženi zelo dobri rezultati pri izdelavi samih vezij, nedokončan pa je razvoj povezovanja (lepljenja) kablov z detektorji. Rezultati raziskav torej kažejo, da imamo na razpolago kar dve obetavni tehnologiji za povezovanje silicijevih krajevno občutljivih detektorjev, ki omogočata gosto skladanje detektorjev (pričakovana gostota skladanja bo omogočala več kot 70% zasedenost z aktivnim materialom) in s tem konstrukcijo sonde s potrebno debelino aktivnega detekcijskega materiala.

Vzporedno z razvojem tehnologije za gosto skladanje je potekal razvoj čitalne elektronike. Razvita je bila nova generacija čitalnega čipa z oznako VATAGP7. Žal se je pri evalvaciji čipov izkazalo, da je prišlo pri načrtovanju do napake, ki je bistveno omejevala njihovo uporabo pri konstrukciji PET sonde. Omenjeno napako smo pri že izdelanih čipih zasilno odpravili z obdelavo FIB (focused ion beam), s katero smo prekinili odkrito odvečno linijo. Tako dobljene čipe smo uporabili za izdelavo detektorskih modulov prve generacije. Proizvajalec (Gammamedica IDEAS) je nato odpravil napako v načrtovanju ter izdelal novo serijo čipov, skladno s specifikacijami, vendar z več kot enoletno zamudo glede na prvoten načrt dela. Omenjeni zapleti so vodili do znatnih sprememb v poteku raziskav in razporejanju aktivnosti vseh sodelujočih inštitucij, v končni fazi pa niso vplivali na doseg zastavljenih ciljev.

Na temeljih rezultatov opisanih pripravljanih raziskav so bile v okviru projekta izdelane tri generaciji detektorskih modulov, primernih za izdelavo sonde. Prva je temeljila na uporabi s FIB obdelanih čipov VATAGP7, ki smo jih uporabili za branje 1 mm debelih detektorjev s 256 blazinicami velikosti $1,4 \times 1,4 \text{ mm}^2$ (po 1 detektor in 2 čipa na modul). V drugi generaciji modulov smo uporabili končno verzijo čipov VATAGP7 v kombinaciji po dvema 1 mm debelima detektorjema (zlepljenima s hrbtnima stranema obrnjenima eden proti drugemu) s po 512 blazinicami velikosti $1,4 \times 1,4 \text{ mm}^2$ (po 2 detektorja in 8 čipov na modul). Moduli tretje generacije so temeljili na končni verziji čipov VATAGP7 ter po dveh 1 mm debelih detektorjih s po 1040 detektorskimi elementi z blazinicami velikosti

1 x 1 mm² (po 2 detektorja in 16 čipov na modul). Izdelava detektorskih modulov je potekala vzporedno z razvojem tehnologij za doseganje visoke gostote skladanja detektorjev, zato smo pri modulih vseh treh generacij za povezovanje silicijevih detektorjev s čitalno elektroniko uporabili dobro uveljavljeno tehnologijo ultrazvočnega bondiranja. Le ta sicer ne omogoča optimalnega nalaganja modulov, omogočila pa je pravočasno izdelavo in testiranje prototipa.

Primerjava meritev detektorskih modulov z napovedmi simulacije njihovega časovnega odziva je pokazala zelo dobro ujemanje, kar potrjuje pravilnost zastavljenega pristopa. Prav tako se s pričakovani skladajo meritve energijske ločljivosti sestavljenih modulov z različnimi sevalci. Z uporabo modulov prvih generacij so bila izvedena tudi osnovna slikanja preprostih fantomov na podlagi koincidenčnega zajema podatkov v dveh silicijevih detektorjih. Po pričakovanjih pa v omejenem časovnem okviru opisanega projekta ni bilo izvedljivo slikanje fantomov s silicijevo sondo, povezano z zunanjim scintilatorskim obročem. Obširnejša testiranja končnih modulov v kombinaciji s scintilatorskim obročem tako načrtujem tokom nadaljnjih raziskav v okviru projekta MADEIRA.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Pridobitev dodatnega financiranja z vključitvijo v FP7 EURATOM projekt Madeira je omogočila ambicioznejšo izpeljavo izhodiščnega programa. Čeprav so bile izvedene manjše prilagoditve načrta dela, ki so potek nacionalnega projekta uskladile s programom evropskega, se izhodiščni cilji niso spremenili. Znatna dodatna sredstva so omogočila izdelavo boljše optimiziranega prototipa z bistveno večjim volumnom aktivnega detektorskega materiala, kar vodi do višjega izkoristka (večje debeline aktivnega detektorskega materiala) ter večje površine sonde. Poleg tega so omogočila tudi dodatno iteracijo pri razvoju čitalne elektronike ter pri konstrukciji detektorskih modulov, čeprav izdelava in vrednotenje končnega sistema, opremljenega s to elektroniko, še nista zaključena. Tako lahko ocenimo, da so bili raziskovalni cilji doseženi celo v večjem obsegu od načrtovanega.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<p><i>SLO</i> Evaluacija delovanja detektorja PET z visoko ločljivostjo za slikanje malih živali na osnovi silicijevih sipalnih detektorjev</p> <p><i>ANG</i> Performance evaluation of very high resolution small animal PET imager using silicon scatter detectors</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Predstavljen je model PET sistema, ki temelji na visoko segmentiranih polvodniških detektorjih, vstavljenih v konvencionalen PET detektor. Na osnovi meritev preprostega prototipa je ocenjena učinkovitost predlaganega sistema. Predstavljeni so rezultati eno-rezinskega sistema z dvema silicijevima detektorjema debeline 1 mm s po 512 blazinicami dimenzije 1.4 x 1.4 mm². Detektorja sta bila postavljena z nasproti ležečima robovoma ter opremljena s spremljajočima BGO detektorjema brez prostorske ločljivosti. Izmerjeni so bili izkoristek, energijska, časovna in prostorska ločljivost.</p> <p><i>ANG</i> We present a model of PET system based on high-granularity solid-state detectors inserted into a conventional PET scanner and estimate its performance using a proof-of-concept prototype. A prototype single-slice imaging instrument was constructed with two silicon detectors 1 mm thick, each having 512 1.4 mm × 1.4 mm pads. The silicon detectors were located edgewise on opposite sides and flanked by two non-position sensitive BGO</p>

			detectors. The scanner performance was measured for its sensitivity, energy, timing, spatial resolution and resolution uniformity.
	Objavljeno v		PARK, Sang-June, et al. Performance evaluation of very high resolution small animal PET imager using silicon scatter detectors. Phys. Med. Biol., 2007, vol. 52, str. 2807-2826
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		20750631
2.	Naslov	SLO	Razvoj in testiranje mikro-kablov za tanke silicijeve detektorske module za sondo za slikanje prostate
		ANG	Development and test of micro-cables for thin silicon detector modules in a prostate probe
	Opis	SLO	V prispevku poročamo o rezultatih razvoja mikro-kablov za gosto nalaganje silicijevih detektorjev z blazinicami kot sestavnih delov Comptonove sonde za slikanje prostate. Cilj razvoja je optimizacija mehanskega zlaganja ter povezave silicijevih senzorjev debeline 1 mm s čitalno elektroniko na način, pri katerem bo debelino sonde primarno določala debelina silicijevih detektorjev. Razvoj mikro-kablov dokazuje, da tehnologija TAB ponuja električno primerljivo delovanje in je lahko uporabno nadomestilo za ultrazvočno bondiranje, ki ne omogoča optimalnega nalaganja modulov.
		ANG	Recent progress in the development of micro-cables for very densely packed silicon pad detector modules to be used in a Compton Prostate Probe is reported. The purpose of this development is to optimize the packaging and interconnection of 1mm thick silicon sensors with their readout electronics in such a way that the assembly thickness is dominated by the sensor thickness. Development of micro-cables demonstrate that TAB technology can replace wire bonding technology, which does not allow optimally dense packaging, with TAB bonded modules which have electronically equally good performance.
	Objavljeno v		STANKOVA, V., et al. Development and test of micro-cables for thin silicon detector modules in a prostate probe. 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. 1126-1129.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID		22527271	
3.	Naslov	SLO	Zadnji rezultati prvega demonstratorja Comptonove sonde
		ANG	Last results of a first compton probe demonstrator
	Opis	SLO	V prispevku poročamo o rezultatih testiranja prvega prototipa sonde za slikanje prostate po principu Comptonove kamere. Siplni detektor je sestavljen iz petih debelih silicijevih detektorjev z blazinicami, absorpcijski detektor pa iz treh NaI(Tl) scintilatorjev, nameščenih okoli sipalnega detektorja. S slikanjem točkastega 133 Ba izvora na razdalji 11 cm od sipalnega detektorja smo izmerili krajevno ločljivost 5 mm FWHM. Dodatne raziskave kažejoboljšanje krajevne ločljivosti z naračšanjem energije vpadnih fotonov in razdalje med sipalnim in absorpcijskim detektorjem.
		ANG	A first prostate probe prototype based on the Compton imaging technique has been developed, with a scatter detector composed of a stack of five thick silicon pad detectors, and absorption detector consisting of three NaI(Tl) scintillators placed around the scatter detector. A spatial resolution of 5 mm FWHM has been measured reconstructing an image of a point-like 133 Ba source placed at 11 cm distance from the scatter detector. Additional studies show the improvement of the detector resolution with increasing incident photon energy and distance from the scatter to the absorption detector.
	Objavljeno v		LLOSÁ, Gabriela, et al. Last results of a first compton probe demonstrator. IEEE trans. nucl. sci., 2008, vol. 55, no. 3, str. 936-941.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		21821223	
4.	Naslov	SLO	Prototip detektorja PET z visoko ločljivostjo za slikanje malih živali na osnovi silicijevih detektorjev z blazinicami
		ANG	A prototype of very high-resolution small animal PET scanner using silicon pad detectors

	Opis	SLO	Predstavljen je PET sistem z visoko ločljivostjo za slikanje malih živali na osnovi silicijevih detektorjev z blazinicami. Prototip je sestavljen iz dveh silicijevih detektorjev debeline 1 mm z blazinicami debeline 1,4 x 1.4 mm ² , razporejenimi v polju velikosti 32 x 16 blazinic. S sistemom zajeti podatki so bili uporabljeni za rekonstrukcijo slike s 2D filtrirano povratno projekcijo ter z metodo maksimalne verjetnosti pričakovane maksimuma. Prostorska ločljivost slike, določena iz 1D profila linijskega 18F izvora premera 1.1 mm, je bila ocenjena na 1.45 mm FWHM.
		ANG	A very high resolution small animal positron emission tomograph (PET) which can achieve sub-millimeter spatial resolution is being developed using silicon pad detectors. The prototype PET for a single slice instrument consists of two 1 mm thick silicon pad detectors, each containing a 32 x 16 array of 1.4 mm x 1.4 mm pads. Image data were acquired and reconstructed using conventional 2-D filtered-back projection and a maximum likelihood expectation maximization method. Image resolution of approximately 1.45 mm FWHM is obtained from 1-D profile of 1.1 mm diameter 18F line source image.
	Objavljeno v	PARK, Sang-June, et al. . A prototype of very high-resolution small animal PET scanner using silicon pad detectors. Nucl. instrum, methods phys res., Sect. A, Accel. 2007, vol. 570, no. 3, str. 543-555.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21368103	
5.	Naslov	SLO	Časovni odziv silicijeve PET sonde
		ANG	Timing performance of the silicon PET insert probe
	Opis	SLO	V članku so predstavljeni rezultati analize časovnega odziva PET sonde na osnovi visoko-uporovnega silicija. Meritve so potekale na poenostavljenem modelu sonde, sestavljenem iz enega samega detektorja debeline 1 mm, povezanim z dvema namensko razvitima VATAGP7s čitalnima čipoma. Tako detektorski material kot uporabljena čitalna elektronika sta bila enaka, kot bosta uporabljena za izdelavo sonde. Rezultati so pokazali zelo dobro ujemanje meritev z napovedjo simulacije, kar kaže na zanesljivo delovanje končne sonde za časovna okna do 20 ns.
		ANG	In this paper, timing issues related to a PET probe using high-resistivity silicon as a detector material are addressed. Measurements were performed on a simplified model probe, consisting of a single 1-mm thick detector, coupled with two VATAGP7s, application-specific integrated circuits. The detector material and electronics are the same that will be used for the final probe. A very good agreement between the simulation and the measurements were found, indicating reliable performance of the final probe at timing windows down to 20 ns.
	Objavljeno v	STUDEN, Andrej et al. Timing performance of the silicon PET insert probe. Radiat. prot. dosim., [in press] 2010, 5 str., doi: 10.1093/rpd/ncq076	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	23551015	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Doze zaradi sevanja pacientov: predstavljeno na 2. Madeira Training Course on Radiation Protection in Nuclear Medicine
		ANG	Radion doses from patients : presented at 2nd Madeira Training Course on Radiation Protection in Nuclear Medicine
Opis	SLO	Pri preiskavah in zdravljenju v nuklearni medicini zaradi apliciranih odprtih virov sevanja v pacienta le-ti določen čas po aplikaciji radiofarmaka učinkovito predstavljajo vir ionizirajočega sevanja. Zaradi specifičnih razmer pa pacienta seveda ni mogoče obravnavati na enak način kot ostale vire sevanja. V predavanju so bile predstavljeni različne oblike izpostavljenosti, pri katerih kot vir sevanja nastopa pacient, ter s tem povezana tveganja.	
	ANG	In diagnostic and therapeutic nuclear medicine radioactive substances are applied to the patient. For a certain period of time after application a patients thus effectively represents a source of ionising radiation. Due to the specific	

		circumstances a patient can not be handled in the same manner as other radioactive sources. In the lecture various irradiation pathways based on the patient as a source and the related risks have been presented.
Šifra		B.04 Vabljeno predavanje
Objavljeno v		ŽONTAR, Dejan. Radion doses from patients : presented at 2nd Madeira Training Course on Radiation Protection in Nuclear Medicine, 17-20 November 2009, Malmö, Sweden. 2009
Tipologija		3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa
COBISS.SI-ID		23501095
2.	Naslov	<i>SLO</i> Osnovni principi zaznavanja ionizirajočega sevanja
		<i>ANG</i> Basic principles of detection of ionizing radiation
	Opis	<i>SLO</i> V nuklearni medicini z ionizirajočim sevanjem označujemo izbrane biomolekule. Sledenje porazdelitvi teh biomolekul nam lahko pomaga pri diagnozi in oceni resnosti posameznih obolenj. Poznavanje osnovnih principov zaznavanja sevanja je zato ključnega pomena pri razvoju in izboljšavah metod slikanja kakor tudi pri interpretaciji dobljenih slik. Predavanje je s fizikalnega vidika pojasnilo potek zaznave, statistične značilnosti, elektronsko obdelavo surovih podatkov in geometrijo priprav uporabljenih pri slikanju v nuklearni medicini.
		<i>ANG</i> Ionizing radiation in nuclear medicine is used to mark selected biomolecules, whose spatial distribution can assist us in diagnosis and staging of certain diseases. The knowledge of basic principles of radiation detection is hence key in development and improvement of imaging methods as well as in interpretation of collected images. The lecture provided basic physical insight into detection process, its statistical properties, electronics used to handle raw data and geometry of devices used in nuclear medical imaging.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje
	Objavljeno v	MIKUŽ, Marko. Basic principles of detection of ionizing radiation: presented at 1st Madeira Training Course on Radiation Physics for Nuclear Medicine, 18-21 November 2008, Milano, Italy. 2008
	Tipologija	3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa
	COBISS.SI-ID	0
3.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
4.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
5.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Šifra	

Objavljeno v	
Tipologija	
COBISS.SI-ID	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Izboljšave 3D slikovnih načinov v nuklearni medicini.
Rezultati projekta so bili temelj za vključitev v mednarodni projekt "Madeira", ki poteka v okviru 7. evropskega okvirnega programa (FP7) od januarja 2008. Cilj projekta je optimizacija slikovnih metod v nuklearni medicini preko več pristopov: optimizacija prostorske ločljivosti, izboljšanje razmerja signal-šum in boljše razumevanje časovne odvisnosti vnosa in izločanja radiofarmacevtikov iz tumorjev in zdravega tkiva. Tako optimizirane slikovne metode bodo povečale količina informacij, ki jih dobimo z dano količino radiofarmacevtika in s tem znižale izpostavljenost zdravega tkiva pacientov.

Improvement of 3D nuclear medical imaging technologies.
The project lead to participation in the international project "Madeira", funded by the 7th European framework programme (FP7) since January 2008. Its aim is to improve 3D nuclear medical imaging technologies using several approaches: optimising the spatial resolution, the signal-to-noise ratio and knowledge of the temporal variation of radiopharmaceuticals' uptake in and clearance from tumour and healthy tissues and evaluating the corresponding patient dose. Thus optimized imaging procedures will give more information per administered dose and reduce the dose to healthy tissue of the patient.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Dandanašnji rakasta obolenja prizadenejo več kot tretjino evropskega prebivalstva, predvsem starejših ljudi. Ob pričakovanem podaljševanju življenjske dobe v Evropi je verjetno še nadaljnje naraščanje njihove pogostosti, ki naj bi po nekaterih ocenah dosegla kar 40-45% celotnega prebivalstva. V zadnjem desetletju je bil dosežen izjemen napredek, tako v razumevanju bioloških osnov rakastih obolenj kot v njihovem zdravljenju. Zgodnja diagnostika ter posameznim pacientom vedno bolj prilagojeni kirurški posegi, kemoterapija in radioterapija so pripomogli k znatnemu podaljšanju in izboljšanju kvalitete življenja bolnikov z rakastimi obolenji.

Predlagani projekt predstavlja prenos znanja in tehnologij, razvitih na področju eksperimentalne fizike osnovnih delcev, na nova področja, specifično na področje naprav za medicinsko diagnostiko. Rezultati predlaganega projekta lahko vodijo do znatnega prispevka k zgodnejši in natančnejši diagnostiki nekaterih vrst rakastih obolenj, za katera obstoječe metode slikovne diagnostike ne podajajo ustrezne diagnostične informacije, in s tem pripomorejo k zgodnejšemu in bolj prilagojenemu zdravljenju.

ANG

Cancer currently affects more than 1/3 of the European population, mostly elderly people. Due to ever-increasing life expectancy in Europe, cancer incidence is expected to grow further, possibly reaching up to 40-45% of the entire population. In the last decade, extraordinary progress has been made in understanding the biological basis of cancer growth and invasiveness, as well as on medical management of cancer. Early diagnosis, appropriate surgical intervention, specific pharmacological therapy and computer guided radiotherapy have significantly prolonged life and improved quality of life of cancer patients.

The proposed project represents a transfer of technology and know-how, developed for particle physics instrumentation, to the field of medical diagnostics instrumentation. Results of the proposed project may well lead to significant improvements towards earlier and more accurate diagnosis of some types of cancer for which currently available imaging modalities don't provide adequate diagnostic information, enabling earlier and better tailored treatment of those patients.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Izboljšave v diagnostiki raka, ki jih potencialno prinaša predlagani projekt, omogočajo zgodnejšo in natančnejšo diagnostiko nekaterih vrst raka. Dobro je znano, da zgodnja in natančna diagnostika bistveno pripomore k uspešnemu zdravljenju rakastih obolenj, kar se posledično odraža tako v boljšem zdravstvenem stanju naše hitro se starajoče populacije kot tudi v zmanjšanju stroškov zdravljenja in oskrbe bolnikov.

Aktivnosti, ki so potekale v okviru omenjenega projekta, ter doseženi rezultati, so bili osnova za vključitev skupine v FP7 EURATOM projekt MADEIRA, ki združuje vrhunske evropske in ameriške inštitucije s področja razvoja novih tehnologij za medicinsko slikanje. Le ta predstavlja ne le podlago za bistveno boljšo vidnost naše skupine temveč, še pomembneje, boljši dostop in vpogled v najnovejše raziskave in rezultate s področja razvoja tehnologij za uporabo v medicinski diagnostiki s poudarkom na nuklearni medicini. Tesne vezi, ki smo jih s sodelujočimi skupinami vzpostavili v okviru projekta MADEIRA, predstavljajo dobro osnovo za plodno sodelovanje tudi v prihodnje in bodo pripomogle k hitrejšemu razvoju medicinske fizike v Sloveniji. Tako je Odsek za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev na IJS v zadnjih treh letih sodeloval pri organizaciji več mednarodnih šol s področja medicinske fizike, med katerimi je ena potekala tudi v Ljubljani.

Bolj neposredno razvoj PET sonde odpira tudi možnosti za razvoj novih tehnologij in s tem dvig konkurenčnosti v slovenskih visoko-tehnoloških podjetjih. Tako je projekt spodbudil razvoj novih fleksibilnih tiskanih vezij, ki jih raziskujemo kot obetavno tehnologijo za povezavo detektorjev s čitalno elektroniko. Omenjena tehnologija, katere razvoj poteka v enem od slovenskih podjetij, omogoča veliko gostoto skladanja silicijevih detektorjev, ki predstavlja eno od ključnih težav pri izgradnji kompaktne sonde z visokim izkoristkom.

ANG

Improvements in the diagnostics of cancer potentially brought by the proposed system will enable earlier and more accurate diagnosis. It is well known that early and accurate diagnosis makes a significant contribution to successful treatment of cancer, which in turn leads to improved health of our ageing population and reduces costs of medical care.

Activities funded by the project and the achieved results served as a basis for participation of our group in the FP/ EURATOM project MADEIRA. The MADEIRA consortium consist of a number of leading European and USA institutions in field of medical imaging technology research. This not only improves visibility of our research but, more importantly, opened access to the state-of-the-art research and activities in technology for medical imaging, particularly for nuclear medicine. Close contact that were established in this framework may well result in faster development of medical physics in Slovenia. For one, in the past three years Experimental particle physics department of the JSI participated in organisation of a number of international courses in nuclear medicine, one of them taking place in Ljubljana.

On more immediate level development of the PRT probe opens possibilities for development of new technologies and increase competitiveness of high-tech companies in Slovenia. Thus the project initiated development of new flexible printed circuits for connection of detectors with the read-out electronics. The mentioned technology, developed in one of Slovenian companies, would enable dense stacking of the silicon detectors, which is one of the main issues i construction of a compact probe with high detection efficiency.

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"/>

		<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			EUR

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

	Komentar		
	Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

Dejan Žontar	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

28.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/182

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

BA-F3-0D-E9-DB-AA-55-CD-19-49-93-25-10-4B-FD-23-2C-06-34-D0