

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/104



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-4312
Naslov projekta	Razvoj spletne aplikacije za interaktivno izobraževanje in načrtovanje terapij in postopkov, ki temeljijo na procesu elektroporacije
Vodja projekta	27964 Selma Čorović
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	3400
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.06 Sistemi in kibernetika 2.06.07 Biomedicinska tehnika
Družbeno-ekonomski cilj	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.06 Zdravstveni inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Glavni cilj raziskovalnega projekta je bil: 1. razviti realistične numerične modele za spremljanje uspešnosti elektroporacije ciljnih tkiv in napoved uspešnosti terapij in postopkov, ki temeljijo na elektroporaciji (Delovni sklop 1 - DS1) in 2. razvoj spletne aplikacije za interaktivno izobraževanje in načrtovanje terapij in postopkov, ki temeljijo na procesu elektroporacije kot so elektrokemoterapija, genska terapija in vakcinacija in vnos zdravilnih učinkovin preko kože (Delovni sklop 2 - DS2). Ključno povezavo med DS1 in

DS2 predstavlja prenos glavnih ugotovitev in spoznanj pridobljenih z realističnimi modeli (DS1) v izobraževalno vsebino spletne aplikacije (DS2).

V okviru DS1 smo matematično in eksperimentalno preučevali elektroporacijo makroskopsko homogenih in naravno anizotropnih tkiv glede na izbrano geometrijo elektrod. V ta namen smo razvili 3D realistične modele, ki smo jih validirali z rezultati in vivo in ex vivo poskusov. Elektroporacijo makroskopsko homogenih tkiv smo preučevali na primeru tkiva jeter, elektroporacijo naravno anizotropnih tkiv pa na primeru mišičnega tkiva. Učinke elektroporacije na sestavljena tkiva smo preučevali na tkivu podkožnega tumorja ter tkiva mišice elektroporirane preko kože. Pridobljeni zaključki in spoznanja veljajo tako za eno vrsto tkiva kot za bolj kompleksna/sestavljena tkiva, ter so ključnega pomena pri natančnosti načrtovanja terapij kot je elektrokemoterapija pri čemer želimo selektivno uničiti tumorsko tkivo ob minimalni poškodbi okoliškega zdravega tkiva in drugih vitalnih struktur kot so na primer žile in živčevje. Ugotovitve, ki smo jih pridobili s preučevanjem elektroporacije mišičnega tkiva smo uporabili pri načrtovanju klinične študije sistemske genske terapije tumorjev. V nadaljevanju smo razvili numerične modele, ki omogočajo oceno uspešnosti vstopa kemoterapevtikov v celice podkožnega tumorja glede na porazdelitev lokalnega električnega polja. Razvili smo tudi numerični model za analizo povečanja permeabilnosti žilnih sten zaradi izpostavitve tkiva elektroporacijskim pulzom. Z razvojem spletne izobraževalne aplikacije (DS2) smo zagotovili učinkovit prenos znanja iz raziskovalnega področja v pedagoški proces, ter tako omogočili pretok znanj med uporabniki iz različnih področij, ki so vključena v razvoj, načrtovanje in izvajanje terapij temelječih na elektroporaciji. Rezultate pridobljene v okviru projekta smo objavili v treh mednarodno odmevnih SCI revijah.

ANG

Main objectives of this research projects were: 1. development of realistic numerical models for analysis of tissue electroporation efficacy and for prediction of electroporation-based therapies' outcome (Work package 1- WP1) and 2. development of a web-based application to assure an interactive personalized learning and knowledge exchange among the experts involved in planning of electroporation-based therapies and treatments, such as electrochemotherapy, electroporation based gene therapy and vaccination and dermal and transdermal drug delivery (Work package 2- WP2).

The connection between the two work packages represents the knowledge transfer of the main findings acquired within the WP1 to the educational content of the web-based application developed within the WP2.

Within the first part of the project (WP1) we mathematically and experimentally studied electroporation of both macroscopically homogeneous tissue and anisotropic tissues with respect to electrode geometry used for pulse delivery. For this purpose we developed 3D realistic mathematical models, which were validated with results of in vivo and ex vivo experiments. To investigate the effects of electroporation pulses on homogeneous and anisotropic tissue we used liver and muscle tissue, respectively. To investigate the electroporation of complex tissues (composed of two or more different tissues) we used subcutaneous tumor tissues and muscle with skin. The results we obtained with both single and complex tissues carry important implications in planning of electroporation based therapies such as electrochemotherapy so as to destroy target tumor cells while preserving the surrounding healthy tissues, including vital structures such as blood vessels and nerves. The results we obtained with numerical modeling of muscle tissue we used for planning of a clinical study for systemic gene therapy of different types of tumors. We further developed coupled numerical models for modeling of chemotherapeutic drug delivery to subcutaneous tumor cells and numerical models for analysis of electroporation-facilitated increase in permeability of microvessels' wall to macromolecules such as DNA and other therapeutic particles of comparable sizes.

Within the second part of the project WP2 we developed an e-learning application for dissemination of knowledge among experts coming from different professional backgrounds (i.e. clinics, research and students). The educational content of our interactive e-learning application may help the experts in development and planning of electroporation-based therapies such as electrochemotherapy, gene therapy and vaccination and transdermal drug delivery. The results we obtained within this project are published in three SCI ranked journals.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Program dela raziskovalnega projekta je razdeljen na dva delovna sklopa: **DS1** – Razvoj 3D realističnih numeričnih modelov za spremljanje uspešnosti elektroporacije ciljnega tkiva in **DS2** - Razvoj spletne aplikacije za interaktivno izobraževanje in načrtovanje terapij in postopkov, ki temeljijo na procesu elektroporacije.

Ključno povezavo med DS1 in DS2 predstavlja prenos glavnih ugotovitev in spoznanj pridobljenih s realističnimi modeli v izobraževalno vsebino spletne aplikacije. Namen spletne aplikacije pa je bil omogočiti pretok pridobljenih ugotovitev in spoznanj med uporabniki iz različnih področij, ki so vpletena v razvoj, načrtovanje in izvajanje terapij: kot so klinika (zdravniki, zdravniško osebje), raziskave (biologi, kemiki, inženirji) in študentje.

V okviru DS1 smo matematično in eksperimentalno preučevali elektroporacijo makroskopsko homogenih in naravno anizotropnih tkiv glede na izbrano geometrijo elektrod (ploščate in igelne elektrode). V ta namen smo razvili 3D realistične modele, ki omogočajo spremljanje učinka elektroporacije tako na eno vrsto tkiva kot na sestavljenih tkivih. Razvite modele smo validirali in ustrezno nadgradili z rezultati in vivo in ex vivo poskusov. Elektroporacijo makroskopsko homogenih tkiv smo preučevali na primeru tkiva jeter, elektroporacijo naravno anizotropnih tkiv pa na primeru mišičnega tkiva. Učinke elektroporacije na sestavljena tkiva smo preučevali na tkivih podkožnega tumorja ter tkiva mišice elektroporirane preko kože. Pri modeliranju tkiva podkožnega tumorja smo upoštevali električne lastnosti tkiva kože, vezivnega tkiva, maščevja, tumorska tkiva in tkiva mišice.

Analizirali smo izračune porazdelitve električnega polja v linearnih pogojih (modeli s konstantno specifično prevodnostjo tkiv) in nelinearnih pogojih (modeli z upoštevanjem sprememb specifične prevodnosti posameznih tkiv zaradi elektroporacije). Validacijo 3D modelov jeter, mišice in tkiva podkožnega tumorja za linearne in nelinearne pogoje smo izvedli na podlagi primerjave izračunane $I(U)$ karakteristike z izmerjeno $I(U)$ karakteristiko v in vivo pogojih. Validacija modelov je tako na posameznem kot na sestavljenem tkivu pokazala boljše prileganje izračunanih z izmerjenimi rezultati v in vivo pogojih. Rezultate napovedane z numeričnimi modeli smo potrdili tudi z eksperimentalnimi rezultati na ex vivo vzorcih na podlagi magnetnoresonančne električnoimpedančne tomografije MREIT. Ugotovili smo, da je pri realističnih modelih

potrebno upoštevati anizotropijo, ki nastane zaradi elektroporacije makroskopsko homogenih tkiv. Pridobljene zaključke smo v nadaljevanju upoštevali pri razvoju nelinearnih modelov elektroporacije. MREIT metodo smo izvedli v sodelovanju z domačim partnerjem z Odseka za Fiziko trdnih snovi Inštituta Jožef Štefan, Ljubljana. Na podlagi rezultatov numeričnih izračunov in rezultatov, ki smo jih pridobili s poskusi, ugotavljamo, da je za natančno napoved stopnje elektroporacije ciljnih tkiv in posledično izida terapij temelječih na elektroporaciji potrebno uporabiti nelinearne elektroporacijske modele. Pridobljeni zaključki in spoznanja veljajo tako za eno vrsto tkiva kot za bolj kompleksna/sestavljena tkiva, ter so ključnega pomena pri natančnosti načrtovanja terapij kot je elektrokemoterapija pri čemer želimo selektivno uničiti tumorsko tkivo ob minimalni poškodbi okoliškega zdravega tkiva in drugih vitalnih struktur kot so na primer žile. V sodelovanju z domačim podjetjem Center za računalništvo v mehaniki kontinuuma C3M d.o.o. (Ljubljana) in tujim partnerjem Fakultete za elektrotehniko in računalništvo Univerze v Zagrebu (Hrvaška) smo implementirali novo programsko opremo, ki na podlagi inverzne analize omogoča modeliranje in detekcijo lastnosti elektroporiranih tkiv. Razvili smo 3D realistične modele za spremljanje elektroporacije mišice z in brez kože ter pokazali, da prisotnost kože ne vpliva na pragovno vrednost lokalnega električnega polja za uspešno elektroporacijo mišice vendar pa zniža količino absorbirane snovi v mišici. Pridobljeni rezultati so ključnega pomena pri spremljanju in razumevanju uspešnosti transporta zdravih učinkovin v kožo ter ostala ciljna tkiva preko kože ter pri terapijah kot so genska terapija in vakcinacija (terapiji temelječi na vnosu DNA z elektroporacijo) in elektrokemoterapija. V okviru projekta, pri razvoju realističnih modelov za spremljanje uspešnosti elektroporacije in transporta snovi v mišičnem tkivu, smo sodelovali s tujim partnerjem iz Francije: Inštitut GustaveRoussy, Villejuif (Univerza ParisSud XI). Ugotovitve in spoznanja, ki smo jih pridobili s preučevanjem elektroporacije mišičnega tkiva smo uporabili pri načrtovanju in izvajanju klinične študije sistemske genske terapije različnih oblik tumorjev. Klinična študija poteka na Univerzitetnem kliničnem centru v Herlevu na Danskem. Sistemsko gensko terapijo na pacientih izvajajo preko elektroporacije mišičnega tkiva. Pri načrtovanju omenjene klinične študije smo sodelovali z raziskovalno skupino onkološkega oddelka Univerzitetnega kliničnega centra v Herlevu (Center for Experimental Drug and Gene Electrotransfer, Copenhagen University Hospital Herlev, Herlev, Denmark) in z domačim partnerjem Skino za nano in

biotehnoške aplikacije.

V nadaljevanju smo razvili sklopljene numerične modele za modeliranje transporta kemoterapevtikov v tkivo podkožnega tumorja. Numerični izračuni omogočajo oceno vstopa učinkovine v celice podkožnega tumorja glede na lokalno poljsko jakost in lokacijo tumorja v okoliškem zdravem kožnem. Razvili smo tudi numerični model transporta makromolekul v kožnem tkivu preko sten najmanjših žil (kapilar) in difuzije molekul v izven-žilnem prostoru, s katerim smo analizirali povečanje prepustnosti sten žil zaradi izpostavitve elektroporacijskim pulzom. Eksperimentalne podatke pridobljene na Onkološkem inštitutu v Ljubljani (časovno zaporedje mikroskopskih posnetkov kožne gube s fluorescenčno označenimi molekulami dekstranov) smo uporabili za prilagajanje modela. Rezultat modeliranja sta oceni difuzijskih konstant za ekstravazacijo dekstranov dveh velikosti, ki služita kot modela za prehajanje primerljivo velikih molekul zdravilnih učinkovin. Povečanje permeabilnosti sten žil je namreč eden od ključnih dejavnikov učinkovitosti terapij na osnovi elektroporacije.

V okviru DS2 smo razvili interaktivno spletno aplikacijo namenjeno spletnemu učenju o elektroporaciji in njeni uporabi za načrtovanje terapij in postopkov temelječih na elektroporaciji, kot so elektrokemoterapija, genska terapija in vakcinacija in vnos zdravilnih učinkovin preko kože. V učno vsebino smo vgradili temeljne ugotovitve in znanja pridobljenima v okviru DS1 ter z znanja temelječa na znanstvenih objavah naše in drugih raziskovalnih skupin. Učno vsebino smo razporedili v tri različne težavnostne stopnje od najlažje proti najbolj zahtevni.

Uvodno učno vsebino, ki se nanaša na elektroporacijo membrane, celice ter skupka celic smo najprej podali v obliki enostavnejših 2D in 3D grafičnih prikazov, ki smo jo v nadaljevanju nadgradili z bolj zahtevno vsebino o učinku elektroporacije na porazdelitev električnega polja v tkivih. Učno vsebino o elektroporaciji na nivoju membrane smo nadgradili z osnovami molekularne dinamike lipidnih dvoslojev. Z računalniškimi simulacijami na molekularnem nivoju smo ponazorili nastanek por zaradi povečane vsiljene transmembranske napetosti (TMV) po metodi neravnovesja nabojev. Podali smo animacije ki ponazarjajo nastanek hidrofobnih in hidrofilnih por, ki omogočajo transport snovi skozi membrano. Učno vsebino na nivoju celice smo nadgradili z osnovami mirovne in vsiljene TMV. Podali smo grafični prikaz odvisnosti vsiljene TMV od pozicije in električnega polja, ki temelji na analitični rešitvi Schwanove enačbe za okroglo celico.

Nato smo razvili še interaktivno aplikacijo, ki uporabniku omogoča prikaz TMV za celice v obliki sferoidov za katere obstajajo analitične rešitve. Uporabnikom je na voljo tudi potek TMV za različne položaje/naklone celic glede na vektor jakosti električnega polja. V nadaljevanju smo podali učno vsebino o vplivu električnih lastnosti celic in tkiv na uspešnost elektroporacije (kot so oblika in orientacija celic, razlike med homogenostjo in nehomogenostjo tkiv v posameznih tkivih ter bolj kompleksnih tkivih, ki so običajno sestavljena iz več tkiv z različnimi električnimi lastnostmi). V spletno aplikacijo smo vgradili demonstracijsko programsko opremo, ki uporabnikom podaja ustrezne smernice o izbiri števila in pozicije elektrod glede na pozicijo ciljnega tkiva (kot je na primer tumor) v okoliškem zdravem tkivu. Programska oprema omogoča vizualizacijo porazdelitve električnega polja in uspešnosti elektroporacije ob izbiri različnih parametrov kot so vrednost pritisnjene napetost, geometrija elektrod (t.j. plošče ali igle) ter kontaktna površina med elektrodo in tkivom. Učno vsebino na nivoju elektroporacije tkiv smo nadgradili s primerjavo linearnih z nelinearnimi modeli elektroporacije pri čemer smo podali razlike v porazdelitvi jakosti električnega polja zaradi različnih električnih lastnosti posameznih tkiv v modelih. Posebej smo poudarili pomembnost nelinearnih elektroporacijskih modelov pri natančnosti napovedovanja stopnje elektroporacije ciljnega tkiva kar neposredno vpliva na izid terapij, ki temeljijo na elektroporaciji. Spletno aplikacijo smo predstavili udeležencem na Mednarodni podoktorski šoli (Electroporation based Technologies and Treatments (EBTT), International Scientific Workshop and Postgraduate Course), ki letno poteka na Fakulteti za Elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Testi pedagoške učinkovitosti in uporabnosti spletne aplikacije so v letih 2011, 2012 in 2013 bili uspešni za mešano populacijo učečih (t.j. biologi in inženirji). Izvedli smo tudi personalizacijo učne vsebine glede na nivo znanja učečih. Nivo znanja smo določili na podlagi preverjanja znanja s testi pedagoške učinkovitosti.

Na podlagi rezultatov pedagoške učinkovitosti in uporabnosti smo pokazali, da spletna izobraževalna aplikacija, ki smo jo razvili v okviru tega raziskovalnega projekta omogoča učinkovit prenos znanja iz področja raziskav v pedagoški proces.

Rezultate pridobljene v okviru projekta smo objavili v mednarodno odmevnih znanstveno raziskovalnih revijah, trije članki pa so v postopku recenzije.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Delo na projektu je potekalo v skladu s programom dela ter v skladu s časovno razporeditvijo raziskovalnega projekta. V okviru prvega delovnega sklopa smo razvili 3D realistične modele za spremljanje elektroporacije tkiv. Modeli omogočajo spremljanje sprememb električnih lastnosti tkiv zaradi elektroporacije ter uspešnosti transporta učinkovin. Modele smo validirali z rezultati in vivo in ex vivo poskusov. Rezultate modeliranja porazdelitve električnega polja v elektroporiranem mišičnem tkivu smo uporabili pri načrtovanju klinične študije systemskega zdravljenja tumorjev z gensko terapijo. V okviru projekta smo uspešno sodelovali z domačimi in tujimi partnerji. V okviru DS2 smo razvili interaktivno spletno aplikacijo namenjeno e-učenju o elektroporaciji in njeni uporabi za načrtovanje terapij in postopkov temelječih na elektroporaciji. Rezultate pridobljene v okviru projekta smo objavili v treh mednarodno odmevnih znanstveno-raziskovalnega revijah, trije znanstveni članki pa so še v postopku recenzije.

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

Ni bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	9484884	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	In vivo določanje pragovne vrednosti elektroporacije mišice: realistični numerični modeli in in vivo eksperimenti
		ANG	In vivo muscle electroporation threshold determination: realistic numerical models and in vivo experiments
	Opis	SLO	Uspešen vnos DNK molekul v mišico je ključnega pomena pri in vivo izvajanju genske terapije in vakcinacije. Transport molekul z elektroporacijo se ponavadi izvaja preko kože, zato je za učinkovit vnos potrebno poznati pragovne vrednosti lokalnega električnega polja, ki so potrebne za uspešno elektroporacijo kože in mišice. Razvili smo 3D realistične modele za spremljanje uspešnosti elektroporacije mišice z in brez kože na podlagi numeričnih izračunov in in vivo rezultatov. V okviru prve tovrstne študije smo pokazali, da prisotnost kože ne vpliva na pragovno vrednost lokalnega električnega polja, ki je potrebna za uspešno elektroporacijo mišice vendar pa zniža delež absorbirane snovi v mišici. Pridobljeni rezultati so ključnega pomena tako pri spremljanju učinkovitosti vnosa DNK v mišico in/ali kožo pri genski terapiji in vakcinaciji kot pri uspešnosti transporta zdravilnih učinkovin v ciljna tkiva pri terapijah kot sta elektrokemoterapija ter vnos snovi preko kože.
		ANG	Muscle is tissue of choice for successful electroporation based gene transfection in vivo, which is usually performed transcutaneously. This is the first study that provides numerically and in vivo determined electroporation threshold for transcutaneous muscle electroporation based on the direct muscle electroporation (i.e. with skin removed). We found that the same electroporation threshold is needed for both transcutaneous and direct electroporation. The presence of skin decreases the amount of transported molecules into muscle tissue. Our findings carry important information for successful electroporation based gene therapy and vaccination, as well as for successful outcome of other electroporation based therapies and treatments such as electrochemotherapy and transdermal drug delivery.
	Objavljeno v	Springer; 5th international workshop and postgraduate course on electroporation-based technologies and treatments; The journal of membrane biology; 2012; Vol. 245, no. 9; str. 509-520; Impact Factor: 2.478; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.985; WoS: CQ, DR, UM; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Mir Lluís Maria, Miklavčič Damijan	

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	9707348	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modeliranje porazdelitve električnega polja med elektroporacijo
		ANG	Modeling of electric field distribution in tissues during electroporation
	Opis	SLO	Poenostavitve v linearnih numeričnih modelih lahko povzročijo negotovosti pri napovedi stopnje elektroporacije in učinkovitosti terapij temelječih na elektroporaciji. Zato smo razvili nelinearne elektroporacijske modele za modeliranje porazdelitve električnega polja, ki omogočajo natančnejšo napoved stopnje elektroporacije ciljnega tkiva na podlagi detekcije sprememb električnih lastnosti v odvisnosti od električnega polja zaradi elektroporacije. Nelinearni elektroporacijski modeli lahko pomembno prispevajo k natančnejšem načrtovanju zdravljenja s terapijami, ki temeljijo na procesu elektroporacije, kot so elektrokemoterapija, genska terapija in vakcinacija, ablacija tkiva z ireverzibilno elektroporacijo in vnos zdravilnih učinkovin skozi kožo.
		ANG	Electroporation based therapies and treatments (e.g. electrochemotherapy, gene electrotransfer for gene therapy and DNA vaccination, tissue ablation with irreversible electroporation and transdermal drug delivery) require a precise prediction of the therapy or treatment outcome by a personalized treatment planning procedure. Recent studies have reported that the uncertainties in electrical properties predefined in linear numerical models (i.e. tissue conductivity is constant) have large effect on electroporation based therapy and treatment effectiveness. In our study we showed that the changes in electrical conductivity due to electroporation need to be taken into account when an electroporation based treatment is planned or investigated. We concluded that the model of electric field distribution that takes into account the increase in electric conductivity due to electroporation (i.e. nonlinear electroporation model) yields more precise prediction of successfully electroporated target tissue volume. The findings of our study can significantly contribute to the current development of individualized patientspecific electroporation based treatment planning.
	Objavljeno v	BioMed Central; BioMedical engineering online; 2013; Vol. 12, no. 16; str. 1-27; Impact Factor: 1.608; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.961; WoS: IG; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Lacković Igor, Šuštarč Primož, Šuštar Tomaž, Rodič Tomaž, Miklavčič Damijan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	8973140	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spletna aplikacija za eučenje o elektroporaciji celice in tkiva
		ANG	An e-learning application on cell and tissue electroporation [!]
	Opis	SLO	Razvili smo spletno izobraževalno aplikacijo za podajanje znanja o procesu elektroporacije celic in tkiva. Spletna aplikacija omogoča pretok znanj med uporabniki z različnih področij, ki so vpletena v razvoj, načrtovanje in izvajanje terapij temelječih na elektroporaciji kot so klinika (zdravniki, zdravniško osebje), raziskave (biologi, kemiki, inženirji) in študentje. Spletna aplikacija omogoča uporabo učnih vsebin pri načrtovanju terapij in postopkov, ki temeljijo na procesu elektroporacije (kot so elektrokemoterapija, genska terapija in vakcinacija ter vnos zdravilnih učinkovin preko kože).
			We developed an elearning application that provides the knowledge about the cell and tissue electroporation process. The application provides dissemination of knowledge among experts coming from different professional backgrounds (i.e. clinics, research and students) who are directly involved in development and treatment planning of

	ANG	electroporation based therapies and treatments. The educational content of our interactive elearning application helps the experts in development and planning of electroporation based therapies such as electrochemotherapy, gene therapy and vaccination and transdermal drug delivery.
Objavljeno v		Scientific Academy of Lower Austria; ARGE Simulation News; EUROSIM simulation news Europe; 2011; Vol. 22, no. 2; str. 11-16; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Kos Andrej, Bešter Janez, Miklavčič Damijan
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	9484884	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	In vivo določanje pragovne vrednosti elektroporacije mišice: realistični numerični modeli in in vivo eksperimenti
		ANG	In vivo muscle electroporation threshold determination: realistic numerical models and in vivo experiments
	Opis	SLO	Zaključki naše študije lahko pomembno prispevajo k boljšem razumevanju elektroporacije mišice in kože, kar je ključno pri učinkovitem načrtovanju terapij kot sta na elektroporaciji temelječi genska terapija in vakcinacija. Rezultati lahko pomembno vplivajo na hitrejše uveljavljanje teh dveh metod v klinično prakso za zdravljenje nekaterih za zdaj še neozdravljivih bolezni. Uporaba teh metod zdravljenja v kliniki namreč lahko potencialno bistveno izboljša učinkovitost ter zniža stroške zdravljenja kroničnih bolezni, ki običajno zahtevajo doživljenjsko zdravljenje (kot sta npr. sladkorna bolezen in HIV).
		ANG	The findings of our study can significantly contribute to better understanding of muscle and skin electroporation which is of great importance for successful planning of electroporation based gene therapy and vaccination (including other electroporation based therapies). Our findings can significantly contribute to the translation these therapies into the clinical practice. Since the electroporation based gene therapy and vaccination are cost effective and easily implementable methods of administration they can be useful for treatment of chronic diseases where patients must be treated for years of even for their whole lifetime (e.g. diabetes, HIV).
	Šifra	F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
	Objavljeno v		Springer; 5th international workshop and postgraduate course on electroporation-based technologies and treatments; The journal of membrane biology; 2012; Vol. 245, no. 9; str. 509-520; Impact Factor: 2.478; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.985; WoS: CQ, DR, UM; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Mir Lluís Maria, Miklavčič Damijan
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	8973140	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spletna aplikacija za e-učenje o elektroporaciji celice in tkiva
		ANG	An e-learning application on cell and tissue electroporation [!]
			Spletna aplikacija podaja ključno znanje za razvoj, načrtovanje ter izboljšanje terapij in postopkov temelječih na elektroporaciji (kot so na primer klinična elektrokemoterapija kožnih in podkožnih tumorjev,

	Opis	SLO	elektrokemoterapija globjeležečih tumorjev (npr. metastaze v jetrih), genska terapija in vakcinacija ter vnos zdravilnih učinkovin preko kože). Razvoj spletne aplikacije ter podano učno vsebino smo objavili v mednarodno priznani reviji, kar pripomore k prepoznavanju in uveljavljanju naše raziskovalne skupine, Univerze ter republike Slovenije v mednarodnem okolju.
		ANG	We developed an interactive elearning application which provides the key knowledge for development, planning and improvement of therapies and treatments based on electroporation, such as clinical electrochemotherapy of cutaneous and subcutaneous tumors, electrochemotherapy of deepseated tumors (e.g. metastasis in liver tissue), gene therapy and vaccination and transdermal drug delivery. Our elearning application and its elearning content has been published in the international scientific journal which contributes to the further increase in scientific prominence of our research group, University and the Republic of Slovenia as a whole.
	Šifra	F.22 Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Objavljeno v	Scientific Academy of Lower Austria;ARGE Simulation News; EUROSIM simulation news Europe; 2011; Vol. 22, no. 2; str. 11-16; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Kos Andrej, Bešter Janez, Miklavčič Damijan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	8827988	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Elektroporacija celic in tkiv - interaktivno e-učenje
		ANG	Electroporation of cells and tissues - interactive e-learning course
	Opis	SLO	Laboratorij za biokibernetiko vsako leto prireja mednarodno šolo in delavnico o elektroporaciji za podoktorske študente, ki se je udeležijo študentje in raziskovalci iz številnih držav. Spletno aplikacijo smo predstavili udeležencem mednarodne šole v letu 2011. Naša študija tako omogoča prenos novopridobljenega znanja tudi v širši mednarodni prostor in povečuje uveljavitev naše raziskovalne skupine, Univerze in Slovenije v mednarodnem prostoru.
		ANG	Laboratory of Biocybernetics organizes an International workshop and postgraduate school on electroporation based treatments and therapies, which is attended by students, young researchers and professors from around Europe and USA and other countries. Our e learning application was presented to the participants of the International workshop in 2011. Our elearning application enable the transfer and the exchange of knowledge worldwide, as such it increases the reputation of our research group, the University, and the Republic of Slovenia.
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
Objavljeno v	Založba FE in FRI; Workbook of the electroporation based technologies and treatments; 2011; Str. 57-59; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Mahnič-Kalamiza Samo		
Tipologija	1.25 Drugi sestavni deli		
4.	COBISS ID	9558356	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Elektroporacija celic in tkiv - interaktivno spletno izobraževanje
		ANG	Electroporation of cells and tissues - interactive e-learning course
			Razvili smo in nadgradili interaktivno spletno aplikacijo namenjeno e učenju o elektroporaciji in njeni uporabi za načrtovanje terapij in postopkov temelječih na elektroporaciji kot so elektrokemoterapija,

Opis	SLO	genska terapija in vakcinacija ter vnos zdravilnih učinkovin preko kože. Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani letno organizira Mednarodno doktorsko šolo in znanstveno delavnico Elektroporacija v biologiji, biotehnologiji in medicini, ki se je udeležijo tako študentje in mladi raziskovalci, kot vodilni domači in tuji strokovnjaki, ki so direktno vpleteni v razvoj in izvajanje terapij in postopkov, ki temeljijo na elektroporaciji. Spletno izobraževalno aplikacijo smo predstavili udeležencem mednarodne doktorske šole v letu 2012. Šolo je v letu 2012 obiskalo 64 udeležencev iz kar 13 različnih držav (Argentina, Belgija, Danska, Francija, Nemčija, Irska, Italija, Nizozemska, Poljska, Romunija, Slovenija, Švedska in ZDA). Spletna aplikacija, ki smo jo razvili v okviru projekta tako omogoča prenos našega znanja tudi v širši mednarodni prostor in tako pomembno prispeva k uveljavitvi naše raziskovalne skupine, Univerze v Ljubljani in Republike Slovenije v mednarodnem prostoru. Aplikacijo smo predstavili tudi udeležencem mednarodne doktorske šole v letu 2013.	
	ANG	We developed and upgraded our interactive elearning application that provides educational content about electroporation process needed in development and planning of electroporation based therapies and treatments such as electrochemotherapy, gene therapy and vaccination and transdermal drug delivery. Faculty of Electrical Engineering (University of Ljubljana) organizes an International workshop and postgraduate school on electroporation based treatments and therapies (EBTT), which is every year attended by students and young researchers as well as by the leading experts from the field. We presented the e learning application to the participants of the International workshop EBTT organized in 2012. In 2012 the EBTT was attended by 64 participants from 13 countries (Argentina, Belgium, Denmark, France, Germany, Ireland, Italy, Nederland, Poland, Romania, Slovenia, Sweden and USA). Our elearning application that we developed during this postdoctoral research project enables the transfer and the knowledge exchange worldwide and as such it increases the reputation of our research group, the University of Ljubljana, and Republic of Slovenia. The application was furteh upgraded and presented to the participants of the EBTT organised 2013.	
	Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	Založba FE in FRI; Workbook of the COST TD1104 electroporation based technologies and treatments; 2012; Str. 69-71; Avtorji / Authors: Čorović Selma, Mahnič-Kalamiza Samo	
	Tipologija	1.25	Drugi sestavni deli
5.	COBISS ID	9787476	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Modeliranje porazdelitve električnega polja v bioloških tkivih za potrebe načrtovanja elektrokemoterapije	
	ANG	Modélisation du champ électrique dans les tissus biologiques en vue de la plantification d'électro-chimiothérapie	
Opis	SLO	Dr.Selma Corovic je v okviru vabljenega predavanja na Univerzi Sidi-Bel-Abes v Alžiriji predstavila temeljne ugotovitve (pridobljene v okviru tega raziskovalnega projekta) s področja modeliranja biofizikalnih pojavov v bioloških tkivih zaradi izpostavitve električnim pulzom, ter pomembnost matematičnega modeliranja v načrtovanju zdravilnih terapij kot je na primer elektrokemoterapija.	
	ANG	Dr.Selma Corovic was invited by the University of Sidi-Bel-Abbes in Algeria to give a lecture on the foundings (obtained within this research project) in the field of modeling of biophysical phenomena that occur in biological tissues due to exposure to electric pulses. She emphasised the importance	

		of mathematical modeling in planing of electroporation based therapies such as electrochemotherapy.
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v	Second Workshop on "High Voltage Engineering, Electrostatics & Electromagnetic Compatibility"; 2013; Avtorji / Authors: Čorović Selma	
Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Osnove elektroporacije smo v letih 2011, 2012 in 2013 z našo spletno aplikacijo predstavili udeležencem (dijakom in srednješolcem) domačega Poletnega tabora Inovativnih tehnologij (v okviru delavnice Električna v človeškem telesu), ki letno poteka na Fakulteti za Elektrotehniko Univerze v Ljubljani.

dr. Selma Corovic je spletno aplikacijo predstavila na Mednarodni konferenci o e-učenju (www.icelw.org) v New Yorku, ZDA (ICELW 2013, Faculty House at Columbia University). Vsebina predstavitve z naslovom 'A Collaborative E-learning Application for Electric Field Distribution in Biological Tissues for Electroporation-Based Biomedical Applications' je na voljo na povezavi: <http://www.icelw.org/proceedings/2013/ICELW2013/Slides/Corovic.ppt>

Z vsebino spletne aplikacije smo sodelovali na razstavi z naslovom S tehniko do zdravja, v Tehniškem muzeju Slovenije v Bistri: http://www.tms.si/index.php?e_id=426

Rezultate pridobljene v okviru tega raziskovalnega projekta smo pripravili za objavo v naslednjih člankih, ki so trenutno v postopku recenzije:

1. Modeling of microvascular permeability changes after electroporation. Selma Corovic, Bostjan Markelc, Mitja Dolinar, Damijan Miklavcic, Gregor Sersa, Maja Cemazar, Tomaz Jarm
2. E-learning on electroporation – a blended learning approach to learning on biophysical phenomena involved in electroporation-based applications. Selma Čorović, Samo Mahnič-Kalamiza, Damijan Miklavčič
3. Paper on numerical modeling of muscle tissue electroporation for planning of clinical gene therapy. Corovic et al.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Rezultati, ki smo jih pridobili z realističnimi numeričnimi modeli, lahko pomembno prispevajo k razumevanju in nadaljnjem razvoju terapij in postopkov, ki temeljijo na elektroporaciji. Z razvojem interaktivne spletne aplikacije za e-učenje smo zagotovili uspešen prenos ustreznih znanj ter sodelovanje ekspertov iz različnih področij kot so medicina, biologija, kemija, farmacija fizika, elektrotehnika in računalništvo, ki so zastopana v razvoju, načrtovanju in izvajanju omenjenih terapij.

ANG

The results, we obtained with our realistic numerical models, can significantly contribute to understanding and further development of therapies and treatments that are based on electroporation. The interactive web-based e-learning application, we developed within the research project provides knowledge transfer and knowledge exchange among the experts from different scientific fields such as medicine biology, chemistry, pharmacy, physics, electrotechnical and computer engineering - the fields that are involved in development and planning of

electroporation based therapies and treatments.

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Z rezultati numeričnega modeliranja ter spletne izobraževalne aplikacije smo pomembno prispevali k razvoju klinične elektrokemoterapije kožnih in podkožnih tumorjev ter k uveljavljanju klinične elektrokemoterapije globjeležečih tumorjev (kot so tumorji na možganih in jetrih). Hkrati pa so naši rezultati prispevali k razvoju genske transfekcije in vnosa zdravil preko kože ter k uveljavljanju genske terapije in DNK vakcinacije za zdravljenje nekaterih za zdaj še neozdravljivih bolezni.

Pridobljeno znanje v okviru predlaganega projekta je preneseno v pedagoški proces, saj so raziskave potekale v akademsko-izobraževalnem okolju na Fakulteti za elektrotehniko.

Pridobljeni rezultati so bili predstavljeni na domačih in mednarodnih konferencah ter objavljeni v znanstvenih revijah, kar lahko pomembno pripomore k prepoznavnosti in uveljavljanju Republike Slovenije v mednarodnem okolju. Rezultati projekta so bili predstavljeni tudi na mednarodno šoli za podiplomske študente, ki vsako leto poteka na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za elektrotehniko.

Boljše razumevanje elektrokemoterapije, genske transfekcije in vnosa zdravil preko kože, lahko bistveno prispeva k učinkoviti uporabi ter uveljavitvi terapij in postopkov, ki temeljijo na procesu elektroporacije, v kliničnem okolju. Uporaba terapij, ki temeljijo na elektroporaciji lahko prispeva k zdravljenju nekaterih še neozdravljivih bolezni.

ANG

Results of our numerical modeling and web-based e-learning application may significantly contribute to the development of clinical electrochemotherapy of cutaneous and subcutaneous tumors and to the translation of electrochemotherapy of deep-seated tumors such brain or liver tumor into clinical settings. Our results also contribute to the development of gene transfer and transdermal drug delivery and to establishing gene therapy and DNA vaccination for the treatment of several as yet incurable diseases.

Since the research of the proposed project was performed at the Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana, we contributed to the transfer of the acquired knowledge to the educational process. The results acquired within the project were presented at scientific conferences and published in SCI-ranked journals, which contribute to the further increase in scientific prominence of the research group, as well as of the Republic of Slovenia as a whole. Our results were presented at the international workshop and postgraduate course on electroporation at and its applications, organised by our research group at University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering.

An improved understanding of electrochemotherapy, gene transfer and transdermal drug delivery can significantly contribute to the use and translation of electroporation based therapies and treatments in clinical settings. The therapies based on electroporation can contribute to the treatment of several incurable diseases.

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	<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/varovanju 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 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	<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="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		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

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 2013¹²**13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Selma Čorović

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	13.4.2014
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/104

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite 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 2013 (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/2014 v1.03
09-F3-FE-0E-9E-A5-07-9C-13-AC-34-95-2C-0F-F7-26-7B-86-9D-8C