

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/14



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L3-3654
Naslov projekta	Simulacija brezteznosti in zmanjšane teznosti: učinki na kardiovaskularni in na mišičnoskeletni sistem
Vodja projekta	14676 Igor Mekjavić
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	15119
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2010 - 04.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	104 Kemijski inštitut 381 Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta 1613 Univerzitetna klinika za pljučne bolezni in alergijo Golnik 1683 CELICA, biomedicinski center, d.o.o. 2451 ZAVOD BIOMEDICINSKA RAZVOJNO INOVACIJSKA SKUPINA
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	3 MEDICINA 3.06 Srce in ožilje
Družbeno-ekonomski cilj	03. Raziskovanje in izkoriščanje vesolja
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	3 Medicinske vede 3.05 Druge medicinske vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Glavni namen projekta je bil razviti raziskovalno platformo, kjer bo možna simulacija življenja na Luni in kjer se bodo lahko odvijali eksperimentalni projekti podaljšanega hipoksičnega ležanja. Cilj teh simulacij je raziskovati skupne učinke hipoksije in simulirane zmanjšane gravitacije (0.16 gravitacije Zemlje, gravitacijska sila na Luni) na fiziološke sisteme, ter raziskovanje možnih protiučrepanj, ki bi jih uporabljali v naselbini na Luni. Med misijo v vesolju, podaljšana izpostavitvev mikrogravitacijskemu okolju sproža adaptivne procese, ki se običajno odražajo v dekonidicijo v mišičnoskeletnih in kardiovaskularnih sistemih. Dekonidicija se običajno pokaže takrat, ko se

kozmonavti/astronavti vrnejo na zemeljsko težnostno polje. Kardiovaskularna dekondicija se odraža v izrazitem zmanjšanju v sposobnosti, da prenesejo naraščajoče gravitoinercijske (G) sile v smeri od glave proti nogam (G toleranca) in v ortostatski toleranci. Številni mehanizmi lahko prispevajo k zmanjšanju ortostatske in G tolerance, vključno s hipovolemijo, miokardialno atrofijo, zmanjšanjem arterijske barorefleksne funkcije in naraščajoče združevanje krvi v odvisnih žilah, kot posledica atrofije skeletno mišičnega tkiva, ki obdaja vene. V predlaganem raziskovalnem programu so se „bedrest“ in hipoksične študije izvajale v ustanovljeni Raziskovalni infrastrukturi Center za lunarne biomedicinske raziskave (Planica). Cilji predlaganega raziskovalnega programa so oceniti vpliv hipoksije na fiziološke spremembe, ki jih povzroča dolgotrajno ležanje. Študije so primerjale fiziološke spremembe, ki jih povzroča neaktivnost v normoksičnem in hipoksičnem okolju. Dodani učinki hipoksije pri testnih osebah so bili raziskani v smislu funkcioniranja na kardiovaskularne, mišično skeletne, metabolne in termoregulacijske sisteme.

ANG

One of the main aims of the project was to develop a research platform enabling the simulation of the effects of future Lunar habitats on physiological systems. It is anticipated that future Lunar habitats will be hypobaric and hypoxic to reduce the risk of decompression sickness and to eliminate the lengthy procedure involving oxygen prebreathing and slow decompression, now being used in preparation for extra-vehicular activities on the International Space Station. The programme of research conducted within this project investigated the separate and combined effects of reduced gravity and hypoxia on human physiological systems. Prolonged sojourns in microgravity initiate skeletal muscle atrophy and loss of bone mass, particularly of the lower limbs. In addition to a reduction in lower limb muscle strength there is also a significant decrease in aerobic performance. There is also a significant reduction in orthostatic tolerance, partly due to the increased distensibility of the arteries and veins in the legs. The studies conducted at the research infrastructure Centre for Lunar Biomedical Research (Planica) focussed on the effect of hypoxia and inactivity-unloading on the musculoskeletal, cardiovascular, metabolic and thermoregulatory systems.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Daljša bivanja v vesolju sproža adaptivne procese, ki se običajno izražajo v dekondiciji v mišično-skeletnih in kardiovaskularnih sistemih (glej Convertino, 1996; Fortney et al., 1996; Watenpaugh & Hargens, 1996). Učinke dekondicije se običajno pokaže takrat, ko se kozmonavti/astronavti vrnejo na zemeljsko težnostno polje. Kardiovaskularna dekondicija se odraža v zmanjšani sposobnosti astronautov, da prenesejo naraščajoče gravitoinercijske (G) sile v smeri od glave proti nogam (G toleranca; Greenleaf et al., 1973) in v ortostatski toleranci (reference glej Watenpaugh & Hargens, 1996). Številni mehanizmi lahko prispevajo k zmanjšanju ortostatske in G tolerance, vključno s hipovolemijo (Greenleaf et al., 1973; Alfrey et al., 1996), miokardialno atrofijo (Levine et al., 1997), zmanjšanjem arterijske barorefleksne funkcije (Convertino et al., 1990) in naraščajoče združevanje krvi v odvisnih žilah, kot posledica atrofije skeletno mišičnega tkiva, ki obdaja vene (Buckey et al., 1988; Watenpaugh & Hargens, 1996). Podaljšano mirovanje v ležečem položaju (v nadaljevanju mirovanje) je splošno sprejet kot simulacijski model za misije v vesolje. Dolgotrajno ležanje razbremeni spodnje okončine in sproži mišično atrofijo mišic v nogah, kot tudi izgubo kostne mase v nogah.

Raziskave so potekale v Olimpijskem športnem centru Planica, kjer smo vgradili sistem za simulacijo višinskih razmer. Hipoksijo smo dosegli z zmanjšanjem vsebnosti kisika. V raziskavi je sodelovalo 12 preiskovancev, ki so ležali v horizontalnem položaju 10 dni. Preiskovanci so bili naključno razdeljeni v dve skupini (normoksično in hipoksično). Preiskovanci iz normoksične skupine so bili izpostavljeni normoksičnemu okolju med 10 dnevnim počitkom, medtem ko so preiskovanci hipoksične skupine bili med ležanjem izpostavljeni hipoksičnemu okolju.

Uporabljena simulirana višina je bila približno 4000 m. Po 2 mesecih okrevanja so se preiskovanci vrnili v Planico in so ponovili seanso ležanja. Preiskovanci, ki so bili v normoksični skupini, so tokrat ležali v hipoksičnem okolju, preiskovanci iz hipoksične skupine pa so ležali v normoksičnem okolju. Med ležanjem so bili preiskovanci razporejeni v 6 sobah (2 preiskovanca na sobo). Vsi so ves čas ležali v horizontalnem položaju. Da se je zagotovila pravilna izvedba protokola, smo uporabili 24 urni video nadzor preiskovancev čez celoten potek ležanja. Vsak preiskovanec je bil deležen fizioterapije 2 krat na dan, da se je zmanjšala verjetnost nastanka otdelih sklepov in nastanka bolečin v hrbtu/vratu. Fizioterapija (masaža in pasivno razgibavanje) se je izvajala v postelji v ležečem položaju. Pri vseh preiskovancih smo dva krat na teden preventivno naredili doplersko ultrazvočno preiskavo (6.0-11.9 Mhz linear array transducer) poplitealnih ven, da smo izključili nastanek globoke venske tromboze (GVT).

V zaključnem letu raziskovalnega projekta so bili analizirani še vsi podatki in opravljene zaključne reziskovalne aktivnosti. Skupno rezultati kažejo, da izpostavitve simuliranim planetarnim

habitatom na določene fiziološke sisteme vpliva negativno, pri drugih sistemih pa upočasnjuje slabšanje funkcije kot posledice samo neaktivnosti. Neaktivnost v hipoksičnem okolju negativno vpliva na izgubo telesne mase, kar je v skladu s študijami, ki preučujejo učinke bivanja na povečanih nadmorskih višinah (t.j. izguba telesne mase predvsem zaradi zmanjšanja mišične mase). Na drugi strani pa očitno hipoksija med neaktivnostjo lahko upočasnjuje slabšanje kardiovaskularnega sistema. To ugotovitev je možno pojasniti z dejstvom, da hipoksična izpostavitve zviša dihanje in delo srca in s tem "pasivno trenira" kardiovaskularni sistem. V okviru projekta je bil dosežen tudi glavni cilj - vzpostavitev platforme za izvajanje raziskav na področju simuliranega bivanja v planetarnih habitatih, saj se je Planiško središče izkazalo za zelo uporaben Center za lunarne biomedicinske raziskave.

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

Cilji raziskovalnega programa so bili v celoti doseženi tako znotraj vsakega raziskovalnega leta kot tudi v celoti.

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

Sprememb programa raziskovalnega programa okviru predlaganega projekta ni bilo.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	27392551	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv neaktivnosti na mRNA v skeletnih mišicah
		<i>ANG</i>	Expression changes in human skeletal muscle miRNAs following 10 days of bed rest in young healthy males
	Opis	<i>SLO</i>	Pričujoča raziskava je analizirala spremembe v ekspresiji microRNA po 10dnevnom mirovanju v ležečem položaju. Rezultati dokazujejo, da neaktivnost vpliva na miRNA v skeletnih mišicah, in so ključnega pomena pri adaptaciji mišic na zmanjšano aktivnost.
<i>ANG</i>		Studies in humans show global changes in mRNA and protein expression occur in human skeletal muscle during bed rest. As microRNAs are important regulators of expression, we analysed the global microRNA expression changes in human muscle following 10 days of sustained bed rest, with the rationale that miRNAs play key roles in atrophy of skeletal muscle. We analysed expression of miRNA and selected target proteins before and after 10 days of bed rest in muscle biopsies obtained from 6 healthy males. 15 out of 152 miRNAs detected in human muscle tissue were differentially expressed and all of them with exception of two were downregulated. The downregulated miRNA include: miR206, a myomir involved in function and maintenance of skeletal muscle; miR23a, involved in insulin response and atrophy defence; and several members of the let7 family involved in cell cycle, cell differentiation and glucose homeostasis. Predicted gene targets of these miRNA are members of the MAPK, TNF receptor, ALK1, TGFbeta receptor and SMAD signalling pathways. All of these pathways were previously indicated to be involved in skeletal muscle response to physical inactivity. We also measured protein expression of selected miRNA targets and observed a decrease in HDAC4. Our data demonstrates that miRNAs in postural muscles are affected by sustained inactivity and unloading, as induced by prolonged bed rest, and hence are potentially involved in regulation of skeletal muscle adjustments to inactivity. We also propose new	

		miRNAs involved in regulation of biological processes in adult human muscle.
	Objavljeno v	Blackwell Publishing Ltd; Acta physiologica; 2014; Vol. 210, no. 3; str. 655-666; Impact Factor: 4.382; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.985; A': 1; Avtorji / Authors: Režen Tadeja, Kovanda Anja, Eiken Ola, Mekjavić Igor B., Rogelj Boris
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	27184167 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Vpliv 10 dnevne hipoksične neaktivnosti na sestavo telesa
		<i>ANG</i> Whole body and regional body composition changes following 10-day hypoxic confinement and unloading/inactivity
	Opis	<i>SLO</i> V članku so predstavljeni učinki simuliranega bivanja v planetarnih habitatih s pomočjo normobarične hipoksije in ležanja (bed rest) na telesno težo in sestavo. Glavna ugotovitev raziskave je, da hipoksija med neaktivnostjo ne vpliva bistveno na spremembe telesne sestave. Poleg tega rezultati kažejo, da je v podobnih pogojih pomemben dejavnik za spremembe telesne sestave tudi bivanje v zaprtih prostorih (confinement).
		<i>ANG</i> The paper presents the effects of simulated planetary habitation on body mass and body composition. Our main finding was that hypoxia per se does not seem to influence body mass and composition modulation during inactivity. In addition, the obtained results indicate that confinement per se might also be an important factor contributing to the body composition modulation.
	Objavljeno v	National Research Council Canada; Applied physiology, nutrition and metabolism; 2014; Vol. 39, no. 3; str. 386-394; Impact Factor: 2.009; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.602; WoS: SA, UM, XW; Avtorji / Authors: Debevec Tadej, McDonnell Adam, MacDonald Ian, Eiken Ola, Mekjavić Igor B.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	27299623 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Regulacija krvnega tlaka
		<i>ANG</i> Blood pressure regulation V
	Opis	<i>SLO</i> Vabljeni pregledni članek opisuje metodo za določanje raztegljivosti (angl. distensibility) arterij in ven. Poseben poudarek je na povečano raztegljivosti iymenjeno po 5 tedenskem mirovanju v ležečem položaju. Obratno pa vsako dnevno intermitentno povečanje intravaskularnega tlaka dolgoročno zmanjša raztegljivost sten arterij in ven. Pri normalno aktivnih ljudeh je raztegljivost žil v nogah znatno manjša od raztegljivost žil v zgornjih okončinah. Predvideva se, da je ta razlika posledica povečanega tlaka v žilah nog, kot v žilah rok. Članek zaključuje, da je karakteristika sten žil zelo variabilna in je odvisna od krvnega tlaka.
		Recent studies are reviewed, concerning the in vivo wall stiffness of arteries and arterioles in healthy humans, and how these properties adapt to iterative increments or sustained reductions in local intravascular pressure. A novel technique was used, by which arterial and arteriolar stiffness were determined as changes in arterial diameter and flow, respectively, during graded increments in distending pressure in the blood vessels of an arm or a leg. Pressure-induced increases in diameter and flow were smaller in the lower leg than in the arm, indicating greater stiffness in the arteries/arterioles of the leg. A 5wk period of intermittent intravascular pressure elevations in one arm reduced pressure distension and pressure-induced flow in the brachial artery by about 50%. Conversely,

			<p>prolonged reduction of arterial/arteriolar pressure in the lower body by 5 wks of sustained horizontal bedrest, induced threefold increases of the pressuredistension and pressureflow responses in a tibial artery. Thus, the wall stiffness of arteries and arterioles are plastic properties that readily adapt to changes in the prevailing local intravascular pressure. The discussion concerns mechanisms underlying changes in local arterial/arteriolar stiffness as well as whether stiffness is altered by changes in myogenic tone and/or wall structure. As regards implications, regulation of local arterial/arteriolar stiffness may facilitate control of arterial pressure in erect posture and conditions of exaggerated intravascular pressure gradients. That increased intravascular pressure leads to increased arteriolar wall stiffness also supports the notion that local pressure loading may constitute a prime mover in the development of vascular changes in hypertension.</p>
	Objavljeno v	Springer-Verlag; European journal of applied physiology; 2014; Vol. 114, no. 3; str. 499-509; Impact Factor: 2.660; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.602; A': 1; WoS: UM, XW; Avtorji / Authors: Eiken Ola, Mekjavić Igor B., Kölegard Roger	
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	26881063	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zmerno intenzivna vadba zmanjša oksidativni stres zaradi normobarične hipoksije
		ANG	Moderate exercise blunts oxidative stress induced by normobaric hypoxic confinement
	Opis	SLO	V tej raziskavi smo testirali hipotezo, da lahko z zmerno intenzivno vsakodnevno vadbo zmanjšamo oksidativni stres, ki se pojavi kot posledica izpostavitve kronični hipoksiji. Dobljeni rezultati kažejo, da je z vadbo dejansko možno izboljšati redoks ravnotežje med kronično hipoksijo. Rezultat tega dela ima tudi veliko praktično vrednost, saj nakazuje, da bi lahko z vadbo zmanjšali oksidativni stres tudi pri kliničnih populacijah, ki so zaradi zdravstvenega stanja kronično izpostavljeni hipoksičnim pogojem (pljučni bolniki, debelost itd.)
		ANG	This study aimed to scrutinize the hypothesis that moderate exercise alleviates chronic hypoxia induced oxidative stress. Our obtain results confirm the proposed hypothesis and show the ability of daily, moderate intensity exercise training to reduce the oxidative stress levels and improve redox equilibrium. These findings also have significant applied value, since moderate training can be used to blunt oxidative stress induced by health/disease related chronic hypoxic exposures as experienced by patients with pulmonary disease, obesity etc.
	Objavljeno v	American College of Sports Medicine; Medicine and science in sports and exercise; 2014; Vol. 46, no. 1; str. 33-41; Impact Factor: 4.475; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.602; A': 1; WoS: XW; Avtorji / Authors: Debevec Tadej, Pialoux Vincent, Mekjavić Igor B., Eiken Ola, Mury Pauline, Millet Grégoire P.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	27321127	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Polet iz Planice na Luno
		ANG	Flight from Planica to the Moon

	Opis	<i>SLO</i>	Dokumentarni film o delu avtorja te vloge, predvsem o raziskovalnem projektu "Simulacija planetarnega habitata", in ustanovitev laboratorija v Olimpijskem športnem centru Planica.
		<i>ANG</i>	Documentary on the work of the author of this proposal, with an emphasis on the research project "Planetar habitat simulation", and on the founding of a research laboratory at the Olympic Sport Centre Planica.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	RTV Slovenija 1; 2013; Avtorji / Authors: Mekjavić Igor B.	
	Tipologija	2.19 Radijska ali televizijska oddaja	
2.	COBISS ID	25943335	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv hipoksije in neaktivnost na mikrocirkulacijo mrežnice.
		<i>ANG</i>	In vivo retinal images for a non-invasive analysis of the microcirculation during hypoxia and unloading/inactivity
	Opis	<i>SLO</i>	Članek opisuje novo metodo za merjenje premera retinalnih žil. Prikazuje posamezni in skupni učinek hipoksije in neaktivnosti na premer retinalnih arteriol in ven.
		<i>ANG</i>	The article describes a new method for determining the diameter of retinal arterioles and venules. It demonstrates the separate and combined effect of hypoxia and inactivity on the diameter of retinal vessels.
	Šifra	F.21 Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Objavljeno v	s. n.]; Final programme & abstract book; 2012; Str. 91-92; Avtorji / Authors: Jaki Polona, De Boever Patrick, Louwies Tijs, Eiken Ola, Mekjavić Igor B.	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
3.	COBISS ID	26275111	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Naprava za preprečevanje
		<i>ANG</i>	Device and procedure for preventing frost-related damage
	Opis	<i>SLO</i>	Na podlagi tehnološkega razvoja, potrebnega za določene laboratorijske in terenske raziskave, smo predlagali tehnično rešitev za preprečevanje p oškodb zatadi mraza, predvsem prstov nog. Termistor vgrajen v čevlju p ošilja informacijo o temperaturi mikroklima v čevlju napravi, kot je telefon, ki na podlagi algoritmov določajo kdaj temperatura v čevlju pade na stopnjo, pri kateri se lahko pojavijo poškodbe zaradi mraza.
		<i>ANG</i>	Based on the technological development afforded by several laboratory and field studies, the patent describes a system whereby a thermistor is embedded in the inner sole of footwear at the toes, transmitting data to an a devce (ie. smart phone) through a dedicated application, information regarding the temperature of the toes. Algorithms in the software application will warn the used when temperatures approach levels at which nonfreezing cold injury can occur.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji	
	Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2011; Avtorji / Authors: Mekjavić Igor B.	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
4.	COBISS ID	26274855	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Device, namely clothing system and procedure for determination of thermal comfort

	ANG	Device, namely clothing system and procedure for determination of thermal comfort
Opis	SLO	Obleka, kateri dovajamo vodo, z izmenično temperaturo od 10 do 45 stopinj C, predstavlja toplotni stimulus za celo telo, oziroma določen segment telesa. Nosilci obleke lahko sproži spremembo obleke, s tem da regulira gretje in ohlajanje, in s tem vzdržuje temperaturo v območju toplotnega udobja. Na tak način se lahko določi območje toplotnega udobja za celo telo, ali pa posamezne dele telesa.
	ANG	A water perfused suit provides a sinusoidal temperature stimulus to the entire body surface area, or to only an individual body region. Unattended, the temperature of the suit describes a sinusoid with limits of 10 deg C and 45 deg C. By depressing a switch to change the direction of the temperature change, and maintain thermal comfort, the result is a damped oscillation describing the limits of thermal comfort for the surface area stimulated.
Šifra	F.33	Patent v Sloveniji
Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2011; Avtorji / Authors: Mekjavić Igor B.	
Tipologija	2.23	Patentna prijava

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Pričujoči raziskovalni program je omogočil nastanek prvega svetovnega centra za simulacijo planetarnih habitataov. Raziskave, ki smo jih v okviru projekta izvajali so bile prve obsežnejše in dobro kontrolirane raziskave na področju učinkov kombinirane hipoksije in neaktivnosti. Četudi se zdi permanentno bivanje v vesolju v tem trenutku še precej oddaljeno v okviru teh raziskav pridobljeni rezultati zelo pomembne implikacije tudi za življenje na zemlji. Predvsem se ta vidik nanaša na klinične populacije, ki zaradi bolezenskega stanja trpijo kronično hipoksijo in povezano pomanjkanje aktivnosti.

ANG

Within the framework of the research programme we developed a unique facility for planetary habitat simulations. The development of the facility was funded, in part, by the European Space Agency. The facility has been used to conduct simulations of the effects of the environments within future Lunar and planetary habitats (these will be hypobaric hypoxic) on physiological systems. Research in the facility has been supported by the Slovene Research Agency, and the EC Framework 7 Programme. Results of these studies will benefit specific patient populations on Earth; namely, the results will contribute to the understanding of the aetiology of illnesses rendering patients chronically hypoxic, and as a consequence also inactive.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Celostno gledano je raziskovalni program omogočil pozicioniranje Centra za lunarne biomedicinske raziskave in s tem slovenske znanosti na zemljevid redkih raziskovalnih centrov kjer so tovrstne raziskave možne. V tem pogledu je raziskovalni program omogočil prepoznavnost centra in posledično povezovanje z drugimi raziskovalnimi centri. Pridobljene rezultate bodo v klinični praksi lahko takoj uporabili tudi slovenski zdravniki. Z njimi pa bodo lahko seznanjeni tudi pacienti. Za Slovenijo so tovrstni projekti edinstvena priložnost da doprinese k razvoju vesoljske znanosti, predvsem, vesoljske fiziologije. To je tudi eden od

ciljev, ki si ga je Slovenija ob pridružitvi v evropsko vesoljsko agencijo postavila.

ANG

The research programme has positioned Slovenia, and the Centre for planetary biomedical research in Planica on the world map of centres where Space Life Sciences are conducted. The research programme, and the Centre, has enabled the collaboration of Slovene scientists and students with top EU laboratories. The results will, in some cases, be translated into clinical practice by the Slovene physicians participating in the research programme. The research programme has also presented Slovenia with an opportunity to contribute significantly to ESA's Space Life Sciences programme, which is also one of the aims of Slovenia's future membership in ESA.

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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	

		<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>

	Uporaba rezultatov	V celoti
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Osnačite 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 checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" 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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" 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 checked="" 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	Evropska vesoljska agencija		
	Naslov	Noordwijk, Nizozemska		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	100.000	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	100	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1. doi:27392551	A.01	
		2. doi:10.1139-apnm-2013-0278	A.01	
		3. doi:10.1249-mss.0b013e31829f87ef	A.01	
	4. doi:10.1007-s00421-013-2758-9	A.01		

	5.	doi: 10.1111-sms.12067	A.01
Komentar			
Ocena		Odlično	

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. pooblaščenca oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Igor Mekjavić

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/14

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

11-AA-57-5D-A3-A8-8F-D1-AB-30-D4-2F-FA-C6-29-3C-0F-6E-8F-C5