

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/63



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-3672
Naslov projekta	Sinteza periodičnega gibanja humanoidne robotske noge z zgledevanjem po bioloških sistemih
Vodja projekta	25638 Andrej Gams
Tip projekta	Zt Podoktorski projekt - temeljni
Obseg raziskovalnih ur	3400
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	05.2010 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.04 Robotika
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.02
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Pri projektu smo se namerili razviti metode vodenja spodnjih ekstremitet robotskih mehanizmov z alternativnimi pristopi, z zgledevanjem po bioloških sistemih. Pri tem smo se naslonili na znanje vodenja periodičnih nalog. Projekt je obravnaval dva problema in sicer hkratno ohranjanje ravnotežja ter vodenja

spodnjih ekstremitet z oscilatorji. Izpeljali smo matematične modele za vodenje mehanizma z uporabo nelinearnih oscilatorjev. Hkrati smo razvili metodo ohranjanja stabilnosti, ki omogoča nemoteno izvajanje nalog ob ohranjanju ravnotežja, če je robot v sredini območja stabilnosti, a prevzame nadzor, ko se približa robu območja stabilnosti.

Predvsem je bil velik napredek napravljen pri izvajanju periodičnih nalog z oscilatorji, saj smo razvili novo metodo določevanja osnovne frekvence vhodnega signala, kar omogoča enostavno sinhronizacijo z zunanjim, merjenim signalom. To smo tudi aplicirali na različne naloge, ki so izven obsega izvajanega projekta.

Izvedba na robotskem mehanizmu je zahtevala nadgradnjo in zagon mehanizma robotske noge, kar smo uspešno izvedli. Kljub temu zaradi omejitev same konstrukcije robota nismo integrirali biartikularne vezi. Robot je bil namreč za konstruirano prestavno razmerje v zobnikih pretežak, kar je vodilo v prekomerno obremenitev motorjev. Z dodatnimi nadgradnjami bi problem samo povečali. Izpeljava dvonožnega mehanizma se je izkazala za preveč smel cilj, ki ni bil dosegljiv ne v organizacijskem, časovnem, predvsem pa finančnem okvirju projekta.

Neposreden rezultat projekta so novi načini aktivacije robotskih mehanizmov z uporabo vrvi (twist drive) ter prenos pridobljenih znanj na področje načrtovanja obtelesnega robotskega mehanizma oz. eksoskeleta. Naredili smo prve korake k načrtovanju ter vrednotenju takega mehanizma.

ANG

The project aimed at developing the control of lower extremities of robotic mechanisms using alternative approaches, inspired in biological systems. We based the project on our knowledge on control of periodic tasks.

The research covered two main topics: maintaining the balance and control of extremities using nonlinear oscillators. We derived the mathematical models for the control of the mechanism using nonlinear oscillators. We also developed a stability control method, which allows unconstrained motion if the robot is close to the center of the area of stability. On the other hand, stability control takes over when the pose of the robot brings it close to the edge of the stability polygon.

A leap forward was accomplished in the area of performing periodic tasks with oscillators. We developed a novel method of extracting the base frequency of the input signal, which allows straightforward synchronization with an external, measured signal. We applied the approach to different tasks beyond the scope of the project.

Robot experiments demanded an upgrade and renewed construction of the humanoid robotic leg, which was successfully performed. Due to the design limitations we could not integrate biarticular tendons. The robot was too heavy for the gear ratio as it was, which led to overloading of the motors. Additional upgrades would only increase the weight and therefore the problem. The construction of a bipedal mechanism proved to be an unreachable challenge in the sense of organization, time and financial aspects of the project.

Direct results of the project are also novel means of actuation of robotic mechanisms using ropes (twist drive) and the transfer of the acquired knowledge to designing an exoskeleton robotic mechanism. We have already made the first steps in the design and evaluation of an exoskeleton mechanism.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Vodenje humanoidnih robotskih mehanizmov je kompleksno in trenutno stanje tehnike ne omogoča gibanj, kot jih izvajamo ljudje. Pri tem je del problema v samem mehanizmu, del pa v vodenju. Naša hipoteza je bila, da se lahko pri vodenju zgledujemo po bioloških načinih vodenja. Predvsem pri izvajanju periodičnih nalog, da lahko uporabimo vodenje z uporabo nelinearnih oscilatorjev in pa osnovnih gibov, kar ima osnovo v bioloških sistemih.

V okvirju projekta smo razvijali v tri smeri: izvajanje periodičnih nalog z uporabo oscilatorjev, ohranjanje stabilnosti, na način, ki ne bi motil izvajanja gibanj ter izvedba na robotskem mehanizmu. Zadnje je zahtevalo usposobitev ter nadgradnjo robotskega mehanizma.

Pri razvoju metod vodenja periodičnih gibanj z robotom smo uspešno nadgradili metodo za enostavno vodenje in izločanje ene periode gibanja. Metoda omogoča sprotno izločitev frekvence počasnih gibov, ranga nekaj Hz, v nekaj periodah. Je računsko nezahtevna ter ne zahteva dodatnega odločanja o izbrani frekvenci, kajti izbrana je samo ena frekvenca.

Raziskovali smo tudi načine bolj učinkovitega zapisa trajektorije. Metodo smo lahko uspešno aplicirali na različne robotske naloge, ki niso v okvirju projekta, saj metoda omogoča enostavno sinhronizacijo z zunanjim signalom. Razvita metoda deluje na osnovi enega frekvenčno prilagodljivega oscilatorja, ter prilagodljive Fourierove vrste. Ker je uporabljen samo en oscilator, ta izloči samo osnovno frekvenco gibanja, z višjimi harmonskimi komponentami pa lahko opišemo celoten signal. Eksplíciten zapis osnovne frekvence omogoča enostavno uporabo za celo vrsto nalog.

Pri raziskavah metod ohranjanja stabilnosti smo razvili novo metodo, ki omogoča izvajanje želenega gibanja, kajti stabilnost se ohranja samo, če je treba. Metoda je zasnovana na hierarhičnem vodenju kinematičnih nalog. Novost je v tem, da omogoča enostavno in zvezno prehajanje med nalogami, hkrati pa se naloga z najvišjo prioriteto izvede samo kadar je potrebno. To pomeni, da lahko izvajamo poljuben gib (npr. počep), ki je povsem enak referenčni (oz. demonstracijski) trajektoriji, dokler je robot stabilen. Ko se robot približa meji stabilnosti primarna naloga zvezno prevzame nadzor in dovoli samo še trajektorije, ki ne vodijo v izgubo stabilnosti. Ko robot enkrat ni več blizu meje območja stabilnosti je prehod nazaj na poljubno gibanje zvezen, hkrati pa ne potrebuje dodatnega krmilnega signala. Metodo smo uspešno preizkusili pri vodenju humanoidne robotske noge, predvsem pa se je učinkovitost pokazala pri vodenju humanoidnega robota HOAP-3.

Realni robotski mehanizem, torej humanoidno robotsko nogo smo dokončno usposobili in učinkovito uporabljali. Pri tem smo, čeprav pripravljeno, opustili vključitev vezi prek dveh sklepov (biartikularno vez), kajti robot je že pretežek. Zaradi nizkega prestavnega razmerja pogonskih zobnikov robot omogoča visoke hitrosti, ne pa tudi velikih navorov. Motorji omogočajo izvajanje počepov, vendar bi dodatna obremenitev vodila v uničenje.

Za razvoj in nadgradnjo humanoidne robotske noge smo razvijali in testirali tudi drugačne načine akcije segmentov robota z uporabo vrvi (twist drive). Nadalje smo ugotovitve prenesli na izpeljavo in evalvacijo enostavnega obtelesnega mehanizma (eksoskeleta).

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Razvili smo odličen sistem vodenja periodičnih nalog ob hkratnem sinhroniziranju z vodeno napravo. Razvili smo tudi povsem novo metodo ohranjanja stabilnosti ter jo tudi nadgradili z nenadzorovanim področju razvoja metod vodenja ni večjih odstopanj. Uspešno smo izvedli gibanje na robotu (praven in učenjem trajektorij).

Predvidena morebitna nadgradnja mehanizma v dvonožnega ni bila več del predvidenega raziskovanja. Eksperimenti, ki smo jih izvajali, niso zahtevali dodatnih sprememb in gradnje novega mehanizma. Še predvideni eksperimenti prav tako niso zahtevali novega mehanizma. Časovna in finančna obremenitev ob izdelavi in projektiranju novega, dvonožnega mehanizma je tudi prezahtevna.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Ni sprememb

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek																				
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>25108775</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Sprotno določevanje frekvence ter posnemanja gibanja ritmičnih nalog z roboti</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>On-line frequency adaptation and movement imitation for rhythmic robotic tasks</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>V objavi opisujemo metodo neposrednega in sprotnega določevanja frekvence in faze periodičnega signala, kar omogoča enostavno izvajanje plejade robotskih periodičnih nalog. Omogoča tudi sinhronizacijo z vodenimi napravami.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>In this publication we describe the method of online and explicit determination of the frequency and phase of a periodic signal, which allows straightforward control of periodic robotic tasks.</td> </tr> <tr> <td>Objavljeno v</td> <td colspan="2">The MIT Press; The international journal of robotics research; 2011; Vol. 30, no. 14; str. 1775-1788; Impact Factor: 3.107; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.276; A": 1; A': 1; WoS: RB; Avtorji / Authors: Petrič Tadej, Gams Andrej, Ijspeert Auke Jan, Žlajpah Leon</td> </tr> <tr> <td>Tipologija</td> <td colspan="2">1.01 Izvirni znanstveni članek</td> </tr> </table>	COBISS ID	25108775	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Sprotno določevanje frekvence ter posnemanja gibanja ritmičnih nalog z roboti	ANG	On-line frequency adaptation and movement imitation for rhythmic robotic tasks	Opis	SLO	V objavi opisujemo metodo neposrednega in sprotnega določevanja frekvence in faze periodičnega signala, kar omogoča enostavno izvajanje plejade robotskih periodičnih nalog. Omogoča tudi sinhronizacijo z vodenimi napravami.	ANG	In this publication we describe the method of online and explicit determination of the frequency and phase of a periodic signal, which allows straightforward control of periodic robotic tasks.	Objavljeno v	The MIT Press; The international journal of robotics research; 2011; Vol. 30, no. 14; str. 1775-1788; Impact Factor: 3.107; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.276; A": 1; A': 1; WoS: RB; Avtorji / Authors: Petrič Tadej, Gams Andrej, Ijspeert Auke Jan, Žlajpah Leon		Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS ID	25108775	Vir: COBISS.SI																		
Naslov	SLO	Sprotno določevanje frekvence ter posnemanja gibanja ritmičnih nalog z roboti																		
	ANG	On-line frequency adaptation and movement imitation for rhythmic robotic tasks																		
Opis	SLO	V objavi opisujemo metodo neposrednega in sprotnega določevanja frekvence in faze periodičnega signala, kar omogoča enostavno izvajanje plejade robotskih periodičnih nalog. Omogoča tudi sinhronizacijo z vodenimi napravami.																		
	ANG	In this publication we describe the method of online and explicit determination of the frequency and phase of a periodic signal, which allows straightforward control of periodic robotic tasks.																		
Objavljeno v	The MIT Press; The international journal of robotics research; 2011; Vol. 30, no. 14; str. 1775-1788; Impact Factor: 3.107; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.276; A": 1; A': 1; WoS: RB; Avtorji / Authors: Petrič Tadej, Gams Andrej, Ijspeert Auke Jan, Žlajpah Leon																			
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek																			
2.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>26507815</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> </table>	COBISS ID	26507815	Vir: COBISS.SI																
COBISS ID	26507815	Vir: COBISS.SI																		

Naslov	SLO	Vpliv robotskega kolenskega eksoskeleta na porabo energije človeka
	ANG	Effects of robotic knee-exoskeleton on human energy expenditure
Opis	SLO	V objavi opisujemo vodenje kolenskega robotskega mehanizma ter metabolno porabo uporabnika.
	ANG	In this publication we describe the control of a robotic knee exoskeleton and the metabolic cost of the user when using the device for squatting.
Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on bio-medical engineering; 2013; 9 str.; Impact Factor: 2.278; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.017; WoS: IG; Avtorji / Authors: Gams Andrej, Petrič Tadej, Debevec Tadej, Babič Jan	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine²

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	26085159	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Metabolna poraba energije pri počepanju z robotskim kolenskim eksoskeletom	
	ANG	Metabolic cost of squatting using robotic knee exoskeleton	
Opis	SLO	V objavi opisujemo metabolno porabo uporabnika robotskega kolenskega eksoskeleta med počepanjem	
	ANG	In the paper we describe the metabolic cost of a user of a robotic knee-exoskeleton when squatting.	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	ESA = Edizioni Scientifiche e Artistiche; RAAD 2012; 2012; Str. 184-190; Avtorji / Authors: Gams Andrej, Debevec Tadej, Petrič Tadej, Babič Jan		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
2.	COBISS ID	25226535	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Refleksno omejevanje imitiranega gibanja	
	ANG	Constraining movement imitation with reflexive behavior	
Opis	SLO	V objavi podajamo osnove metode, ki omeji gibanje robota, če se le-ta preveč približa robu poligona stabilnosti, v nasprotnem primeru pa ne vpliva na gibanje, ki ga npr. robot posnema.	
	ANG	We give the basic derivation of a method that constraints the movement of a robot if it approaches the edge of its stability polygon, but otherwise allows unconstrained motion of the robot.	
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	IEEE; Humanoids 2011; 2011; Str. 294-299; Avtorji / Authors: Gams Andrej, Petrič Tadej, Babič Jan, Žlajpah Leon, Ude Aleš		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
3.	COBISS ID	25390375	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Dopolnjevanje imitiranega gibanja z refleksnim ohranjanjem stabilnosti	
	ANG	Augmenting movement imitation with reflexive stability behavior	
Opis	SLO	Metodo posnemanja gibanja smo nadgradili, da omogoča prenos gibanja na robota, tudi če robot stoji na klancu. Npr., če demonstrator prikaže počep na ravnih tleh, robot pa stoji na klancu, bo še zmeraj izvedel stabilen počep.	

		ANG	We expand our method of constraining movement imitation with adding the information on ground slope. Even if a demonstrator demonstrates a squat on a flat surface and the robot is on an inclined surface, it will still not tip over.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		IEEE; IEEE-ROBIO 2011; 2011; Str. 204-209; Avtorji / Authors: Gams Andrej, Petrič Tadej, Babič Jan, Žlajpah Leon
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	26085415	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pristopi vodenja robotskega kolenskega eksoskeleta
		ANG	Control approaches for robotic knee exoskeleton device
	Opis	SLO	V objavi opisujemo različne močnosti vodenja eksoskeleta. Podamo tudi inovativno metodo z uporabo nelinearnih oscilatorjev.
		ANG	In the paper we describe different possibilities of controlling a robotic exoskeleton. We also propose a novel method based on nonlinear oscillators.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		ESA = Edizioni Scientifiche e Artistiche; RAAD 2012; 2012; Str. 266-272; Avtorji / Authors: Petrič Tadej, Gams Andrej, Babič Jan, Debevec Tadej, Žlajpah Leon
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	24915239	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določevanje frekvence robotskih nalog s prilagodljivo Fourierovo vrsto
		ANG	Extracting the frequency of robotic tasks with an adaptive Fourier series
	Opis	SLO	V objavi podamo osnove metode sprotnega določevanja osnovne frekvence periodičnega signala z inovativno metodo prilagodljive Fourierove vrste.
		ANG	In the paper we define the basics of a method for online determination of the frequency of a periodic signal with a novel method of an adaptive Fourier series.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		Springer; Informatics in control, automation and robotics; Lecture notes in electrical engineering; 2011; Str. 185-196; Avtorji / Authors: Petrič Tadej, Gams Andrej, Žlajpah Leon
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Metode vodenja robotskih mehanizmov ter načini samega poganjanja (aktuatorji), ki smo jih že testirali in razvijali v okviru projekta, in bomo v prihodnosti še uporabljali za vodenje pomožnih robotskih mehanizmov.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Razvita metoda vodenja periodičnih robotskih nalog z uporabo nelinearnih oscilatorjev je neposredna izboljšava prej objavljenih metod, saj omogoča eksplicitno določevanje osnovne frekvence in faze periodičnih nalog, s tem pa neprimerno olajša izvedbo nalog z roboti.

Metoda ohranjanja stabilnosti gradi na podrobno razvitih matematičnih principih prioritiziranja nalog. Z vpeljano spremembo je prvič na enostaven način omogočen zvezen prehod med posameznimi prioriteta, kar izjemno poveča možnost apliciranja in pa izkoriščanja lastnosti takega načina vodenja za celo plejado nalog, od izogibanja oviram, ohranjanja stabilnosti do prav vsake naloge sestavljene iz več pod-nalog z različnimi stopnjami prioritete.

ANG

The developed method of control of periodic robotic tasks using nonlinear oscillators is a clear improvement of previously published methods, as it allows explicit determination of the base frequency and the phase of the periodic signal in question and therefore allows straightforward execution of periodic tasks on the robot.

The method of stability control builds on the well-researched mathematical principles of prioritizing tasks. The implemented upgrade gives for the first time easy and direct means of applying and exploiting the proposed method for a wide set of tasks, from obstacle avoidance and stability control to any prioritized task with several subtasks.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Razvite metode so utrdile Slovenijo na zemljevidu držav, kjer se izvajajo najsodobnejše raziskave na področju robotike in vodenja robotov, kar se je izkazalo z objavami v najboljših revijah ter na najboljših konferencah. Posredno to pomeni izboljšanje položaja raziskovalcev pri prijavljanju na razpise za financiranje ter več možnosti pri iskanju novih partnerjev za skupne projekte, kar vodi v dodatno financiranje raziskav iz drugih virov.

ANG

The methods developed during the course of the project have again reaffirmed Slovenia among the countries that perform state-of-the-art research in the area of robotics, which was confirmed with publications in the highest ranking journals of Robotics and the most competitive and acknowledged conferences. Indirectly, this improves the position of the researchers when applying for funding and gives them an overall better position when looking for project partners worldwide.

11.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/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

12.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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

	izdelkov/storitev na trgu					
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	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		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Andrej Gams

ŽIG

Kraj in datum:

Lozana	8.3.2013
--------	----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/63

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ 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](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² 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](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (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/2013 v1.00
00-0C-E9-02-AB-1B-25-47-75-19-8B-2B-10-DD-AE-D4-7F-7A-20-AB