

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/190

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-9559
<b>Naslov projekta</b>	Analiza procesov laserskega varjenja in lastnosti vara
<b>Vodja projekta</b>	2045 Janez Tušek
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	3.600
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	01.2007 - 12.2009
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

1.	Naziv	TCG Unitech Lth-ol, d.o.o. - novo ime družbe je Lth Ulitki d.o.o.
	Naslov	ŠKOFJA LOKA Vincarje 2, Vincarje 4220 Škofja Loka Litostrojska cesta 46, 1000 Ljubljana
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

V prvem letu raziskav z znanstvenega in raziskovalno razvojnega vidika smo delovali predvsem teoretično z nekaj praktičnimi raziskavami. Nove informacije in novosti smo pridobili iz literature, obiskov sejmov in s sodelovanjem s tujimi partnerji. Pri delu smo uporabili številne znanstvene metode raziskovanja in nekatere nove praktične metode, ki so se pokazale kot potrebne za analizo lasersko izdelanih varov in navarov. Veliko dobljenih rezultatov je bilo preizkušeno v praksi. Sodelovali smo s tujimi partnerji; tu naj

omenim le podjetje ASKEA iz Nemčije, podjetij PAFF prav tako iz Nemčije in Fakulteto za strojarstvo in brodogradnjo iz Zagreba. Doma pa smo sodelovali z livarnami: TCG Unitech Škofja loka, Mariborska livarna Maribor, livarna Rotomatika v Idriji in livarna Tomos Alcan iz Kopra.

Dobljeni rezultati v tej prvi fazi so izjemno ugodni pri reparaturnem varjenju orodij za tlačno litje, nekoliko manj na orodjih za brizganje plastike in še nekoliko manj na orodjih za preoblikovanje in štancanje.

Prav tako pa smo zelo ugodne rezultate dosegli pri varjenju zelo tanke pločevine in iz zelo tankih profilov iz nerjavnega jekla ali pa prevlečenih materialov s cinkom in z organskimi premazi. Te rezultate bomo uporabili v proizvodnji farmacevtske industrije (Krka Novo mesto), industriji gospodinjske opreme (Kovinoplastika Lož), v elektrotehnični industriji (Indramat Škofja Loka) in tudi v klasični strojogradnji (Trimo Trebnje) in druge.

Pri izdelavi žic za lasersko varjenje in navarjanje smo dosegli dokaj dobre rezultate, saj jih že prodajamo na trgu v omejeni količini in v polindustrijskem pakiranju. Večino težav z ravnanjem žice smo uspešno rešili. Kupili smo napravo za ultrazvočno čiščenje žic in njihovo površinsko poliranje. Izdelan je bil protokol čiščenja, ki zajema razmaščevanje, ultrazvočno čiščenje v treh fazah glede na čistost. Temu sledi spiranje v deionizirani vodi ter sušenje in vakuumsko pakiranje žic. Žice smo že pričeli tržiti.

Vzporedno s tem je potekal nadaljnji razvoj naprave za termično utrujanje in testiranje termične odpornosti materialov. Testirali smo različna orodna jekla za delo v vročem, kot so: AISI H11, H13, maraging jekla, ... Namen teh testov je bil določiti primernost materialov za reparaturno popravilo poškodb različnih orodnih jekel za delo v vročem, ki obratujejo kot orodja za tlačno litje aluminijevih zlitin, magnezijevih zlitin, bakrovih zlitin, cinkovih zlitin in drugih zlitin, orodja za brizganje plastike, orodja za preoblikovanje in kovanje, orodja za gravitacijsko litje, ter orodja za ostale postopke litja. Na osnovi rezultatov testov poteka razvoj priporočil za popravilo posameznih poškodb na orodjih iz različnih materialov in za različne aplikacije. Na osnovi teh priporočil in naloge operater izbere vrsto dodajnega materiala in tehnologijo reparaturnega varjenja.

Vzporedno s tem je potekal in poteka razvoj tehnologije laserskega reparaturnega varjenja različnih poškodb. Težava reparaturnega varjenja orodij so v visoki trdoti teh materialov, ki ob vnosu toplote hitro pokajo, razpoke pa se zaradi zaostalih notranjih napetosti naglo širijo. Razvoj tehnologije na tem področju poteka v smeri izbire in oblikovanja laserskega pulza, moči in časa trajanja, ki bi preprečil pokanje vara in osnovnega materiala ob njem. Z razvojem smo uspeli razviti tehnologijo, ki uspešno preprečuje pokanje trdih varov po laserskem varjenju.

Navarjene površine je po varjenju potrebno še fino obdelati. V ta namen potekajo raziskave na področju laserskega poliranja navarjenih površin. Poskusi potekajo v sodelovanju s Tehniško Univerzo na Dunaju. Dobljeni rezultati na osnovi razvite tehnologije že omogočajo izdelavo poliranih površin visoke kakovosti. Za izboljšanje procesa laserskega poliranja smo izdelali prototipno komoro, ki nam omogoča izdelavo poliranih površin visoke kakovosti. Dobljeni so bili tudi tehnološki parametri, ki nam omogočajo optimalno poliranje.

#### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Po naši oceni je bila stopnja realizacije dosežena in še presežena. Obširno smo pregledali literaturo, obiskali smo nekaj sejmov iz področja laserjev, področja vzdrževanja, področja toplotne obdelave in iz področja orodnih jekel. Izdelali smo več planov poskusov, kar zavisi glede na predmet raziskav. Na tem področju je delalo in dela več diplomantov, magistrantov in doktorantov. Prve raziskave so bile usmerjene na analiza laserskih parametrov, njihovo optimiranje in iskanje optimalne rešitve za številne konkretne probleme. Največ časa je bilo posvečenih za analizo oblike laserskega bliska. Ta je glede

na najnovejšo literaturo in glede na naše izkušnje eden od pomembnejših laserskih parametrov. To še posebno velja za varjenje in navarjanje slabo varivih materialov kot so orodna jekla, nerjavna jekla, zlitine bakra, ki jih uporabljamo za orodja, aluminijeve zlitine in druge barvne zlitine in kovine, ki jih danes v praksi redkeje uporabljamo. Z analizo oblike laserskega bliska (pulza) smo ugotovili, da je s primerno obliko možno zelo močno vplivati na proces varjenja. s pulzom z začetno zelo močno energijo lahko zelo hitro ogrejemo kovino, da dobimo talino in nato z zmanjševanjem njegove energije lahko kontroliramo hitrost ohlajanja. Ta je pa odločilnega pomena za ugodne transformacije v močno legiranih jeklih. Pri kovinah, ki so prevlečene z oksidom, ki ima visoko tališče, kot sta aluminij in magnezij pa s takim pulzom ta oksid raztalimo in ustvarimo pogoje za normalno varjenje.

Drugo večje področje, ki smo ga obdelali v tej prvi fazi pa je izdelava žic za varjenje vseh vrst orodnih jekel, za varjenje nekaterih nerjavnih jekel in za varjenj aluminijevih zlitin. Tu smo posodobili napravo za tanjšanje žic od premera 1,5 mm pa vse do 0,4 mm. Kupili smo napravo za ultrazvočno čiščenje in pakiranje teh žic. Izdelali smo protokol čiščenja, zaščite in pakiranja žic, ki nam omogoča izdelavo ravnih in čistih žic različnih kemičnih sestav.

Naslednje področje povezano s tehnologijo laserskega varjenja in izdelavo žic primernih za različne aplikacije laserskega reparaturnega varjenja je bila analiza odpornosti različnih materialov na termično utrujanje. Na osnovi rezultatov so bila izdelana priporočila primernosti materialov za posamezno aplikacijo.

Raziskave na področju laserskega poliranja površin kažejo že prve uspehe. Do sedaj razvita tehnologija že omogoča izdelavo kakovostnih poliranih površin. Pojavile so se težave z oksidacijo površine zaradi visokih temperatur, ki smo jo odpravili z razvojem posebne komore. Le-ta omogoča lasersko poliranje v inertni plinski atmosferi, ki zagotavlja najboljše kakovosti poliranih površin.

## 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

Sprememb raziskovalnega projekta ni bilo.

## 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO Lasersko reparaturno varjenje termo razpok na orodjih za tlačno litje aluminija
		ANG Laser repair welding of thermal cracks on aluminium die casting dies
Opis	SLO	Za sanacijo orodij se vedno več uporablja laserska tehnologija, katere prednost je predvsem v ozkem lokalnem delovanju toplotne energije, majhni toplotno vplivani coni in zanemarljivih obrobni zjedah. V članku je predstavljena tehnologija sanacije razpok (žlebljenje, varjenje) z bliskovnim Nd:YAG-laserjem, vključno z analizo mikrotrdot ob sami razpoki, žlebu in varu. Rezultati kažejo na to, da je z laserjem mogoče relativno hitro in enostavno odstraniti utrujeno območje ob razpoki, ga navariti ter orodje usposobiti za obratovanje.
	ANG	For repair welding of tools, laser technology has recently been used with major benefits such as localized heating effect, narrow heat effected zone and negligible undercuts. In this paper, the technology of thermal cracks repair (grooving, welding) with pulsed Nd:YAG laser is described. A microhardness analysis of areas surrounding cracks, grooves and welds has been performed, also. The test results suggest that it is relatively fast and easy to eliminate the fatigue area surrounding the cracks, and with proper welding to reestablish the tool operability.
PLETERSKI, Matej, TUŠEK, Janez, KOSEC, Ladislav, KLOBČAR, Damjan,		

	Objavljeno v	MUHIČ, Mitja, MUHIČ, Tadej. Lasersko reparaturno varjenje termo razpok na orodjih za tlačno litje aluminija = Laser repair welding of thermal cracks on aluminium die casting dies. Mater. tehnol., 2008, letn. 42, št. 5, str. 211-214.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	10714651
2.	Naslov	SLO Termično utrujanje materialov za tlačno litje ANG Thermal fatigue of materials for die-casting tooling
	Opis	SLO Testirali smo odpornost na termično utrujanje različnih jekel za delo v vročem; AISI H11 in H13 ter maraging jeklo z 18 % Ni, ki je bilo navarjeno na površino. Razvili smo inovativno napravo za testiranje termičnega utrujanja. Analizirali smo mikrostrukturo in merili potek trdote ter velikost, število, gostoto in širino razpok. Izdelali smo model končnih elementov za izračun napetosti na osnovi katerega smo razvili posebno geometrijo epruvete ter določili optimalne parametre testiranja. Najboljšo odpornost na termično utrujanje ima jeklo H13 zaradi visoke temperaturne stabilnosti. ANG The thermal fatigue resistance of different hot-work tool steels was studied; AISI H11 and H13, special tool steel and 18% Ni maraging steel. An innovative apparatus for thermal fatigue testing is developed to study the thermal fatigue resistance. The microstructure, hardness profile and the surface cracks developed are analyzed. The specimens of special geometry and optimal set of testing parameters are developed using finite element modeling to improve testing efficiency. The best thermal fatigue resistance achieved special tool steel due to its high thermal stability.
	Objavljeno v	KLOBČAR, Damjan, TUŠEK, Janez, TALJAT, Boštjan. Thermal fatigue of materials for die-casting tooling. Mater. sci. eng., A Struct. mater. : prop. microstruct. process.. [Print ed.], 2008, letn. 472, št. 1/2, str. 198-207. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2007.03.025">http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2007.03.025</a> .
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	10290971
3.	Naslov	SLO Lasersko reperaturno varjenje orodij z različnimi oblikami pulzov ANG Laser repair welding of molds with various pulse shapes
	Opis	SLO V članku je predstavljena raziskava vpliva različnih oblik bliskov pri laserskem reparaturnem varjenju/navarjanju orodnih jekel za delo v hladnem, z bliskovnim Nd:YAG laserjem. Testi so bili opravljeni na orodnem jeklu tipa AISI D2, toplotno obdelanem na trdoto 56 HRC. Opravljena je bila mikrostrukturalna analiza in raziskava napak s skenirnim elektronskim mikroskopom. Rezultati kažejo na to, da je z izbiro pravih parametrov in primerne oblike laserskega bliska mogoče doseči kvalitetne navare tudi pri varjenju v hladnem. ANG This paper presents the investigation of influence of different pulse shapes on laser repair welding/cladding of cold-work tool steels with the pulsed Nd:YAG laser. Repair welding tests were carried out on AISI D2 tool steel, quenched and tempered to hardness of 56 HRC, followed by microstructural analysis and investigation of defects with scanning electron microscopy. Test results suggest that it is possible to obtain sound welds without preheating, with the right selection of welding parameters and appropriate pulse shape.
	Objavljeno v	PLETERSKI, Matej, TUŠEK, Janez, KOSEC, Ladislav, MUHIČ, Tadej, MUHIČ, Mitja. Laser repair welding of molds with various pulse shapes. Metalurgija (Sisak), 2010, letn. 49, št. 1, str. 41-44.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	11222555
4.	Naslov	SLO Primernost navarov iz maraging jekla za reperaturno varjenje orodij za tlačno litje, 1. del, Vpliv varjenja in staranja ANG Suitability of maraging steel weld cladding for repair of die-casting tooling. Part 1, Influence of welding and aging heat treatment...
		Študija prikazuje vpliv varilnih parametrov in precipitacijskega žarjenja varov na mehanske in metalurške lastnosti vara. Analizirali smo mehanske lastnosti navarjenega maraging jekla glede na temperaturo predgrevanja, vnos

	Opis	SLO	toplotne med varjenjem in kovanje varkov. Na osnovi metode odzivnih površin smo izdelali modele, ki nam omogočajo napovedovanje trdote vara, žilavosti, natezne trdnosti in meje tečenja po varjenju in precipitacijskem žarjenju. Metalurške in mehanske lastnosti so močno odvisne od tehnologije varjenja in parametrov precipitacijskega žarjenja.
		ANG	This study emphasizes the influence of welding parameters and post-welding precipitation annealing heat treatment on the welds properties. The influence of preheat temperature, heat input during welding, and hot working of maraging steel welds is evaluated regarding mechanical and metallurgical properties. The response surface models for the prediction of hardness, toughness, tensile strength, and yield stress after post-welding heat treatment are developed. Metallurgical and mechanical properties significantly depend on welding technology and post-welding heat treatment parameters.
	Objavljeno v	KLOBČAR, Damjan, TUŠEK, Janez, KOSEC, Ladislav. Suitability of maraging steel weld cladding for repair of die-casting tooling. Part 1, Influence of welding and aging heat treatment on 18% Ni maraging steel weld microstructure and mechanical properties. Int. j. mater. res., 2009, vol. 100, issue 5, str. 713-722	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	10944795	
5.	Naslov	SLO	Primernost navarov iz maraging jekla za reperaturno varjenje orodij za tlačno litje, 2. del, Vpliv staranja med tlačnim litjem
		ANG	Suitability of maraging steel weld cladding for repair of die casting tooling Part II : influence of ageing during aluminium alloy die casting
	Opis	SLO	Analizirali smo vpliv precipitacijskega žarjenja po varjenju in termičnem obremenjevanju na orodju za tlačno litje na metalurške in mehanske lastnosti vara. Vzorci so bili izpostavljeni termičnemu utrujanju. Po utrujanju smo pregledali mikrostrukturo in trdoto navarov. Razvili smo model za napoved precipitacijskega žarjenja med tlačnim litjem aluminija. Rezultati kažejo da traja precipitacijsko žarjenje približno 60% časa polnjenja gravure medtem ko je ostali čas potreben za segrevanje površine (30%) in pripravo na začetek precipitacijskega žarjenja (10%).
		ANG	The influence of post-weld precipitation annealing heat treatment and aluminium die casting thermal cycling on metallurgical and mechanical properties was analysed. Test specimens were analysed after thermal fatigue cycling. The weld microstructure and hardness were evaluated. A model for prediction of precipitation annealing time during aluminium alloy die casting was proposed. The results showed that tool heating lasts 30% of molten metal injection time, preparing conditions for precipitation annealing at 10% of injection time, and precipitation annealing at 60% of injection time.
	Objavljeno v	KLOBČAR, Damjan, TUŠEK, Janez, TALJAT, Boštjan, KOSEC, Ladislav, MUHIČ, Mitja. Suitability of maraging steel weld cladding for repair of die casting tooling Part II : influence of ageing during aluminium alloy die casting on maraging steel weld microstructure, mechanical properties and crack growth. Int. j. mater. res., 2008, letn. 99, št. 9, str. 1006-1014. <a href="http://www.ijmr.de/directlink.asp?MK101733">http://www.ijmr.de/directlink.asp?MK101733</a> .	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	10658843		

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Razvoj tehnologije laserskega varjenja trdih materialov
		ANG	Development of new technology of laser welding of hard materials
	Opis	SLO	V okviru naloge je bilo skupaj s podjetjem TKC, in s podjetjem TCG Unitech Lth - ol, d.o.o razvitih nekaj novih tehnologij laserskega varjenja. Nekatere od njih so v pripravi za prijavo patenta. Poznano tehnologijo laserskega reparaturnega varjenja smo izboljšali in optimirali obstoječi tehnološki proces oz. tehnologijo. Na osnovi teh raziskav smo sposobni trgu ponuditi že nekatere nove storitve laserskega varjenja. Pri raziskovalnem

		delu razvijamo nove raziskovalne metode in metode preizkušanja, s katerimi bomo preizkušali kakovost in obstojnost z laserjem izdelane vare in navare.
	ANG	With our partners TKC d.o.o. and TCG Unitech th-ol d.o.o. we developed a few new technologies of laser welding. Some of them will be patented. The known technology of laser repair welding has been improved and optimised. Based on this research and development we are offering new services of laser welding on the market. We are also developing new research methods and methods of testing, with which the testing of laser welds and cladding will be done. With these tests the resistance and the quality of welds will be evaluated.
Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	PLETERSKI, Matej, TUŠEK, Janez, MUHIČ, Tadej, MUHIČ, Mitja. Laser repair welding of molds with various pulse shapes. Metalurgija (Sisak), 2008, letn. 47, št. 3, str. 250.	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	10556443	
2. Naslov	SLO	Pokanje površine orodij za tlačno litje zaradi termičnega utrujanja
	ANG	Thermal fatigue cracking of die-casting dies
Opis	SLO	Orodja za tlačno litje so izpostavljena velikim termo-mehanskim obremenitvam. Pojav termičnega pokanja orodij lahko občutno skrajša obratovalno dobo orodja, saj povzročata nezaželen srh na odlitkih. Na orodjih smo zasledovali pojav termičnih razpok med tlačnim litjem aluminijeve zlitine. Opazovali smo oblikovanje razpok ter merili njihovo lokacijo in velikost. Ugotovili smo, da termo-mehanske obremenitve povzročajo visoke lokalne napetosti, ki vodijo do razpok. Prvo razpoko smo opazili po 2000 ciklih termičnega utrujanja.
	ANG	Die-casting dies are exposed to high thermal and mechanical loads. Thermal fatigue cracking of dies may importantly shorten the life-time of the die. Cracks degrade the surface quality of dies and consequently the surface of castings. Thermal fatigue cracking of dies was analyzed during the process of die casting aluminium alloys. Cracks formation was observed and measured and their location and size were determined. Thermal and mechanical loads cause high local stresses and consequently surface cracks. First cracks occur as early as after 2000 cycles and propagate progressively with cycles.
Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Objavljeno v	MUHIČ, Mitja, TUŠEK, Janez, KOSEL, Franc, KLOBČAR, Damjan, PLETESKI, Matej. Thermal fatigue cracking of die-casting dies. Metalurgija (Sisak), 2010, letn. 49, št. 1, str. 9-17, ilustr.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	11222299	
3. Naslov	SLO	Težave reparaturnega varjenja dupleksnih orodnih jekel
	ANG	Problems in repair-welding of duplex-treated tool steels
Opis	SLO	Tehnologija laserkega reparaturnega varjenja je bila uporabljena za popravilo orodij za brizganje plastike in orodij za tlačno litje. Na površini jekel so bile izdelane trde prevleke, ki zmanjšujejo erozijo in izboljšujejo odpornost na termično pokanje. Tovrstne prevleke bistveno zmanjšujejo varivost. Testi reparaturnega varjenja so bili narejeni na plinsko nitriranih in s PVD (TiN, CrN, TiAlN) prevlečenim orodnim jeklom za delo v vročem. Analizirana je bila mikrostruktura in oblikovanje napak ter definirani optimalni parametri laserskega varjenja teh materialov.
	ANG	A laser welding techniques were used to repair moulds used in the plastics industry and in pressure die-casting. Hard coatings are applied to steel surfaces to protect them from erosion and to improve the resistance against thermal cracking. These hard coatings significantly reduce weldability of the material. Repair welding tests were carried out on gas-nitrided and PVD (TiN, CrN, TiAlN) coated martensitic chromium hot work steel plates. Microstructural analysis and investigation of defects formation are closely observed and reveal best laser welding method for duplex-treated tools.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	MUHIČ, Tadej, TUŠEK, Janez, PLETESKI, Matej, BOMBAČ, David. Problems	

	Objavljeno v	in repair-welding of duplex-treated tool steels. Metalurgija (Sisak), 2008, letn. 48, št. 1, str. 39-42.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	846687
4.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	
5.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Med druge pomembne rezultate štejemo prenos znanja, ki je nastal na Fakulteti za strojništvo, v prakso v industrijo. Reparaturno varjenje orodij, z laserjem in po postopku TIG se prav zaradi prenosa znanja iz Fakultete za strojništvo v industrijo, danes uporablja v številnih slovenskih orodjarnah in livarnah. Med te lahko štejemo poleg Lth Ulitki d.o.o., MLM - Mariborska livarna Maribor d.o.o., Rotomatika Idrija, liv Postojna, Kovinoplastika Lož in še številna ostala podjetja. Pri tem ne gre za samo tehnologijo varjenja, gre tudi za razvoj dodatnih materialov in za razvoj vseh potrebnih ukrepov pred varjenjem, med njim in po njem. S prenosom opisanega znanja omenjena podjetja prihranijo na stroških za energijo, na stroških za osnovni material, ker se podaljša življenjska doba orodja in prihrani se na odpadnem materialu. Tudi sama tehnologija varjenja, ki je omenjena, je bolj prijazna za okolje in osebje, kot so bile ostale tehnologije.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Dosežena so nova znanja in spoznanja s področja materialov in novih tehnologij. Z aplikativnimi raziskavami so se izpopolnile obstoječe oziroma razvile nove laserske tehnologije za industrijo. S pomočjo sinergij med pedagoškim in raziskovalnim procesom so se usposabljali kadri, ki bodo prenesli raziskovalne dosežke v različne veje industrije.

V okviru laserskega varjenja, reparaturnega varjenja trdih materialov in navarjanja smo razvili nove tehnološke postopke, ki omogočajo izdelavo bistveno izboljšanih izdelkov ter obnovo obrabljenih orodij. Razvili smo obliko laserskega bliska, ki omogoča uspešno varjenje trdih materialov, ne da bi pri tem nastale razpoke. To omogoča fino lokalno popravilo najrazličnejših orodij in izdelkov ter posledično večjo konkurenčno prednost.

Raziskave primernosti dodatnih materialov za posamezne aplikacije in izdelana priporočila za varjenje različnih materialov predstavljajo novo razvito znanje, ki industriji omogoča izdelavo bolj zahtevnih izdelkov in večjo dodano vrednost. Pridobljeno znanje nam koristi pri izboru materialov za izdelavo tankih žic za lasersko varjenje. Zaradi zahtevnosti izdelave teh žic ima osvojena tehnologija velik pomen za razvoj znanosti. Prenos tega znanja v industrijo daje možnost izdelave izdelkov z bistveno večjo dodano vrednostjo in osvojitve večjega tržnega deleža.

ANG



The results obtained in research of laser processing provided a new knowledge in the field of materials and new technologies. Applicative research improved the existing laser technologies and developed new ones for industrial applications. The new technologies are developed to make the work with applications easier. By means of synergy between pedagogical and research work, personnel capable of transferring research results to various industrial branches are educated and qualified.

On the research field laser welding, laser repair welding and cladding of hard materials, the new technology was developed. It enables manufacturing of improved products with the higher added value as well as repair of expensive worn out tools. We developed the laser pulse shape, which enable successful welding of hard materials without cracking. A fine local repair of different tools and products is enabled, which increases the added value to the products and the competition ability of the industry which applied this technology.

The research of suitability of filler materials for different applications and developed recommendations for welding of different materials presents new knowledge. This enables the industry production of products with higher added value. The acquired knowledge is extremely important in selection of material for production of thin filler wires suitable for laser welding. Due to pretentiousness of production of these wires, is the acquired technology extremely important for the development of science. Transfer of this technology to the industry enables production with higher added value and gaining bigger market share.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Novo razvite tehnologije laserskega reparaturnega varjenja različnih orodij in trdih materialov omogočajo izdelavo novih izdelkov z višjo dodano vrednostjo. Omogočajo tudi popravilo dragih in zahtevnih orodij, ki za izdelavo potrebujejo veliko surovin in energije, sama izdelava pa obremenjuje tudi okolje z emisijami CO<sub>2</sub>. Kakovostno opravljeno popravilo omogoča večkratno podaljšanje obratovalne dobe in s tem znižanje stroška orodja v končni ceni proizvoda. To omogoča številnim livarnam, orodjarnam, in drugi strojno predelovalni industriji podaljšanje obratovalne dobe orodij in s tem večjo konkurenčnost v evropskem in svetovnem trgu.

Razvoj in raziskave na področju materialov za reparaturno varjenje orodij ter odpornosti na termično utrujanje omogočajo na osnovi izdelanih priporočil izbiro optimalnega materiala za posamezno aplikacijo. To omogoča hitrejša in preverjene rezultate popravila in omogoča napoved podaljšanja življenjske dobe orodja. Na osnovi izdelanih priporočil in rezultatov testov odpornosti materialov bomo izdelovali žice za lasersko reparaturno varjenje in navarjanje. Osvojena tehnologija izdelave tankih žic za lasersko varjenje omogoča izdelavo dodatnih materialov za varjenje z visoko dodano vrednostjo. Prenos te tehnologije v industrijo omogoča industriji prodor na nove trge, večanje deleža na teh trgih, izboljšanje konkurenčnosti in lažje preživetje finančne krize.

Raziskave in razvoj na področju laserskega poliranja bodo omogočili popravilo na enem mestu ter po možnosti z mobilnimi laserskimi sistemi kar na samem orodju. To bo pospešilo odpravo napak, omogočilo popravilo orodja na stroju brez nepotrebne demontaže, kar bo skrajšalo pomožne čase in povečalo čas obratovanja stroja in orodja. Vse to bo pripomoglo k večanju dodane vrednosti in večanju konkurenčne sposobnosti Slovenskih podjetij na domačem in svetovnih trgih.

ANG

Newly developed laser repair welding technologies of different tools and hard materials enables a production of new products with higher added value. The application of these technologies enable repair of costly and pretentiousness tools, which for production consume a lot of materials and energy and the production is not environmentally friendly. Quality repaired tools prolong the in-service tool life and reduce of production costs in the final price of the product. This enables numerous casting facilities, tool makers and other industry for production of machine components increase of tool life and improved competition on European and World market.

Development and research on the field of materials for repair welding of tools and thermal fatigue resistance enables the selection of optimal material for particular application, based on the developed recommendations. This enables prediction of the in-service tool life and quality assurance. Based on these results and tests the selection of materials is done for production of thin filler wires suitable for laser repair welding and surfacing. Acquired technology of thin wire production for laser welding enables production filler wires with higher added value. The transfer of this technology into the industry enables it to conquer new markets, increasing the market share, increasing the competition and easier survivor of financial crisis.

The research and development on the field of laser polishing will enable the complete repair of tools on one place, and with the use of mobile laser systems on the machine. This will accelerate tool repairs, since the repairs will be done on the machine. This will shorten



additional times for dismounting and increased times of tool usage. This will increase added value and competition ability of Slovenian industry on domestic and world markets.

### 10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>
	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"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="Delno"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>
	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"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	

		V celoti
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

**Komentar**

Naloga je pokazala, da je možen prenos iz akademske sfere v industrijo. Že zgoraj smo omenili, da več deset podjetij uporablja lasersko tehnologijo za saniranje poškodovanih orodjih pri nas in v tujini.

**11. Samo za aplikativne projekte!****Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
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"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					

G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

### Komentar

Novo pridobljena visokotehnološka znanja in spoznanja imajo veliko dodano vrednost za sofinancerja in slovensko gospodarstvo na splošno. Razvita znanja in veščine pripomorejo namreč h skrajševanju proizvodnih časov izdelkov, saj v primeru okvare orodja bistveno skrajšajo izpad proizvodnje. To je mogoče zato, ker z laserskim reparaturnim varjenjem napake na orodjih odpravimo hitreje, hkrati pa običajno ni potrebne dodatne toplotne obdelave in je potrebna le manjša mehanska (ponavadi ročna) obdelava gravure. S samim laserskim reparaturnim varjenjem podaljšamo obratovalno dobo orodij tudi do več kot 100 %. S tem zmanjšamo porabo surovin, zmanjšamo porabo energije (za pridobivanje surovin in izdelavo orodij) in s podaljšanjem obratovalne dobe orodje "recikliramo". Zaradi manjše porabe energije se pojavi tudi bistveno manj izpustov CO<sub>2</sub> v okolico, manj izpustov škodljivih za zdravje ljudi. Razvita tehnologija laserskega reparaturnega varjenja orodij je prijazna do operaterja in okolice in je primerna za delo oseb obeh spolov. Razvita tehnologija omogoča sanacijo z višjo dodano vrednostjo, sanacijo pa lahko opravlja bolje izobraženo osebje.

### 12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>11</sup>

1.	<b>Sofinancer</b>	TCG Unitech Lth-ol, d.o.o. - novo ime družbe je Lth Ulitki d.o.o.		
		<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>	25.389,00	<b>EUR</b>
		<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>	31,54	<b>%</b>
		<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>	<b>Šifra</b>	
	1.	KLOBČAR, Damjan, TUŠEK, Janez. Thermal stresses in aluminium alloy die casting dies. Comput. mater. sci.. [Print ed.], 2008, letn. 43, št. 4, str. 1147-1154.	F.01	
	2.	KLOBČAR, Damjan, et. al: Aging of maraging steel welds during aluminium alloy die casting. Comput. mater. sci.. 2008, letn. 44, št. 2, str. 515-522.	F.02	
	3.	PLETERSKI, Matej, et. al: Lasersko reparaturno varjenje termo razpok na orodjih za tlačno litje aluminija Mater. tehnol., 2008, letn. 42, št. 5, str. 211-214. [10714651],	F.05	
	4.	MUHIČ, Tadej, TUŠEK, Janez, PLETERSKI, Matej, BOMBAČ, David. Problems in repair-welding of duplex-treated tool steels. Metalurgija (Sisak), 2008, letn. 48, št. 1, str. 39-42. [COBISS.SI-ID 846687],	F.02	
	5.	PLETERSKI, Matej, TUŠEK, Janez, KOSEC, Ladislav, MUHIČ, Tadej, MUHIČ, Mitja. Laser repair welding of molds with various pulse shapes. Metalurgija (Sisak), 2010, letn. 49, št. 1, str. 41-44. 11222555	A.01	
	<b>Komentar</b>			
		Znanja pridobljena v okviru raziskovalne projekta predstavljajo veliko pozitivnih učinkov na sofinancerja. Uporaba laserske tehnologije reparaturnega varjenja orodij omogoča sofinancerju bistvene prihranke zaradi krajšega izpada proizvodnje, povečanje obratovalne dobe orodij, porabe manjšega števila orodij in surovin za izdelavo orodij, manj odpadnih orodij.		

	<b>Ocena</b>	Vse to povečuje konkurenčno prednost livarne sofinancerja ter prispeva k ohranjanju delovnih mest, povečevanju proizvodnje, širitvi proizvodnje na tuje trge in povečuje dodano vrednost na zaposlenega. Nova spoznanja na področju obremenitev orodij za tlačno litje omogočajo izboljšanje projektiranja orodij in izdelavo bolj kakovostnih orodij, ki zdržijo večje serije izdelkov.	
2.	<b>Sofinancer</b>		
		<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>	<b>EUR</b>
		<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>	<b>%</b>
		<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>	<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	<b>Komentar</b>		
	<b>Ocena</b>		
3.	<b>Sofinancer</b>		
		<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>	<b>EUR</b>
		<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>	<b>%</b>
		<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>	<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	<b>Komentar</b>		
	<b>Ocena</b>		

### C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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



- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

## Podpisi:

Janez Tušek	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2010

## Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/190

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

**Naslov:** Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

**Opis:** Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

**Objavljeno v:** OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

**COBISS.SI-ID:** 1920113 [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

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

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> 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](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

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

ED-75-56-38-DF-60-B7-44-B6-E3-89-B0-C2-AE-98-4E-0D-72-DA-AA