

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/169

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J2-1084
<b>Naslov projekta</b>	Modeliranje obrabe oploščenih orodij pri drsnem kontaktu z mehkejšo vročo kovino s celičnimi avtomati
<b>Vodja projekta</b>	5206 Milan Terčelj
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	5.310
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	02.2008 - 01.2011
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

#### 1.1. Družbeno-ekonomski cilj<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	06.
<b>Naziv</b>	Industrijska proizvodnja in tehnologija

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

1.	Naziv	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

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

Raziskovalni projekt je temeljil na eksperimentalnem in računalniškem modeliranju obrabe oplaščenih orodij pri drsnem kontaktu z mehkejšo vročo kovino, na vrednotenju vpliva izvorov toplote, spreminjanje temperature, difuzije, adhezije, kemičnega nažiranja, mikrostrukture in termičnih ter mehanskih obremenitev in na študiju, indentifikaciji karakterizaciji ter opisu posameznih obrabnih mehanizmov. Projekt je bil zato razdeljen na deset raziskovalnih sklopov oziroma delovnih paketov (DP) in sicer (i) Razvoj modela, (ii) Podatki o materialih, (iii) Razvoj programske opreme, (iv) Simulacije, (v) Testiranje obrabe pri visokih temperaturah, (vi) Merjenje koeficienta trenja in lepljenja pri različnih pogojih testiranja, (vii) Testiranje mehanskega in termičnega utrujanja, (viii) Študij mehanizmov trenja in obrabe, (ix) Karakterizacija mikrostruktur in problikovanih materialov in (x) Študij vpliva topologije površine prevleke in kemijskih procesov na površini na interakcijo med stikom prevleka – preoblikovani material.

V okviru **DP1** je bil razvit model, ki temelji na metodi celičnih avtomatov in omogoča topološke simulacije razvoja degradacije orodja, ki je v stiku z mehko vročo kovino. Na lokalnem nivoju smo uporabili Archardov pristop. Poleg tega smo diskretizirale enačbe za prevajanje toplote in zapisali v obliki lokalnih pravil. Diskretizirali smo tudi enačbe kontinuuma in jih zapisali v obliki enostavnih pravil, lokalnim pravilom pa smo dodali tudi stohastične komponente.

V okviru **DP2** smo določili nekaj bistvenih parametrov orodja in preoblikovanca oz. testiranca. Preoblikovani postopek, ki najbolj ustreza tribološkemu sistemu trdotrdo telo v kontaktu z mehkim in ogretim protitelesom je topla ekstruzija in kovanje Al in Mg zlitin ter Al kompozitov. Za določitev krivulj tečenja in plastičnosti t.i. mehkih materialov smo uporabili Gleeble 1500 simulator termomehanskih stanj kot tudi na Zwick nateznem stroju. Krivulje tečenja smo določile za izbrane Mg in Al zlitine kot za Al composite. Pri tem smo pozornost usmerili na pridobitev podatkov o krivuljah tečenja še posebej v temperaturno področje, ki meji temperaturo taljenja. Iz vseh treh "preoblikovanih" materialov so bili napisani tudi znanstveni članki, ki so bili že sprejeti v objavo ali pa so v procesu recenzije. Temperaturo tako na testiranem orodju kot tudi orodju toplo ekstruzijo Al smo merili s pomočjo privarjenih termoelementov z veliko odzivnostjo in sicer tudi na razdalji 0.2 mm od drsne površine. Na ta način smo dobili prave podatke o temperaturi na poršinski plasti, ki je poleg kontaktnih pritiskov najpomembnejši vplivni parameter. Fazno sestavo smo določili XRD.

V okviru **DP3** je bil razvit računalniški okvir za simulacije časovnega poteka obrabe z kvazi-2D in 3D geometrijo. Poleg osnovnega okvirja za simulacije po metodi celičnih avtomatov smo napisali tu celo vrsto pomožnih funkcij, ki omogočajo tako generiranje začetnih pogojev s predpisano topologijo površin, kot tudi sprotno obdelavo in končno postprocesiranje rezultatov simulacij. V okviru **DP4** smo uporabili razviti paket za simulacije razvoja obrabe za različne nabore parametrov. Narejena je bila temeljita parametrična analiza in kalibracija modela. Rezultati simulacij se za enostavne primere dobro ujemajo z rezultati ekperimentov.

V **DP 5** je bil razvit nov test za a testiranje obrabe pri visokih temperaturah, ki omogoča testiranje na temperaturah testiranca zelo blizu tališča pri čemer je potrebno še dolgotrajno vzdrževanje ustreznih kontaktnih pritiskov, kar je predpogoj za tribološko simulacijo kontakta topli in mehki preoblikovanec s trdim orodjem. Neustrezni testi, ki jih navaja literatura, so tudi glavni vzrok, da je tribološko področje mehki preoblikovanec v kontaktu s trdim orodjem še dokaj nerazvito zato je napredek na tem področju zelo zaželen. Testna naprava omogoča tudi testiranje pri različnih kontaktnih pritiskih ter tudi njihovo dolgotrajno vzdrževanje pri približno isti zunanji radialni temperaturi cilindra. Testiranje pri različnih kontaktnih pritiskih bilo omogočeno z različnim razmerjem dovoda (ogrevanja) toplote in sicer ali več/manj z notranje radialne strani ali več/manj z

zunanje radialne strani ogrevanega cylindra kar je omogočilo vzpostavitev različnih kontaktnih dolžin (in s tem tudi kontaktnih površin) med cilindrom on testiranim blokom. Testi so bili prekinjani po določenih časih testiranja, da smo lahko opazovali tako razvoj obrabe in delujoče obrabne mehanizme na testirani površini.

**DP 6** je bil namenjen merjenju koeficienta trenja in lepljenja pri različnih pogojih testiranja. Na testni napravi blok na cilindru smo imeli nameščen tako normalni kot tudi tangencialni senzor za merjene sile. Največje trenje smo dobili največjih dotikalnih dolžinah nasprotno pa najmanjše pri najkrajših drsnih dolžinah. Izračunani koeficient trenja je manjših kontaktnih pritiskih večji, saj v kontaktnu s testiranim nitriranim blokom večja dotikalna površina.

V okviru **DP 7** je bil razvit nov test za simulacijo termičnega utrujanja kovinskih materialov, ki ima računalniško vodeno tako ogrevanje kot tudi gašenje preizkušancev. To omogoča konstantnost termičnega obremenjevanja in s tem zanesljive podatke. Sposobnosti testa so boljše glede na znane karakteristike obstoječih. Test omogoča doseganje različnih in večjih temperaturnih gradientov pri isti testni temperaturi v primerjavi z obstoječimi testi ter testiranje do šestih površin na vzorcu istočasno (predhodno jih različno pripravimo), kar omogoča neposredno primerjavo med njihovimi odpornostmi proti termičnemu utrujanju. To je bilo doseženo s posebej oblikovanim preizkušancem in računalniško vodenim in kontroliranim vodenjem ogrevanja in gašenja vzorcev, kar ima za posledico tudi večje/manjše napetosti in s tem večje/manjše število potrebnih ciklov za nastanek razpok. Novi test bo prispeval k boljšemu razumevanju nastanka in širjenja razpok v kovinskih materialih ter predstavlja visoko selektivno metodo za izbor materiala, vgrajenega v zahtevne, tako obremenjene dele.

Test je bil razvit kot poseben modu, ki ga vgradimo na Gleeble 1500D termomehanski simulator.

Mehanske preizkuse termičnega utrujanja smo vedno izvajali istočasno in v povezavi s termičnim utrujanjem pri čemer smo lahko pospeševali ali zavirali nastanek termičnih razpok.

Testirane so bile različne globine nitriranih površin, PVD površine, nitrirane + PVD površine, navarjene površine, ki so imele stopnjasto porazdelitev kemičnih elementov (Si in Mo) na površini. Slednje so izkazovale najboljšo odpornost proti termičnemu utrujanju. V okviru **DP 8** smo študirali mehanizme trenja in obrabe. Testiranja so pokazala, da sta pokanje in adhezija dominantna obrabna mehanizma; to je v nasprotju z dosedaj prevladujočim prepričanjem med znanstveniki, da je kemična reakcija med vročim Al in nitrirano površino najpomembnejši obrabni mehanizem pri topli ekstruziji. Raziskava je razkrila, da razvoj obrabe pri nizkih kontaktnih pritiskih lahko razdelimo na šest faz. S povečevanjem kontaktnih pritiskov se povečuje tudi hitrost obrabe. Obraba pri srednjih kontaktnih pritiskih (kontaktna dolžina ca 10mm) ima nekaj karakteristik, ki so značilne za obrabo pri nizkih pritiskih (kontaktna dolžina ca 13mm) kot tudi pri visokih pritiskih (kontaktna dolžina ca 7mm). Usmerjenost rast mikrokraterjev pri srednjih kontaktnih pritiskih je opazna šele po nekoliko daljšem času testiranja. Pri visokih kontaktnih pritiskih pa je usmerjenost obrabnih procesov v smeri drsenje cylindra opazna že v zelo zgodnji fazi testiranja obrabe. V primeru testiranja slabših kvalitiet nitriranih mikrostruktur lahko že nižjih kontaktnih pritiskih dosežemo glavne karakteristike obrabe, ki značilne za višje pritiske in testiranju dobrih kvalitiet nitriranih mikrostruktur. Časovni pojav posamezne faze obrabe je odvisna od kvalitete nitrirane mikrostrukture, t.j. lastnosti spojinske in difuzijske plasti. Nadalje se je izkazalo da ima poroznost odločilno vlogo pri nastanku mikrokraterjev na spojinski plasti in s tem na stopnjo degradacije spojinske plasti. Lokalno povišana poroznost bele plasti pospešuje tako nastanek mikrokraterjev kot tudi mikrorazpok. Ob večji poroznosti pride tudi adhezija bolj do izraza. Karakteristike difuzijske plasti imajo vpliv na degradacijsko hitrost spojinske plasti kot degradacijo same plasti. Začetna hrapavost testirane površine nima nobenega vpliva na razvoj obrabe in mehanizme obrabe. Za opzovanje obrabnih mehanizmov smo uporabili pretežno uporabljali JEOL JSM 5610 elektronski mikroskop (**DP 9**).

**DP 10** je bil namenjen študiju vpliva topologije površine prevleke in kemijskih procesov na površini na interakcijo med stikom prevleka – preoblikovani material. Ugotovili smo, da je vpliv kemičnih reakcij minimalen, ki pa se tekom obrabe rahlo intenzivira, vendar ostaja adhezija dominanten mehanizem.

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

V okviru projekta so bili realizirani vsi zastavljeni cilji, pri čemer smo z vspostavitvijo novega sodelovanja s slovenskimi podjetji s področja metalurgije uspeli doseči pomembne izboljšave v proizvodnih postopkih, predvsem pa smo nova spoznanja prenesli med raziskovalce iz industrije. V zadnjem letu smo zaradi odhoda prejšnjega vodje v pokoj in njegove zamenjave težišča raziskav rahlo spremenili oz. smo delovne pakete drugače utežili.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Zaradi bolezni in temu posledične upokojitve prvotnega vodja projekta prof.dr.Radomirja Turka, sem v zadnjem letu tega projekta njegovo vodenje prevzel izr.prof.dr. Milan Terčelj. Prav zaradi pomankanja relevantnih podatkov o razvoju obrabe tribološkega para »mehki in ogreti material v kontaktu s trdim protitelesom«, se je večji poudarek namenil prav laboratorijskemu testiranju saj so začetna testiranja pokazala na veliko raznolikost razvoja obrabe testiranih nitriranih površin. To obnašanje ob manjši količini experimentalnih podatkov ni bilo razložljivo zato smo pristopili k povečanemu številu testiranj. Tudi recenzorji poslanih člankov so bili do rezultatov, ki se nanašajo na kompleksnost tega tribološkega sistema presenečeni, saj premalo upoštevajo stohastičnost tako procesa nitriranja, lastnosti materialov kot tudi samo stohastičnost postopka preoblikovanja. Kot sem že omenil med znanstveniki ni enotnega mnenja glede vloge spojinske plasti pri procesu obrabe. Zato sem v projekt povabil znanstvenika, ki se je v okviru projekta ukvarjal prav s stohastičnostjo postopkov relevantnih parametrov preoblikovanja ter njihov vpliv na variabilno življensko dobo orodja. Prav iz tega sta bila objavljena dva pomembna znanstvena članka, ki dodatno pojasnujeta variabilnost karakteristik nitriranih mikrostruktur.

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

Znanstveni rezultat					
1.	Naslov				
	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Oksidacijska odpornost litih magnezijevih zlitin</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Oxidation resistance of cast magnesium alloys</td> </tr> </table>	SLO	Oksidacijska odpornost litih magnezijevih zlitin	ANG	Oxidation resistance of cast magnesium alloys
SLO	Oksidacijska odpornost litih magnezijevih zlitin				
ANG	Oxidation resistance of cast magnesium alloys				
Opis	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Namen dela je bil raziskati oksidacijo Mg-Al zlitin v atmosferi kisika pri različnih temperaturah. Kot osnovni preiskovalni metodi sta bili uporabljeni diferenčna vrstična kalorimetrija in termogravimetrija, pri kateri maso vzorca zabeležimo v odvisnosti od temperature. Proces oksidacije je bil analiziran s TG in DSC. Iz rezultatov je razvidno, da oksidni sloji lahko ščitijo material pred nadaljnjo oksidacijo ali pa povzročijo popoln razpad materiala. Narava oksidnega sloja je pogojena z zunanjimi pogoji kot so atmosfera, temperatura in vrsto zlitine.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>The purpose of the presented paper was to examine the oxidation of Mg-Al alloys in the atmosphere of oxygen at various temperatures. The basic examination methods used were differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetry (TG). The latter is based on recording the change of sample mass as a function of temperature. Oxidation process was analysed by the TG and DSC. The results show that the oxide layer can either protect the material against progressive oxidation or it can cause complete disintegration of material.</td> </tr> </table>	SLO	Namen dela je bil raziskati oksidacijo Mg-Al zlitin v atmosferi kisika pri različnih temperaturah. Kot osnovni preiskovalni metodi sta bili uporabljeni diferenčna vrstična kalorimetrija in termogravimetrija, pri kateri maso vzorca zabeležimo v odvisnosti od temperature. Proces oksidacije je bil analiziran s TG in DSC. Iz rezultatov je razvidno, da oksidni sloji lahko ščitijo material pred nadaljnjo oksidacijo ali pa povzročijo popoln razpad materiala. Narava oksidnega sloja je pogojena z zunanjimi pogoji kot so atmosfera, temperatura in vrsto zlitine.	ANG	The purpose of the presented paper was to examine the oxidation of Mg-Al alloys in the atmosphere of oxygen at various temperatures. The basic examination methods used were differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetry (TG). The latter is based on recording the change of sample mass as a function of temperature. Oxidation process was analysed by the TG and DSC. The results show that the oxide layer can either protect the material against progressive oxidation or it can cause complete disintegration of material.
	SLO	Namen dela je bil raziskati oksidacijo Mg-Al zlitin v atmosferi kisika pri različnih temperaturah. Kot osnovni preiskovalni metodi sta bili uporabljeni diferenčna vrstična kalorimetrija in termogravimetrija, pri kateri maso vzorca zabeležimo v odvisnosti od temperature. Proces oksidacije je bil analiziran s TG in DSC. Iz rezultatov je razvidno, da oksidni sloji lahko ščitijo material pred nadaljnjo oksidacijo ali pa povzročijo popoln razpad materiala. Narava oksidnega sloja je pogojena z zunanjimi pogoji kot so atmosfera, temperatura in vrsto zlitine.			
ANG	The purpose of the presented paper was to examine the oxidation of Mg-Al alloys in the atmosphere of oxygen at various temperatures. The basic examination methods used were differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetry (TG). The latter is based on recording the change of sample mass as a function of temperature. Oxidation process was analysed by the TG and DSC. The results show that the oxide layer can either protect the material against progressive oxidation or it can cause complete disintegration of material.				
Objavljeno v	MEDVED, Jože, MRVAR, Primož, VONČINA, Maja. Oxidation resistance of cast magnesium alloys. Oxid. met., 2009, vol. 71, no. 5/6, str. 257-270.				

	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	909151
2.	Naslov	SLO Superplastično obnašanje Al-4.5Mg-0.46Mn-0.44Sc trakov izdelanih s konvencionalnim valjanjem
		ANG Superplastic behavior of Al-4.5Mg-0.46Mn-0.44Sc alloy sheet produced by a conventional rolling process
	Opis	SLO Ta članek opisuje superplastično obnašanje zlizine Al-4.5Mg-0.46Mn-0.44Sc. Raztezki do pretrga so bili v skladu z vrednostjo m. S temperaturo so se povečevali in so znašali nad 1000% do $1 \times 10^{-3}$ s <sup>-1</sup> pri 480 C in do $1 \times 10^{-2}$ s <sup>-1</sup> pri 550 C. Maksimalni raztezek 1969% je bil dosežen pri začetni hitrosti deformacije $5 \times 10^{-3}$ s <sup>-1</sup> in 550 C. Rezultati tudi kažejo, da dodatek okoli 0.4 wt.% Sc k standardni zlitini Al-Mg-Mn izdelano po klasični poti izdelave, ki zajema toplo in hladno valjanje z nadaljnjim recristalizacijskim žarjenjem, vodi v dobro superplastično duktilnost.
		ANG This article describes the superplastic behavior of the Al-4.5Mg-0.46Mn-0.44Sc alloy. The elongations to failure were in accordance with the m-values. They increased with the temperature and were over 1000%, up to $1 \times 10^{-3}$ s <sup>-1</sup> at 480 C and up to $1 \times 10^{-2}$ s <sup>-1</sup> at 550 C. A maximum elongation of 1969% was achieved. The results show that the addition of about 0.4 wt.% of Sc to the standard Al-Mg-Mn alloy, fabricated by a conventional manufacturing route, including hot and cold rolling with subsequent recrystallization annealing, results in good superplastic ductility.
	Objavljeno v	SMOLEJ, Anton, SKAZA, Branko, DRAGOJEVIĆ, Vukašin. Superplastic behavior of Al-4.5Mg-0.46Mn-0.44Sc alloy sheet produced by a conventional rolling process. J. mater. eng. perform., 2010, vol. 19, no. 2, str. 221-230
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	1004639	
3.	Naslov	SLO Prilagoditev stohastičnega odziva tipičnega sistema za hladno kovanje
		ANG Adjustment of stochastic responses of typical cold forging systems.
	Opis	SLO Članek podaja oceno stohastične narave za tipične preoblikovalne postopke. MKE analiza je bila uporabljena za postopke protismernega iztiskavanja, prostega nakrčevanja, nakrčevanja v zaprti matrici in istosmernega iztiskavanja z namenom analize vpliva raztrosa glavnih vhodnih parametrov na dimenzijsko natančnost izdelka in vzdržljivost orodja. Rezultati prikazujejo, da se stohastične interakcije radikalno razlikujejo za štiri tipične preoblikovalne postopke in togost stiskalnice ima pomemben vpliv na stohastične odnose.
		ANG The stochastic nature of typical cold forging processes is assessed in this paper. Finite element computations have been applied to backward can extrusion, free upsetting, closed-die forging and forward rod extrusion in order to study the influence of scatter of the principal process input parameters on the dimensional accuracy of products and on the tool service life. The results show that stochastic interactions differ radically for the four typical cold forging processes and that press stiffness has a significant influence on the stochastic relationships.
	Objavljeno v	KRUŠIČ, Vid, MAŠERA, Sebastjan, PRISTOVŠEK, Anton, RODIČ, Tomaž. Adjustment of stochastic responses of typical cold forging systems. J. mater. process. technol. [Print ed.], 2009, vol. 209, iss. 11, str. 4983-4993
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	1007711	
4.	Naslov	SLO Kombiniran pristop za določitev odklona sistema preoblikovanec-orodje-stiskalnica in obremenitve med večstopenjskih hladnim kovanjem
		ANG A combined approach to determine workpiece-tool-press deflections and tool loads in multistage cold-forging
	Opis	SLO Postavljen je bil numerični model vertikalne mehanske stiskalnice in večstopenjskega preoblikovalnega sistema z namenom določitve obremenitev orodja ter pomikov in rotacij celotnega POS sistema. Fleksibilna matrika stiskalnice v kombinaciji z MKE modelom stiskalnice in večstopenjskega orodja omogoča napoved elastičnih pomikov in rotacij orodja in paha stiskalnice kot tudi določitev poteka rezultante sil z namenom načrtovanja zanesljivega večstopenjskega preoblikovalnega procesa.

		ANG	Numerical modelling of the vertical mechanical press and a multistage forging system was performed in order to evaluate the tool loads, the displacements and the rotations of the entire WTP system. The press flexibility matrix in combination with finite element (FE) model of the press and multistage process enable predictions of the elastic displacements and rotations of the tool and the press ram as well as determination of the evolution of the resultant force in order to design a reliable multistage cold-forging process.
	Objavljeno v		KRUŠIČ, Vid, ARENTOFT, M..., MAŠERA, Sebastjan, PRISTOVŠEK, Anton, RODIČ, Tomaž. A combined approach to determine workpiece-tool-press deflections and tool loads in multistage cold-forging. J. mater. process. technol.. [Print ed.], 2011, vol. 211, iss. 1, str. 35-42.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1116511
5.	Naslov	SLO	Napovedovanje statično rekristalizirane mikrostrukture med iztiskanjem aluminijevih zlitin
		ANG	Prediction of statically recrystallized microstructure during extrusion of aluminium alloys
	Opis	SLO	Za napovedovanje razvoja mikrostrukture aluminijevih zlitin po deformaciji je bil razvit model, ki temelji na teoriji celičnih avtomatov (CA) in je bil sklopljen z metodo končnih elementov (MKE). Kombiniranega CAMKE modela omogoča numerično napovedovanje rasti zrn v plasti pod površino na stiku orodje-vroč aluminij iztiskanih palic in ki poteka po deformaciji pred gašenjem v industrijski procesni verigi vročega iztiskanja. Rezultati te raziskave demonstrirajo, da lahko numerične modele uspešno uporabimo za simulacije kompleksnih termomehanskih in metalurških procesov med vročim iztiskanjem.
		ANG	To predict evolution of microstructure of aluminum alloys after deformation a numerical model based on the method of cellular automata (CA) has been developed and combined with the finite element model (FEM). The outcomes of this research demonstrate that numerical models can be successfully applied to simulate complex thermo-mechanical and metallurgical processes during hot extrusion.
	Objavljeno v		CVAHTE, Peter, KUGLER, Goran, RODIČ, Tomaž. Prediction of statically recrystallized microstructure during extrusion of aluminium alloys. Inform. Technol. Mater., 2010, vol. 10, no. 4, str. 294-306.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1092959

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

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Nov test za termično utrujanje kovinskih materialov
		ANG	New thermal fatigue test for metallic materials
	Opis	SLO	Za simulacijo termičnega utrujanja kovinskih materialov je bil razvit nov test, ki ima računalniško vodeno tako ogrevanje kot tudi gašenje preizkušancev. To omogoča konstantnost termičnega obremenjevanja in s tem zanesljive podatke. Sposobnosti testa so boljše glede na znane karakteristike obstoječih. Novi test bo prispeval k boljšemu razumevanju nastanka in širjenja razpok v kovinskih materialih ter predstavlja visoko selektivno metodo za izbor materiala, vgrajenega v zahtevne, tako obremenjene dele
		ANG	New laboratory test for simulation of thermal fatigue of metals was developed. It enables computer guided heating and cooling of specimens and results in constancy of thermal loadings and consequently improves reliability of obtained data. The developed test will most certainly contribute to better explanation of cracks formation and their growth in metallic materials and will improve the ability to select the optimal material (surface, etc.) for specific application.
	Šifra		E.01 Domače nagrade
			FAZARINC, Matevž, TERČELJ, Milan, TURK, Radomir, KUGLER, Goran. Nov test za termično utrujanje kovinskih materialov : priznanje za uvrstitev med

	Objavljeno v	30 najboljših inovacij v letu 2008 po izboru nacionalne komisije za inovacije. Ljubljana: Slovenski forum inovacij, oktober 2008
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
	COBISS.SI-ID	847711
2.	Naslov	<i>SLO</i> Novo orodje za toplo iztiskanje Al-zlitin
		<i>ANG</i> New tool for hot extrusion of Al alloys
	Opis	<i>SLO</i> Z izboljšano metodo merjenja temperature na drsni površini industrijskega orodja med toplo ekstruzijo aluminija smo izračunali dejanski koeficient toplotne prestopnosti z ekstrudirajočega profila na omenjeno orodje. Dobljeni rezultati so prispevali k izboljšanju konstrukcije orodja ter hlajenju orodja bližje drsni površini orodja, kar bi omogočalo še višje hitrostih izstikovanja ter bistveno boljše mehanske lastnosti ekstrudiranih profilov. Samo v letu 2008 je to prispevalo za ca 1.000.000 EURO povečanje dobička v Impolu, podobno se zgodilo tudi v letu 2009 in 2010.
		<i>ANG</i> An improved technique of temperature measurement on the bearing surface of industrial die during hot extrusion of aluminium and an assessment of the heat transfer coefficient has been carried out. The results were utilized for improving of constructions of extrusion dies. This leads to increased productivity and improving of mechanical properties of extruded profiles. In year 2008 the profit the extrusion process in Impol eas increased for about 1.000.000 EUROS. Similar increasing of profit was achieved also in year 2009 and 2010.
	Šifra	E.01 Domače nagrade
	Objavljeno v	TERČELJ, Milan, FAZARINC, Matevž, KUGLER, Goran, BOMBAČ, David, TURK, Radomir, FAJFAR, Peter, CVAHTE, Peter. Novo orodje za toplo iztiskanje Al-zlitin : priznanje za uvrstitev med 30 najboljših inovacij v letu 2008 po izboru nacionalne komisije za inovacije. Ljubljana: Slovenski forum inovacij, oktober 2008
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
COBISS.SI-ID	847199	
3.	Naslov	<i>SLO</i> Optimiziranje tehnologije nitiranja iztiskovalnega orodja
		<i>ANG</i> Optimization of technology of nitrided extrusion tool
	Opis	<i>SLO</i> Parametri nitiranja kot tudi kvaliteta predhodne priprave površine igra odločilno vlogo na kvaliteto nitrirane mikrostrukture še posebej pri večkratnem nitiranju. V obeh neugodnih primerih to vodi v neprimerno mikrostrukturo kar znižuje uporabno življensko dobo orodja. To delo se ukvarja tako z vplivom časa nitiranja, potenciala nitiranja ter temperature kot tudi ožina rež na učinkovitost in kvaliteto nitiranja. Vsi ti omenjeni parametri so ocenjeni glede na dobljene mikrostrukture kot tudi življenske dobe orodja.
		<i>ANG</i> Nitriding proces parameters of as well as previous die surface preparation play decisive role at quality of obtained microstructure especially at renitriding. In both case this results inappropriate characteristics of microstructure that decreased the die sevice time. Appropriate nitriding time, temperatures and gas mixture were assessed regarding to industrial meassurement on base of obtained nitrided microstructure as well as of service time of dies.
	Šifra	F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka
Objavljeno v	BOMBAČ, David, TERČELJ, Milan. Optimiziranje tehnologije nitiranja iztiskovalnega orodja (DN 031103) : zbirno zaključno poročilo. Ljubljana: Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, OMM, marec 2010.	
Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav	
COBISS.SI-ID	1012831	
4.	Naslov	<i>SLO</i> K izboljšanju zanesljivosti analize parametrov, ki vplivajo na lastosti jekel v industrijski praksi
		<i>ANG</i> Towards improved reliability of the analysis of factors influencing the properties on steel in industrial practice
		Za modeliranje nenatančnosti in negotovosti izmerjenih industrijskih podatkov je bila uporabljena tehnika vzorčenja LHS, za analizo simultanege vpliva medsebojnih odvisnosti vplivnih parametrov pa je bila uporabljena

Opis	SLO	CAE NN. Kljub razmeroma majhni bazi podatkov je bilo mogoče s predlaganim postopkom pomembno povečati izplen $\delta$ pri vročem valjanju. Ta pristop je bil uporabljen tudi za ostala dela v vročem pri njihovi proizvodnji, v letu 2010 je povečanje dobička znašalo 500.000 EURO-ov. Ta dosežek je v procesu pridobitve posebnega priznanja Gospodarske Zbornice Slovenije.
	ANG	The Latin hypercube sampling technique (LHS) was used for modelling of the uncertainty of measured industrial data and CAE NN was used for analysis of the mutual dependence of influencing parameters. Despite using small database, it was possible to considerably increase the yield $\delta$ for industrial hot rolling. This approach was applied also other hot working tool steel at their production and in year 2010 the profit was increased for 500.000 EURO. Now this achievement is in process for obtaining of special award of Slovenian Chamber of Commerce.
Šifra	E.01 Domače nagrade	
Objavljeno v	VEČKO PIRTOVŠEK, Tatjana, PERUŠ, Iztok, KUGLER, Goran, TERČELJ, Milan. Towards improved reliability of the analysis of factors influencing the properties on steel in industrial practice. ISIJ int., 2009, vol. 49, no. 3, str. 395-401.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	894815	
5. Naslov	SLO	O vplivu človeškega faktorja na mehanske lastnosti pri vročem izstiskanju aluminija v vročem
	ANG	On the influence of human factor on mechanical properties in aluminium hot extrusion process
Opis	SLO	V članku je predstavljen neparometrični model za analizo vpliva različnih tehnoloških in kemijskih parametrov na mehanske lastnosti aluminijevih zlitin 6082 pri vročem preoblikovanju, s posebnim poudarkom na vplivu človeškega faktorja. Izkazalo se je, da je človeški faktor (vpliv procesnih inženirjev) pomemben ter da ga lahko učinkovito modeliramo in upoštevamo s predlagano CAE metodo. Proizvodnjo je mogoče izboljšati z ustreznim izobraževanjem in/ali z izločitvijo kritičnih procesnih inženirjev iz proizvodnega procesa.
	ANG	A non-parametric model is proposed for modelling the influence of different technological and chemical parameters on the mechanical properties of the 6082 aluminium alloys during the hot extrusion with special consideration on human factor. It was shown that human factor (influence of process engineers) is important and that it can be efficiently modelled and taken into account by the proposed Conditional Average Estimator (CAE) method. Production may be improved (optimized) by proper education and/or by eliminating critical process engineers.
Šifra	F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
Objavljeno v	PERUŠ, Iztok, FAZARINC, Matevž, KUGLER, Goran, FAJFAR, Peter. On the influence of human factor on mechanical properties in aluminium hot extrusion process. Metalurgija, 2010, vol. 49, br. 2, str. 87-90.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	980319	

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

<p>Članki v recenziji:</p> <p>Wear progress during a laboratory simulation of aluminium hot extrusion: degradation of nitrated microstructures at low, medium and high contact pressures M. Terčelj, I. Peruš and G. Kugler</p> <p>Department of Materials and Metallurgy, University of Ljubljana, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia</p> <p>Varieties of degradation paths of nitrated microstructures at laboratory simulation of die wear in aluminium hot extrusion M. Terčelj, I. Peruš, A. Nagode and G. Kugler*</p>
---



Department of Materials and Metallurgy, University of Ljubljana, Aškerčeva cesta 12, 1000 Ljubljana, Slovenia

Thermal fatigue behavior of functionally graded material for pressure-die-casting applications produced with laser cladding method

Matevž Fazarinc<sup>1\*</sup>, Tadej Muhič<sup>2</sup>, Goran Kugler<sup>1</sup>, Milan Terčelj<sup>1</sup>

Hot deformation behavior and mechanical properties of ultrafine grained P/M 1080 Al composite

M. Terčelj<sup>(1)</sup>, P. Cvahte<sup>(1)</sup>, M. Walcher<sup>(2)</sup> and G. Kugler<sup>(1)</sup>

Wear progress of bearing surfaces with two different lengths on nitrided dies in aluminium hot extrusion

D. Bombač, I. Peruš, G. Kugler and M. Terčelj\*

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

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Razumevanje variabilnosti procesov obrabe oplaščenih površin ter tudi prevladujočih mehanizmov obrabe je izredno pomembno za načrtovanje tehnologij, za njihovo ekonomičnost kot tudi za kakovost samih izdelkov. Pri obrabi, ki nastopa pri stiku »mehka in vroča kovina v drsnem kontaktu s trdim protitelesom« je študij mehanizmov še posebej otežen zaradi potrebnega dolgotrajnega testiranja pri dovolj velikih kontaktnih pritiskih in pri temperaturi preoblikovanja, ki zelo blizu njegove temperature tališča. Do sedaj test, ki bi omogočal vzdrževanje takih pogojev ni bil na voljo. V okviru tega projekta pa smo uspeli razviti ravno takšen test. S tem testom pa so se odprle možnosti za vpogled v dejanski potek obrabe. Prav tako se je izkazalo, da je nastanek razpok še posebej pri nizkih kontaktnih pritiskih posledica termičnega in mehanskega utrujanja. Zaradi utrujanja se razvijejo zelo kompleksne tribološke razmere. Prav zato, da bi bolje razumeli vpliv utrujanja v tribološkem sistemu, smo razvili računalniško voden test, ki omogoča testiranje termičnega utrujanja, ki mu je možno dodati računalniško vodeno mehansko utrujanje. S pomočjo teh dveh testov smo prišli do povsem novega pogleda za vzroke, ki povzročajo različne obrabne mehanizme in tudi obrabne poti.

S pomočjo modela, ki temelji na metodi celičnih avtomatov smo uspeli opisati in pojasniti opaženo kompleksnost obrabe tribološkega para »vroča mehka kovina v drsnem kontaktu z trdim protitelesom«.

ANG

Understandness of variability of processes of coated surfaces as well as prevailing wear mechanisms are very important for designing of hot deformation technologies, for their economy as well as for quality of products. Study of wear in tribological pair »soft and heated material in sliding contact with hard counterbody« is very demanding due to maintenance of sufficient high contact pressure at the workpiece temperature close to its melting point. So far the test that will fulfil expected demands was not available. In the frame of this project the test with such characteristics was developed. Thus new possibilities are open for deeper insight in processes take place at wear in the tribological systems.

Moreover it was found out that occurrence of cracking on the tested surface is consequence so thermal as well as mechanical fatigue. Due to presence of fatigue proces complex tribological conditions take place. For better understandniss of rolle of fatigue in the tribological system a new computer guided thermomechanical test was developed. By means above mentioned new tests a new insight in reasons leading to different wear mechanisms as well as degradation paths is now enabled.

By means of model based on method of cellular automata we succed to describe and to explain observed complexity of the tribological system »soft and heated material in sliding contact with hard counterbody«.

### 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Ker je obravnavana tematika zelo relevantna za slovensko industrijo z velikim prispevkom v slovenski proračun, bo pojasnitev doslej še neznanih vzrokov za različne življenske dobe orodij

za toplo ekstruzijo, vzroke za različne poteke obrab drsni površin orodij, primernih nitriranih površin glede na možne različne kontaktne pritiske rezultiralo v daljših življenjskih dobah orodij in temu posledično tudi večji produktivnosti. Posebej velja omeniti, da so vodilni člani tega raziskovalnega projekta zaradi uspešne aplikacije novo razvitega orodja za toplo ekstruzijo v proizvodnjo prejeli prvo nagrado med raziskovalnimi skupinami na FORUMU slovenskih inovacij za leto 2008. Aplikacija tega orodja je bistveno povečala dobiček (1.000.000 EURO za 2008) ter tudi v letih 2009 in 2010. Pridobljeno novo znanje bo omogočilo še nadaljno izboljšanje ekonomije, saj se načrtuje ponovno izboljšanje konstrukcije orodja, da bi zmanjšali kontaktne pritiske na drsne površine orodja, izboljšanje kvalitete nitriranih mikrostruktur ter tudi hitrosti iztiskanja profilov kompleksnih oblik. Rezultati tega projekta so prenosljivi tudi na orodja za visokotlačna litja, saj livarska industrija zopet predstavlja pomemben segment v slovenski industriji.

ANG

Since the researched domain is very relevant for slovenian industry with great contribution in budget, the explanations about so far unknown reasons for great variability of service times of extrusion dies, about variability of wear progress die bearing surfaces, and about appropriate nitrided microstructures that correspond to actual contact pressure on bearing surface, will result in prolongation of die service times and consequently also in increased productivity. Here is worth to mention, that leading members of the project due to successful application of new developed dies for hot extrusion in industry won first award among research slovenian groups on FORUM of Slovenian Innovations in year 2008. Application of mentioned dies in industry increased the profit of these extrusion processes for about 1.000.000 EURO in year 2008. Similar effect was achieved also in years 2009 and 2010. New enquired knowledges will enable further increasing of the economy, since also additional improvement at construction of extrusion dies is planned for decreasing of contact pressures on die bearing surfaces. Furthermore, also increasing of quality of nitrided microstructure as well as increasing of extrusion speeds are planned. The results of the project are transferable also on die for high pressure die casting.

#### 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	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<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	V celoti
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<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 bo v naslednjih 3 letih
	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	Delno
<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	V celoti
<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 type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških</b>	

<b>F.24</b>	<b>rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</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.35</b>	<b>Drugo</b>	
	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!**

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 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"/>	
<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 type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<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 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"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
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"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
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"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

--

**12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)**

1.	<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>		
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:**

---



Milan Terčelj	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

22.4.2011

**Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/169**

<sup>1</sup> Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>3</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>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> 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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>6</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>7</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>8</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>9</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>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</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/2011-1 v1.01

88-FF-CA-D2-74-AA-97-89-BF-AB-16-E0-BD-28-D6-82-7D-F4-8B-FB