

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/112

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-0927
Naslov projekta	Trajnostni razvoj obdelovalnih procesov
Vodja projekta	6883 Janez Kopač
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.650
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	02.2008 - 01.2011
Nosilna raziskovalna organizacija	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

1.1. Družbeno-ekonomski cilj¹

Šifra	06.
Naziv	Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji²

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

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta³

Raziskave so potekale na področju trajnostnega visoko produktivnega strojnega poliranja z iztiskanjem polirnega medija (PIM). Predhodne osnovne raziskave, ki so zajemale določitev stanja te tehnologije v svetu in vplivnih parametrov procesa, smo nadgradili z raziskavami, ki so pomembne za poznavanje mehanizma procesa PIM, vpliva procesa na površino obdelovanca in analizo procesa z metodo končnih elementov, ki omogoča apliciranje procesa na obdelovance s kompleksnejšimi oblikami in optimiranje samega procesa s stališča doseganja enakomernejše obdelave in večje zmogljivosti. Omenjena tri področja predstavljajo glavne raziskave, znotraj katerih so potekale aktivnosti.

Raziskave mehanizma procesa PIM so zajemale opredelitev posameznih procesnih parametrov in razdelitev le teh v tri glavne skupine. Po opredelitvi smo določili dominantne in za sam proces najpomembnejše parametre (čas obdelave, tlak polirnega medija, vpliv hrapavosti predhodne obdelave z elektro erozijo) in z načrtovanim eksperimentalnim delom analizirali vpliv na spremembo hrapavosti. Analizirali smo tudi medsebojno vplivnost parametrov, kajti za zagotavljanje ustrezne učinkovitosti in kvalitete obdelave je potrebno uporabiti ustrezno kombinacijo procesnih parametrov. Pri poliranju v orodjarstvu, največji delež zavzema ročno poliranje. Na kompleksnih izdelkih z ozkimi tolerančnimi območji prav ročno poliraje predstavlja problem pri zagotavljanju zahtevane geometrije izdelka, zato smo analizirali vpliv glavnih procesnih parametrov PIM na spremembo geometrije obdelovanca.

Pri analizi vpliva procesa PIM na površino obdelovanca smo za eksperimentalno delo uporabili primerne procesne parametre za obdelavo kaljenega jekla. Na ustrezno pripravljenih vzorcih smo analizirali vpliv procesa PIM na spremembo hrapavosti, spremembo mikrostrukture in zaostalih napetosti. Pri analizi spremembe hrapavosti smo izvedli 3D meritve hrapavosti. Primerjali smo vzorce obdelane z elektro erozijo, ročno polirane in polirane s procesom PIM. Pri tem smo ugotovili, da nam proces PIM omogoča doseganje enake hrapavosti kot ročno poliranje v bistveno krajšem času, poleg tega so bili na površini obdelovanca odstranjeni vsi znaki predhodne obdelave, medtem ko so bili pri ročnem poliranju še vedno prisotni. S tem, ko je bila odstranjena ustrezna debelina materiala iz površine obdelovanca so bile odstranjene tudi mikro razpoke. Površine po različnih obdelavah smo preverili še z vrstičnim elektronskim mikroskopom in potrdili dobljene rezultate. Pri analizi mikrostrukture smo ugotovili, da ročno poliranje in PIM nimata vpliva na spremembo mikrostrukture. Na površini obdelovanca je bila odstranjena le bela plast, ki je posledica predhodne obdelave z elektro erozijo. Zaostale napetosti v materialu predstavljajo velik vpliv na površinsko odpornost delov. Z raziskavo smo ugotovili, da nam obdelava z elektro erozijo povzroči na majhni globini obdelovanca relativno visoke natezne napetosti, zaradi katerih je površina razpokana. Z uporabo končne obdelave s PIM je razpokana površina odstranjena, poleg tega pa so zaradi razenja posameznih abrazivnih zrn na majhni globini ustvarjene tlačne zaostale napetosti, ki so na površini delov, ki so izpostavljeni obrabi zaželeni.

Z metodo končnih elementov (MKE), ki predstavlja zadnje in zelo pomembno področje raziskav, smo analizirali proces PIM in določili hitrosti polirnega medija in tlaka na površini obdelovanca. Glede na hitrosti, ki so na površini obdelovancev s kompleksno obliko različne smo posredno, s ustreznim preračunom določili hrapavosti in debelino odnesenega materiala.

Dobljena hrapavost je tako odvisna od procesnih parametrov, hitrosti polirne mase na površini obdelovanca in časa obdelave. Z MKE smo izvedli še optimizacijo procesa PIM, ter na ta način zagotovili enakomerno hrapavost in debelino odnesenega materiala po celotni površini obdelovanca. Po zaključeni analizi z MEK smo glede na eksperimentalne rezultate izdelali program, ki omogoča napovedovanje hrapavosti in debeline odnesenega materiala glede na procesne parametre, katere je možno spreminjati in na ta način lahko definiramo proces s katerim bomo dobili želene rezultate obdelave s procesom PIM.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

V sklopu programa raziskovalnega projekta, so bile v celoti izvedene vse planirane aktivnosti (100%).

Raziskave so se razširile tudi na področje postopkov končne fine obdelave. Na tem področju smo opravili raziskave s katerimi smo določili stanje teh tehnologij v svetu in vplivne parametre procesa. Le te smo v nadaljevanju z načrtovanimi eksperimenti analizirali in določili dominantne, kot so: vpliv volumna iztisnjene polirnega medija, vpliv tlaka polirnega medija, vpliva hrapavosti predhodne obdelave na proces poliranja z iztiskanjem polirnega medija, itd. Z opravljenimi raziskavami so se nam odprla še

druga vprašanja in področja, katera je smiselno raziskati.

Raziskave bodo zaključene z zagovorom doktorske dizertacije s tega področja.

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

Planiranim aktivnostim programa raziskovalnega projekta smo dodali še aplikacije končne fine obdelave. Področje se je izkazalo kot ključno pri celovitem obravnavanju trajnostnega razvoja obdelovalnih postopkov. To še posebej pri obdelavi zahtevnih materialov za sodobne izdelke. Poleg planiranih raziskav so se po zaključeni obdelavi z VT ali kriogenim odrezavanjem izkazale potrebe po naknadni fini končni obdelavi, zlasti na specifičnih izdelkih v medicinski, vojaški in letalski industriji, kjer je zahtevana zelo gladka površina po obdelavi z odrezavanjem, s katero dosežemo: daljšo življenjsko dobo izdelkov, boljše izkoristke, večjo korozijsko odpornost, večji trdnost pri majhnih delih, itd.

V področje finih končnih obdelav spadajo: poliranje, honanje, lepanje, itd. V našem primeru smo raziskave razširili na področje trajnostnega visoko produktivnega strojnega poliranja z iztiskanjem polirnega medija. Strojno poliranje z iztiskanjem polirnega medija je relativno nova tehnologija. Zaradi nepoznavanja procesa se uporablja na omejenem področju poliranja notranjih oblik. Poleg tega so slabo znani mehanizmi delovanja procesa. Zaradi nepoznavanja procesa ta ni apliciran na številnih področjih, kjer bi z uporabo le tega dosegali višjo konkurenčno prednost ali celo obdelali izdelke, katerih s klasičnimi končnimi obdelavami ni mogoče. To področje se kaže kot alternativa, saj so ga v letu 2009 raziskovali in mu namenili pozornost tudi v drugih državah Evrope in sveta. Program raziskovalnega projekta se je razširil tudi na to področje, ker ta sovпада s področjem raziskav mladega raziskovalca.

Raziskave strojnega poliranja z iztiskanjem polirnega medija so se razširile na naslednja področja:

- analiza spreminjanja hrapavosti glede na hrapavost predhodne obdelave,
- analiza spreminjanja hrapavosti glede na vrsto predhodne obdelave (struženje, frezanje, brušenje, itd.) in usmerjenosti teksture,
- zokroževanje robov glede na predhodne parametre (hrapavost predhodne obdelave, kot roba, smer roba glede na tok polirnega medija, itd.),
- spreminjanje geometrije obdelovance glede na parametre procesa,
- vpliv temperature na proces,
- stroškovna analiza procesa,
- stroškovna analiza kombinacije različnih predhodnih obdelav in strojnega poliranja z iztiskanjem polirnega medija.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	Tranzicija do trajnostne proizvodnje - Drugi del: evalvacija trajnostnih tehnologij odrezavanja
	ANG	Transitioning to sustainable production – part II: evaluation of sustainable machining technologies

	Opis	SLO	Delo predstavlja nadaljevanje prvega dela in tako predstavlja analizo aplikacije trajnosti na odrezovalne procese za doseganje ciljnega globalnega trajnostnega razvoja. Izvedena je bila ocena trajnosti pri uporabi predlaganih odrezovalnih tehnologij.
		ANG	This paper presents a case-study that highlights the importance of sustainable machining technologies in achieving sustainable development objectives. Proposed machining technologies were evaluated from the sustainable manufacturing point of view.
	Objavljeno v		Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 12, August 2010, Pages 1211-1221 Franci Pusavec, Davorin Kramar, Peter Krajnik, Janez Kopac
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11299355
2.	Naslov	SLO	Diamantna orodja za obdelavo grafita in njihova obraba
		ANG	Diamond tools for machining of granite and their wear
	Opis	SLO	Naraščanje potreb v industriji in kulturi po izdelkih iz naravnega kamna, ki so kompleksnih oblik izražajo potrebo po uporabi fleksibilnih in avtomatskih strojev, kot so CNC obdelovalni centri. Na teh strojih se večinoma uporabljajo diamantna orodja kot so diamantna frezala, krože žage, orodja za poliranje itd. Za obdelavo kamna postajajo diamantna orodja vse bolj pomembna in primerna zlasti za obdelavo granita in ostalih trdih kamnov.
		ANG	The increasing demands of the industry and cultural sculpturing for complex shaped products in natural stone makes the use of flexible and completely automatic machines such as CNC machining centers necessary. These machines mainly use diamond tools such as synthesized diamond mills, circular blades, polishing tools, etc. For the machining of stone, diamond tools are becoming increasingly important and suitable, especially for the machining of granite and other hard stones.
	Objavljeno v		KENDA, Jani, KOPAČ, Janez. Stroj. vestn., Dec. 2009, vol. 55, iss. 12, str. 775-780, ilustr.
	Tipologija		1.02 Pregledni znanstveni članek
3.	Naslov	SLO	Vidik visoko-zmogljive izdelave težko obdelovalnih materialov
		ANG	High performance manufacturing aspect of hard-to-machine materials
	Opis	SLO	Izvedena je bila eksperimentalna študija z namenom raziskati sposobnosti suhega, klasičnega in visokotlačnega struženja dveh različnih težko obdelovalnih materialov; trdo-kromanega in površinsko kaljenega jekla Ck45 in Inconel-a 718. Sposobnost različnih načinov je primerjana s stališča lomljivosti odrezkov, tehnoloških oken, hladilno-mazalne sposobnosti in rezalnih sil. Eksperimenti so izvedeni pri klasičnih rezalnih parametrih z orodjem iz karbidne trdine.
		ANG	An experimental study has been performed to investigate the capabilities of dry, conventional and high pressure jet assisted turning of two different hard-to-machine materials, namely hard-chromed and surface hardened Ck45 and Inconel 718. The capabilities of different hard turning procedures are compared by means of chip breakability, technological windows, cooling lubrication efficiency, and cutting forces. All machining experiments are performed under conventional cutting speeds using coated carbide tools.
	Objavljeno v		KRAMAR, Davorin, KOPAČ, Janez. Adv produc engineer manag, Jan. 2009, vol. 4, no. 1/2, str. 3-14, ilustr.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	Naslov	SLO	Deformacija strukture obdelovanca pri visoko-hitrostnem odrezavanju
		ANG	Workpiece structure deformation caused by high speed cutting
	Opis	SLO	Struženje in brušenje visoko-hitrostnega jekla (HSS), z trdoto 61HRC, znatno vpliva na strukturne spremembe materiala. Za oceno pogojev odrezavanja uporabimo hrapavost površine, dimenzije obdelovanca, tolerance in zahtevane materialne strukture na površini obdelovanca. Vakumska toplotna obdelava HSS jekel za delo v hladnem, nam da material

			z višjo trdnostjo, ob enaki trdoti. HSS-BRM2 material je bil obdelan z takšno toplotno obdelavo in posružen ter pobrušen na končno mero. Pri tem se je merila obraba rezalnega orodja.
		ANG	The hard turning and grinding of High Speed Steel (HSS) materials with hardness of 61 HRC significantly changes structural properties. Estimators of the cutting conditions are surface roughness, dimensions, tolerances and required structure of the surface layer. Vacuum heat treatment of HSS for cold working applications was used as yielded material with greater toughness, while the hardness was maintained constant or even increased. HSS-BRM2 material that was vacuum quenched and tempered was machined.
	Objavljeno v	KOPAČ, J..International Journal of Materials & Product Technology, Letn. 33, št. 3, 2008, str. 265-279	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	10627611	
	5. Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Objavljeno v		
	Tipologija		
	COBISS.SI-ID		

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Poliranje z iztiskavanjem polirnega medija kot trajnostni proces končne obdelave
		ANG	Abrasive flow machining as a sustainable polishing process
	Opis	SLO	Poliranje z iztiskanjem polirnega medija (PIM) predstavlja zelo učinkovit trajnostni proces poliranja. V osnovi je PIM primeren tako za poliranje zunanjih kot notranjih oblik. Kakorkoli, zmogljivost procesa je odvisna od številnih procesnih parametrov, ki so lahko razdeljeni v tri skupine imenovane: parametri polirnega medija, parametri stroja za PIM in parametri obdelovanca. Ena največjih težav pri procesu PIM je določitev medsebojne odvisnosti parametrov in učinkov procesa, ki so: hrapavost površine obdelovanca in spremembe geometrije.
		ANG	The abrasive flow machining (AFM) represents a very efficient sustainable polishing process. Basically, the AFM is suitable for finishing of both external as well as internal surfaces. However, the efficiency of the AFM process depends on a number of factors, which can be classified in three groups, namely, the polishing media factors, the AFM machine factors and the workpiece factors. One of the major problems in the AFM process is to determine the relationship between these factors and the process results, i.e., the workpiece surface roughness or the changes in geometry of workpiece.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	KENDA, Jani, KOPAČ, Janez. Abrasive flow machining as a sustainable polishing process. Proceeding of the 1st International Conference of Sustainable Life in Manufacturing SLIM 2010, June 24-June 25, Isparta Turkey, 2010, str. 110-131, ilustr.	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
	COBISS.SI-ID	11483931	
2.	Naslov	SLO	Eksperimentalna analiza trajnosti pri obdelavi Inconel-a 718
		ANG	Experimental analysis of sustainability in machining of Inconel 718
			V delu so predstavljena trajnostna načela obdelovalnih postopkov. Ocenjene sta dva trajnostni alternativni: kriogeno in visokotlačno odrezavanje in primerjano s klasičnim odrezavanjem. Mere trajnostne učinkovitosti se

	Opis	SLO	nanašajo na vpliv na okolje, porabo energije, varnost, zdravje, upravljanje z odpadki in stroški. Ocena trajnosti je podprta z eksperimenti izvedenimi na Ni-zlitini (Inconel 718). Prikazano je, da alternativni nudi stroškovno sprejemljiv način izboljšave ekonomske, okoljske in socialne učinkovitosti.
		ANG	In this work, sustainability in machining processes is under the scope. Two sustainable alternatives are evaluated: cryogenic machining and high pressure assisted machining in comparison to conventional machining. The sustainability performance measures refer to environmental impact, energy consumption, safety, personal health, waste management and costs. The sustainability evaluation is supported with machining experiments on Ni-alloy (Inconel 718). It is shown that alternatives offer a cost-effective route to improve the economic, environmental and social performance.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		PUŠAVEC, Franci, KRAMAR, Davorin, KENDA, Jani, KRAJNIK, Peter, KOPAČ, Janez. V: 42nd CIRP Conference on manufacturing systems, Grenoble, Wed. 3 - Fri. 5, June 2009. Sustainable development of manufacturing systems. [Grenoble: CIRP], 2009, [7] str., ilustr.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		10974235
3.	Naslov	SLO	Duh trajnostnega razvoja obdelovalnih/odrezovalnih postopkov
		ANG	Sustainability spirit in manufacturing/machining processes
	Opis	SLO	Članek predstavlja metode za doseg trajnostne proizvodnje na nivoju tehnologij odrezavanja. Trajnostno proizvodnjo promovira preko tehnoloških izboljšav, ki lahko zmanjšajo stroške in izboljšajo konkurenčnost z zmanjšanjem porabe sredstev in pri tem z ustvarjanjem manjše količine odpadkov. Ideja je predstavljena na primeru inovativnega kriogenega in visokotlačnega odrezavanja v primerjavi s klasičnim odrezovalnim postopkom.
		ANG	The paper presents methods for achieving production sustainability on a machining technology level. In order to tackle the sustainability issues, the paper promotes sustainable production via the improvement of machining technologies that have a high potential to cut costs and improve competitiveness by reducing resource consumption and thus creating less waste. The idea is confirmed by a case study on the implementation and sustainability evaluation of innovative cryogenic and high pressure jet assisted machining processes in comparison to conventional machining process.
	Šifra		F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v		KOPAČ, Janez, PUŠAVEC, Franci. V: Proceedings of PICMET '09 : Technology management in the age of fundamental change. [Compact disc ed.]. Portland: State University, Department of Engineering and Technology Management, 2009, str. 1197-1205, ilustr.
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS.SI-ID		11063323
	Naslov	SLO	Poliranje, postopek fine obdelave orodij
		ANG	Polishing, finishing process for tool making
	Opis	SLO	V današnjem času prihaja pri ročnem poliranju do problemov zagotavljanja ustrezne kvalitete in dolgega časa obdelave pri obdelovanih kompleksne oblike. Poleg tega določenih oblik (razne luknje in zaprte oblike) z ročnim poliranjem ne moremo obdelati. Zato se je razvilo strojno poliranje, ki je z različnimi postopki obdelave uporabno na vseh področjih. S strojnim poliranjem bistveno skrajšamo čas poliranja ter z nadzorom procesa zagotovimo ustrezno kvaliteto, vendar so ti postopki še precej nepoznani.
		ANG	Nowadays, hand polishing is not the most appropriate process for finishing of complex shape workpieces, because of ensuring adequate quality and long processing time. In addition, certain shape of workpieces (various holes and closed shape) cannot be finished with manual polishing. Therefore, different machine polishing processes are developed and enable finishing in all fields. The machine polishing significantly reduces the polishing time and the control of process ensures adequate quality, but these finishing processes

		are quite recent.
Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	KENDA, Jani, KOPAČ, Janez. Orodjarstvo 2008, Portorož, 07.-09. oktober 2008. Organizacija kot gonilo poslovnih izboljšav : dobavitelj - kupec - orodjar : zbornik posvetovanja, Portorož, 07.-09. oktober 2008. Ljubljana: GZS, Združenje kovinske industrije, Odbor za orodjarstvo; v Mariboru: Fakulteta za strojništvo, 2008, str. 213-220.	
Tipologija	1.09	Objavljeni strokovni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	10708507	
5.	Naslov	SLO
		ANG
	Opis	SLO
		ANG
	Šifra	
	Objavljeno v	
	Tipologija	
	COBISS.SI-ID	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Rezultati projektne skupine so predstavljeni tudi slovenski industriji. Pokazalo se je kar nekaj zainteresiranih podjetij, ki bi rezultate in nove tehnologije upeljali v svojo proizvodnjo. To so predvsem UNIOR d.d. strjna oprema, TITAN d.d. Kamnik, in Kolektor Idrija in AET (HIDRIA). Z vsemi je v pripravi dokumentacija za prijavo aplikativnih projektov.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

9.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Rezultati projektne skupine so in bodo doprinesli predvsem k poznavanju končne obdelave zahtevnih sodobnih materialov, toplotno obdelanih materialov in z znanstvenimi pristopi odprli nova področja raziskav za povečanje tehnološke produktivnosti in trajnostnemu razvoju končnih obdelovalnih postopkov. Raziskave aktivno zapolnjujejo relativno praznino v tekočem proučevanju razvojnega in strateškega položaja znanosti proizvodnih tehnologij iz vidika povezovanja ekonomskih, okoljskih in socialnih segmentov v celoto za njihovo celostno zadostitev.

Raziskave so potekale na tehnologijah, ki so aktualne tudi v tujini, Laboratorij za odrezavanje (LABOD) na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani (FS-Lj) pa je edini na vzhodno-evropskem področju in eden redkih v celotni Evropi, ki se ukvarja s to tematiko. To postavlja področje za uveljavljanje znanosti v še pomembnejši položaj. Povečale se bodo možnosti znanstvenih objav v uglednih znanstvenih mednarodnih revijah, kar bo prispevalo k večjemu ugledu in promociji znanosti in države v tujini.

ANG

Scientific and research results of the research team contributes significantly to additional knowledge and understanding of finishing processes of modern high-performance materials and heat treated materials. With used scientific methods the new fields of research have been introduced and the level of technological productivity and sustainable finishing processes has been raised. Performed researches actively fill the missing emptiness in the current research of strategic and developmental combining the manufacturing technologies into the whole integrity together with economic, environmental and social segments.

All researches have been performed on technologies which are up-to-date abroad and in Slovenia. Laboratory of cutting (LABOD) at the Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana (FS-Lj) is the unique laboratory, specialized for this kind of technology in the area of south and central European region. This contributes a lot to the stronger and more important scientific position of the research team and its recognition abroad. This will be visible in variety of published scientific articles, promotions at the different conferences, cooperation with foreign research institutions ect.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

V okviru znanosti v Sloveniji, bodo rezultati projektne skupine prispevali k odpravi zaostankov pri razvoju tehnologij končnih obdelav ter spoznavanju novih okoliščin razvoja, ter stabilnosti znanosti v današnjem času. Proučevanje procesov končnih obdelav, mehanizmov procesov in položaja procesov iz vidika trajnostnega razvoja bo bistveno prispevalo h kvalitetnejšemu razumevanju principov trajnostnega razvoja in njegove ravni na znanstvenem nivoju, kar je v skladu z razvojno politiko države, saj z raziskavami, rezultati in cilji sovпада s prednostnimi področji nacionalnega raziskovalnega in razvojnega programa republike Slovenije do leta 2013. To dejstvo še dodatno motivira naše ideje apliciranja trajnostnega razvoja tudi na področja izdelovalnih in obdelovalnih procesov/tehnologij v slovenski industriji. V skladu s tem ga kot temeljno paradigmo razvoja Slovenije in Evrope uresničujemo neposredno s spodbujanjem razvoja in spremljanja indikatorjev trajnostnega razvoja na znanstvenem nivoju.

To so predvsem področja vezana na kompleksne sisteme in inovativne tehnologije, končne obdelavo sodobnih kovinskih in nekovinskih materialov ter tehnologije, ki so okolju prijaznejše in so temelj za trajnostno gospodarstvo. Poleg tega so in bodo rezultati namenjeni povečanju gospodarske konkurenčnosti, saj pričakujemo, da bodo razvite tehnologije ali kombinacije tehnologij primerne za izdelavo najzahtevnejših izdelkov iz sodobnih materialov (medicina, prototipna izdelava v vojaški, letalski, vesoljski in avtomobilski industriji).

ANG

In Slovenia the research results will dispatch the arrears which are the consequence of missing knowledge, novelties, and ignorance regarding described finishing technologies. Better finishing process and finishing process mechanism understanding will significantly contribute to detailed and more quality understanding of the principles of sustainable manufacturing. Such research and their results coincide with goals and objectives regarding priority national research and development Programme of Republic of Slovenia till year 2013. This additionally motivates our ideas of applying research and findings of sustainable manufacturing into Slovenian industry practice. With such research and results application we additionally stimulate development of sustainable manufacturing for scientific purposes. Under these we understand areas which are dealing with complex and innovative technologies, finishing of modern metal and non-metal materials and technologies which are environmental friendly and are foundation for sustainable economy. Such results on developed technologies or combinations of technologies will significantly contribute to higher level of economic competitive position and will be used for manufacturing of the products intended for special industry branches as aerospace, military, prototype production.

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		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	

	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

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	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	

G.02.12.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja		☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete		☐	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj		☐	☐	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva		☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	

Komentar

--

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

1.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.		
	2.		
	3.		

	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		
2.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		
3.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		

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 Kopač	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

18.4.2011

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/112

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

² Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

³ 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](#)

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

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ 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., PREMŽL, 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ 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](#)

⁹ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

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

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

¹² Rubrike izpolnite/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

E6-73-92-1D-07-C5-90-D8-C9-6B-8F-6F-FF-D2-A5-08-82-2D-29-FA