

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/559

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0248
Naslov programa	Inovativni izdelovalni sistemi
Vodja programa	807 Karl Kuzman
Obseg raziskovalnih ur	18.700
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo 834 DOMEL, Elektromotorji in gospodinjski aparati, d.d.

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Osnovni cilj projektne skupine »I2S« je bil in ostaja še naprej: »pripeljati znanstveno raziskovalne dosežke na področju izdelovalnih tehnologij do takšne stopnje, da se bo z njimi oplajalo slovensko gospodarstvo«. Močno se namreč zavedamo, da je Slovenija del gospodarsko ene od najmočnejših regij na svetu in da so znotraj te regije vedno močnejši tokovi znanja, ki lahko konkurenčno sposobnost gospodarstva obogatijo ali osiromašijo.

Na področju temeljnih raziskav inovativnih procesov smo s sodelovanjem med laboratoriji programske skupine dosegli sinergijske učinke pri raziskavah inkrementalnega preoblikovanja z vodnim curkom. Postavljen je bil eksperimentalni sistem za inkrementalno preoblikovanje (slika 1), na katerem smo raziskovali proces preoblikovanja brez orodja. V zadnjem času smo napravo nadgradili še s 3D merilnikom oblik. Raziskava je pokazala, da je vodni curek možno uporabljati za inkrementalno preoblikovanje brez matrice vendar so parametri procesa kot npr. značilni časi, natančnost in energijska učinkovitost zaenkrat precej slabi v primerjavi z inkrementalnim preoblikovanjem s togim orodjem. Sočasno z osvajanjem tehnologije alternativnega pristopa inkrementalnega preoblikovanja v projektni skupini analiziramo tudi postopke klasičnega inkrementalnega preoblikovanja s poudarkom na dvotočkovnem preoblikovanju brez klasičnega orodja. Obe navedeni tehnologiji preoblikovanja tankih folij sta bili analizirani tudi v navideznem računalniškem okolju, za kar pa so neobhodno potrebni tudi materialni podatki o preoblikovani foliji. V ta namen smo izvajali mehanske analize pločevin in folij ter določali njihove preoblikovalne lastnosti s poudarkom na določanju krivulje mejnih deformacij.

Slika 1: Inkrementalno preoblikovanje (v prilogi A).

Temeljne raziskave na področju rezanja z abrazivnim vodnim curkom so bile usmerjene v raziskave mikroobdelave z vodnim curkom. Opravljeni so bili eksperimenti z rezalno glavo po izvirni zamisli članov PS. Rezultati raziskav so bili predstavljeni na mednarodni konferenci »Multi-material micro manufacture«, ki je potekala pod okriljem istoimenske mreže odličnosti. Poudariti velja, da je bil to edini prispevek, ki je obravnaval abrazivno vodno rezanje na področju mikro-obdelave. Na osnovi rezultatov preoblikovanja z vodnim curkom in mikro-rezanja z AVC smo lahko kreirali inovativni koncept hitrega prototipiranja novih izdelkov iz tankih pločevin. Z AVC smo izdelovali slojevita orodja, z vodnim curkom pa preoblikovali pločevino z vodnim curkom v tako narejenih orodjih.

Na področju modeliranja in simulacij izdelovalnih procesov je bil dosežen kvalitativni preboj, saj so člani projektne skupine na tem področju objavili enajst izvirnih znanstvenih člankov v SCI revijah, od katerih vsak od njih predstavlja drugo metodo dela oz. pristop k reševanju problema. Področje simulacij obdelave z abrazivnim vodnim rezanjem obvladujemo tako z metodo enotskih dogodkov, celičnih avtomatov in metodo končnih elementov. Slednja je uporabljena v kombinaciji z načrtovanjem eksperimentov in določitvijo odzivnih površin za različna področja masivnega preoblikovanja in preoblikovanja pločevine. Na tak način se je uspešno vrednotilo najvplivnejše parametre pri preoblikovanju pločevine, kar je neobhodno za pozicioniranje preoblikovalnih postopkov v stabilna tehnološka okna. Izpopolnjen je bil tudi inovativen pristop določevanja krivulj mejnih deformacij izključno v digitalnem okolju, s katerim skrajšujemo čase in stroške določevanja mej preoblikovalnosti pločevine. V sodelovanju s podjetjem Domel so bili analizirani tudi razni tehnološko zahtevni materiali, nekateri od njih tudi že izključno v digitalnem okolju. Poleg digitalnih analiz krivulj mejnih deformacij (KMD) je bil v letu 2006 skupaj z bodočim partnerjem v PS Gorenjem Orodjarno vzpostavljen sistem za eksperimentalno določevanje KMD, ki je namenjen predvsem analizam visokotrdnostnih jekel za potrebe avtomobilske industrije. Pri teh jeklih zaradi kristalografskih sprememb med plastično deformacijo digitalno določevanje še ni dovolj zanesljivo.

Na področju temeljnih raziskav elektroerozijskega procesa je bil postavljen model za sprotno identifikacijo velikosti erodirane površine in adaptivno prilagajanje obdelovalnega režima. Rezultati raziskav so bili v letu 2004 objavljeni v dveh SCI revijah. Raziskava je bila opravljena deloma v okviru sodelovanja s podjetjem IT elektronika iz Tolmina, ki je tudi prispevalo del raziskovalne opreme. V letu 2005 je bil prijavljen patent s tega področja, ki je bil podeljen leta 2006. V teh letih smo se tudi pri raziskavah na elektroeroziji posvetili mikro-obdelavi. Izdelani so bili tehnološki demonstratorji. V letu 2007 smo s sodelovanjem Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo začeli razvijati in izdelovati mikro-reaktorje iz polimernih materialov, za katere smo orodje izdelali z izvirno kombinacijo postopkov AVC in EDM.

Slika 2: Izdelava orodij za mikro izdelke (v prilogi A).

V letu 2006 smo pričeli z raziskavami rezanja biopolimerov. Raziskava je bila motivirana s strani industrije (B/S/H Nazarje) in je usmerjena v razvoj alternativnih metod rezanja in obdelave, pa tudi preizkušanja biopolimerov. Izdelana je bila hladilno-merilna komora za analizo lezenja biopolimerov, ki je že sama po sebi vzbudila zanimanje prehranske industrije, z njeno uporabo pa prihajamo do zanimivih podatkov o mehanskih lastnostih biopolimerov.

Zaključena je bila raziskava Razvoj modela dinamične porazdelitve dela v povezanih orodjarnah, rezultati pa so že večinoma preneseni v industrijsko okolje, prenos znanj pa še vedno poteka. Model dinamične distribuirane izdelave v orodjarnah je uporabljen pri organiziranosti več malih orodjarn pri nastopanju na trgu. V obdobju 2007 do 2008 so potekale raziskave in analiza na področju modeliranja strege pri izdelavi v digitalnem okolju, pri čemer je bil poudarek na verifikaciji postavljenega modela, razvoju simulacijskega modela ter prenosu v industrijsko okolje. Iz omenjenih raziskav je bilo objavljenih več raziskovalnih rezultatov na znanstvenih konferencah in v mednarodnih revijah, kot rezultat obeh raziskav bo v letu 2008

zaključen tudi doktorat znanosti. Raziskave in analize na področju strojnega vida so se nadaljevale v vseh teh letih trajanja programske skupine, v letu 2007 pa so se začele raziskave uporabe strojnega vida pri kontroli izdelkov v izdelovalnem procesu in pri prijemanju izdelkov v 2D in v 3D prostoru. Rezultati raziskav so bili že delno preneseni v prakso v podjetje HIDRIA - Rotomatika in predstavljeni na znanstvenih konferencah ter objavljeni v revijah z recenzijo z SCI indeksom. V okviru raziskav na področju razvoja mehanskih, hidravličnih in pnevmatičnih mehatronskih sistemov za avtomatizacijo montaže so bile izvajane (in jih še izvajamo) raziskave možnosti uporabe piezo aktuatorjev v pogonu vibracijskih zalogovnikov z razvojem metod za modeliranje in simulacijo, ter raziskave na področju dinamičnih fleksibilnih modularno grajenih montažnih sistemov. Temeljno raziskovalno delo se je začelo v letu 2007 z analizo možnosti uporabe piezo aktuatorjev za krmiljenje hidravličnih in pnevmatičnih ventilov z izboljšanjem dinamičnih lastnosti ob hkratnem zmanjšanju porabe električne energije. Delo na teh raziskavah je prikazano tudi v več objavah v revijah z SCI indeksom in tudi v drugih revijah z recenzijo.

Z uvajanjem novih konceptov pri reorganizaciji robotiziranih montažnih sistemov je bil uspešno izveden prenos znanja v prakso (ETA Cerkno), ki vpliva na dvig tehnološke ravni podjetij. Drugi primer prenosa znanja v prakso in dvig tehnološke ravni podjetja je bil projekt »Reorganizacija proizvodnje, montaže in razvoja v podjetju TIO Pnevmatika d.o.o. Lesce, ki ga je v letih 2005 in 2006 izvedel član programske skupine.

Predmet skupnih raziskav Univerze v Ljubljani in podjetja DOMEL je postopek izdelave pokrova turbinskega dela motorja sesalne enote. Pri vleku vratu se v drugi fazi vleka pojavljajo razpoke, kar povzroča prekomeren izmet v proizvodnji. Za izdelavo pokrova se uporablja pločevinasti trak, ki ga Domel od dveh različni proizvajalcev. Kljub temu, da gre pri obeh proizvajalcih za pločevino enakih specifikacij, so izmerjene mehanske lastnosti pločevine različne zaradi česar se občasno pojavljajo omenjene razpoke. Cilj skupnih raziskav je bil zagotoviti takšno tehnologijo izdelave pokrova, da bo lahko Domel uporabil pločevino obeh proizvajalcev ter pri tem imel še toliko »tehnološke rezerve«, da bi v prihodnosti mogoče lahko uporabili še cenejšo pločevino (manj primerno za preoblikovanje). V raziskovalnem programu je bila izvedena analiza kateri vhodni tehnološki faktorji imajo vpliv na kakovostno izdelavo in kolikšen je ta vpliv na robustnost procesa.

V sodelovanju s podjetjema Domel d.d. in Iskra Mehanizmi je projektna skupina izvajala tudi raziskave brizganja kovinskih prahov (MIM tehnologija), ki je namenjeno izdelavi tehnološko izredno zahtevnih proizvodov. Z raziskavami, ki so leta 2008 pripeljale tudi do doktorata enega od naših mladih raziskovalcev smo analizirali predvsem tehnološke parametre prve faze MIM tehnologije – brizganje, saj je na drugi fazi v svetu bilo opravljenih že veliko raziskav medtem ko se pri nas raziskovana faza brizganja zapostavlja. Ugotovljeno je bilo, da ustrezna izbira tehnoloških parametrov lahko ključno vpliva na končno kakovost izdelkov.

Naši mednarodni konferenci MIT 2005 in MIT 2007 sta nadaljevali razpravo o menedžmentu inovativnih tehnologij, s poudarkom na specifičnih temah. Konferenci sta potekali na dveh nivojih, ki sta se združila na ustvarjeni skupni seji menedžmenta in inženirstva. Kot vedno smo spodbujali multidisciplinarni pristop in ustvarili včasih težaven dialog med tradicionalno ločenimi področji. Uspelo nam je ustvariti telo kolektivnega znanja izvirajoč iz različnih perspektiv tehnologij na področju izdelave in drugih sektorjev, kar včasih imenujemo "tehnozofija". Prispevki na konferencah so doprinesli nova dognanja na področju inovativnih tehnologij in inovacijskega menedžmenta.

Kot je že bilo zapisano v uvodu je eden glavnih ciljev projektne skupine pripeljati znanstveno-raziskovalne dosežke do take stopnje, da je možna njihova implementacija v konkretnih industrijskih problemih. Projektna skupina je v preteklem obdobju pridobljeno znanje uspešno implementirala na industrijskih primerih v številnih slovenskih podjetjih – točka 13 zaključnega poročila raziskovalnega programa, s čimer smo doprinesli k uvajanju novih tehnologij in programov v sodelujočih podjetjih, omogočili nove nastope in intenziviranje obstoječe prisotnosti na tujih trgih, dvig konkurenčnosti in tehnološke ravni z novimi inovativnimi izdelovalnimi tehnologijami in koncepti ter reorganizacija podjetij in

optimiranje nabave, proizvodnje, montaže in prodaje.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

V raziskovalnem programu so bili planirani sledeči raziskovalni cilji:

- temeljne raziskave in modeliranje povezav inovativnih izdelovalnih procesov, kjer bi uporabljali sodobne postopke preoblikovanja ter odvzemanja materialov z direktnim dovodom energije, oboje pa bo povezovala na logistiki sloneča tehnologija montaže
- razvoj merilnih metod, adaptivnih sistemov in na osnovi linearnih motorjev ter proporcionalne hidravlike sloneči aktuatorji,
- gradnja baz podatkov in ekspertnega znanja,
- razvoj odločitvenih sistemov za izbiro procesov (decision making systems)
- izdelava samo dobrih izdelkov (Zero Defect Production),
- analiza stabilnosti izdelovalnih procesov,
- nadzor procesov in ukrepanje v realnem času,
- zniževanje zahtev (in s tem tudi cen) pri kakovosti vhodnih komponent ob istočasno nespremenjeni kakovosti izdelkov, kajti procesi bi se konstantno preverjali in stabilizirali.

Z ozirom na širino in kompleksnost inovativnih izdelovalnih sistemov je bilo uporabljenih več raziskovalnih metod, med najpomembnejše lahko uvrstimo:

- modeliranje na osnovi enotskega dogodka procesa,
- modeliranje s celularnimi avtomati in optimizacija modela z genetskimi algoritmi,
- semiempirično modeliranje,
- metode induktivnega strojnega učenja,
- nevronske mreže,
- analitične metode kot sredstvo za prvo oceno procesov,
- numerične metode končnih elementov,
- simulacijske tehnike v navideznih okoljih,
- statistične metode pri analizah testiranj v industrijskem okolju,
- metoda intervjujev in kontrolnih seznamov vprašanj za pridobivanje podatkov o potrebah, željah in pričakovanjih načtovalcev kompleksnih izdelovalnih sistemov,
- metode simultane inženiringa za usklajeno in sprotno izvajanje več raziskovalnih aktivnosti.

V projektu je posebna pozornost bila posvečena dejstvu, da se inovativni izdelovalni sistemi vedno bolj usmerjajo v mikrookolje. Glede na to se v sodobni raziskovalni sferi vedno pogosteje pojavljajo opozorila o nevarnosti splošne uporabe brezdimenzijskih procesnih parametrov. Tako je v projektu veliko pozornost bilo namenjene prenosu znanj iz makro v mikro svet, kjer smo te prenose tudi testirali s stališča občutljivosti na "size effect".

V prijavi projekta planirani raziskovalni cilji so bili v celoti doseženi.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Sprememb ni bilo.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Analiza formacije brazd pri rezanju z abrazivnim vodnim curkom.
		ANG	Analysis of striation formation mechanism in abrasive water jet cutting
	Opis	SLO	V tem delu smo analizirali makromehanizem rezanja z abrazivnim vodnim curkom (AVC) z vidika analize nastajanja rezalne fronte in brazd na površini reza. Brazde so značilen pojav pri rezanju z AVC, ki je še posebno poudarjen pri visokih hitrostih rezanja za določen material in debelino obdelovanca. Povezavo med nastajanjem stopnice na rezalni fronti in nastajanjem brazd smo pojasnili prvič s serijo eksperimentov kot so vizualno opazovanje procesa rezanja skozi prozoren material.
		ANG	In this paper the macro-mechanism of Abrasive Water Jet (AWJ) cutting is studied from the point of cutting front and striation formation analysis. The striation on the surface cut with AWJ is a characteristic phenomena which is strongly present when cutting with high traverse velocities for particular material type and thickness of workpiece. The connection between the cutting front step formation and striation formation is explained through series of experiments, which include visual observations of cutting transparent material.
	Objavljeno v		ORBANIČ, Henri, JUNKAR, Mihael. Analysis of striation formation mechanism in abrasive water jet cutting. Wear. [Print ed.], 2008. http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2008.01.018 . [COBISS.SI-ID 10444571] JCR IF (2006): 1.18, SE (13/106), engineering, mechanical, x: 0.741, SE (74/175), materials science, multidisciplinary, x: 1.659
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		10444571
2.	Naslov	SLO	Analize stabilizacije proizvodnje pri masivnem preoblikovanju in preoblikovanju pločevine
		ANG	The production stability analyses of bulk and sheet metal forming
	Opis	SLO	V sodobni proizvodni se komponente izdelujejo v zelo ozkih tolerančnih območjih. Delež slabih izdelkov je omejen na nekaj deset na milijon dobrih, končni cilj pa je proizvodnja brez slabih izdelkov. Za doseganje navedenih ciljev je neobhodno dobro poznavanje preoblikovalnih postopkov. V članku so predstavljeni možnosti tehnoloških izboljšav in stabilizacije kakovosti izdelkov s konstantnim nadzorom stabilnosti procesa ter poicioniranjem le-tega v stabilna tehnološka okna.
		ANG	Nowadays different components must be produced in very narrow tolerances, the number of non-satisfying ones is limited to some tens parts per million, the final goal is oriented towards zero-defect production. To fulfil these preconditions the forming processes must be well understood. The paper discusses a possibility to improve and stabilize the quality of products by permanent process stability control and by positioning these processes in stable parts of technological windows.
	Objavljeno v		KUZMAN, Karl. Comments on the cold metal forming processes stability control. J. mater. process. technol.. [Print ed.], 2007, letn. 185, št. 1/3, str. 132-138. http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.136 . JCR IF (2006): 0.615, SE (16/32), engineering, industrial, x: 0.623, SE (17/37), engineering, manufacturing, x: 0.702, SE (109/175), materials science, multidisciplinary, x: 1.659
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		10081819
3.	Naslov	SLO	Analiza in eliminacija Ludersovih črt na izdelkih iz tanke pločevine
		ANG	Analysis and elimination of the stretcher strains on thin sheet metal stamped parts.
	Opis	SLO	V članku je predstavljena analiza globokega vleka bele pločevine v digitalnem okolju s programom ABAQUS s ciljem analize Luedersovih črt na konkretnem industrijskem izdelku. Raziskave vključujejo tudi geometrijsko optimizacijo izdelka s ciljem zmanjševanja področja Luedersovih črt na najmanjšo dosegljivo mejo.
			This paper presents the finite element analysis of deep drawing of tinplate rings with ABAQUS program in order to analyse the phenomenon of the

		ANG	stretcher strains on an industrial case study. Numerical results were compared with the measured deformation of the stamped part. Finally the geometrical part optimisation was implemented in order to reduce the area with stretcher strains to a technologically attainable minimum.
	Objavljeno v		PEPELNJAK, Tomaž, BARIŠIČ, Branimir. Analysis and elimination of the stretcher strains on TH415 tinplate rings in the stamping process. Journal of materials processing technology [Print ed.], 2007, letn. 186, št. 1/3, str. 111-119. http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.12.025 . [WoS, št. citatov do 9.9.08: 3, brez avtocitatov: 3, normirano št. citatov: 5]
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		9891355
4.	Naslov	SLO	Analize tehnologije brizganja kovinskega prahu s ciljem izboljševanja kakovosti predstavljenega postopka.
		ANG	Analyses of MIM technology aiming the technology improvements of presented process
	Opis	SLO	Dimenzije in mehanske lastnosti proizvodov izdelanih z MIM tehnologijo so odvisne od karakteristik vhodnega materiala procesa, parametrov procesa brizganja kot tudi posopka sintranja. Mehanske lastnosti so primarno odvisne od gostote po sintranju ter mikrostrukture izdelka, kljub temu pa vplivov parametrov brizganja ne sme zanemariti. V članku so predstavljene raziskave vplivov glavnih parametrov brizganja in pogojev sintranja.
		ANG	The dimensions and mechanical properties of metal injection moulding (MIM) products are influenced by the feedstock characteristics, the process parameters of injection moulding, as well as the debinding and the sintering. The mechanical properties primarily depend on the sintering density and the microstructure. However, the process parameters of the injection moulding must not be neglected. The present investigations were focused on the influence of the main injection moulding parameters and the sintering conditions.
	Objavljeno v		BERGINC, Boštjan, KAMPUŠ, Zlatko, ŠUŠTARŠIČ, Borivoj. Influence of feedstock characteristics and process parameters on properties of MIM parts made of 316L. Powder Metall., 2007, vol. 50, no. 2, str. 172-183, ilustr. JCR IF (2006): 0.533, SE (25/65), metallurgy & metallurgical engineering, x: 0.68
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		614058
5.	Naslov	SLO	Povečanje dinamičnih in pretočnih karakteristik hidravličnega ventila ob zmanjšanji porabi energije
		ANG	Improvement of dynamic characteristics of a hydraulic valve with simultaneous decreased energy consumption
	Opis	SLO	V omenjenem delu je bila izvedena raziskava vpliva tokovnih sil na dinamiko hidravličnega servo ventila in na njegove pretočne zmogljivosti. Potrebne sile za krmiljenje hidravličnega ventila so namreč odvisne od stacionarnih aksijalnih tokovnih sil v ventilu in se povečujejo s porastom volumnskega toka olja skozi ventil in tlačne difference. Z rezultati raziskave smo omogočili povečanje dinamičnih in pretočnih zmogljivosti ventila, obenem pa zmanjšali potrebno krmilno silo na bat ventila ob zmanjšanji porabi energije.
		ANG	In presented work a research of the flow forces impact on dynamic characteristics of hydraulic servo valve and on his flow capacities. Namely the necessary forces for hydraulic valve controlling depend upon stationary axial flow forces in valve and increase with volume flow growth of oil through valve and pressure difference. Results of research enabled enlargement of dynamic and flow apacities of valve and reduced the necessary control force on valve piston at reduced consumption of energy at the same time. used for controlling of smaller valves and they consume less electrical energy.
	Objavljeno v		HERAKOVIČ, Niko. Flow-force analysis in a hydraulic sliding-spool valve. Strojarsvo, 2007, letn. 49, št. 3, str. 117-126. JCR IF (2006): 0.281, SE (79/106), engineering, mechanical, x: 0.741
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		10449691

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Postopek izbire obdelovalnih parametrov pri elektroerozijskem procesu z ugotavljanjem deleža kratkostičnih razelektritev
		<i>ANG</i> PROCEDURE OF SELECTING PROCESSING PARAMETERS IN ELECTROEROSION PROCESSES BY DETERMINING THE SHARE OF SHORT-CIRCUIT DISCHARGES
	Opis	<i>SLO</i> Patent ščiti intelektualno lastnino na področju potopne elektroerozijske obdelave. Zaščiten je metoda oz. algoritem po katerem krmilnik stoji sam določi optimalne grobe obdelovalne parametre tudi v primeru, ko se velikost obdelovalne površine med obdelavo spreminja in se s tem spreminjajo tudi optimalni parametri. S tem je znatno povečana stopnja avtomatizacije elektroerozijske obdelave in posledično povečana dodana vrednost takega stroja.
		<i>ANG</i> Patent is protecting the intellectual property on the field of die-sinking electrical discharge machining (EDM). Protected is the method/algorithm incorporated in a machine controller that enables a selection of optimal rough machining parameters when the machining surface varies during the machining and thus vary also the optimal parameters. Using the algorithm, the degree of process automation is increased and consequently the added value of such machine is increased.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	VALENTINČIČ, Joško, JUNKAR, Mihael/. Postopek izbire obdelovalnih parametrov pri elektroerozijskem procesu z ugotavljanjem deleža kratkostičnih razelektritev : patent št. 21995 : št. prijave P200500064 : datum vložitve prijave 11.03.2005/. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2006. 1 listina, ilustr.
	Tipologija	2.24 Patent
COBISS.SI-ID 9810203		
2.	Naslov	<i>SLO</i> Naprava in postopek za stabilizacijo mehanskih preoblikovalnih lastnosti brezkončnega kovinskega polizdelka pred preoblikovanjem
		<i>ANG</i> DEVICE AND PROCEDURE FOR STABILIZING MECHANICAL TRANSFORMATION PROPERTIES OF AN ENDLESS METAL SEMI-FINISHED PRODUCT PRIOR PROCESSING
	Opis	<i>SLO</i> Namen izuma je zasnovati napravo in postopek, zlasti kot del oz. sekvenca siceršnjega procesa preoblikovanja brezkončnega linijskega polizdelka, npr. žice ali traku ali pločevine s pomočjo katerega naj bi se bilo mogoče brez vsake termične obdelave učinkovito izogniti dimenzijskim odstopanjem izdelkov po preoblikovanju polizdelkov.
		<i>ANG</i> The aim of the invention is to provide a concept and procedure, particularly as part or sequence of an existing process of transforming an endless production line semi-finished product, for example wire or ribbon or sheet-metal by which it should be possible without any thermal processing to effectively eliminate dimension discrepancies of products after processing of the semi-finished products.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	NASTRAN, Miha, KUZMAN, Karl. Naprava in postopek za stabilizacijo mehanskih preoblikovalnih lastnosti brezkončnega kovinskega polizdelka pred preoblikovanjem : patent št. 21732 : št. prijave P 200400077 : datum vložitve prijave 17.03.2004. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2005. 1 listina, ilustr.
Tipologija 2.24 Patent		
COBISS.SI-ID 8687643		
3.	Naslov	<i>SLO</i> Uredništvo nacionalne revije
		<i>ANG</i> Editorship of national journal
		Eden izmed pglavitnih ciljev uredniške politike revije Ventil je vzpodbujati prenos znanja in znanstvenih dosežkov iz znanstveno-raziskovalnih in pedagoških enot v industrijo, obenem pa vzpodbujati znanstveno-

	Opis	SLO	raziskovalne enote za "črpanje" praktičnih izsledkov, izkušenj in izzivov iz industrije. Preko revije Ventil so bili mnogim raziskovalni dosežki dostopni širokemu krogu slovenske industrije oz. uporabnikov, kar je izreden družbeno-ekonomsko relevanten dosežek.
		ANG	One of the main goal of editorial policy of the journal Ventil is stimulation of knowledge and scientific achievements transferring from scientific-research and pedagogical units to industry. Simultaneously the scientific-research units are stimulated for acquiring practical achievements, experiences and challenges from industry. Over the journal Ventil lots of scientific achievements are accessible to wide sphere of Slovenian industry users respectively that is remarkable socioeconomic relevant achievement.
	Šifra		C.05 Uredništvo nacionalne revije
	Objavljeno v		NOE, Dragica. Urednik nacionalne revije VENTIL, ki jo v okviru Fakultete za strojništvo izdaja in ureja programska skupina.
	Tipologija		2.25 Druge monografije in druga zaključena dela
	COBISS.SI-ID		54233856
4.	Naslov	SLO	Razvoj prototipov rezalnikov hrane : industrijski projekt s podjetjem BSH Hišni aparati d.o.o.
		ANG	Prototype development and manufacturing and ability for the beginning of a new technological development
	Opis	SLO	Za podjetje BSH Hišni aparati d.o.o. sta bila razvita dva prototipa rezalnikov hrane. Prvi je ročni električni nož, za katerega je bil razvit popolnoma nov mehanizem, ki omogoča učinkovito in kvalitetno rezanje hrane s samo enim rezilom za razliko od konkurence, ki uporablja dve rezili. Drugi prototip je namizni rezalnik, ki uporablja za rezanje tračno rezilo. rezilo je nameščeno v kaseti, ki je ločljiva od pogonskega dela, kar omogoča enostavnejše čiščenje. Za oba prototipa je podjetje BSH prijavilo patenta.
		ANG	Two prototypes of machines for cutting food were developed for company BSH Hišni aparati d.o.o.. The first one is a handheld electric knife for which a completely new mechanism was developed which enables efficient and good quality cutting with only one blade. The competition usually uses two blades. The second prototype is a tabletop cutting machine, which uses a band blade for cutting. The blade is inside of a cassette, which can be separated from the drive mechanism, which enables easier cleaning. The company BSH has applied both prototypes for patenting.
	Šifra		F.08 Razvoj in izdelava prototipa
	Objavljeno v		ORBANIČ, Henri, BLATNIK, Oki, JUNKAR, Mihael/. Razvoj prototipov rezalnikov hrane : industrijski projekt : letno poročilo projekt za BSH Hišni aparati d.o.o./. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2007. 1 zv., ilustr.
	Tipologija		2.13 Elaborat, predštudija, študija
	COBISS.SI-ID		10460187
5.	Naslov	SLO	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije uporabe visokotrdnostnih pločevin v avtomobilski industriji
		ANG	Development of technologies and forming tools for forming of very hard materials
	Opis	SLO	Projektna skupina je v raziskavi analizirala povečevanje uporabe visokotrdnostnih jekel v avtomobilski industriji. Zaradi zelo visokih trdot in nizkih raztezkov se ta jekla obnašajo pod vplivom deformacij obnašajo popolnoma drugače kot običajna jekla, zaradi tega je bilo v prvi vrsti analizirano samo obnašanje visokotrdnostnih jekel s poudarkom na njihovem vplivu na orodja in tehnološke probleme ob samem preoblikovanju (elastično izravnavanje, gubanje, trganje, pokanje, pridrževalne sile, obraba orodij itd.).
		ANG	The project group has analysed the increase of used advanced high strength steels in automotive industry (AHSS). Due to the extremely high hardness and/or low elongations of AHSS these materials express different strain behaviour as common steels. Therefore, in the first phase the technological behavior of AHSS like springback, wrinkling, tearing, blankholder forces, tool wear etc. were analysed.

Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	GANTAR, Gašper, KUZMAN, Karl, PEPELNJAK, Tomaž, ROT, Matjaž. Razvoj tehnologij in orodij za preoblikovanje pločevin z visoko trdnostjo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za preoblikovanje, 2007. 1 zv., ilustr.
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID	10217499

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Raziskovalci, člani projektnega konzorcija so s svojih dosedanjim raziskovalnim delom naleteli na pozitivne odmeve v svetovni znanstveni skupnosti. Ker je navedeni raziskovalni program težil k poglobljenemu delu na posameznih raziskovalnih področjih ter medsebojnemu sinergijskemu povezovanju le-teh v celovit program Inovativni izdelovalni sistem so se po pričakovanju dosegali odmevni dosežki tudi na interdisciplinarnih povezavah različnih proizvodnih tehnologij. Dobra primera sta povezovanje področja alternativnih tehnologij in preoblikovanja na področju inkrementalnega preoblikovanja z vodnim curkom in skrajševanje proizvodnih verig za mikroizdelke (izvedeno na primeru mikroreaktorjev za kemijsko tehnologijo), kjer smo eni redkih na svetu ki na tak način razvijamo te inovativne tehnologije. Raziskovalci, člani programskega konzorcija so nekatere odmevne raziskovalne dosežke predstavili tudi mednarodni znanstveni javnosti v obliki objavljenih znanstvenih del ter dobili pozitiven odziv v obliki citiranosti najpomembnejših rezultatov. Med glavne dosežke programa lahko uvrstimo raziskave na sledečih področjih:

- temeljne raziskave in modeliranje povezav inovativnih izdelovalnih procesov, kjer bi uporabljali sodobne postopke preoblikovanja ter odvzemanja materialov z direktnim dovodom energije, oboje pa bo povezovala na logistiki sloneča tehnologija montaže
- razvoj merilnih metod, adaptivnih sistemov in na osnovi linearnih motorjev ter proporcionalne hidravlike sloneči aktuatorji,
- gradnja baz podatkov in ekspertnega znanja,
- razvoj odločitvenih sistemov za izbiro procesov (decision making systems)
- izdelava samo dobrih izdelkov (Zero Defect Production),
- analiza stabilnosti izdelovalnih procesov,
- nadzor procesov in ukrepanje v realnem času,
- zniževanje zahtev (in s tem tudi cen) pri kakovosti vhodnih komponent ob istočasno nespremenjeni kakovosti izdelkov, kajti procesi bi se konstantno preverjali in stabilizirali.

ANG

Researchers of the project team have with their current research work gained positive echoes in the international scientific community. The presented research programme was focused towards intensified research work on particular research areas as well as synergetic effects of particular fields into the unique research programme "Innovative production systems". Through this important achievements have been gained also in the interdisciplinary connections of particular production technologies. Good examples are linkage of the alternative production technologies and forming technology in the field of incremental forming with water jet and shortening of the production chains for micro parts where the micro reactors for chemical industry were considered as a case study. In both cases the research works represent innovative solution by solving of presented cases.

Researchers of the project consortium have presented their research work also to the international scientific community in international journals and gained positive response with several citations of the most important results. The main achievements of the research programme were performed in the field of:

- basic research and modelling of relation between innovative manufacturing systems, where modern procedures of forming and material removal with direct energy input will be used and both will be connected on logistics based technology of handling and assembly,
- development of measuring methods, adaptive systems and actuators based on linear motors and proportional and servo hydraulic,
- building data and expert bases,
- development of decision making systems for selecting processes,
- increasing flexibility, reliability (Zero Defect Production) and accessibility of manufacturing systems and processes,

- analysis of the stability of the manufacturing processes,
- process control and real time measures,
- cost (and price) decrease by quality control of input components with concurrent unchanged part quality by implementing of continuous process control and stabilisation.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Programska skupina je zelo dobro opremljena in ima primerne prostore, velik del raziskovalne infrastrukture in prostorov pa prispeva tudi industrija, s katero programska skupina izrazito dobro sodeluje. Eden od osnovnih ciljev programske skupine je vsekakor pripeljati znanstveno raziskovalne dosežke do takšne stopnje, da bodo primerni za čim hitrejšo implementacijo v slovensko gospodarsko okolje. To dokazuje tudi razmerje med temeljnim in aplikativnim raziskovanjem, ki je razvidno iz kvantitativnih podatkov, saj so se mnoga temeljna raziskovanja nadaljevala v aplikativna in končno uspešno prenesena v industrijo.

Programska skupina se zaveda svojega poslanstva tudi v širšem družbenem pogledu raziskovanja, saj je eden ključnih ciljev skupine dvig tehnološke ravni slovenske industrije. Zato je bilo opravljenih kar nekaj ključnih prenosov znanja v neposredno prakso. Ti prenosi so dokazljivi med drugim tudi s tem, da so po dokončanju doktorskih študijev nekateri člani programske skupine zasedli vodilna mesta v slovenski industriji (dr. Gantar – direktor TECOS Celje, dr. Nardin – direktor Gorenje Orodjarna, dr. Nastran – direktor Domel Automotive). Rezultat takšne raziskovalne naravnosti programske skupine so mnogi novi koncepti razvojnih dejavnosti slovenskih podjetij in nastopanja na tujih trgih, dvig konkurenčnosti in tehnološke ravni, predvsem pa produkcijska reorganizacija nekaterih podjetij in optimiranje nabave, proizvodnje, montaže in prodaje. S takšnim načinom delovanja programska skupina opravičuje porabo proračunskega denarja, vse to pa vodi k višanju dodane vrednosti proizvodov slovenske industrije in povečanemu denarnemu toku nazaj v proračun.

ANG

The programme consortium is well equipped and has adequate working conditions, important part of the research infrastructure and space is also granted by the industry which is strong connected with the programme group. The important part of its research activities is dedicated towards actual needs of national economy and society. One of the primary goals of the programme consortium is to develop the research achievements to the level where they are suitable for fast implementation into the Slovene industry. Several research activities started as basic research projects, later were prolonged into applied research and finally successful transferred into the industry.

The program consortium is aware of its mission also in wider social means since one of the key objectives is improvement of technological level of Slovene industry. As a result there were some crucial knowledge transfers into practice (presented more in details in the report for the period 2004-2008). These transfers are additionally evident as after finishing their postgraduate studies some programme members were nominated on leading positions in Slovene industry (Dr. Gantar – director of TECOS Celje, Dr. Nardin – director of Gorenje Orodjarna, Dr. Nastran – director of Domel Automotive). Results of such research orientation of the programme consortium are several new concepts of development activities of Slovene companies, presence in international markets, increase of competitive position and technological level, the production oriented reorganisation of some companies, optimisation of purchasing, production, assembly and marketing. With such activities the programme consortium proves the use of state-funded money to increase the added-value of Slovene products and consequently to increase the flow back to the state budget.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	5	1
- doktorati	5	2
- specializacije		
Skupaj:	10	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	3		
- gospodarstvo	2	5	
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	5	5	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Kuzman, Karl (član uredniškega odbora 2006-). Gliwice: International OCSCO World Press, 2006-. ISSN 1734-8412. [COBISS.SI-ID 10509078]	23
2.	Strojniški vestnik. Kuzman, Karl (član uredniškega odbora 1998-). Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.]: = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.], 1955-. ISSN 0039-2480. [COBISS.SI-ID 762116]	285
3.	Ventil. Noe, Dragica (član uredniškega odbora 2000-, glavni in odgovorni urednik 2006-). Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, LASIM, 1995-. [COBISS.SI-ID 54233856]	85
4.	International journal automation Austria. Noe, Dragica, urednica, Wien: IFAC. Beirat Österreich	72
5.	KUZMAN, Karl (ur.). Conference proceedings. Celje: TECOS, Slovenian Tool and Die Development Centre, 2007. XII, 387 str., ilustr. ISBN 978-961-6692-00-7. [COBISS.SI-ID 234638080]	67
6.	KUZMAN, Karl (ur.). 5th International Conference on Industrial Tools, ICIT 2005, Velenje, April 12th - 15th 2005. Conference proceedings. Celje: TECOS, Slovenian Tool and Die Development Centre, 2005. XIV, 482 str., ilustr. ISBN 961-90401-9-8. [COBISS.SI-ID 219468544]	70
7.	JUNKAR, Mihael (ur.), LEVY, Paul R. (ur.). Proceedings of the 8th International Conference on Management of Innovative Technologies - MIT'2005, Fiesa, Slovenia, 22-24 September 2005. Ljubljana: TAVO Slovene Society for Abrasive Water Jet Technology: LAT - Laboratory for Alternative Technologies, 2005. XI, 328 str., ilustr., tabele. ISBN 961-6238-96-5. [COBISS.SI-ID 222019584]	53
8.	POLAJNAR, Andrej (ur.), POJE, Janez (ur.), JUNKAR, Mihael (ur.). Rast obsega - potrebni pogoji za uspeh : dobavitelj - kupec - orodjar : zbornik posvetovanja, Portorož, 10.-12. oktober 2006. Ljubljana: GZS, Združenje kovinske industrije, Odbor za orodjarstvo; v Mariboru: Fakulteta za strojništvo, 2006. 244 str., 244 str. ISBN 961-6226-89-4. ISBN 978-961-6226-89-9. [COBISS.SI-ID 228970240]	41
9.	HERAKOVIČ, Niko (ur.), DEBEVEC, Mihael (ur.), ADROVIČ, Edo (ur.). Avtomatizacija strege in montaže 2007. ASM'07, Ljubljana, November 22, 2007 : gradivo posveta. Ljubljana: [Fakulteta za strojništvo], 2007. 1 optični disk (CD-ROM). Sistemske zahteve:	17

	CD-ROM enota. [COBISS.SI-ID 10283291]	
10.	JUNKAR, Mihael (ur.), LEVY, Paul R. (ur.). Proceedings of the 9th International Conference on Management of Innovative Technologies, MIT'2007, Piran, Slovenia, October 9-10, 2007. Ljubljana: TAVO Slovene Society for Abrasive Water Jet Technology: LAT, Laboratory for Alternative Technologies, 2007. 1 optični disk (CD-ROM), barve. ISBN 978-961-6536-19-6. Sistemske zahteve: CD-ROM enota. [COBISS.SI-ID 10207259]	37

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	2
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	3
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	7
Skupaj:	12

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

Raziskovalni programi EU: Magnesium Forged Components for Structural Lightweight Transport Applications – MagForge; EU Contract.No. 030208, (prof.dr.K.Kuzman) Multi Material Micro Manufacture: Technologia and Applicatrions - (4M- NoE), EU Contract No.500274; (prof.dr.M.Junkar) NoE: Virtual Research Lab for a Knowledge Community in Production (VRL KCiP) E!2819: Ecoplast - development and characterisation of ECO-friendly thermoplastics, 2002-2005 E!4212 DIPIMAM Development and implementation of a new PIM binder system using advanced methods, 2008-2010. CEEPUS network: CII-HR-0108-01-0607 - Concurrent Product and Technology Development - Teaching, Research and Implementation of Joint Programs Oriented in Production and Industrial Engineering Bilateralne sodelave: Expectations and Perceptions of quality in VET (EX.PER.O.), Leonardo da Vinci community action programme on vocational training »Centreless grinding simulation part II –Leonardo da Vinci, EU Contract No. I/05/B/F/PP-154171 »Optimalna zasnova pri izdelavi mikro izdelkov z alternativnim tehnologijam«, University Joseph Fourier and INPG ,Grenoble, Francija »Integral control of sheet metal forming process by FEM simulations« University of Miškolc, Faculty of Mech.Enf., Madžarska Bilateral project Slovenia-Romania: BI-Romunija 11/05: Features based modeling, simulation and remote control of robot vision assembly Bilateral Project Slovenia - Serbia&Montenegro: BI/CS&04-05-006: Virtual and experimental evaluation of bulk forming processes Bilateral Project Slovenia - Republic of Macedonia: Development and application of metal-matrix composites with different reinforcements for tool manufacturing »Feature based modelling, simulation and remote control of robot vision assesmbly« Politecnica University, Bucharest »Izboljšanje natančnosti mikro elektroerozijske obdelave« Univerza v Kopenhagenu, Danska »Simulacijske metode pri optimiranju sodobnih izdelovalnih sistemov« Univerza v Novem Sadu,

Tehnična fakulteta
»Detection of the electrode wear in micro electrical discharge machining«Cardiff University, Velika Brianija
Bilateral project SLO-USA: High-speed Water Jet Incremental Sheet Metal Forming of Friction Stir Welded Tailor Blanks
Bilateral project Slovenia-France (PROTEUS): Optimalna zasnova pri izdelavi mikro izdelkov z alternativnimi tehnologijami; Conception optimale pour la fabrication de microproduit par usinage non conventionel
Dvostranski projekt med R Slovenijo in državo Izrael: Razvoj robotskega sistema za ciljni nanos fitofarmacevtskih sredstev v sadovnjakih in vinogradih (2007 – 2008)

Ostale mednarodne povezave in aktivnosti:

ICFG – International Cold Forging Group (prof.dr.Kuzman)
IDDRG – International Deep Drawing Research Group (prof.dr.Kuzman)
ICEM – International Committee for Ecology and Economy in Manufacturing (prof.dr.Kuzman)
ESAFORM - European Scientific Association for Material Forming (prof.dr.Kuzman, i.prof.dr. Zlatko Kampuš, dr. Tomaž Pepelnjak)
IFAC/IAD - Interantional Federation automation controll/Intelligent assembly and Dissassembly, SCS the society for Computer Simulation Intenational) (i.prof. dr.D.Noë)
RAAD- Robotics Alpe Adria Region, gostujoči profesorji na IHRT - TU Dunaj- Avtomatizacija montaže, P&H krmilja in pogoni (i.prof. dr.D.Noë)
SEM – Society of Manufacturing Engineers (prof.dr.M.Junkar)
EUROMA-European Operation Management Association (prof.dr.M.Junkar)
AWT- Arbeitskreis-Wasserstrahltechnologie (prof.dr.M.Junkar)
AWJTA - American Water Jet Technology Association (prof.dr.M.Junkar)
Univerite Joseph Fourier – Grenoble (prof.dr.M.Junkar)

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

Tehnološko kritične operacije razreza feritnih materialov, Iskra avtoelektrika

Tehnološka podpora hitremu prototipiranju, Kolektor, d.d.

Izdelava orodij, Goriške opekarne

Tehnologija razreza feritnih materialov, Domel, d.d.

Natezni preizkusi pločevine, Liv d.d.

X-safe varno ogledalo, Prophetes d.d.

Načrtovanje tehnologij in konstruiranje orodij s pomočjo računalniško podprtih tehnologij, Gorenje orodjarna d.o.o.

Analize ohišja motorja sesalne enote, Domel d.d.

Industrijski projekt finančno podprt s strani B/S/H Hišni aparati d.o.o. z naslovom Razvoj naprave za rezanje živil. Projekt je trajal več let, cilj je razviti novo univerzalno tehnologijo rezanja prehrabnenih izdelkov, pri tem uporabiti inovativna pogonska sredstva za gibanje rezila in tako olajšati rezanje hrane.

Industrijski projekt z Iskro Avtoelektriko d.d., finančno podprt s strani evropskih strukturnih skladov: Razvojna vrednotenja v funkciji osvajanja materialov in izdelkov v okviru policentričnega tehnološkega centra: OBVLADOVANJE STABILNOSTI SISTEMA HLADNEGA KOVANJA - Faza 1 in 2.

Industrijski projekt, naročnik ETA Cerkno, d.o.o. izvajalci: LASIM in PS, d.o.o., Logatec: Re-inženiring robotiziranih montažnih sistemov

Industrijski projekt: Naročnik: Peric d.o.o.: Analiza volumna in mase puše 112 O33X22.

Industrijski projekt: Naročnik: Avtotehnika d.o.o.: Analize vzrokov za nastanek razpok na izmenjevalcu toplote avtomobilske klimatske naprave.

Industrijski projekt: Naročnik Akrapovič d.o.o.: Določevanje preoblikovalnih lastnosti pločevine:

krivulja mejnih deformacij.
Industrijski projekt: Naročnik Polident: Poročilo o izvajanju poskusov pri obrezovanju zobnih odpreškov.
Industrijski projekt: Naročnik Liv kolesa: Določevanje preoblikovalnih lastnosti pločevine.
Razvoj tehnologij in orodij za preoblikovanje pločevin z visoko trdnostjo, Gorenje orodjarna d.o.o.
Razvoj in industrializacija naprav za obvladovanje stabilnosti preoblikovalno-montažnih tehnoloških procesov ; Niko d.d.
Analiza preoblikovalnih lastnosti nerjavnih pločevin in mikrolegirane pločevine s povišano trdnostjo = Analysis of forming properties of stainless sheet metals and micro-alloyed sheet metal with improves strength, Gorenje Orodjarna d.o.o.
Študija izdelave inserta s postopkom preoblikovanja; CIMOS d.d.
Določitev preoblikovalnih lastnosti nerjavne pločevine, Akrapovič d.o.o.
Prenove robotizirane celice za varjenje,PS družba za projektiranje in izdelavo strojev d.o.o.
Sočasni razvoj preoblikovanja - inserta - in izdelava testnih preizkušancev, Cimos d.d.
Reorganizacija proizvodnje, montaže in razvoja v podjetju TIO Pnevmatika d.o.o., Lesce
Znižanje stroškov proizvodnje: Uniteh Ljubljana: študija Gospodarjenje z vpenjalnimi pripomočki, Hella Ljubljana: Racionalizacija procesa nastajanja izdelka.
Prenove robotizirane celice za varjenje,PS družba za projektiranje in izdelavo strojev d.o.o.
Laboratorij LASIM v sodelovanju s podjetjema DOMEL in ETI Izlake: Razvoj simulacijskih metod za optimiranje ter hitro in enostavno napovedovanje poteka izdelovalnih procesov in montažnih linij v proizvodnji
Raziskava možnosti uvedbe avtomatske kontrole statorskega paketa s strojnim vidom v procesu montaže: Rotomatika Idrija
Načrtovanje montažnega sistema za montažo elektromotorjev večjih dimenzij v maloserijski proizvodnji: Iskra Avtoelektrika
Montaža drsnih obročkov na rotorje alternatorjev: Iskra Avtoelektrika

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

Slovensko društvo TAVO za tehnologije abrazivne in vodne obdelave
vključenost v tehnološko platformo ManuFuture
vključenost v srednjeevropsko CEEPUS mrežo "Concurrent Product and Technology Development - Teaching, Research and Implementation of Joint Programs Oriented in Production and Industrial Engineering"
prof. Karl Kuzman:
- nadzorni svet Unior do 2007
- TIA - strokovni svet
- TECOS - strokovni svet
Niko Herakovič:
- Član upravnega odbora Slovenske Tehnološke agencije TIA do januarja 2006

- Član upravnega odbora CMPEPIUS – od leta 2004 dalje
- Član upravnega odbora SGRZ v Bruslju do januarja 2005
- Član upravnega odbora SZI na Dunaju do januarja 2005
- Član CREST-a (Scientific and Technical Research Committee), Bruselj, do januarja 2005
- Član programskega komiteja za 6 FP, Bruselj, do januarja 2005
- Prokurist v podjetju TIO Pnevmatika (2005 in 2006)

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo
Opis	V učbeniku "Osnove tehnologije preoblikovanja kovin : preoblikovanje pločevine, masivno preoblikovanje" so zajeti obsežni podatki o tehnologiji preoblikovanja, "Priporočila preoblikovanja" pa zajemajo vrsto uporabnih podatkov za načrtovanje preoblikovalnih postopkov.
Objavljeno v	KAMPUŠ, Zlatko. Osnove tehnologije preoblikovanja kovin : preoblikovanje pločevine, masivno preoblikovanje : učbenik. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2006. III, 95 str., ilustr. ISBN 961-6238-75-2. ISBN 978-961-6238-75-5., cobiss ID: 229130240 KAMPUŠ, Zlatko, KUZMAN, Karl. Priporočila preoblikovanja. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, cop. 2008. IV, 78 str., ilustr. ISBN 978-961-6536-21-9, cobiss ID: 237486336
COBISS.SI-ID	237486336

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	JUNKAR, Mihael, KRAMAR, Davorin.
Opis	Intervju, predstavitev rezanja z abrazivnim vodnim curkom.
Objavljeno v	Pesem kamna : do končnega izdelka : oddaja TV Koper-Capodistria, 11.8.2005. Ljubljana, 2005.
COBISS.SI-ID	10454555

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Preoblikovanje 1 Preoblikovanje 2 Proizvodne tehnologije Nekonvencionalni procesi Montaža Tehnološke meritve Strega in montaža Preoblikovalni stroji in naprave Stroji in orodja za polimerna gradiva
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni študijski program - redni študij

	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
2.	Naslov predmeta	Mehanska tehnologija in inženirska ekonomika Tehnika preoblikovanja kovin in nekovin Montaža izdelkov Alternativne tehnologije Meritve v proizvodnji Strega materiala in sredstev Hidravlična in pnevmatična krmilja
	Vrsta študijskega programa	Visokošolski strokovni program- redni študij
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
3.	Naslov predmeta	Teorija preoblikovanja Posebni postopki obdelave Strežni in montažni procesi Sočasno inženirstvo pri načrtovanju izdelovalnih procesov
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski študij
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
4.	Naslov predmeta	Mehanska tehnologija in inženirska ekonomika Tehnika preoblikovanja kovin in nekovin Montaža izdelkov Alternativne tehnologije Meritve v proizvodnji Strega materiala in sredstev Hidravlična in pnevmatična krmilja
	Vrsta študijskega programa	Visokošolski strokovni program- izredni študij
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
5.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	
	Naslov predmeta	

6.	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/ fakultete	

18. 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: razvoj trajnega izobraževanja odraslih	☐	☐	☒	☐	
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:					

Komentar¹⁵

Delo projektne skupine je usmerjeno v osvajanje novih znanj in tehnologij, ki prispevajo k dviganju znanstvene prepoznavnosti Slovenije v svetovnih raziskovalnih krogih. Člani projektne skupine so poleg tega člani uglednih mednarodnih združenj, ki imajo velik vpliv na spodbujanje novih tehnološko najzahtevnejših tehnologij v evropskem in svetovnem prostoru. Prof. Kuzman je v obdobju 2004 do 2008 bil predsednik pomembnega mednarodnega združenja za hladno kovanje (ICFG - International Cold Forging Group) in ICEM – International Committee for Ecology and Economy (prof. Kuzman je bil predsednik od 2003 - 2007).

Pridobljena sinergetsko prepletajoča se znanja raziskovalne skupine se aktivno prenašajo v industrijsko okolje, pri čemer se teži k povečevanju dodane vrednosti tako obstoječih kot tudi novih proizvodov z uvajanjem inovativnih tehnologij in konceptov. Rezultati dela projektne skupine imajo tako posredno ali neposredno velik vpliv na širjenje proizvodnih programov nekaterih slovenskih gospodarskih družb. Ravno tako je pomemben naš doprinos k povečevanju njihove konkurenčnosti na zahtevnih svetovnih trgih. Cilj programske skupine je v bodoče tudi sklepanje strateških partnerstev s tehnološko najrazvitejšimi podjetji v Sloveniji, dogovarjamo pa se tudi o sodelavi s podjetji v regiji Alpe-Adria.

Pomemben vpliv imajo rezultati raziskovalnega dela tudi na razvoj visokega šolstva, saj na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani trenutno poteka prenova visokošolskih programov v skladu z Bolonjskimi procesi. Projektna skupina se pri tem aktivno angažira in sodeluje pri pripravi programov, ki bodo inženirjem omogočali osvajati sodobna znanja s področja proizvodnega strojništva. V študijskem letu 2008-2009 se že izvaja prva stopnja univerzitetnega programa, ki ponovno vpeljuje v prve letnike tehnološke predmete.

Raziskovalno delo projektne skupine ima velik vpliv tako na razvoj raziskovalnega dela v podjetjih kot tudi na izvajanje dodiplomskega in podiplomskega študija Fakultete za strojništvo Ljubljana. Nosilec programske skupine kot tudi ostali profesorji, člani programske skupine, so mentorji številnim dodiplomskim študentom ter večjemu številu podiplomskih študentov. V obdobju 2004 - 2008 je tako podiplomski študij zaključilo pet magistrstov in pet doktorjev znanosti.

Projektna skupina je v obdobju 2004 do 2008 bila zelo aktivna tudi pri disseminaciji rezultatov, saj je objavila kar 161 znanstvenih prispevkov v revijah in na konferencah, od tega 40 v revijah s faktorjem SCI.

Razvoj sodobnih izdelovalnih metod bistveno izboljšuje konkurenčnost slovenskih podjetij v svetovnem trgu, kjer moramo zaradi hude konkurence cenениh proizvajalcev proizvajati vedno večji delež kompleksnih izdelkov z visoko dodano vrednostjo. Vpeljevanje najmodernejših tehnologij, metodologij in konceptov tako na področju mezo kot tudi mikrokomponent je pri tem ključnega pomena.

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 5., 6. in 7. 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

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblašćene osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Karl Kuzman	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
		DOMEL, Elektromotorji in gospodinjski aparati, d.d.

Kraj in datum:

Ljubljana

15.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/559

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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):

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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, izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu 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](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a