

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1063

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA
V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0270
Naslov programa	Proizvodni sistemi, laserske tehnologije in spajanje materialov
Vodja programa	3551 Janez Grum
Obseg raziskovalnih ur	47.600
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	209 Institut za varilstvo, d.o.o. 782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Realizacija raziskovalnega programa z naslovom »Proizvodni sistemi, laserske tehnologije in spajanje materialov« vključuje rezultate raziskav po posameznih raziskovalnih sklopih in sicer (1) **Proizvodni sistemi**, (2) **Optodinamika in laserski sistemi**, (3) **Laserski obdelovalni procesi, oplemenitenje površin in neporušne preiskave**, (4) **Spajanje materialov**. (1) Raziskave v okviru sklopa **Proizvodni sistemi** so potekale na petih, medsebojno povezanih področjih (1a) kibernetiko strukturiranje, novi koncepti in poslovno-proizvodni modeli, (1b) kolaborativni razvoj proizvodov in proizvodnih sistemov, (1c) načrtovanje in vodenje proizvodnje za mala in srednje velika podjetja, (1d) razvoj informacijske podpore v novih delovnih strukturah ter (1e) razvoj novih mehatronskih delovnih sistemov. Ključni rezultati so: (1a) Koncept adaptivnega distribuiranega proizvodnega sistema (ADMS) je v svetu prepoznan, kot eden izmed vodilnih konceptov. V ADMS konceptu igrajo avtonomni delovni sistemi (ADS) vlogo gradnikov proizvodnih sistemov. V ADS-u so opredeljeni trije nivoji vodenja in sicer: nivo krmiljenja procesa, nivo obvladovanja delovnega sistema in nivo koordinacije med ADS-i. Na tej osnovi je možno graditi ADMS sisteme, ki jih bo možno realizirati v različnih pojavnih oblikah. Implementacijo koncepta predstavlja Eksperimentalna avtonomna celica LAKOS EAC, ki je implementirana na štirih evropskih univerzah kot sistem mrežnih celic v okviru projekta mreže odličnosti I*PROMS. Inovacija je prejela

priznanje na 2. Slovenskem forumu inovacij 2008.

(1b) Razvit je okvir za sodelovanje pri mrežnem razvoju proizvodov in odgovarjajočih proizvodnih sistemov ter njihovim operacijam. Na tej osnovi je bil razvit sistem za kolaborativno podporo operacijam tlačno-livnih celic COCAST, ki je implementiran v podjetju Cimos Buzet. Za to delo so avtorji prejeli Nagrado za najboljšo delo na 3. Cimosovem Forumu I. 2007.

(1c) Osnova razvitega modela načrtovanja in vodenja proizvodnje je metodologija projektnega vodenja, razširjena z elementi sočasnega inženirstva. Model je apliciran v dveh variantah: kot model, ki podpira izvedbo projektov ciklično ponavljajočih se naročil ter kot model osvajanja izdelka, katerega podjetje kasneje uvede v redno proizvodnjo. Rezultati raziskav so bili implementirani v podjetjih: Cimos Koper z uvedbo sistema projektnega vodenja kot poslovne funkcije, v pripravi pa je prehod na sočasno osvajanje izdelka; Litostroj EI, kjer je uveden sistem projektnega vodenja izvedbe naročil in izvedena integracija s ERP sistemom SAP; Kolektor LIV Postojna, kjer je uveden sistem projektnega vodenja osvajanja izdelkov in izvedena povezava s sistemoma PDM in PLM; ter ETI Izlake, kjer je uveden sistem projektnega vodenja osvajanja izdelkov in izvedbe naročil.

(1d) Za realizacijo ADMS je dana v raziskavah velika teža na informatizaciji in sicer v luči (1) zajema podatkov o stanju sistema ter o stanju naročila, (2) razvidnosti in transparentnosti stanja v ADS-u in na mrežnem koordinacijskem nivoju, ter (3) za podporo vodenju sistema, ki mora biti zagotovljena kadarkoli, od koderkoli. Realizirane so naslednje implementacije: Sistem za spletno spremljanje in podporo odločanju v distribuiranem okolju LIMES je pilotno implementiran v tovarni Litostroj E.I. Avtorji so za to inovacijo prejeli Zlato priznanje za inovacijo Gospodarske zbornice Slovenije I.2004. Sistem za nadzor in krmiljenje testnih sistemov na daljavo – Cimos, Koper. Avtorji so za to delo prejeli Nagrado za najboljšo delo na Cimosovem dnevu raziskav I. 2006. V okviru Eureka projekta COSAP je bil razvit sistem za podporo montažnim in drugim procesom na terenu. Elementi sistema so implementirani v podjetjih Litostroj E.I. in Trimo. Slovenski partnerji so prejeli priznanje EUREKA Diploma za EUREKA projekt E! 2612 FACTORY COSAP v I.2005.

(1e) (1e1) Razvit je sistem za testiranje rudarskih vrtalnih garnitur in implementiran v Premogovniku Velenje, HTZ. Za originalno rešitev, so avtorji prejeli Srebrno priznanje za inovacijo Gospodarske zbornice Slovenije I. 2005.

(1e2) Razvit je namizni CNC gravirno-frezalni stroj LAKOS 150 G. Zasnovan je kot učni pripomoček za poučevanje mehatronike na različnih izobraževalnih ravneh – od srednjih strokovnih šol, višjih šol in univerz. LAKOS 150 je tudi gradnik evropske raziskovalne mreže pod pokroviteljstvom mreže odličnosti NoE I*PROMS. (1e3) V sodelovanju z LAKOS in KOLT je razvit Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih tridimenzionalnih oblik. Sistem omogoča hitro, enostavno in natančno izdelavo replik zahtevnih površin in s tem odpira številne nove možnosti v industriji, medicini, arheologiji, umetnosti in drugod. Avtorji inovacije imajo vabljen predstavitev sistema na 4. mednarodni razstavi raziskav in inovacij (European Research and Innovation Exhibition, Paris, 2008) pod sponzorstvom združenja EMIRAcle. (1e4) Razvoj industrijske naprave za realizacijo termičnega procesa za hkratno pasterizacijo in mehko kuhanje jajc Zlato jajce. Produkt je v redni prodaji, www.kogast.si. Avtorji so za to inovacijo prejeli Zlato priznanje za inovacijo Gospodarske zbornice Slovenije I.2005. (1e5) Na osnovi meritev dinamičnih značilnosti je razvit model gibanja traku mineralne volne na tehtnici in model uporabe rezultatov merjenja tež med izdelavnim procesom za sprotno ugotavljanje porazdelitve gostote snovi po površini tehtnice s pomočjo ustrezne razvrstitve časovnih funkcij. (1e6) Za krmiljenja procesa

električnega uporovnega varjenja je bil na osnovi merjenja signalov (varilna napetost, varilni tok, pritiska sila in pomik elektrod) zasnovan krmilni algoritem, ki identificira pojavljanje brizganja in v trenutku, ko do tega pride, prekine varjenje. Na osnovi emisije slišnega zvoka, je bil realiziran algoritem za varjenje pocinkane jeklene pločevine v avtomobilski industriji tako, da se lahko napove nosilnost zvara in ugotavlja izrabljenost elektrod. **(1e7)** Na programirljivem logičnem krmilniku na osnovi Riccatijeve enačbe smo uspeli realizirati optimalni krmilnik, ki na osnovi odziva sistema sproti določa sistemsko matriko in temu primerno spreminja povratno zvezo.

Raziskovalni sklop (2) **Optodinamika in laserski sistemi** vključuje rezultate dela na področju optodinamike, laserskih virov, laserskih merilnih sistemov in laserskih mikorobdelovalnih procesov:

(2a) Optodinamika, ki predstavlja multidisciplinarni opis dinamskih vidikov interakcije svetlobe s snovjo, je teoretično in praktično izhodišče ter središče raziskav na Katedri za optodinamiko in lasersko tehniko. Z lasersko svetlobo vzbuja mehanske premike, hkrati pa jo tudi uporabimo za detekcijo in diagnostiko nastalih pojavov.

Na področju osnovnih optodinamskih raziskav je bil poudarek na optodinamskih pojavih v tekočinah. Raziskave tega pojava so pomembne zaradi vedno večje uporabe laserjev v medicini, posebno v mikrokirurgiji. Osnovni in spremljajoči pojavi še vedno niso teoretično in eksperimentalno dovolj pojasnjeni. Raziskali smo pomembne vidike nastanka in evolucije kavitacijskega mehurčka in spremljajočih udarnih valov, do katerih pride pri lasersko induciranem dielektričnem preboju v tekočinah. Z analizo detektiranih optodinamskih valov v bližnjem in v daljnem področju ter z analizo slik smo določili osnovne značilnosti področja lasersko induciranega preboja in kavitacijskega mehurčka, kot so njegova dimenzija in oscilacije. V posebnem primeru preboja v neposredni bližini gladine smo z analizo detektiranih valov ugotovili obliko področja, v katerem pride do preboja. Delo smo predstavili v številnih publikacijah v najpomembnejših svetovnih znanstvenih revijah.

(2b) Laserski merilni sistemi

Raziskave in razvoj laserskih merilnih sistemov za hitro merjenje tridimenzionalne oblike teles so potekale v naslednjih smereh:

(a) za potrebe slovenskih podjetij smo prvenstveno razvijali merilne sisteme za nadzor lege in končnih dimenzij izdelkov v različnih fazah proizvodnje, s ciljem izboljšave kvalitete izdelkov in zmanjšanja stroškov proizvodnje. Med najvidnejše aplikacije s tega področja se uvrščajo: nov model merilnika oblike stopal, ki smo ga razvili v sodelovanju s čevljarstvo industrijo Alpina; nov sistem za nadzor oblike in končnih dimenzij jermenov, ki je bil razvit v sodelovanju z Goodyearom iz Kranja; nov merilni sistem za sprotno ugotavljanje preseka talilnih zvarov, ki je bil razvit za potrebe podjetij Cimos in Revoz ter nov inovativen optični merilnik lege šivnega zvara razvit za potrebe TPV. (b) Interdisciplinarne raziskave v sodelovanju s slovenskim zdravstvom. Potekale so v smeri razvoja laserskih merilnih sistemov za hitro merjenje oblike človeškega telesa. Pri tem je bil poudarek na iskanju bolezenskih sprememb in učinkov zdravljenja na obliko različnih delov človeškega telesa. Tako smo v sodelovanju z Bolnišnico Golnik razvili merilni sistem za spremljanje pravilnosti dihanja. V sodelovanju z Dermatovenerološko kliniko KCL smo razvili sistem za spremljanje celjenja ran. Za potrebe Bolnišnice v Mariboru smo razvili laserski merilni sistem za merjenje ukrivljenosti hrbtenice. V sodelovanju z Nevrološko kliniko v Ljubljani razvijamo sistem za kvantifikacijo učinka botulina pri zdravljenju tortikollisa.

(2c) Laserski viri

V sodelovanju z "Institute for Forming and High Power Laser Technology" iz "Vienna University of Technology", Dunaj Avstrija smo razvili nov pristop za preklap kvalitete za bliskovne laserje na osnovi optičnega vlakna. Princip delovanja temelji na uporabi elastooptičnega modulatorja, ki ga krmilimo v resonančnem načinu, tako da je potrebna krmilna napetost za dva velikostna reda manjša od klasičnega pristopa v primeru elektro-optičnih oziroma akusto-optičnih modulatorjev.

(2d) Laserski mikroobdelovalni procesi - LOP.

Raziskave na področju LOP so zasnovane kot sistematična podpora razvojnim potrebam slovenskih podjetij tako proizvajalcev laserskih sistemov, kot tudi njihovih uporabnikov uvajanju laserskih tehnologij. Raziskave potekajo na treh področjih, ki se med seboj močno prepletajo: (2d1) aplikacija novih temeljnih znanj s področja optodinamike ter interakcije laserske svetlobe s snovjo na področju LOP, (2d2) razvoj novih diagnostičnih metod za LOP in (2d3) razvoj novih laserskih obdelovalnih postopkov ter sistemov zanje. Med dosežki na tem področju v obdobju 2004/08, ki jih štejemo za svetovne novitete, lahko navedemo: razvoj novih optodinamskih metod, ki omogočajo sprotni nadzor laserskega čiščenja, laserskega vrtanja mikro- in makro- izvrtin ter laserskega graviranja tiskanih vezij, razvoj metode in sistema za hitro in fleksibilno lasersko označevanje in graviranje močno ukrivljenih površin ter razvoj novih metod za sprotno spremljanje deformacij obdelovancev med laserskim upogibanjem, varjenjem in označevanjem.

(3) Raziskovalni sklop **Laserski obdelovalni procesi, oplemenitenje površin in neporušne preiskave** vključuje lasersko toplotno obdelavo in oplemenitenje površin na konstrukcijskih in orodnih jeklih z ali brez termo-mehanskega utrjevanja površin.

V preteklem obdobju je delo v okviru programske skupine na navedenem področju potekalo po načrtovanem programu. Težišče opravljenih raziskav je vezano na področje utrjevanja površinskih slojev po laserskem kaljenju, laserskem površinskem legiranju, laserskem udarnemu utrjevanju in po indukcijskem površinskem kaljenju.

(3a) Pri laserskem transformacijskem kaljenju smo opravili obsežno eksperimentalno študijo na različnih absorberjih. Znano je, da je absorptivnost pri nizkih temperaturah relativno nizka, zato so te študije bistvenega pomena za racionalno rabo razpoložljive energije. Pri analizi smo upoštevali tudi ugotovitve Wissenbacha o vplivu vpadnega kota laserske svetlobe in vplivu različno pripravljenih površin od mehanskih do kemičnih ali elektrokemičnih postopkov. Med obsevanjem površine z absorpcijskim premazom z lasersko svetlobo smo uporabili merjenje napetostnega signala elektromagnetnega sevanja s foto diodo in polinomsko aproksimacijo odzivne površine.

(3b) V sklopu laserskega legiranja smo raziskovali uporabo zlitin Stellite 6 ter Stellite 8, ki dajeta pri oplaščenju cenениh materialov izjemno visoko trdoto in obrabno odpornost. Pri optimiranju procesa legiranja smo izbrali različne gostote moči in hitrosti taljenja materiala oziroma oblaganja. Pri uporabi Gaussovega izvora je potrebno upoštevati stopnjo prekrivanja in različne načine vodenja laserskega snopa, saj mesto prekrivanja pogosto predstavlja mikrostrukturno bistveno drugačno stanje in lahko prihaja do razpok ali/in poroznosti. Pomemben del preiskave legiranih slojev predstavlja mikrostrukturna in mikrokemična analiza. Predvsem je pomembna velikost in porazdelitev karbidov v osnovni martenzitni matici. Uspešnost tega dela raziskave nam je v začetku letošnjega leta omogočila sodelovanje z izjemnim laserskim centrom na Univerzi Tennessee

s profesorjem Narendra Dahotro ter s profesorjem de Hossonom iz Univerze Groningen in sodelavci. Raziskava je bila podprta s sprotnim merjenjem deformacije pri različnih vnosih energije ter različnimi načini vodenja laserskih sledi ter različnimi stopnjami prekrivanja. Po končanem legiranju površinskega sloja smo merili tudi zaostale napetosti in določili zvezo med deformacijo in zaostalimi napetostmi.

(3c) V sklopu laserskih obdelovalnih procesov smo skupaj s prof. Ocano iz Madrida in prof. Hillom iz Univerze California začeli delovati na področju laserskega utrjevanja z udarnimi valovi na maraging jeklu. Tako imamo z obema sodelavcema že prve rezultate in objave v mednarodnih revijah. Postopek laserskega udarnega utrjevanja je nov postopek, ki po obdelavi površin znatno izboljša odpornost materialov na utrujanje. Izvedli smo tudi hibridne tehnike utrjevanja, kot so različne kombinacije izločanja in udarnega utrjevanja. Pristop je nov in daje znatno izboljšanje odpornosti proti utrujanju. Raziskovali smo možnost laserskega izvajanja izločevalnega žarjenja in definirali pogoje in način segrevanja pri izbranih pogojih, da smo zagotovili optimalno mikrostrukturo po izločanju.

(3d) Na področju laserskega rezanja smo izvajali raziskave o deformaciji in napetostih, ki se pojavijo med procesom rezanja globoko vlečenega izdelka. Raziskava je potekala v TP Karoserije v Mariboru s ciljem, da optimiramo proces rezanja s čim manjšo deformacijo globoko vlečenih delov in da jih je možno sestaviti brez dodatne sile z laserskim varjenjem. Proces laserskega rezanja smo spremljali z dotičnimi PZT senzorji za merjenje akustične emisije, pritrjenimi na površino rezane površine. S faktorsko analizo smo potrdili značilen vpliv pogojev rezanja na izmerjene signale akustične emisije. Ugotovili smo zvezo med povprečno vrednostjo amplitude signala akustičnega signala in kakovostjo nastalega reza. Iz analize valovne oblike signala akustične emisije smo iz zajetih izbruhov akustične emisije v zveznem signalu pripisali nastanek brade na rezu med procesom rezanja, oziroma širše določili kakovost reza. Ocenjevanje kakovosti reza iz zajetih signalov akustične emisije je popolnoma nov pristop, ki kaže v sedanji fazi velike možnosti za uporabo v industrijskem okolju.

(3e) Na področju indukcijskega površinskega kaljenja sodelujemo s firmo ELDEC iz Nemčije, ki proizvaja stroje in naprave za indukcijsko kaljenje vključno z visokofrekvenčnim generatorjem kot izvorom za napajanje tuljave, preko katere poteka segrevanje. Sodelavci iz ELDEC-a so pripravili indukcijsko kaljene valjaste vzorce, meritve je opravila naša skupina, sodelavci iz Švedske, iz IVF Instituta pa so opravili analitični izračun notranjih in zaostalih napetosti. Sledila je primerjava naših eksperimentalnih rezultatov z njihovimi izračuni po ustreznem elektro-termo-mehanskem modelu. Izkazalo se je, da se izmerjeni rezultati izmerjenih tangencialnih glavnih zaostalih napetosti zelo dobro ujemajo z izračunanimi napetostmi po predlaganem modelu. Iz dobljenih rezultatov sledi, da je za optimiranje procesa segrevanja potrebno upoštevati dosežene poteke zaostalih napetosti po gašenju. Zaželeno je, da so zaostale napetosti na površini tlačne, zato je potrebno izvesti segrevanje s srednjimi hitrostmi. Za neodvisno preverjanje rezultatov modeliranja je vključen v to raziskavo še prof. Rudnev, direktor raziskav v Inductoheat (Michigan/USA).

Izvajali smo tudi neporušno testiranje toplotno obdelanih materialov z mikromagnetno metodo na osnovi Barkhausnovega šuma. Bistveni korak, ki smo ga naredili v zadnjem obdobju, je izdelava relativno majhnih specialnih tuljav z ali brez feromagnetnega jedra, kar omogoča uspešno karakterizacijo materialov vključno z upoštevanjem robnega efekta. Ključni razvoj senzorskih enot poteka v svetu v smeri miniaturizacije in izboljšane zanesljivosti ob upoštevanju, da se

zmanjša vpliv robnega efekta in oblike izdelka na rezultate testiranja. To je izjemnega pomena pri avtomatiziranem testiranju strojnih delov, ki imajo zapletene oblike, a zadosti velike površine za namestitev senzorske enote za testiranje. Rezultate meritev različnih vrst miniaturnih izvedb smo primerjali z rezultati dr. Wojtasa, ki razpolaga z industrijsko senzorsko enoto. Izkazala so se minimalna odstopanja, kar pomeni izjemno uspešno izdelavo senzorske enote. O rezultatih novih miniaturnih senzorskih enot smo poročali tudi v nekaterih revijah s faktorjem vpliva.

(4) V okviru raziskovalnega sklopa **Spajanje materialov** je vključena tudi dejavnost raziskovalcev iz Instituta za varilstvo v Ljubljani. Raziskave so potekale na področju varjenja s taljivo elektrodo v zaščitnem plinu, na uporovnem točkovnem varjenju in na laserskem navarjanju z mobilnim laserskim izvorom. V programskem obdobju 2004-2008 so potekale raziskave na področju varjenja v zaščitnih plinih s taljivo elektrodo in preizkusi laserskega mobilnega varjenja Slovenskih orodnih jekel.

V okviru laserskega navarjanja so v zadnjem obdobju izvedeni številni preizkusi z namenom, da ugotovimo vpliv specifike slovenskih orodjarskih jekel na kvaliteto laserskih navarov. Nadaljevale so se raziskave uporovnega točkovnega varjenja in uspešno aplicirale v produkte vodilnega svetovnega podjetja Bosch na področju varjenja raznovrstnih materialov, kot sta aluminij in jeklo.

Poleg tega se je raziskovalna skupina Instituta za varilstvo ukvarjala še z več kot 20 tekočimi raziskavami za podjetja.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Program je realiziran v celoti.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Q-switching of a fiber laser with a single crystal photo-elastic modulator
		ANG	Q-switching of a fiber laser with a single crystal photo-elastic modulator
	Opis	SLO	V članku je prvič predstavljen povsem nov in izviren pristop k aktivnem preklapljanju kvalitete v vlakenskem laserju z uporabo enojnega foto-elastičnega kristala. Modulator, ki oscilira v lastnem načinu, je bil realiziran z LiTaO ₃ . V njem se zaradi foto-elastičnega pojava inducira dvolomnost, ki s pomočjo polarizatorjev modulira vpadlo svetlobo. Če tak kristal vstavimo v laserski resonator lahko z njim preklapljamo njegovo kvaliteto. Na ta način smo realizirali bliskovni vlakenski laser osnovan na Nd dopiranem 5 m dolgem vlaknu. Frekvenca bliskov je znašala 400 kHz, dolžina bliskov pa 300 ns.
		ANG	In the paper a new original approach on active Q-switching of a fiber laser by using a single crystal LiTaO ₃ photo-elastic modulator is presented first time. This induces due to the photo-elastic effect a modulated artificial birefringence which modulates the polarization of passing light. When used

			together with a polarizer inside a laser cavity the laser photon life time is strongly modulated and the laser may start to emit laser pulses. We realized this with a fiber laser based on a 5m long double clad Nd-doped fiber. The pulse repetition frequency was 400 kHz and the pulse duration 300ns.
	Objavljeno v		BAMMER, Ferdinand, PETKOVŠEK, Rok. Q-switching of a fiber laser with a single crystal photo-elastic modulator. Opt. express, 2007, letn.15, št. 10, str. 6177-6182. http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=oe-15-10-6177 .
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	9991451	
2.	Naslov	SLO	Feasibility study of acoustic signals for on-line monitoring in short circuit gas metal arc welding
		ANG	Feasibility study of acoustic signals for on-line monitoring in short circuit gas metal arc welding
	Opis	SLO	Akust. valovanje pri obločnem varjenju v zaščitnem plinu je bilo zajeto z mikrofonom v okolici varilnega procesa in z PZT senzorjem v materialu. Ocenjevanje vplivov na nastanek zvočne emisije je bilo izvedeno varjenje na dveh različnih vrstah nelegiranih jekel, dve vrsti zaščitnih plinov in elektrodni material VAC60. Rezultati so pokazali, da signali, zajeti z mikrofonom, dajejo znatno več informacij o poteku varilnega procesa, oz. o nastanku kratkega stika in obloka glede na prosto dolžino elektrode. Akust. signali omogočajo oceno stabilnosti varilnega procesa in detekcijo varilnih napak.
		ANG	Acoustic waves generated during GMAW process were measured in surrounding air and in weld-pieces using a microphone and PZT sensor. To evaluate influences on sound generation extensive experiments were performed with two different unalloyed carbon steels using two types of shielding gas and varying distance between welding nozzle and weld-piece. Results indicate that the main source of acoustic waves in short circuit metal transfer mode is arc reignition. From acoustic signals one can easily assess process stability and detect welding conditions resulting in weld defects.
	Objavljeno v		GRAD, Ladislav, GRUM, Janez, POLAJNAR, Ivan, SLABE, Janez Marko, Feasibility study of acoustic signals for on-line monitoring in short circuit gas metal arc welding, Int. j. mach. tools manuf.. [Print ed.], 2004, letn. 44, št. 5, str. 555-561. http://www.sciencedirect.com/science/journal/08906955 .
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	7060251	
3.	Naslov	SLO	Realistic lead time scheduling of operations of orders. Int. j. mach. tools manuf.
		ANG	Realistic lead time scheduling of operations of orders. Int. j. mach. tools manuf.
	Opis	SLO	V delu je raziskana vloga razporejanja pretočnih časov operacij naročil v okviru celotnega planiranja in krmiljenja proizvodnje. Predlagane so računalniško podprte procedure za določitev realnega srednjega pretočnega časa operacij in realno razporejanje pretočnih časov operacij. Predstavljeni so rezultati raziskave določanja srednjih pretočnih časov operacij in razporejanja operacij naročil, ki je bila izvedena v podjetju , ki proizvaja opremo za gradbeništvo.
		ANG	In this research, the role of the lead time scheduling of operations of orders within the whole production planning and control process is elaborated. Computer-aided procedures, needed to determine the real mean lead time of operations, and the real lead time scheduling of operations of orders are proposed. The results of determining mean lead times of operations, and the lead time scheduling of operations of orders, that was carried out in a company which produces equipment for civil engineering, are reported.
	Objavljeno v		KUŠAR, Janez, BREZOVAR, Aleš, GRUM, Janez, STARBEK, Marko. Realistic lead time scheduling of operations of orders. Int. j. mach. tools manuf.. [Print ed.], 2004, letn. 44, št. 10, str. 1037-1046. http://www.sciencedirect.com/science/journal/08906955 .
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	7237147	
4.	Naslov	SLO	Optodynamic characterization of the chock waves after laser-induced breakdown in water.

		ANG	Optodynamic characterization of the chock waves after laser-induced breakdown in water.
	Opis	SLO	V članku so predstavljene meritve lasersko povzročenega kavitacijskega mehurčka in udarnih valov. Meritev je bila osnovana na uporabi kombinacije kompenziranega interferometra in laserske odklonske sonde, ki predstavlja novost na področju. Z interferometrom je bila določena relativna lega lasersko inducirane preboja. Iz časa preleta od mesta preboja do merilnega žarka odklonske sonde je možno dobiti hitrost, iz hitrosti pa tlak v udarnih valovih. Dve območji padanja tlaka z razdaljo sta bili identificirani, kar kaže na močno slabljenje v začetni fazi širjenja udarnih valov.
		ANG	Measurements of the laser induced cavitation bubble and shock wave are presented using a combination of a beam-deflection probe and an arm-compensated interferometer. The interferometer was used to determine the relative position of the laser-induced breakdown. The time-of-flight data from the breakdown site to the probe beam yielded the velocity, and from the velocity the shock-wave pressure amplitudes were calculated. Two regions were found where the pressure decays with different exponents, pointing to a strong attenuation mechanism in the initial phase of the shock-wave propagation.
	Objavljeno v		PETKOVŠEK, Rok, MOŽINA, Janez, MOČNIK, Griša. Optodynamic characterization of the chock waves after laser-induced breakdown in water. Opt. express, 2005, letn.13, št. 11, str. 4107-4112. http://www.opticsexpress.org/ .
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		8259611
5.	Naslov	SLO	High-speed measurements of steel-plate deformation during laser surface processing.
		ANG	High-speed measurements of steel-plate deformation during laser surface processing.
	Opis	SLO	Predstavljen je nov način sprotnega merjenja deformacij, ki se na površini jeklene plošče pojavijo med različnimi vrstami laserskih procesov, kot so: graviranje, označevanje, rezanje, krivljenje in varjenje. Merski sistem je osnovan na metodi laserske triangulacije, kjer laserski projektor istočasno projicira več laserskih črt. Tak pristop omogoča merjenje oblike površine z zelo veliko hitrostjo vzorčenja in natančnostjo.
		ANG	A novel approach to on-line measurements of the steel plate surface deformations during various types of laser processing, e.g., engraving, marking, cutting, bending, and welding is presented. The measuring system is based on a laser triangulation principle, where the laser projector generates multiple lines simultaneously. This enables one to measure the shape of the surface with very high sampling rate and accuracy.
	Objavljeno v		JEZERŠEK, Matija, GRUDEN, Valter, MOŽINA, Janez. High-speed measurements of steel-plate deformation during laser surface processing.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		7582491

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

			Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat
1.	Naslov	SLO	Naprava za določitev velikosti in oblike stopala
		ANG	Apparatus for determining size and shape of a foot
	Opis	SLO	Razvita naprava je namenjena 3D merjenju velikosti in oblike stopal. Deluje na osnovi laserske triangulacije z večlinijskim osvetljevanjem. Bistvene prednosti te naprave pred konkurenčnimi so predvsem natančnost, hitrost merjenja in neobčutljivost na zunanje motnje. Napravo uporablja domači proizvajalec obutve (Alpina) v svoji trgovski mreži kot pomoč pri svetovanju in izbiri najustreznejše velikosti in volumna čevljev in sicer ločeno za levo in desno stopalo. Sistem vsako meritev arhivira v bazo stopal, na osnovi katere poteka nadaljnji razvoj novih modelov obutve.
			The developed device is intended for 3D measurement of size and shape of feet. Its function is based on laser triangulation with multiple-line

		illumination. Essential advantages of this device against its competition are mainly accuracy, speed of measurements and insensibility to outside disturbances. The device is used by domestic footwear manufacturer (Alpina) as an aid in advising and selecting the most suitable shoe size and volume - separately for the left and right foot. The system stores every measurement into a database which serves as a base for further development of new shoe models.
	Šifra	F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
	Objavljeno v	BRAČUN, Drago, JEZERŠEK, Matija, MOŽINA, Janez. Apparatus for determining size and shape of a foot : International publication number WO 2004/037085 A1 : international publication date 6 may 2004. [S.I.]: World Intellectual Property Organization, International Bureau, 06.05.2004. 1 listina, graf. prikazi
	Tipologija	2.24 Patent
	COBISS.SI-ID	7558939
2.	Naslov	SLO Ustanovitev evropskega združenja EMIRAcle
		ANG Establishment of the european asociation EMIRAcle
	Opis	SLO Člani programske skupine so soustanovitelji združenja EMIRAcle-European Manufacturing and Innovation Research Association, a cluster leading excellence, s sedežem v Bruslju, ki ga je l.2007 ustanovilo 20 v Evropi najbolj uveljavljenih raziskovalnih inštitucij s področja proizvodnega inženirstva. Te povezane organizacije vključuje znanstveno, strokovno in sociološko ekonomske aspiracije. Njeno poslanstvo je generirati preboj v viziji, tehnoloških napovedih in razvoju strateških programov za dolgoročne, kolaborativne in sočasne raziskave.
		ANG Establishment of EMIRAcle-European Manufacturing and Innovation Research Association, a cluster leading excellence, The 6FP Network of Excellence, funded by the European Commission, has now been transformed into a sustainable association known as EMIRAcle. The objectives of this joint organisation of 20 European research institutions include scientific, technical and socio-economic aspirations. Its mission is to generate a breakthrough in vision, technological forecasting, strategic program development and organizational development for long-term, collaborative and concurrent research.
	Šifra	D.02 Ustanovitev raziskovalnega centra, laboratorija, študija, društva
	Objavljeno v	EMIRAcle Newsletter: http://www.vrl-kcip.org/spip.php?rubrique95
	Tipologija	1.25 Drugi članki ali sestavki
	COBISS.SI-ID	0
3.	Naslov	SLO COSTV - Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja
		ANG COSTV - Centre of excellence for modern avtomation technologies
	Opis	SLO V okviru COSTV se izvaja projekt: Projektno vodenje v sistemu naročil, v okviru katerega sta bila razvita dva modela projektnega vodenja naročil: vodenje projektov osvajanja novih izdelkov s kasnejšim prehodom na serijsko proizvodnjo ter vodenje projektov individualne proizvodnje. Za implementacijo obeh modelov je bilo oblikovano ustrezno organizacijsko in komunikacijsko okolje ter izdelana sistemska dokumentacija. Oba modela sta implementirana v realnem okolju sodelujočih podjetij LIV Postojna in ETI Izlake.
		ANG The "Project management in the system of orders" project is being carried out in the COSTV. Two models of project management of orders were developed: project management of new product- and process development with a subsequent transition to serial production and management of individual production projects. Suitable organisation- and communication environment was established and system documentation was made. Both models were implemented in real environments of participating companies LIV Postojna and ETI Izlake.
	Šifra	D.07 Vodenje centra/laboratorija
	Objavljeno v	http://www.tvp.si/index.php?id=14

	Tipologija	1.25	Drugi članki ali sestavki
	COBISS.SI-ID	0	
4.	Naslov	SLO	International Journal of Microstructure and Materials Properties (Mednarodna revija o mikrostrukturah in lastnostih materialov)
		ANG	International Journal of Microstructure and Materials Properties
	Opis	SLO	Član programske skupine prof. Grum je v letu 2004 sprejel povabilo dr. Mohammed Dorghama, odgovornega za izdajanje revij pri založbi Inderscience za področje, ki ga znanstveno pokriva. Glede na vse večjo pomembnost povezovanja mikro in nano struktur z lastnostmi in obnašanjem kovinskih in nekovinskih materialov in pomanjkanje te vrste revij je bila pobuda hitro sprejeta. Pomemben korak ob ustanovitvi revije je predlaganje znanstvenega odbora v katerega je glavni in odgovorni urednik ter ustanovitelj revije povabil sodelavce in kolege iz tujine, ki delujejo na sorodnih področjih.
		ANG	In 2004 prof. Grum accepted an invitation of Dr. Mohammed Dorgham, who is responsible, with the Inderscience Publ., for a range of science journals. Given an increasing importance of combining micro and nano structures with properties and behaviour of metal and non-metal materials and lack of such journals, the suggestion was rapidly accepted. An important step in founding the journal was a proposal to establish a Scientific Board, to which the Editor-in-Chief and the founder of the journal invited collaborators and colleagues engaged in the related fields from abroad.
	Šifra	C.04	Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v	International Journal of Microstructure and Materials Properties	
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	8823323	
5.	Naslov	SLO	Puhovo priznanje
		ANG	The Puch Award
	Opis	SLO	Člani PS: dr. M. Jezeršek, dr. D. Bračun in izr.prof.dr. J. Diaci so prejeli Puhovo priznanje za leto 2006 za izume in razvojne dosežke na področju laserskih sistemov za 3D merjenje oblike teles. Nagrajenci so razvili več izvirnih optičnih merilnih sistemov, ki na principu aktivne triangulacije zaznavajo in merijo obliko poljubnih teles. Tovrstne naprave v podjetju Alpina omogočajo izdelavo obutve, prilagojene kupcu. V podjetju Goodyear laserski sistemi dinamično testirajo gumijaste izdelke in zračne vzmeti. V Kliničnem centru zdravnikom omogočajo spremljati celjenje kožnih razjed.
		ANG	Members of the PG M. Jezeršek, D. Bračun and Assoc.Prof. J. Diaci won the Puch award in 2006 for innovations and development achievements in the field of laser systems for 3D shape measurement. They have developed several innovative optical measuring systems based on the principle of the active triangulation which enable e.g. the company Alpina to produce footwear accommodated to the customer, the company Goodyear to dynamically test rubber products and air springs and the doctors in Slovenian national Clinic center to track the healing of wounds.
	Šifra	E.01	Domače nagrade
	Objavljeno v	Finance 228/2006	
	Tipologija	1.25	Drugi članki ali sestavki
	COBISS.SI-ID	0	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Proces transformacije proizvodne industrije iz tradicionalne industrije v novo, ki bo temeljila na znanju in inovacijah ter visoki dodani vrednosti, zahteva drugačne koncepte in metode proizvodnje, predvsem s ciljem boljšega obvladovanja naraščajoče kompleksnosti proizvodnje, njen trajnostni razvoj in visoko konkurenčno sposobnost industrijskih subjektov.

Doseženi so bili rezultati, ki bodo prispevali k preobrazbi proizvodne industrije. Razvit je originalen pristop k strukturiranju in krmiljenju kompleksnih distribuiranih proizvodnih sistemov, ki je prepoznan v svetovnem merilu. Pregled dosedanjih raziskav doma in v svetu kaže, da je tako uspešnost osvajanja novega izdelka, kot tudi eksploatacija proizvodnih sistemov odvisna predvsem od elementa čas. Samo pravočasni nastop na globalnem trgu, ob čim nižjih stroških poslovanja podjetja (optimizacija layout-a) zagotavlja konkurenčno prednost podjetja.

Pomen sklopa Optodinamika in laserski sistemi za razvoj znanosti so:

Za znanost v širšem smislu so pomembni predvsem rezultati raziskav dinamskih vidikov interakcije med svetlobo in snovjo. Poznavanje posebnih oblik gibanja snovi, ki jih dobimo pri obsevanju z lasersko svetlobo je pomembno za nadaljnji razvoj laserskih obdelav in laserske medicine. Posebej zanimive so tudi možnosti uporabe optodinamskih odzivov za sprotno kontrolo in krmiljenje procesov, ki jih povzročajo bliskovni laserski izvori.

Rezultati razvoja laserskih merilnih sistemov bodo uporabni na več segmentih temeljnega raziskovalnega področja proizvodnih tehnologij in sistemov.

Medicinski tehnološki razvoj gre v smer neinvazivno pridobljenih podatkov o delovanju človeškega telesa in obenem k vedno večji objektivizaciji meritev. Laserska triangulacija je metoda, ki izpolnjuje ta dva bistvena elementa in je kot taka v kontekstu sedanjega razvoja medicinske tehnologije. Razviti merilni sistemi so nova temeljna orodja za nadaljnje raziskave na področjih medicine in proizvodnih znanosti.

Za znanost v širšem smislu so pomembni prispevki na področju optodinamskih metod za diagnostiko laserskih mikro obdelovalnih procesov zlasti na področju procesov z ultrakratkimi laserskimi bliski. Za razvoj proizvodnih tehnologij pa so zanimivi prispevki na področju uporabe novih vlakenskih laserskih virov na področju mikro- in makro obdelav.

Dosežena so nova spoznanja o razvoju in uporabi kompleksnih opto-mehatronske naprave. Za ožje raziskovalno področje prikazovalnikov so zanimive študije vpliva različnih vrst mehanskih obremenitev na obseg barvnega prostora prikazovalnikov s tekočimi kristali.

Pomen sklopa Laserskih obdelovalni procesi, oplemenitenje površin in neporušne preiskave za razvoj znanosti so:

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

V okviru laserske toplotne obdelave, pretaljevanja in oblaganja (legiranja) so razvite in v praksi testirane on-line metode za optimiranje teh procesov.

Z raziskavami oblaganja in reparaturnega laserskega varjenja oziroma navarjanja je bila razvita metoda, ki zagotavlja optimalne lastnosti navarjenega ali reparaturno navarjenega sloja.

Z neporušnimi preiskavami z mikromagnetno metodo in z akustično emisijo je bila razvita tehnika hitrega določevanja stanja materiala izdelka po kateri koli laserski, toplotni ali mehanski obdelavi.

Pomen sklopa Spajanje materialov za razvoj znanosti je:

Raziskave so dale pomembna nova spoznanja na področju varjenja s taljivo elektrodo v zaščitnem plinu, uporovnega točkovnega varjenja in laserskega navarjanja z mobilnim laserskim izvorom.

ANG

Manufacturing systems

The transformation of manufact. industry from the traditional industry into a new one, which is based on knowledge, innovation and high added value requires different and innovative concepts and methods of manufacturing, which enable better mastering of ever increasing complexity in manufacturing, its sustainable development and high competitiveness of industrial subjects.

The research results will contribute to the radical transformation of the manufacturing industry. An original approach to structuring and control of distributed manufacturing systems has been developed, which is well recognized on the global scale.

Findings related to product development and production system operations confirm the time is the key element for effective processes.

Optodynamics and laser systems

Optodynamics. The result of research of dynamic point of view of interactions between light and material is important for the science in a general sense. The knowledge of a special sort of material motion obtained by laser-light irradiation is important for laser machining as well as for laser medicine.

Laser measurement systems. The results of the development of laser measurement systems prove to be useful on several segments of basic scientific research in the field of production technologies and systems. The technical development in medicine is aimed at obtaining facts about the functioning of the human body in a non-invasive way as well as obtaining increasingly more objective measurements. Laser triangulation perfectly fulfils both essential elements. The developed measurement systems represent the basic tools for further research. Laser sources. Researches in the field of completely new method for quality switching of fiber lasers based on a single crystal photo-elastic modulator are significant for the science progress. Important results are obtained from simultaneously use of multiple crystal oscillation modes, which enable fast optical response and are therefore especially suitable for Q-switching.

Laser manufacturing processes (LMP). We obtained the results which contributed of wider importance to science in the area of optodynamic methods for LMP diagnostics especially in the field of laser processing using ultra-short laser pulses.

Optomechatronic systems. The contributions in the form of new knowledge on development and applications of complex optomechatronic systems are obtained. Studies on the influence of various mechanical loads on color gamut of liquid crystal displays are of interest to the display technology.

Laser material processing

The results obtained in research of laser processing provide a new knowledge in the field of materials and new technologies. Applicative research improved the existing laser technologies and developed new ones for industrial applications. The new technologies are developed to make the work with applications easier. By means of synergy between pedagogical and research work, personnel capable of transferring research results to various industrial branches are educated and qualified. In connection with laser heat treatment, remelting and cladding (alloying) methods for on-line optimisation of the processes concerned are developed and practically tested. Surface integrity was studied, and in this relation energy input was optimized. In all cases of laser heat treatment or other heat treatment processes influences of mechanical post-treatment on surface integrity is considered. From acoustic emission during quenching the quality of quenching is inferred and criteria of quenching-process optimisation were determined.

By means of non-destructive testing with the micro-magnetic method and acoustic emission, a technique of rapid determination of material state after any laser, heat or mechanical treatment process was developed.

Joining of materials

Research and development in the fields of gas metal arc welding (GMAW), resistance spot welding (ASW), laser cladding using mobile laser source.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Rezultati raziskovalnega sklopa Proizvodni sistemi bodo omogočili slovenskim podjetjem uspešnost tekmovanja na globalnem trgu. Rezultati so pomembni tudi za podjetja v EU in širše. Integrirani sistem načrtovanja in vodenja procesno orientirane proizvodnje omogoča slovenskim podjetjem doseganje kratkih dobavnih rokov, prave kakovosti in nizke lastne cene proizvodov. Rezultati raziskovalnega programa omogočajo reševanje mnogih odprtih vprašanj v slovenskih podjetjih, ki se integrirajo v enotno evropsko tržišče. Rezultati omogočajo znaten dvig dodane vrednosti v malih in srednje velikih podjetjih, ki so v Sloveniji prevladujoča in posamično ne obvladujejo kritičnega nivoja znanj in tehnologij, ki bi jih potrebovala za pravo konkurenčnost na svetovnih tržiščih.

Raziskovalni sklop Optodinamika in laserski sistemi:

Študije lasersko induciranih dinamičnih pojavov na meji med kapljevino in plinom ter kapljevino in trdno snovjo so pomembne za uporabo v medicini in so torej zato posredno pomembne za slovenske proizvajalce laserskih sistemov namenjenih za uporabo v medicini (Fotona, Optotek). Prav tako je študija možnosti uporabe optodinamskih odzivov za sprotno kontrolo in krmiljenje bliskovnih laserskih procesov pomembna za proizvajalce industrijskih laserskih sistemov (LPKF, Fotona). S strani industrijskih parterjev vlada veliko zanimanje za triangulacijske merilne naprave, ki se razvijajo v okviru programa.

Raziskave in razvoj na področju vlakenskih laserjev direktno izhajajo iz potreb industrije in so začete na neposredno pobudo slovenskih proizvajalcev laserskih sistemov (LPKF, Fotona in Optotek). Rezultati predloženih raziskav so neposredno in takoj uporabni za uporabnike - proizvajalce laserskih sistemov v Sloveniji, ki na osnovi teh rezultatov razvijajo novo generacijo

laserskih sistemov, s katerimi bodo okrepili svojo konkurenčno sposobnost. Z njimi sodelujemo pri optimizaciji, razvoju programske opreme ter razvoju ustreznih mehatronskih podsistemov.

Pomen Laserskih obdelovalnih procesov, oplemenitenja površin in neporušnih:

Optimizacija procesov laserskega rezanja in utrjevanja zagotavlja ustrezno velikost in potek zaostalih napetosti ter čim manjša deformacija izdelkov. Rezultati raziskav o laserskem pretaljevanju in postopki oplastenja oziroma legiranja prispevajo k enostavnejši, cenejši in kvalitetnejši reparaturi poškodovanih strojnih delov in delov orodij. Postopki se v svetu vse bolj uveljavljajo in so vsekakor izjemno primerni za našo strojno-predelovalno industrijo.

V sklopu raziskav o gašenju jekel sodelujemo tudi s posameznimi delovnimi organizacijami, kot so slovenske železarne in Olma Ljubljana. Optimiranje procesa toplotne obdelave z upoštevanjem gasilnega sredstva in mase strojnih delov lahko pomeni znatno večjo kakovost proizvodov in nižje izdelovalne stroške z manj ali brez izmeta. Rezultati razvoja in testiranja doma razvite mikromagnetne metode so zelo zanimivi za Slovenijo saj se pričakuje, da bodo morali biti vsi strojni deli podvrženi 100 % kontroli.

Glede na poznane trende v svetu bodo zelo pomembno vlogo pri izdelavi strojnih delov imele neporušne preiskave materialov med in po njihovi izdelavi, ki so vključene v raziskovalni program in so zelo potrebne in pomembne za slovensko industrijo. Razvoj, izdelava ter uvajanje neporušnih metod odpirajo možnost za zagotavljanje 100 % nadzora kakovosti izdelkov. Vse raziskave so v povezavi s slovensko industrijo. Celoten razvoj na področju laserskih obdelovalnih procesov in sprememb lastnosti materialov bo prispeval k dolgoročnemu razvoju slovenskih podjetij, da bodo ostala konkurenčna evropski in svetovni industriji.

Pomen Spajanja materialov:

Opravljenе raziskave bodo imele predvsem ekonomski pomen za slovenska podjetja s področja kovinsko predelovalne industrije, strojogradnje in avtomobilske industrije.

ANG

The results of the research field Manufacturing systems allow for a successful competition of Slovenian companies on the global market. The results are also important for companies in the EU and in its vicinity. The integrated system of process-oriented production planning and control allow Slovenian companies to achieve short delivery times, the right quality and low cost-price of products. Research programme results allow for a solution of many open problems in Slovenian companies, which are getting integrated into the single European market. The results allow a considerable increase of added value in SMEs, which prevail in Slovenia but do not have the critical mass of knowledge and techniques required for good competitiveness on the global market.

Research field Optodynamics and laser systems:

The study of laser-induced phenomena in the liquid-gas boundary as well as gas-solid boundary is important in medicine and is therefore interesting for Slovenian producers of laser systems designed for medical use (Fotona, Optotek). Further, the study of possibilities of optodynamic responses for usage of simultaneously control of laser pulsed processes, is important for producers of industrial laser systems (LPKF, Fotona). Judging from the interest for the triangulation measurement devices developed in previous researches that potential users from the industry have shown we can confidently claim that some devices can be industrialized. Researches and development in the field of fiber lasers arose from the industrial needs and were started on direct initiative of Slovenian laser systems producers (LPKF, Fotona, Optotek). The research results are directly and immediately applicable to Slovenian companies that produce laser systems as a basis for industrialization of a new generation of laser systems. The research group cooperates with Slovene manufacturers mainly in the areas of laser systems optimization, control software development and development of mechatronic subsystems (work-piece manipulation, beam guidance,...).

Research field Laser material processing:

The laser cutting process and laser hardening processes have been optimized in a way to ensure adequate size and variation of residual stresses and as small as possible deformation of products. Research results on laser-beam remelting and cladding, i.e. alloying, contribute to simpler, cheaper and higher quality repair of damaged machine components and tool parts. The processes introduced worldwide are certainly most appropriate for our metal-working industry. Studies of steel quenching will include cooperation with companies such as Slovenian ironworks and Olma Ljubljana.

Taking into account the known world trends, non-destructive testing of materials during and after their manufacture, which is treated in the proposed research and is important for Slovenian industry, will play an important role in production of machine components.

Development and introduction of non-destructive methods into industrial applications opens the

way for 100% control of product quality. All research proposed is related to Slovenian industry. The entire advancement in the field of laser processing and changes of material properties contribute to a long-term development of Slovenian companies so as to make them competitive to European and world industries.

Research field Joining of Materials:

The studies will primarily have economic impact for Slovenian companies operating in the metal-working, machine and automotive industries.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	21	3
- doktorati	19	6
- specializacije	1	
Skupaj:	41	9

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	9	3	1
- gospodarstvo	9	15	
- javna uprava	1	1	
- drugo		2	
Skupaj:	19	21	1

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.	GRUM, Janez, BRUDAR, Božidar. English – Slovenian dictionary from the field of non-destructive testing with explanations. First printing, Slovenian Society for non-destructive testing, Ljubljana 2004, 263 p, 961-90610-0-4, [COBISS.SI-ID 216516864]. GRUM, Janez. Laser surface hardening, Eds.: TOTTEN, George E., FUNATANI K., XIE L.: Handbook of metall. process design, (Mat. eng., 24). New York; Basel: M. Dekker, cop. 2004, 641-731, [COBISS.SI-ID 7378715]. GRUM, Janez. Laser surface hardening, Eds.: TOTTEN, George E.: Steel heat treatment: equip. and process design. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, cop. 2007, 435-566, [COBISS.SI-ID 9694491]. Int. Jour. of Mat. and Product Techn. - IJMPT Vol. 24, No.1-4, 2005, 1 – 97, Quenching and Control of Distortion - Part I, Guest editors: J. Grum, G. E. Totten, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	2 pregledna prispevka 98 strani 9 prispevkov 142 strani
		13 prispevkov 168 strani

2.	Int. Jour. of Mat. and Product Techn. - IJMPT Vol. 26, Nos. 1/2, 2006, 1 – 197, Non Destructive Testing and Failure Preventive Technology, Guest editor: J. Grum, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	
3.	Int. Jour. of Mat. and Product Techn. - IJMPT Vol. 24, Nos.1-4, 2005, 99 – 240, Quenching and Control of Distortion - Part II, Guest editors: J. Grum, G. E. Totten, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. 013129	13 prispevkov 197 strani
4.	Int. Jour. of Mat. and Product Techn.- IJMPT Vol. 27 Nos. 3/4 2006, 141-298, Non Destructive Testing and Failure Preventive Technology, Guest editor J. Grum, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	12 prispevkov 147 strani
5.	Int. Jour. of Mat. and Product Techn.- IJMPT Vol. 29 Nos. 1-4, 2007, 1-357, Induction heating and hardening and welding, Guest editors: J. Grum, V. Rudnev, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	21 prispevkov 357 strani
6.	Int. Jour.of Microstr. and Mat. Prop.– IJMMP, Vol. 2, Nos. 1 2007, 1 -108, Heat Treatment and Surface Eng. of Tools and Dies, Guest editors: B.Smoljan, B. Matijević, J. Grum, Pub. by Inderscience Ent. Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	11 prispevkov 108 strani
7.	Int. Jour.of Microstr. and Mat. Prop. – IJMMP, Vol. 1, Nos.3/4, 2006, 259 – 429, Non Destructive Testing and Evaluation, Guest editor: J. Grum, Pub. by Inderscience Ent. Ltd.	15 prispevkov 170 strani
8.	Int. Jour.of Microstr. and Mat. Prop. – IJMMP, Vol. 3, No.1, 2008, 1-177, Thermal Process Modelling and Simulation, Guest editors: M. Tisza, J. Grum, Published by Inderscience Enterprises Ltd. http://dx.doi.org/10.1504/IJMPT.2007.013129	13 prispevkov 177 strani
9.	Proceedings of 7th Slovenian Conf. with Inter. Participation, Application of Contemporary Nondestructive Testing in Eng., Editor: Janez Grum, Adria–Airways, Sektor vzdrževanja letal, Brnik, 18.11.2004, pp. 154. Proceedings of 8th Inter. Conf. of the Slovenian Society for Non-Destructive Testing, Editor: J. Grum, Portorož, Slovenia, 1-3.9.2005. Ljubljana: Slovenian Society for Non-Destructive Testing, 2005, pp. 474.	
10.	Zbornik 39. CIRP Int. Seminar on Manufac. Systems, P. Butala, G. Hlebanja (ur.). The morphology of innov. manufact. systems. Ljubljana: Faculty of Mech. Eng. UL, 2006. 1 CD, barve. ISBN 961-6536-10-9. [COBISS.SI-ID 226872064]	80 prispevkov 570 strani

*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	42
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	1
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	
Skupaj:	43

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

Mednarodno združenje EMIRAcle – člani programske skupine so soustanovitelj združenja EMIRAcle-European Manufacturing and Innovation Research Association, a cluster leading excellence, s sedežem v Bruslju, ki ga je l.2007 ustanovilo 20 v Evropi najbolj uveljavljenih raziskovalnih inštitucij s področja proizvodnega inženirstva

EU FP 6: Network of Excellence VRL KCIP: Virtual Research Lab for a Knowledge Community in Production; NMP2-CT-2004-507487, Contract Number 507487 (1.6.2004 - 30.05.2008)

EU FP 6: European Virtual Center for Innovation Excellence Assessment – VIVA, NMP2-CT-2005-013800, Contract Number 013800 (1.7.2005 - 30.6.2007)

EU FP 6: Centresless Grinding Simulation part II - 'CEGRIS II', Specific Targeted Research Project - STREP (1.11.2005 - 31.10.2008)

EUREKA FACTORY COSAP (E! 2612) – Customer-oriented Design of On-Site Assembly Processes
EUREKA-FACTORY TRUST (E! 2736): Use of Regional Potentials With Respect To Problem-Solving Processes in Production

EUREKA-FACTORY APOMAT (E!3781): Development, Engineering, Design And Testing Of A Storage-Commissioning-System Prototype For Drugs And Applications

EUREKA PRO-FACTORY UES (E!4177): Ubiquitous Oriented Embedded Systems For Globally Distributed Factories Of Manufacturing Enterprises

LASTED.NET - Laser Technology Educational Network - SI/04/B/F/NT-176011 - financiranje: EU, program Leonardo da Vinci. nosilec projekta iz programske skupine.

GLOBAL MAT - Zagotavljanje kakovosti pri pogodbenem izvajanju varilskih del s poudarkom na delih na naftnih ploščadih, program Leonardo Da Vinci.

EURODATA - Harmonizirani mednarodni izpiti za mednarodne varilne inženirje, program Leonardo Da Vinci.

WELDSPREAD - Razvoj mednarodnega izobraževanja na področju varilstva, program Leonardo Da Vinci.

COSTV - Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja (2004-2006), RR projekt Projektno vodenje v sistemu naročil

Projekti bilateralnega sodelovanja:

TU Dunaj, prof. Dieter Schuoecker, Skupni razvoj vlakenskega laserja. Financer: Austrian Ministry for Traffic, Innovation and Technology (BMVIT) Ime projekta: "Fiber lasers", izvajalec: Austrian Laser Working Society (ARGELAS).

Univerza v Novem Sadu, prof. Mira Terzić, projekt bilateralnega sodelovanja: OPTODYNAMIC ASPECTS OF LASER INDUCED BREAKDOWN IN FLUIDS

Laser Cladding: Prof. N. B. Dahotre, Laser Alloying: Prof. N. B. Dahotre, Engineering University of Tennessee, USA

Laser Cladding: Prof. J. T. M. De Hosson, University of Groningen, The Netherlands

Laser Cladding: Prof. R. Vilar, Instituto Superior Tecnico, Portugal

Laser Cladding: Dr. J. Powell, Laser Expertise Ltd., Nottingham, UK

Laser Cutting: Dr. J. Powell, Laser Expertise Ltd., Nottingham, UK

Induction Hardening: Prof. V. Rudnev, INDUCTOHEAT Group, USA

Induction Hardening: Dr. M. Schwenk, ELDEC SCHWENK Induction GmbH Dornstetten, Germany

Laser Shock Peening: Prof. J. L. M. Ocana, E. T. S. Ingenieros Industriales (U. P. M.), Spain

Laser Shock Peening: Prof. M.R. Hill, Mechanical and Aeronautical Engineering University of California, USA

Shot Peening: Prof. V. Schulze, University of Karlsruhe, Germany

Quenching & Distortion: Prof. G. E. Totten, Portland State University, USA

Modelling of Heat Treatment: Prof. B. Smoljan, University of Rijeka, Croatia

Modelling of Heat Treatment: Prof. T. Reti, Faculty of Mechanical Engineering, Miskolc, Hungary

Acoustic Emission: Prof. P. Mazal, Brno University of Technology (BUT Brno), Czech Republic

Znanstveno tehnološko sodelovanje z Republiko Madžarsko 2008-2009. Naslov projekta: Matematično modeliranje toplotnih procesov.

Znanstveno tehnološko sodelovanje z Republiko Madžarsko 2007-2008. Naslov projekta: Matematično modeliranje toplotnih procesov.

Znanstveno tehnološko sodelovanje z Republiko Češko 2007-2008. Naslov projekta: Zagotavljanje varnega delovanja dinamično obremenjenih nosilnih konstrukcij z detekcijo akustične emisije.

Razvoj orodij in izdelkov za tlačno litje L2-6521-0782-05. Rotomatika d.o.o., Spodnja Idrija.

University of Novi Sad, Faculty of technical science, Institute for industrial Engineering and management (prof.dr. Cvijan Krsmanović)

Razvoj virtualnega laboratorija za proizvodne sisteme« bilateralni projekt Slovenija – BiH med Univerzo v Ljubljani in Univerzo v Bihaću

Adaptive distributed manufacturing systems / virtual enterprises (Prof. GD Putnik, University of Minho, PT)

Adaptive Distributed Manufacturing Systems - A Conceptual Framework For Collaborative Design And Operations Of Manufacturing Work Systems (Prof. GD Putnik, University of Minho, PT)

IFA, Institut für Fabrikanlagen der Univesität Hannover, (Prof. Dr.-ing H. P. Wiendahl)

GTT, Gesellschaft fur Technologie Transfer mbH Hannover (dr F. Nyhuis)

CERA Institute, Tustin, CA, USA (prof.dr. Brian Prasad)

TU Graz, Institut für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften (Prof. Dr. Ing. J. Wohinz)

Spajenje z gnetenjem (FSW) teko varivih aluminijevih zlitin za litje z magnezijevimi zlitinami (FSW of Hard to Weld Cast Aluminium Alloys and Magnesium Alloys)

Znanstveno tehnološko sodelovanje med Republiko Slovenijo in Republiko Poljsko v letih 2008 in 2009

Poland – Slovenia cooperation in science and technology 2008-2009

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

Industrijski projekti:

Razvoj dinamičnih grozdnih struktur v računalniških in logističnih (R&L) mrežah za proizvodnjo visoko tehnoloških (VT) produktov. GIZ VTG, Grosuplje

Razvoj preizkuševališča za rudarske vrtalne garniture. Premogovnik Velenje, HTZ, Velenje.

Izdelava prototipnih serij avtomobilskih komponent. CIMOS, Koper.

Izdelava prototipov modulov elektroerozijskih storje, ADAPTI, Dragomer.

Mehatronska učila za podporo izobraževanju s področja mehatronike na vseh nivojih za (Tehniški šolski center Kranj, PS d.o.o., Logatec in Termo d.d. Škofja Loka)

Herstellung 3D comp.modells, AGIL GmbH Leipzig, Germany.

Razvoj in izdelava opreme za eksperimentalno avtonomno celico LAKOS EAC za NoE I*PROMS - University of Minho, Portugalska

Razvoj in izdelava opreme za eksperimentalno avtonomno celico LAKOS EAC za NoE I*PROMS - Warwick University, Velika Britanija

Razvoj in izdelava opreme za eksperimentalno avtonomno celico LAKOS EAC za NoE I*PROMS -

Dublin City University, Irska
Razvoj in izdelava opreme za eksperimentalno avtonomno celico LAKOS EAC za NoE I*PROMS -
Sakarya University, Turčija
Mehanski podsistem CNC stroja LAKOS 150 G. Inštitut Jožef Štefan, Ljubljana

Ugotavljanje osnovnih tehničnih in tehnoloških lastnosti kovin : predpisani program MSS :
seminar za osnovnošolske učitelje tehniške vzgoje. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2007. 24
str., ilustr. [COBISS.SI-ID 10125851]

Razvoj orodij in izdelkov za tlačno litje : zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta.
Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2007. 1 zv. [COBISS.SI-ID 10210587]

Vpliv vrste in načina dovoda zaščitnega plina na obliko vara pri TIG varjenju. Ljubljana:
Fakulteta za strojništvo, 2007. 38 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 10076187]

Analiza poškodb na dodatnih ravnalnih valjih. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za
preskušanje materialov in toplotno obdelavo, 2005. 1 zv., Ilustr. [COBISS.SI-ID 7958043]

Analiza poškodb na ravnalnih valjih. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za
preskušanje materialov in toplotno obdelavo, 2005. 1 zv., Ilustr. [COBISS.SI-ID 7884059]

Analiza prednapetih vijakov. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za preskušanje
materialov in toplotno obdelavo, 2005. 9 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 8696091]

Analiza veznih elementov po hladnem preoblikovanju. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo,
Laboratorij za preskušanje materialov in toplotno obdelavo, 2005. 1 zv. [COBISS.SI-ID
8017435]

Mikrostrukturalna analiza in analiza trdote očesnega vijaka M10. Ljubljana: Fakulteta za
strojništvo, Laboratorij za preskušanje materialov in toplotno obdelavo, 2005. 1 zv., Ilustr.,
graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 8129819]

Analiza mikrostrukture površine nanosa barve na kovinske ploščice. Ljubljana: Fakulteta za
strojništvo, Laboratorij za preskušanje materialov in toplotno obdelavo, 2006. 3 str., Ilustr.
[COBISS.SI-ID 8908315]

Uvedba projektnega vodenja v podjetje Cimos d.d., Koper

Uvedba projektnega vodenja v podjetje Litostroj EI d.o.o., Ljubljana

Projektno vodenje sočasnega osvajanja serijskega izdelka, Liv Postojna, hidravlika, stroji,
plastika, d.d.

Projektno vodenje v sistemu naročil, ETI Izlake, d.d.

Bosch Rexroth raziskava uporavnega spajanja aluminijastih streh na jeklena osebna vozila s
poudarkom na varivosti in na možnostih regulacije procesa.

TPV Novo mesto: Seminar o uporabi novih MIG/MAG postopkov varjenja za naročnika.

Akrapovič Ivančna gorica: preiskava postopkov varjenja na titanovih zlitinah, ki so vzdržljive na
termo-mehansko utrujanje.

KOVIT: Izdelava postopkov varjenja tlačnih posod za zahtevne obratovalne pogoje.

DANFOSS Črnomelj: Optimiranje avtomatskega varjenja posebnih delov.

Montavar Maribor: Izdelava več postopkov varjenja za različne vrste proizvodov.

Študija izvedljivosti uvedbe laserske 3D merilne tehnike za sprotno kontrolo kvalitete zvarov v
proizvodnji : okt. 2005. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Katedra za optodinamiko in lasersko
tehniko, 2005. 43 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 8539675] Naročnik: CIMOS d.d. Koper.

Optični merilnik lege vzdolžnega zvara varjene cevi. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2005. 1
zv., Ilustr. [COBISS.SI-ID 8454939] Naročnik: TPV-Tadis d.o.o. Novo mesto.

Razvoj metode za sprotno kontrolo zvarov v proizvodnji na osnovi laserske merilne tehnike.
Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 2005. 1 zv., Ilustr. Naročnik: TPV d.d. Novo mesto.

Laserski sistem za meritev profila jermenov. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2005. 1 zv.,
Ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 8455195]. Naročnik: Goodyear EPE d.o.o. Kranj.

Razvoj metode za sprotno kontrolo zvarov v proizvodnji na osnovi laserske merilne tehnike.
Ljubljana, Fakulteta za strojništvo, 2006. 1 zv., Ilustr. Naročnik: TPV d.d. Novo mesto.

Razvoj metode za izdelavo mikroizvrtin v steklene ampule in izdelava testnih vzorcev, Ljubljana,
Fakulteta za strojništvo, 2006. Naročnik: Pliva d.d. Zagreb (HR).

Vabljeni predavanja na tujih univerzah

Grum J., An effect of grinding on distribution of residual stresses of induction heat treated
parts : [invited lecture at Inductoheat, an Inductotherm Group Company, Michigan]. Michigan,
June 30, 2006: Inductoheat. [COBISS.SI-ID 9504539]

Butala P., Sluga A., Adaptive distributed manufacturing systems : international workshop on
scientific and technological manufacturing research. Pretoria, South Africa, 01.02. 2005.
[COBISS.SI-ID 8128795]

Butala P., Sluga A., On collaborative research : international workshop on scientific and
technological manufacturing research. Johannesburg, South Africa, January 31-February 4, 2005.
[COBISS.SI-ID 8129051]

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.)

prof. Možina, član programske skupine je bil v obdobju 2004 - 2006 državni sekretar na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.
i.prof. Butala (od 2007) in i.prof. Sluga (od 2005), dopisna člana mednarodne akademije za proizvodno inženirstvo CIRP s sedežem v Parizu
Raziskovalna skupina Lakos ustanovni partner Evropskega združenja EMIRAcle-European Manufacturing and Innovation Research Association, a cluster leading excellence s sedežem v Bruslju
VTG - Grozd proizvajalcev visoko tehnološke opreme, GIZ VTG – ustanovni partner
COSTV - Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja – ustanovni partner
Tehnološka platforma: Manufuture; člani programske skupine aktivno sodelujejo pri vodenju platforme in pri strokovnem delu v okviru njenih delovnih skupin; i.prof. Sluga nosilec prioritetne teme platforme Razvoj naprednih poslovnih modelov.
Tehnološka platforma: Fotonika 21; člani programske skupine aktivno sodelujejo pri vodenju platforme in pri strokovnem delu v okviru njenih delovnih skupin (prof. Grum, prof. Diaci, doc. Šturm).
Članstvo v tehnološki platformi ERTRAC.si
Sodelovanje s gospodarskimi družbami: Litostroj E.I., Kovinastroj Gastronom, Adapti, PS, PSM, HTZ, Trimco, GEBA Leipzig, AGIL Leipzig in drugimi.
Članstva: Nadzorni svet GIZ VTG (Sluga), Komisija za inovacije GZS OZL (Butala).
Prof. Grum je član Evropske federacije za neporušne preiskave EFWDT in član komiteja RANAMERICAN združenja za neporušne preiskave.
Prof. Grum je član delovne skupine za certificiranje osebja v okviru EFNDT.
Prof. Grum je član (European Forum for National Aviation Non-destructive board (EF NANDTB) in evropskega foruma nacionalni letalskih neporušnih odborov (EF NANDTB).
Prof. Grum je član delovne skupine za gašenje in popačenje strojnih delov v okviru mednarodnega združenja za toplotno obdelavo in tehnike obdelave površin (IFHTSE).
Prof. Grum je član evropske delovne skupine za akustično emisijo (EWGAE).

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	GRUM, J., BRUDAR, B.. Slovar strokovne terminologije za področje neporušitvenih preiskav: angl.-slov. slovar s pojasnili.
Opis	The Glossary in the sec. edit. comprises a clear and defined express. and technical terms. It should be apart from the use in everyday business the basis in all education handbooks, curricula and training courses. It should be used in the preparation of the syllabi provided by the international standardization organizations in ISO and CEN. Such a glossary is a developing process, it should be subject to further additions and corrections.
Objavljeno v	izd. Ljubljana: Slovensko društvo za neporušitvene preiskave, 2004. 263 str. ISBN 961-90610-0-4.
COBISS.SI-ID	216516864

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	BUTALA, Peter. Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih prostorskih oblik : inovacija s Fakultete za strojništvo na razstavi v Parizu.
Opis	BUTALA, P. Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih prostorskih oblik: inovacija s FS na razstavi v Parizu. V prispevku je predstavljen sistem, ki sta ga razvila dva laboratorija iz programske skupine (Lab. za optodin. in laser. tehn. in Lab. za tehn. kiber., obdel. sisteme in rač. tehnol.). Sistem združuje laserski merilnik in CNC obdel. stroj, ki sta učinkovito integrirana s programsko opremo. Sistem je bil predstavljen na 4. Evropski razstavi raziskav in inovacij v Parizu junija 2008 in sicer kot vabljen inovacija s strani evropskega združenja raziskovalnih lab. EMIRAcle.
Objavljeno v	Delo (Ljubl.), 5. jun. 2008, leto 50, št. 129, str. 25, ilustr.
COBISS.SI-ID	240954880

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

1.	Naslov predmeta	Avtomatizacija v energetiki in procesni tehniki Eksperimentalne metode Elektrotehnika Fizika Fizika varjenja FMS in CIM sistemi I FMS in CIM sistemi II Gradiva Kemijsko metalurške osnove varilnih procesov in tehnologij Kontrola kvalitete Laserski sistemi Mehatronske sistemi I Mehatronske sistemi II Mikroprocesorski krmilni sistemi I Mikroprocesorski krmilni sistemi II Nauk o kovinah Oprema za varilne procese in varstvo pri delu Planiranje in krmiljenje proizvodnje Preizkušanje materialov Proizvodna kibernetika I Proizvodni sistemi Projektno vodenje Senzorji in aktuatorji Tehnična kibernetika Tehnologija spajanja Tehnološke meritve Toplotna obdelava I
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski študij Univerzitetni
	Naziv univerze/fakultete	UL Fakulteta za strojništvo
		Elektrotehnika Elementi računalniško integrirane proizvodnje Fizika varilnega procesa Gradiva Informatizacija zgradb Investicijski inženiring in vodenje projektov Kemija Konstrukcijska gradiva

2.	Naslov predmeta	Meritve v proizvodnji Metalurgija varjenja Načrtovanje in vodenje proizvodnje Nekovinska in kompozitna gradiva Neporušne preiskave Oprema za varilne procese in varstvo pri delu Osnove krmilne tehnike Preskušanje materialov Priprava proizvodnje Računalniško vodenje transportnih naprav in sistemov Tehnika spajanja Tehniška fizika Tehnologija materialov Toplotna obdelava Varilni stroji in naprave I Varilni stroji in naprave II Varilska tehnologija
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski študij Visokošolski strokovni
	Naziv univerze/fakultete	UL Fakulteta za strojništvo
3.	Naslov predmeta	Eksperimentalne metode v raziskovalnem delu Inženiring kontaktnih površin Izbrana poglavja iz proizvodnih sistemov Izbrana poglavja iz tehnične kibernetike Laserska tehnika Neporušno testiranje materialov in konstrukcij Procesni računalniški sistemi Računalniško integrirani obdelovalni in delovni sistemi CIM/FMS Sistemi kakovosti Sistemi planiranja in krmiljenja proizvodnje Sočasno inženirstvo pri načrtovanju izdelovalnih procesov Toplotna obdelava in oplemenitenje površin Teorija gradiv Varilni procesi Varjenje, rezanje in navarjanje z visoko gostoto energije
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski študij Univerzitetni
	Naziv univerze/fakultete	UL Fakulteta za strojništvo
4.	Naslov predmeta	Izbrana poglavja iz fizike Izbrana poglavja iz gradiv Izbrana poglavja iz merilnih tehnik Načrtovanje in vodenje projektov Računalniško integrirana proizvodnja Računalniško podprto obvladovanje kakovosti Računalniško vodenje transportnih naprav in sistemov Simultani inženiring Sistemi načrtovanja in vodenja proizvodnje
	Vrsta študijskega programa	Specialistični
	Naziv univerze/fakultete	UL Fakulteta za strojništvo
5.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	

	Naziv univerze/ fakultete	
6.	Naslov predmeta	
	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:	☐	☐	☐	☐	
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

--

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. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Janez Grum	in/ali	Institut za varilstvo, d.o.o.
		Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1063

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):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s kathepsinom 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](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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), kratek 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), kratek 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