

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/196



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2001
Naslov projekta	Avtonomni delovni sistemi
Vodja projekta	799 Alojzij Sluga
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	2836 LITOSTROJ POWER, družba za projektiranje, gradnjo elektrarn in izdelavo energetske ter industrijske opreme, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.10 Proizvodne tehnologije in sistemi 2.10.05 Industrijski inženiring
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.10
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.10 Nanotehnologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Znanstvena izhodišča: Podjetja so pod hudim pritiskom globalne konkurence in razgibanih tržnih razmer. Eden izmed ključnih dejavnikov konkurenčnosti proizvodnje je učinkovito vodenje procesov na proizvodnem nivoju, podprto s preobrazbo dosedanjega vzorca

proizvajanja, v katerem še vedno prevladuje Taylorianski princip dela. Odgovor iščemo v smeri razvoja metod s katerimi bomo lahko učinkovito obvladovali naključno naravo sistema proizvodnje v dinamičnem okolju. Pristop k navedeni preobrazbi je v projektu baziral na modelu ADMS – Adaptivni distribuirani proizvodni sistemi, ki ga je razvila skupina LAKOS in je v svetu prepoznan kot eden izmed najperspektivnejših.

Predstavitev problema: Razvoj in izdelava visoko tehnoloških proizvodov je kompleksen proces. Obvladovanje takega procesa se rešuje s sodobnimi orodji poslovno informacijskih sistemov, ki pa ne nudijo rešitev za obvladovanje proizvodnega procesa. Zaradi vedno krajših rokov naročil in zahtevnejših proizvodov število dogodkov skokovito narašča. Zato morajo biti za učinkovito vodenje proizvodnih procesov vsi podatki verodostojni in informacije dosegljive vsem nivojem odločanja v realnem času od koderkoli in kadarkoli.

Cilj raziskave: Splošni so: a) ekonomski (dvig produktivnosti, skrajšane pretočnih časov), b) socialni (zmanjšanje ročnega in ponavljajočega dela, povečanje ustvarjalnosti, povečanje zaposlovanja) in c) okoljski (racionalna raba materiala in energije). Specifični cilji pa: a) Izboljšanje proizvodne logistike, b) 100% sledljivost od kupljenca do proizvoda obratovanju, c) skrajšanje časa proizvodnje za 1/3 in d) izboljšava komunikacije in kooperacije na relaciji vodja projekta-vodja delavnice-operator – stroj – izdelek.

Metode dela: Pristop k navedeni preobrazbi je baziral na modelu ADMS. Vzpostavljen je bil integriran raziskovalno razvojni industrijski tim. Pri tem so bili vključeni vodstvo in proizvodni delavci v projekt že od samega začetka ob sprotne izobraževanju s poudarkom na tematikah vodenja avtonomnih delovnih sistemov.

Rezultati projekta: Razvit je model in pilotna postavitev sistema za obvladovanje proizvodnega procesa v realnem času na osnovi principov avtonomije in samoorganizacije. Torej gre za preobrazbo obstoječih hierarhičnih in mrežnih struktur v sistem mrežnih delovnih sistemov. S projektom smo tako med prvimi v svetu izvedli prenos nove post-Taylorianske paradigme v industrijsko okolje, kar je usklajeno tudi s raziskovalno agendo tehnološke platforme Manufuture. Potencialni vpliv rezultatov: Predložen projekt odgovarja na izzivi v EU in tudi širše. V svetovnem merilu gre razvoj na področju uvajanja novih delovnih struktur v smeri večje avtonomije vseh subjektov odločanja ob hkratnem poudarku na povezovanju. S projektom prispevamo k uresničevanju Lisbonske strategije v smislu dvigu produktivnosti in konkurenčnosti, temelječe na znanju. Tema projekta je tudi skladna s FP7 Cooperation Work Programme: NMP v luči Adaptivnih proizvodnih struktur in Mrežne proizvodnje.

ANG

Scientific origins: Enterprises are under severe pressure of global competition. One of the competitiveness key factors are effective management and control of processes on the shopfloor following a thorough transformation in terms of a change of up-to-now manufacturing pattern, i.e. Taylorian principle of work which presumes determinism of operations, predictable behaviour of the system and reliability and complexity of information a priori. The approach to the said transformation is based on ADMS – Adaptive distributed manufacturing systems concept developed by the research groups Litostroj Power and LAKOS at Faculty of Mechanical Engineering at ULj, which has been acknowledged as one of the most perspective approaches worldwide.

Problem Statement: Development and manufacturing of high-tech products is a complex process. Such process is nowadays controlled by business information systems which, however, do not offer solutions for control of manufacturing process in the sense of product development and manufacturing of such products. Due to ever shorter delivery terms and increased number of orders the number of events increases drastically, and so complexity. In order to achieve efficient management and control of such processes all information should be accessible in real time from anywhere and at anytime at all decision-making levels.

Goals of the research: General goals were: a) economic (increase of productivity, shortening of lead times), b) social (reduction of manual and repetitive work, increase of creativity) and c) environmental (rational use of material and energy). Specific goals were: a) Improvement of logistics (introduction of JIT into ETO), b) 100% traceability from the purchased item to the product, c) reduction of manufacturing time by 1/3 and d) improvement of communication and co-operation of all agents on manufacturing line.

Work methods: The approach to the mentioned transformation is based on ADMS concept. A research&industrial team has been appointed. From the very beginning management structures were included as well as production workers with continuous education accentuating the topics of work process management.

Project results: The model and pilot installation of the system for control of production process in real time based on autonomy and self-organization. Consequently, it concerns reorganization

of the present hierarchic structures into networked system of effectively co-ordinated autonomous work systems. With this project we are among the first in the world to realize the transfer of new post-Taylorian paradigm into an industrial environment.

Relevance and potential effect of results: The proposed project is a response to challenges in EU and wider. At world scale it means the development in the field of introduction of new work structures with support of manufacturing information technology to achieve higher autonomy and self-organization of all decision-making subjects.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Tema projekta je strukturiranje proizvodnih struktur v dinamičnem okolju, s poudarkom na koordiniranju med subjekti vodenja projektov in virov proizvodnje - avtonomnih delovnih sistemov. Za realizacijo tega je potrebno razviti model gradnikov avtonomnih delovnih struktur, model njihovega mrežnega povezovanja v distribuiran proizvodni sistem ter ustrezno informacijsko-komunikacijsko infrastrukturo, ki bo omogočala avtonomijo odločanja na osnovi celovite, ažurne in zanesljive informacije znotraj avtonomnih delovnih sistemov ter koordinacijo med njimi. Pri tem je cilj, da se rešitve pilotno implementirajo v proizvodnem okolju in ustrezno evalvirajo na osnovi izkušenj testnega obratovanja. Delo na projektu je potekalo v skladu s predloženim programom v okviru petih delovnih paketov (DP).

DP 1: Vodenje projekta.

V okviru tega DP je potekala koordinacija raziskovalno-razvojnega dela med obema raziskovalnima skupinama (Litostroj Power: 2836-002 - Razvoj poslovnega sistema in LAKOS FS UL: 0782-020 - Laboratorij za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in računalniško tehnologijo) in projektnega tima. Projektna skupina se je srečevala redno enkrat mesečno. Delo se je sproti spremljalo ter določale prioritete dela. Vse aktivnosti so bile izvedene v skladu z načrtovanimi. Rezultati projekta so doseženi v celoti.

DP2: Analiza stanja proizvodnje v ETO okolju

Analiza stanja proizvodnje v ETO (Engineer-to-order) okolju se je osredotočila na področje izdelave velikih zvarjencev in je pokazala v veliko problematiko materialnih tokov. Zaradi problemov vmesnega skladiščenja in transporta komponent in samih zvarjencev je bila oblikovana odločitev, da se razišče možnost uvedbe tehnologije radio-frekvenčne identifikacije RFID za identifikacijo in lokalizacijo objektov v okolje Pločevinarne v podjetju Litostroj Power, kjer se zvarjenci izdelujejo. V prvi fazi je bilo izvedenih nekaj eksperimentov s pomočjo več ponudnikov RFID tehnologije. Ti so pokazali, da gre za zelo zahtevno okolje, zaradi velikosti zgradbe, velikih strojev in naprav ipd. ter zaradi samih objektov identifikacije, ki so zelo različnih velikosti in oblik ter iz različnih materialov, tudi ferromagnetnih. Na tej osnovi je bila opravljena analiza sledenja materialnih tokov za primer turbinskih lopatic v Litostroj Power. Poleg tega je bil razvit koncept za lokalizacijo skladiščenega materiala.

V okviru študije obstoječih sistemov se je potrdilo, da na tržišču ni ustreznega MES sistema, ki bi bil ustrezna rešitev za vse tipe proizvodnje. Zato je bila sprejeta odločitev, da se nadaljuje z razvojem MES sistema v verzijo LINES 2 (glej DP4).

V okviru študije obstoječih sistemov vodenja proizvodnje se je večjo pozornost posvetilo rešitvi podjetja ACS Co., Ltd. iz Koreje. V tem okviru je bil organiziran ogled Hyundajeve tovarne v Koreji in na Češkem. Gre za rešitve, ki so uveljavljene v velikoserijski proizvodnji avtomobilskih komponent.

DP3: Razvoj koncepta in generičnega modela avtonomnega delovnega sistema

Kot izhodišče je bil privzet koncept avtonomnih delovnih sistemov ADS, ki ga je razvila raziskovalna skupina LAKOS v okviru predhodnih raziskav. V okviru nadaljnjega razvoja ADS modela so bili dopolnjeni nekateri elementi modela, ki omogočajo on-line nadzor in diagnosticiranje delovanja sistemov.

Potekalo je nadaljnje strukturiranje modela avtonomnega delovnega sistema. Model je bil razširjen z zanko samoučenja, ki temelji na iskanju znanja v podatkih z metodami rudarjenja podatkov. V okviru teh raziskav je bila nadaljevana analiza procesov tlačnega litja, pri kateri je rudarjenje podatkov pokazalo nove povezave med procesnimi parametri tlačnega litja.

Nadaljevanje so bile raziskave na področju kompleksnosti proizvodnih sistemov. Poudarek je bil na modeliranju proizvodnega sistema kot kompleksne mreže na podlagi MES podatkov. Namen raziskav je določitev skupnosti tesno povezanih delovnih sistemov, na podlagi katerih je možno zasnovati avtonomne delovne sisteme. Rezultati kažejo, da je smiselno avtonomne delovne sisteme graditi okoli ključnih strojev, medtem ko splošnejša delovna mesta, kot so ključavničarska dela, označevanje, ipd., služijo kot povezovalci med avtonomnimi delovnimi sistemi.

Na področju kompleksnosti proizvodnih sistemov je bila uvedena nova mera za operativno kompleksnost, ki izhaja iz računske mehanike, področja teorije kompleksnosti. Mera temelji na predpostavki, da je operativna kompleksnost povezana s težavnostjo napovedovanja procesa.

Analiza mere na realnih podatkih procesa tlačnega litja je pokazala, da je kompleksnost močno odvisna od uporabljenega orodja, kar kaže na to, da je možno kompleksnost obvladovati z ustreznim obvladovanjem tehnologije.

DP4: Razvoj in implementacija informacijskega sistema

Zajem in zbiranje informacij v proizvodnem okolju še vedno predstavlja ozko grlo pri odločanju na nivoju delavnice. Ročno evidentiranje dogodkov je časovno potratno in podvrženo velikem številu napak. Delovni nalogi so pogosto poškodovani, izgubljeni ali napačno posredovani.

Zaradi tega je bil Litostroj Power razvit lasten proizvodni informacijski sistem za spremljanje dela v delavnici.

V okviru projekta je razvit prijazen, razumljiv in jasen uporabniški vmesnik za komunikacijo med MES sistemom in ERP sistemom, ki ga je možno uporabiti tako v okolju diskretne proizvodnje kot v okolju serijske proizvodnje. Uporabniški vmesnik omogoča zajem in spremljanje različnih dogodkov vezanih na različne skupine objektov definiranih na nivoju delavnice. Uvedba sistema z novim vmesnikom v obratu pločevinarne je izboljšala splošno razvidnost opravljenega dela in omogočila lažje odločanje na osnovi zanesljivih in ažurnih informacij. S tem je bil narejen tudi korak proti brezpapirnem poslovanju.

Na področju sledenja materialnih tokov je bil narejen prototip za sledenje tokov v realnem času. Sledenje je doseženo z namestitvijo mobilne mikrokrmilniške platforme v viličarje, ki z uporabo XBEE komunikacije vsako spremembo statusa dokumenta (transportnica) prenaša do vstopnih točk aktivnega dela lokalnega računalniškega omrežja. Na ta način je zagotovljeno sprotno obvladovanje informacij od odpremnega mesta v okvirju delovnega naloga do mikrolokacije skladiščenja.

Poleg popisa procesa ki je bil osnova za razvoj vmesnika, je bil narejen tudi popis materialnega toka od prihoda surovin v podjetje do izdelanega zvarjenca. Poseben poudarek je bil zaradi zahteve po sledljivosti dan dodajnim materialom. V pilotni implementaciji je tudi vmesnik za spremljanje porabe dodatnega materiala (elektrode, praški in žica) in spremljanje procesnih parametrov v procesu varjenja. V ta namen je bil razvit modul, ki omogoča spremljanje trenutnih parametrov in njihove zgodovine, ter ponuja razvidnost podatkov navzven, prek mreže. Podatki o opravljenem delu na operaciji delovnega naloga, porabljeni material in parametri procesa varjenja podajajo resnično sliko stopnje gotovosti zvarjencev in omogočili lažje sledenje naročil v fazi proizvodnje. Tako je v okviru sistema mogoče spremljati porabo elektrod, praška in žice v kvazi realnem času, neodvisno od lokacije.

Nadaljevan je bil razvoj sistema za vodenje proizvodnje LINES. Programska aplikacija poročilnega sistema za sprotni pregled stanja v delavnici, ki istočasno združuje podatke iz SCADA in LINES sistema, je bila nadgrajena z dodatnimi prikazi izvajanja delovnega naloga in izvajanja posamezne operacije delovnega naloga. Izdelan je tudi model uvajanja LINES-a za poljuben tip proizvodnje. Poleg modernizacije sistema Litostroj Power je prilagojeni LINES poskusno uveden v več tovarn v okviru skupine CIMOS.

Na področju spremljanja in nadzora v avtonomnih delovnih sistemih je izdelan modul za podporo operacijam na osnovi kontrolnih kart. Modul je razvit za procese tlačnega litja. V tem okviru je razvit prototip spletne aplikacije za prikaz kontrolnih kart, ki omogoča pregled nad stanjem procesa v realnem času. Aplikacija vključuje kriterije stabilnosti procesa in grafično opozarja na potencialne nestabilnosti. Modul je organiziran kot spletna storitev z namenom enostavne uporabe in skalabilnosti. Trenutno je modul v fazi pilotne implementacije na testnem sistemu.

DP5: Prenos znanja in diseminacija rezultatov

V okviru projekta je bilo izvedenih vrsto tematskih delavnic za prenos znanja. Realiziranih je bilo več delavnic za prenos znanja v skupino CIMOS. Poseben poudarek je bil na uvajanju sistema LINES v tovarne skupine CIMOS.

Prva diseminacija rezultatov je potekala v okviru mednarodne konference MIT – Management of Innovative Technologies v Piranu, 2009, s prispevkom pod naslovom »Service approach to manufacturing operations support«.

Na MIT & SLIM 2011 v Fiesi, 11th International Conference on Management of Innovative Technologies & 2nd International Conference on Sustainable Life in Manufacturing, je bil predstavljen prispevek »Structuring of production with internet of fluid things : a concept study«.

Na mednarodna konferenca InfoKomTeh 2010, Ljubljana, je bil predstavljen prispevek »Spremljanje delovnih strojev na daljavo«.

Na 2. konferenci o informatiki v proizvodnji, GZS 2010 ProIT, je bil predstavljen prispevek »Proti novi paradigmi proizvodnje«.

Na Industrijskem forumu IRT forumu 2010 je bil predstavljen prispevek z naslovom »Informacijsko podprta inovativna proizvodnja«.

Na Industrijskem forumu IRT forumu 2011 je bil predstavljen prispevek z naslovom »Proti vsepovsodni proizvodnji : izhodišča, stanje in vizija«.

V reviji Quark je bil 2010 objavljen članek z naslovom »Web-based monitoring and control in discrete manufacturing«.

Na mednarodni konferenci InfoKomTeh 2010 je bil predstavljen prispevek »Spremljanje delovnih strojev na daljavo« (angl. Remote monitoring of work systems). V prispevku je predstavljena uporaba koncepta avtonomnih delovnih sistemov na področju monitoringa, ki omogoča generičen pristop k modeliranju spremljanih sistemov.

Raziskava spremljanja zapolnjevanja zvarnih žlebov pri avtomatiziranih postopkih obločnega varjenja obravnava sproten nadzor pripravljenosti zvarnega stika pri avtomatiziranem MIG/MAG varjenju. Predstavljena je bila na konferenci, ki se je odvijala v okviru Dnevov varilne tehnike 2010.

Raziskave adaptivne kontrole MIG/MAG varjenja so bile objavljene v dokumentu XII-2004-10 "An approach to adaptive control of GMAW based on laser profile measurement" v okviru konference IIW/IIS 2010 v Istanbulu, Turčija.

Na konferenci 43rd CIRP International Conference on Manufacturing Systems 2010 na Dunaju, Avstrija, je bil predstavljen prispevek z naslovom »Monitoring of welding station cluster«.

Na konferenci 44nd CIRP Conference on Manufacturing Systems, ki je potekala 2011 v Madisonu, Wisconsin, USA, je bil predstavljen prispevek z naslovom "Towards ubiquitous manufacturing systems : ICT infrastructure for a global manufacturing network".

Na konferenci RIM 2011, ki je potekala v Bihaću, Bosna, je bil predstavljen prispevek z naslovom "Odkrivanje znanja u procesu lijevanje : pregled stanja razvoja".

Na konferenci 46th CIRP Conference on Manufacturing Systems, ki bo potekala 2013 v Setubalu, Portugalska, bo predstavljen prispevek z naslovom " Statistical Process Control as a Service: An Industrial Case Study".

Gospodarska zbornica Slovenije je 2010 podelila Litostroj Power diplomu za inovacijo za »Uporabniški vmesnik za komunikacijo med MES in ERP sistemom«.

Na osnovi rezultatov projekta potekajo tudi razgovori o sodelovanju pri razvoju sistema LIMES s podjetji Talum, Unior in Mariborska Livarna.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Program dela in zastavljeni cilji so v celoti realizirani.

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

Ni bilo sprememb programa raziskovalnega projekta.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	12233499	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Storitvena mreža za podporo proizvodnim operacijam
		ANG	A service network for the support of manufacturing operations
	Opis	SLO	V tem članku so obravnavane storitvene mreže za podporo proizvodnih operacij. Koncept proizvodno usmerjenega storitvenega omrežja (MOSeN) je predstavljen. MOSeN je sestavljen iz storitvenih enot ter avtonomnih delovnih sistemov. Pri tem servisne enote zagotavljajo proizvodno usmerjene storitve avtonomnim delovnim sistemom. Ta pristop omogoča izboljšanje učinkovitosti proizvodnih sistemov s povečanjem njihove produktivnosti, razpoložljivost, odzivnost in prilagodljivost, hkrati pa ohranjajo kakovost izdelkov. Uporaba storitveno podprtega pristopa je razvidna iz študije primera storitev na spremljanju kakovosti. Študija primera jasno kaže, kako se lahko proizvodnja usmerjene storitve dejansko vključujejo v proizvodne dejavnosti v omrežnem proizvodnem okolju.
			This article discusses service-based manufacturing operations support in manufacturing networks. The concept of a manufacturing-oriented service network (MOSeN) is introduced. A MOSeN consists of service units and autonomous work systems; the service units provide manufacturing-oriented services and the autonomous work systems consume manufacturing-oriented services. This approach aims to improve the performance of manufacturing systems by increasing their productivity,

		ANG	availability, responsiveness and agility, while maintaining product quality, all of which increase competitiveness. The MOSeN concept is adopted in a framework for manufacturing operations support (FMOS), which includes all of the elements necessary for its appropriate development and implementation. The use of the approach is illustrated in a case study of service-based quality monitoring. It is implemented as a web service, and its use in two different manufacturing plants is examined. The case study clearly demonstrates how manufacturing-oriented services can be effectively employed and integrated into manufacturing operations within a networked manufacturing environment.
	Objavljeno v		Taylor & Francis; International journal of computer integrated manufacturing; 2012; Vol. 25, no. 9; Str. 790-803; Impact Factor: 1.071; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.993; Avtorji / Authors: Zupančič Rok, Sluga Alojzij, Butala Peter
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	12273179	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Odkrivanje avtonomnih struktur v kompleksnih mrežah delovnih sistemov
		ANG	Discovering autonomous structures within complex networks of work systems
	Opis	SLO	Moderne teorije predlagajo avtonomne strukture kot gradnike naslednje generacije proizvodnih sistemov. Kljub temu pa sta njihova velikost in obseg nedoločena in ostajata predmet raziskav. V članku je predstavljena metoda za odkrivanje avtonomnih struktur v obstoječih proizvodnih sistemih. Pokazano je, kako modelirati proizvodni sistem kot kompleksno mrežo. Nato je aplicirana metoda za odkrivanje strukture v kompleksnih mrežah z namenom identifikacije tesno povezanih podmrež – kandidatov za avtonomne delovne sisteme. Pristop je pokazan na primeru okolja inženiringa na naročilo.
		ANG	Modern theories propose autonomous structures as building blocks of next-generation manufacturing systems. However, their size and scope are not agreed upon and remain a subject of research. The paper presents a method for discovering autonomous structures within existing manufacturing systems. Firstly, it is shown how a complex network model of a manufacturing system can be obtained. Then, a method for discovering structure in complex networks is applied in order to find cohesive subnetworks - candidates for the formation of autonomous work systems. The approach is illustrated in a case study of engineer-to-order production.
	Objavljeno v		Technische Rundschau; Hallwag Verlag; Colibri; CIRP annals; 2012; Vol. 61, iss. 1; str. 423-426; Impact Factor: 1.708; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.993; A': 1; Avtorji / Authors: Vrabič Rok, Husejnagić Damir, Butala Peter
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	11924251	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Ocenjevanje operativne kompleksnosti proizvodnih sistemov s statistično kompleksnostjo
		ANG	Assessing operational complexity of manufacturing systems based on statistical complexity
	Opis	SLO	Cilj članka je prispevati k razumevanju kompleksnosti v proizvodnih sistemih z razvojem mere za operativno kompleksnost. Operativna kompleksnost se dotika časovnih aspektov koordinacije in krmljenja v proizvodnih sistemih. Statistična kompleksnost iz teorije računske mehanike je predlagana kot mera. Lastnosti mere so analizirane skozi simulacijske študije, ki potrjujejo, da mera zajame intuitivno dožemanje kompleksnosti. Pokazano je, da na kompleksnost vplivajo notranji faktorji,

			kot je struktura sistema, tako kot zunanji faktorji, kot je povpraševanje. Mera je aplicirana na realne podatke v študiji primera serijske proizvodnje. Primer kaže, da je globalna recesija rezultirala v zmanjšanju operativne kompleksnosti izhodov
		ANG	The aim of this paper is to contribute to complex systems thinking in manufacturing organisations through the development of a metric for operational complexity. Operational complexity is concerned with the temporal aspects of coordination and control in manufacturing systems. Statistical complexity from computational mechanics theory is proposed as the metric. The metric can potentially be used to support decision making by objective assessment of complexity. The properties of the metric are explored through simulation studies. The simulation results confirm that the proposed metric captures the intuitive notion of complexity. It is shown that operational complexity is influenced by internal factors such as system structure, as well as external ones such as demand, and that complexity can be managed through the application of appropriate control methods. A case study is presented that applies the metric to real production data. The case study shows that the global recession had resulted in a decreased operational complexity of outputs.
		Objavljeno v	Taylor & Francis; International Journal of Production Research; 2012; Vol. 50, iss. 14; str. 3673-3685; Impact Factor: 1.115; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.993; Avtorji / Authors: Vrabič Rok, Butala Peter
		Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	12421403	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Adaptivno krmiljenje procesov v avtonomnih delovnih sistemih na osnovi mehanizma samoučenja
		ANG	Adaptive process control based on a self-learning mechanism in autonomous manufacturing systems
	Opis	SLO	Sistemi, ki želijo preživeti v pogojih visoko konkurenčne globalne ekonomije, morajo biti sposobni prilagajanja novim okoliščinam. Pomemben predpogoj za adaptacijo je sposobnost učenja, to je procesa, ki omogoča odkrivanje in rast znanja. Cilj raziskave je odkrivanje znanja na osnovi preiskovanja velikih volumnov realnih proizvodnih podatkov, ki se zbirajo med proizvodnimi operacijami in uporaba tega znanja v procesih odločanja in adaptivnem krmiljenju procesov. Članek predstavlja koncept samoučnega avtonomnega delovnega sistema. Koncept vpeljuje v proizvodni sistem zanko učenja, ki jo tvorijo zajemanje podatkov, rudarjenje podatkov in modeli znanja. Dve metodi rudarjenja podatkov sta implementirani. Deskriptivna metoda omogoča odkrivanje vzorcev v podatkih, ki lahko prispevajo k boljšemu razumevanju proizvodnih procesov. Prediktivna metoda pa podaja znanje v obliki pravil, ki se lahko uporabijo za boljše odločanje. Koncept je ilustriran na adaptivnem krmiljenju procesa na področju visokotlačnega litja. Predstavljeni primer bazira na industrijskih podatkih zbranih na tlačno livnih celicah in demonstrira predstavljeni koncept.
		ANG	To survive in the highly competitive global economy, manufacturing systems must be able to adapt to new circumstances. An important prerequisite for adaptation is the ability to learn, a process based on knowledge discovery and growth. The aim of this research is to uncover knowledge by examining a large volume of real-time manufacturing data collected during manufacturing operations and to use the insights gained to support decision-making and adaptive process control. The paper presents the concept of a self-learning autonomous work system. This concept introduces a learning loop into a manufacturing system composed of data acquisition, data mining (DM), and knowledge-building models. Two

		methods for DM are applied. A descriptive DM method enables discovery of patterns in data that may contribute to a better understanding of the manufacturing processes. A predictive process provides knowledge in the form of rules, which can then be used for enhanced decision-making. To illustrate the utility of the knowledge models, the concept of adaptive process control is introduced and implemented in a high pressure die-casting domain. A case study based on industrial data collected during die-casting operations provides a demonstration of the concept.
	Objavljeno v	IFS Publications; International journal, advanced manufacturing technology; 2012; Impact Factor: 1.103; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.993; Avtorji / Authors: Žapčević Seid, Butala Peter
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	12360731 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Spremljanje, analiza in oddaljeno shranjevanje varilnih parametrov v varilski dnevnik
		<i>ANG</i> Online monitoring, analysis, and remote recording of welding parameters to the welding diary
	Opis	<i>SLO</i> V nekaterih domenah izdelovalnih tehnologij se soočamo z zelo majhnimi serijami. Tipičen primer je proizvodnja težke hidro energetske opreme. V tej domeni je ročno varjenje ena od najbolj časovno zahtevnih operacij. Spremljanje varilskega procesa je bistveno iz vidika organizacije dela kot tudi z vidika kontrole procesa. V prispevku je predstavljen nov koncept zajema podatkov in shranjevanja varilskih parametrov v varilski dnevnik. Podan je premislek o tehniki zajema, hitrosti zajema, metodi agregacije podatkov, brezžičnem prenosu podatkov in prezentaciji. Implementacija koncepta je predstavljena na laboratorijskem in industrijskem zgledu.
		<i>ANG</i> In certain domains of production engineering we are faced with very small batch production as it is the case in the production of heavy hydro energy equipment. In this domain manual welding is one of the most time consuming operations. Monitoring of the welding process is essential from the point of work organization as well as from the point of process control. In this paper a novel concept of data acquisition and recording of welding parameters to the welding diary is presented. Several considerations on signal acquisition, sampling rate, processing, data aggregation, wireless information transfer, and presentation are discussed. Implementation of the concept is discussed on laboratory and industrial examples. Keywords: arc welding, monitoring, wireless sensor networks, ZigBee communication
	Objavljeno v	Zveza strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije [et al.] = Association of Mechanical Engineers and Technicians of Slovenia [et al.]; Strojniški vestnik; 2012; Vol. 58, no. 7-8; str. 444-452; Impact Factor: 0.398; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.056; Avtorji / Authors: Lebar Andrej, Selak Luka, Vrabič Rok, Butala Peter
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	11906843	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Uvajanje produktno-storitvenega sistema: priložnost za novo opredelitev odnosa med odjemalcem in dobaviteljem tehnološke opreme	
		Introduction of product service system: an opportunity for redefinition of	

		ANG	customer supplier relationship
	Opis	SLO	Proizvajalci tehnološke opreme se danes vedno bolj zavedajo, da je za doseganje gospodarske rasti in dvig konkurenčnosti potrebno ponudbo proizvodov dopolniti s paleto storitev. Vendar pri tem ni dovolj, da se ponudba zgolj dopolni s poprodajnimi storitvami, temveč je potreben nov sistemski pristop. Ta pristop imenujemo produktno-storitveni sistem. Raziskava obravnava razvoj in uvajanje produktno-storitvenega sistema na področju opreme za hidroelektrarne. Predstavljen je koncept produktno-storitvenega sistema, kot tudi priprava njegove implementacije v okviru pilotnega projekta. Poudarek je na razvoju informacijske podore za spremljanje in nadzor obratovanja hidroelektrarne ter kolaborativne platforme, ki omogoča sodelovanje pri operiranju in vzdrževanju hidroelektrarne.
		ANG	Technological equipment manufacturers are now becoming increasingly aware that in order to achieve economic growth and increasing competitiveness necessary range of products complemented by a range of services. However, it is not enough to merely offer complete after-sales service, but requires a new systemic approach. This approach is called product-service-system. The research deals with the development and implementation of product-service-system of hydroelectric equipment. A concept of product-service-system, as well as the preparation of its implementation in the pilot. The focus is on the development of information rockfalls to monitor the operation of hydroelectric and collaborative platform that allows participation in operations and maintaining hydroelectric power plants.
	Šifra	F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		Profidtp; Vir znanja in izkušenj za stroko; 2011; Str. 219-226; Avtorji / Authors: Butala Peter, Rihtaršič Borut, Selak Luka, Husejnagić Damir, Lampe Matjaž, Sluga Alojzij
	Tipologija	1.09	Objavljeni strokovni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	12064539	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba 3D laserskega slikanja in kalupa replike nove dojke kot metodo za optimiranje avtologne rekonstrukcije dojke po mastektomiji
		ANG	The use of 3D laser imaging and a new breast replica cast as a method to optimize autologous breast reconstruction after mastectomy
	Opis	SLO	Estetične in simetrične prsi so cilj rekonstrukcijske kirurgije dojk. Pogosto je potrebno več posegov za doseganje željenega izgleda in simetrije rekonstruiranih dojk. V izogib dodatnim korekcijskim posegom, smo na osnovi reverzibilnega inženiringa razvili novo metodo, s katero izdelamo kalup replike nove dojke (NBRC). NBRC kalup je izdelan na osnovi zrcalne geometrije preostale zdrave dojke, izmerjene v predoperativnem postopku z laserskim 3D slikanjem. Med operativnim posegom se kalup uporablja za oblikovanje nove dojke. S to metodo smo sposobni doseči boljšo simetrijo dojk v smislu volumna in oblike, natančnejšo pozicijo dojke na prsnem košu, sam oprativni poseg se izvede hitreje in varnje kot drugače.
		ANG	Aesthetically pleasing and symmetrical breasts are the goal of reconstructive breast surgery. Sometimes, however, multiple procedures are needed to improve a reconstructed breast's symmetry and appearance. In order to avoid additional corrective procedures, we have developed a new method that uses a reverse engineering technique to produce what we call a new breast replica cast (NBRC). The NBRC is a mould of the contralateral healthy breast, designed according to preoperative laser 3D images. During surgery, the mould is used to help shape the new breast. With this method, we are able to achieve breast symmetry in terms of volume, projection, contour, and position on the chest wall more

		accurately, more quickly, and more safely than before.
Šifra	F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
Objavljeno v	Churchill Livingstone; The Breast; 2011; [Vol. 20], Online first [no. 6]; [7] str.; Impact Factor: 2.491; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.838; A': 1; Avtorji / Authors: Ahčan Uroš, Bračun Drago, Živec Katarina, Pavlič Rok, Butala Peter	
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek
3. COBISS ID	12112667	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Inovativna rekonstrukcija dojke po raku
	ANG	Innovative breast reconstruction after cancer
Opis	SLO	V televizijskih novicah je bila širši slovenski javnosti predstavljena svetovna noviteta - novo razvita metoda avtologne rekonstrukcije dojke po mastektomiji. Predstavljene so bile prednosti uporabe kalupa replike nove dojke, tako pri načrtovanju operacije, kot tudi med samim operativnim posegom za doseganje boljše simetrije in pozicije rekonstruirane dojke. Poudarjeno je bilo, da se operativni poseg z uporabo kalupa izvede bistveno hitreje in varneje kot drugače. Omenjena novice je požela zelo pozitiven odziv v širši javnosti.
	ANG	A newly developed method of autologous breast reconstruction after mastectomy, the world novelty, was announced to the Slovenian public in the television news. The advantages of using the new breast replica cast at planning the procedure as well as at the surgery for achieving better symmetry and position of the reconstructed breast were presented. The shortening of the procedure time and increased safety of the surgery were emphasized. This news has attracted a very positive response from the public.
Šifra	F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov
Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Ahčan Uroš, Butala Peter	
Tipologija	3.11	Radijski ali TV dogodek

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Razvita je bila mehatronska platforma za avtomatizirano obločno varjenje. Razstavili smo jo na Dnevih varilne tehnike 2010.

Na Fakulteti za strojništvo smo organizirali posvet z naslovom "Sprotna kontrola geometrije izdelkov na osnovi laserske triangulacije". Potencialnim uporabnikom iz industrijske in raziskovalne sfere so bile predstavljene metode kontrole geometrije izdelkov na osnovi laserskega merjenja tridimenzionalne oblike teles.

Sistem za lasersko merjenje in izdelavo zahtevnih prostorskih oblik smo predstavili na prireditvi ob 90-letnici strojništva v Cankarjevem domu, na sejmu izobraževanja Informativa 2010, ter na dnevih strojništva v prostorih Tehniškega muzeja Slovenije v Bistri pri Vrhniki.

S Centrom za prenos znanja na področju informacijskih tehnologij, IJS, je raziskovalna skupina Lakos organizirala novembra 2011 zimsko šolo »Winter School on Knowledge Technologies for Complex Business Environments«. Zimska šola je bila organizirana pod okriljem FP7 IP projekta COIN in FP7 mreže odličnosti PlanetData.

Na vseslovenskem sejmu izobraževanja, štipendiranja in zaposlovanja, Informativa 2011, ki je potekal 21. in 22. 1. 2011 je bil predstavljen sistem LASMIL.

Z Univerzitetnim Kliničnim Centrom Ljubljana je potekalo sodelovanje na področju plastične rekonstrukcijske kirurgije. Metoda za rekonstrukcijsko kirurgijo dojke na osnovi kalupov, ki je bila razvita v sodelovanju z Univerzitetnim kliničnim centrom Ljubljana (prof. Ahčan) je bila predstavljena širši slovenski javnosti. O njej so poročali vsi vidnejši slovenski mediji, tudi RTV Slovenija in Pop TV v osrednjih večernih poročilih. V odzivu na to predstavitev je bil doc. dr. Drago Bračun na Valu 202 izbran za ime tedna (18.24.4.2011) in nato še za ime meseca.

Članek "Od Lojzeta k Ludviki" novinarke Mateje Grošelj, ki govori o razviti metodi rekonstrukcije

dojke pri bolnicah z rakom, je dobil tretjo nagrado na natečaju EU Health Prize for Journalists 2011.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

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. Novi pristopi, ki jih razvijamo, del teh so rezultat projekta ADS, bodo omogočili boljše obvladovanje kompleksnosti v proizvodnji, njen trajnostni razvoj in visoko konkurenčno sposobnost industrijskih subjektov. Pričakuje se da bodo rezultati predlaganih raziskav prispevali k radikalni preobrazbi proizvodne industrije. V dosedanjih raziskavah je bil razvit originalen pristop k strukturiranju in krmiljenju kompleksnih distribuiranih proizvodnih sistemov, ki je prepoznan v svetovnem merilu pod imenom ADMS. V nadaljevanju se bo izhajalo iz teh izhodišč in se jih nadgrajevalo v smeri razvoja avtonomnih delovnih sistemov z vgrajenimi elementi ambientalne inteligence in vsepovsodnega proizvodnega okolja. Gre za nove koncepte, ki bodo pomembno prispevali k evoluciji proizvodne industrije. Rezultati dosedanjega dela na projektu demonstrirajo najsodobnejše rešitve na področju oblikovanja novih proizvodnih struktur in programske podpore za kolaborativno delo v distribuiranem proizvodnem okolju.

ANG

The transformation of manufacturing industry from the traditional industry into a new one, which will be based on knowledge, innovation and high added value requires different and innovative concepts and methods of manufacturing, which will enable better mastering of ever increasing complexity in manufacturing, its sustainable development and high competitiveness of industrial subjects. It is expected that the results of the proposed research will contribute to the radical transformation of the manufacturing industry. In the previous research, an original approach to structuring and control of distributed manufacturing systems has been developed, which is well recognized on the global scale. In the future, this approach will be further developed in the direction of autonomous work systems with embedded elements of ambient intelligence and ubiquitous environment. These are new concepts, which will significantly contribute to the evolution of the manufacturing industry. The results of the work on this project demonstrate up-to-date solutions in the fields of novel manufacturing structures and software support for collaborative work in distributed manufacturing environment.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Največji delež gospodarske rasti v RS temelji na izvozno usmerjeni kovinski predelovalni industriji. Gre torej za enega od gospodarsko najpomembnejših področij, ki potrebuje, da se bodo pozitivni trendi nadaljevali, izdatno podporo v industrijsko usmerjenih raziskavah in razvoju. Projekt je industrijsko relevanten in bo, tako kot v preteklosti, skozi razvoj novih proizvodno-poslovnih konceptov in modelov ter inovacije in prenos znanja v industrijsko okolje, pomembno in neposredno prispeval k družbeno-ekonomski razvoju Slovenije. Tekom dosedanjega dela so bili rezultati raziskav že pilotno implementirani v podjetju Litostroj Power. Rezultati kažejo tudi na možnost trženja v sorodnih industrijah z možnostjo realizacije na ključ. V okviru diseminacijskih dejavnosti je bilo vpeljanih več prototipnih inštalacij v tovarne skupine CIMOS. Zaradi generičnih rešitev, predvsem v luči strukturiranja in operativnega odločanja z uporabo najsodobnejših rešitev s področja informacijsko komunikacijskih tehnologij, predstavljajo rezultati tega projekta bodočo platformo za načrtovanje, razvoj in proizvodnjo visokotehnoloških proizvodov in proizvodom ustrezno storitveno podporo za vso tisto kovinsko predelovalno industrijo, ki bo želela/morala enakovredno tekmovali na svetovni sceni. Oblikovala se je skupina za pripravo obsežnejšega projekta na temo novih proizvodnih struktur, ki zajema podjetja Mariborska Livarna Maribor, Unior Zreče, CIMOS Koper in Talum Kidričevo.

ANG

The economic growth in Slovenia highly depends on manufacturing industry, which is oriented

toward export of goods on demanding markets. It contributes the majority to this growth. Hence, the manufacturing industry is one of the most important economic fields, which, in order to be able to maintain this trend, requires significant support in research and development. The project is industry-relevant and will, as it was the case in the past, significantly contribute to the socio-economic development of Slovenia through research and development of new business and manufacturing concepts and models, as well as innovations and transfer of knowledge into the industry. The results of the research have already been implemented in pilot form in Litostroj Power. The possibility of the commercialization of the results is opening in similar industries. The developed generic solutions, in the sense of manufacturing system structuring and operational decision making, are a future platform for all metal processing industry that wants to compete globally. A group was formed with the intention of preparing a larger project in the field of novel manufacturing structures. The group includes the following companies: Mariborska Livarna Maribor, Unior Zreče, CIMOS Koper, and Talum Kidričevo.

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	

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

F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Osnačite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☒	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☒	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☒	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☒	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☒	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☒	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☒	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					

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

Komentar**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²**

	Sofinancer		
1.	Naziv	LITOSTROJ POWER, družba za projektiranje, gradnjo elektrarn in izdelavo energetske ter industrijske opreme, d.o.o.	
	Naslov	Litostrojska cesta 50, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	54.450,40	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	VRABIČ R, HUSEJNAGIČ D, BUTALA P. Discovering autonomous structures within complex networks of work systems. CIRP ann., 2012, vol. 61, iss. 1, str. 423-426, ilustr., doi: 10.1016/j.cirp.2012.03.083.	
			A.01

	2.	LEBAR A, SELAK L, BRAČUN D, SLUGA A, HUSEJNAGIĆ D, BUTALA P. Monitoring of the welding station cluster. International Conference on Manufacturing Systems, 2010, Vienna. Proceedings.	B.03
	3.	RIHTARŠIČ B, HUSEJNAGIĆ D, BUTALA P, SLUGA A. Informacijsko podprta inovativna proizvodnja. Industrijski forum IRT, 2010.[COBISS.SI-ID 11418395]	B.03
	4.	BUTALA P, RIHTARŠIČ B, HUSEJNAGIĆ D, VRABIČ R, ŠKULJ G, SLUGA A. Proti vsepovsodni proizvodnji: izhodišča, stanje in vizija. Industrijski forum IRT, 2012. [COBISS.SI-ID 12338715]	B.06
	5.	BUTALA P, RIHTARŠIČ B, SELAK L, HUSEJNAGIĆ D, LAMPE M, SLUGA A. Uvajanje produktno-storitvenega sistema: priložnost za novo opredelitev odnosa med odjemalcem in dobaviteljem tehnološke opreme. IRT2011	B.06
	Komentar	Rezultati projekta se zrcalijo v novem pristopu k podpori operacijam na proizvodnem nivoju. Izdelana programska oprema in povezovalna strojna oprema sta implementirani v proizvodnji. Konceptualne rešitve so bile tudi javno predstavljene strokovni javnosti doma in v tujini.	
	Ocena	Rezultati projekta za sofinancersko organizacijo pomenijo pridobitev na področju podpore proizvodnim operacijam. Projekt je v celoti izpolnil pričakovanja. Rezultati raziskav projekta so omogočili razširitev temeljnih spoznanj na področju razvoja modela generičnega avtonomnega delovnega sistema in njegove implementacije v industrijskem okolju. Realizacija zastavljenih ciljev se tako kaže v boljši razvidnosti proizvodnih in delovnih sistemov, možnosti dostopanja do informacij o stanju sistema od koderkoli, kadarkoli s splošno dosegljivimi tehnologijami in orodji. To pomeni učinkovitejše vodenje proizvodnje, boljše obvladovanje virov in časa, večjo fleksibilnostjo, kar se vse posredno odraža v dvigu konkurenčnosti podjetja. Na podlagi predstavljenih rezultatov lahko kot sofinancerji tega projekta podamo pozitivno oceno k opravljenemu raziskovalno-razvojnemu delu.	

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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 ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
strojništvo

Alojzij Sluga

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	12.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/196

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

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

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

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

¹² Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priložitev/-i k temu poročilu. Vzorec

diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

37-02-30-1C-9E-27-AB-E3-3A-44-63-75-E3-72-2A-7E-B0-EF-BB-40