



# Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja

Ljubljana, februar 2008

## Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja

**Nosilna raziskovalna organizacija**  
*Institut "Jožef Stefan"*

**Uredila**  
*dr. Nadja Hvala, dr. Vladimir Jovan*

**Priprava in tisk**  
*Razvedrilo d.o.o., Ljubljana*

**Naklada:** 500 izvodov

**Sofinanciranje**  
*Aktivnost Enotnega programskega dokumenta 2004-2006,  
ki jo delno financirana Evropska unija v okviru Evropskega  
sklada za regionalni razvoj.*

## Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja (CO STV)



Vodja centra: **prof. dr. Stanko Strmčnik**  
Nosilna institucija: **Institut "Jožef Stefan"**  
e-mail: [stanko.strmcnik@ijs.si](mailto:stanko.strmcnik@ijs.si)  
<http://dsc.ijs.si/>

Spletna stran CO STV: <http://www.tvp.si/>

## Tehnologija vodenja

Tehnologija vodenja procesov, ki združuje informatizacijo, kibernetizacijo in avtomatizacijo procesov, je ena od ključnih tehnologij za povečanje učinkovitosti proizvodnje. Zato ima Slovenija priložnost, da s pospešenim uvajanjem izsledkov in orodij te tehnologije naredi pomemben korak k višji konkurenčnosti svojih proizvodnih in storitvenih podjetij.

## Strategija razvoja tehnologije vodenja v Sloveniji

Strategijo je pripravila skupina partnerjev tehnološke mreže "Tehnologija vodenja procesov" (TM TVP), katere člani so tri slovenske akademske institucije ter deset inženirskih podjetij, ki spadajo med najpomembnejše dobavitelje opreme in storitev na področju vodenja in avtomatizacije industrijskih procesov. Pri pripravi strategije je sodelovalo še 44 slovenskih proizvodnih podjetij, uporabnikov tehnologije vodenja.

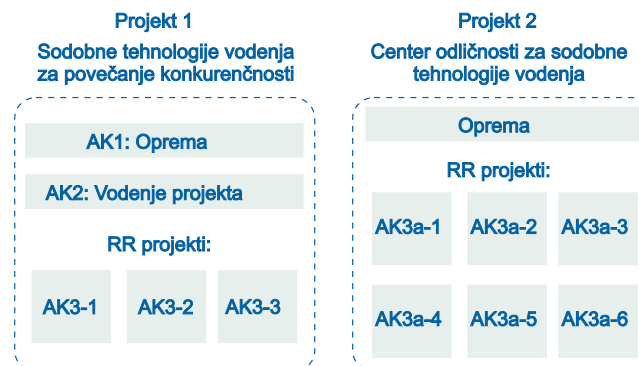
## Področja raziskav in tehnološkega razvoja

Predvidena področja raziskav in tehnološkega razvoja v okviru te strategije so razvoj proizvodne informatike, vodenje kompleksnih sistemov in procesov, odkrivanje napak in kontrola kvalitete, podpora logističnim procesom v proizvodnih podjetjih, tehnologije, ki dvigujejo kvaliteto bivanja in zmanjšujejo onesnaževanje okolja, avtomatizacija strojev in naprav ter tehnologije, ki omogočajo razvoj novih orodij in gradnikov za sisteme vodenja.

## Povezava z drugimi projekti in vključenost v Nacionalni raziskovalno razvojni program

Projekt vzpostavitve in začetka delovanja "Centra odličnosti za sodobne tehnologije vodenja" (CO STV) je bil prijavljen kot komplementarni projekt projektu "Sodobne tehnologije vodenja za povečanje konkurenčnosti" (STVPK), ki je bil prav tako sofinanciran s sredstvi Evropskega Sklada za Regionalni Razvoj.

### Skupna strategija razvoja na področju tehnologije vodenja



Shematski prikaz projektov STVPK in CO TVP za doseganje zastavljene strategije razvoja na področju tehnologije vodenja sistemov

Delo v okviru CO STV smo zastavili tako, da smo dosegli komplementarnost s temeljnimi in aplikativnimi raziskavami, ki jih (so)financira slovensko Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo (MVZT) oziroma Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v okviru področja "Sistemi in kibernetika" ter tekočimi EU projekti v okviru 6. Okvirnega programa, v katerih partnerji CO STV sodelujejo (predvsem projekti PRISM, CONNECT, PEGASE, BRACCIA, STEROLTALK, ADOP-BIO in NextGenCell).

Tehnologija vodenja je vključena tudi kot eno od prednostnih področij v okviru Nacionalnega raziskovalno razvojnega programa Republike Slovenije.

## Cilji strategije

Strategija razvoja na področju tehnologije vodenja procesov je izražena v globalnem cilju, ki je:

### Z novim razvojem in uvajanjem tehnologije vodenja povečati konkurenčnost podjetij izvajalcev in podjetij uporabnikov.

Aktivnosti za doseg ciljev potekajo v okviru naslednjih treh strateških usmeritev:

- a) razvoj novih proizvodov, storitev in tehnologij za **izvajalce** (predvsem preko tehnološko-razvojnih projektov),
- b) uvajanje in razširjanja novih (in obstoječih) tehnologij med **uporabnike** (predvsem preko demonstracijskih projektov),
- c) pospešeno vzpostavljanje inovativnega okolja.

Uspešnost izvajanja strategije temelji na izkazanih potrebah po znanju in storitvah s področja tehnologije vodenja, znanstveni odličnosti akademskih partnerjev, obstoječem sodelovanju akademskih institucij in industrijskih partnerjev znotraj Tehnološke mreže "Tehnologija vodenja procesov", že doseženih razvojno-raziskovalnih rezultatih in interesu članov tehnološke mreže za izvedbo novih skupnih projektov.

## Partnerji

Partnerji CO STV so večinoma člani tehnološke mreže "Tehnologija vodenja procesov", torej raziskovalne institucije ter podjetja s področja avtomatizacije in informatizacije industrijskih procesov. Poleg članov tehnološke mreže so partnerji CO STV tudi podjetja-uporabniki tehnologije

vodenja. Na ta način zasnovana struktura CO STV je bila naknadno razširjena z raziskovalci Fakultete za strojništvo, Univerze v Ljubljani in njihovimi industrijskimi partnerji.

## Seznam partnerjev:

### Akadske institucije:



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Institut "Jožef Stefan",  
Ljubljana



Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za elektrotehniko



Univerza v Mariboru,  
Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za strojništvo



Univerza v Ljubljani,  
Fakulteta za strojništvo

### Inženirska podjetja:



INEA d. o. o.,  
Ljubljana



Metronik d.o.o.,  
Ljubljana

**SYNATEC** 

Synatec d.o.o., Idrija

**LIKO PRIS**  
*Partnerski Uspešniki*

LIKO PRIS d.o.o., Vrhnika

  
ROBOTINA

Robotina d.o.o.,  
Izola

**goap**

GOAP d.o.o., Nova  
Gorica

**TELEM**  
MARIBOR

TELEM Inženiring,  
avtomatizacija, zastopstva  
d.o.o., Maribor

**spica**

ŠPICA International  
d.o.o., Ljubljana

**FDS**  
RESEARCH  
COMPUTER VISION GROUP

FDS Research d.o.o.,  
Ljubljana

**ETI**

ETI d.d.,  
Izlake

#### Podjetja-uporabniki:

  
**LIV**

LIV Plastika d.o.o.,  
Postojna

  
**alpina**

ALPINA d.d.,  
Žiri

  
**lek**  
član skupine Sandoz

Lek d.d., Ljubljana

**DOMEL**<sup>®</sup>

Domel d.d.,  
Železniki



Centralna čistilna naprava  
Domžale-Kamnik d.o.o.,  
Domžale

#### Finančni okviri

Ocena potrebnih finančnih vlaganj v letih 2004-2008 za doseganje predlagane strategije na področju tehnologije vodenja je bila 26 milijonov EUR, pri čemer naj bi bil prispevek poslovnega sektorja 13 milijonov EUR, ostalo pa naj bi krili s sredstvi strukturnih skladov in drugimi nacionalnimi in mednarodnimi viri. Omenjena sredstva ne vključujejo sredstev temeljnih in aplikativnih raziskav, ki jih financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, kot tudi ne sredstev za postavitev in razvoj potrebne razvojne in poslovne infrastrukture.

Doslej je bilo dejansko podprto le približno 20% po strategiji predvidenih razvojno-raziskovalnih del. Največji del je bil financiran v okviru projekta "Sodobne tehnologije vodenja za povečanje konkurenčnosti", in sicer 5,4 mio EUR, od tega nekaj manj kot 4 mio EUR iz zasebnih virov. Vlaganja v projekt vzpostavitve in začetka delovanja CO STV so bila približno 1,35 mio EUR, od tega je bil obseg sofinanciranja s sredstvi Evropskega sklada za regionalni

razvoj približno 0,91 mio EUR, sofinanciranje iz zasebnih virov pa okrog 0,2 mio EUR.

Sofinanciranje je potekalo preko aktivnosti centrov odličnosti v okviru 1. Prednostne naloge EPD 2004-2006 "Spodbujanje podjetniškega sektorja in konkurenčnosti", ki jih na MVZT vodi dr. Darja Piciga.

### Najpomembnejši rezultati

Doseganje v strategiji predvidenih ciljev, izraženih s kazalniki, je podano v tabeli.

	Operativni cilji	Opis kazalnika	Doseženi
1	Razviti nove in izboljšati (dograditi) obstoječe tehnologije, produkte in storitve za izvajalce	število novih/izboljšanih tehnologij	9
		število novih/izboljšanih izdelkov	14
		število novih/izboljšanih storitev	4
		št. novih patentov ali tehničnih izboljšav	3
2	Implementirati nove in dograditi obstoječe sisteme avtomatizacije in informatizacije pri uporabnikih	število izvedenih demo projektov	11
		število (drugih) RR rezultatov	14
3	Vzpostaviti inovativno okolje	formiranje in začetno delovanje CO	1
		število raziskovalcev sodelujočih v CO	77
		število organizacij sodelujočih v projektu	19
		število skupnih RR projektov	12
		število skupnih tržnih akcij	2
		število skupnih promocijskih akcij	7
		število skupnih objavljenih del	38
število izv. seminarjev, tečajev, delavnic	20		

### Vizija/prihodnji razvoj

Izhodišče za delo v prihodnjem obdobju bo nadaljnje izvajanje strategije, pripravljene s strani tehnološke mreže "Tehnologija vodenja procesov", ki je bila zaradi pomanjkanja finančnih sredstev v preteklosti le delno realizirana. V okviru dejavnosti CO STV predvidevamo okvirno ohranitev dosedanjih širših raziskovalnih področij dela, vendar z novimi vsebinskimi poudarki, kot npr.: izgradnja razvojnega okolja za hitro preizkušanje nelinearnega, multivariabilnega in prediktivnega vodenja; uporaba spletnih tehnologij za daljinsko in porazdeljeno vodenje; vodenje proizvodnje na osnovi modelov; razvoj tehnologij za inteligentne zgradbe; razvoj in industrijska implementacija metodologije za iskanje priložnosti za nove izdelke, razvoj inovativnih izdelkov za tako odkrite priložnosti ter integracija marketinških in razvojnih funkcij v podjetju.

Predvidevamo tudi nakup nove opreme in pa adaptacijo starih oziroma izgradnjo novih laboratorijskih prostorov. Vse aktivnosti bomo koordinirali z delom na nacionalnih projektih ter projektih 6. oziroma 7. okvirnega programa EU.

### Projekti Centra odličnosti za sodobne tehnologije vodenja

Aplikativne raziskave ter razvoj novih tehnologij, izdelkov in storitev (ali njihovo izboljšanje) so potekali v okviru šestih projektnih sklopov (označeni z AK3a-1 do AK3a-6), predstavljenih v nadaljevanju.

## AK3a-1: Sodobne regulacijske metode



Vodja projektnega sklopa: **prof. dr. Rihard Karba**  
Nosilna organizacija: **Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko**

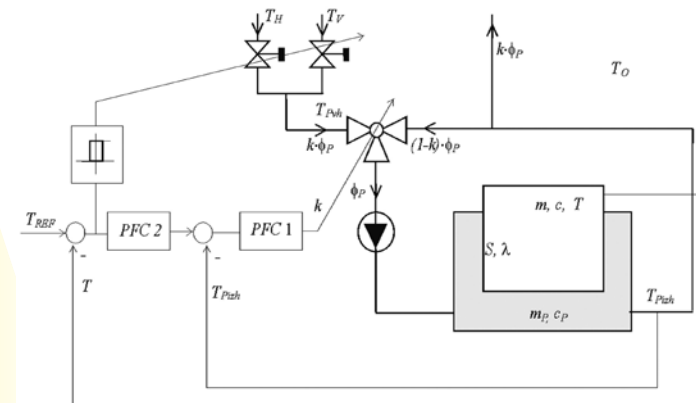
e-mail: rihard.karba@fe.uni-lj.si

<http://msc.fe.uni-lj.si/>

Namen projektnega sklopa je bil sinergijsko povezati raziskovalce in raziskovalno razvojne (RR) aktivnosti na področju najsodobnejših metod avtomatskega vodenja med dvema raziskovalnima partnerjema (Fakulteta za elektrotehniko ter Institut "Jožef Stefan"). Projekt vključuje iskanje naprednih tehnoloških rešitev za tri izbrana najbolj zanimiva problemska področja zahtevnih regulacijskih problemov uporabnikov. Delo obsega analizo problematike posameznega procesa, izdelavo ustreznega koncepta vodenja, izbiro oziroma razvoj potrebnih regulacijskih metod ter razvoj regulacijskega sistema. Izvajanje projekta je potekalo v okviru petih vsebinskih sklopov.

Pomembna rezultata tega projektnega sklopa sta zasnova samonastavljivega prediktivnega regulatorja za šaržne procese in programsko orodje za podporo uglasovanju

regulacijskih zank, ki ga uporabljamo pri nastavljanju parametrov regulacijskih zank pri zahtevnejših sistemih vodenja v industriji.



Prediktivno vodenje kemijskega reaktorja

## AK3a-2: Avtomatski sprotni nadzor procesov in kontrola kvalitete izdelkov

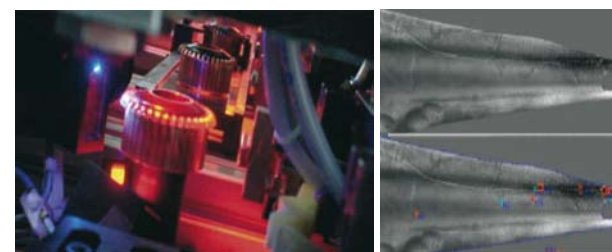
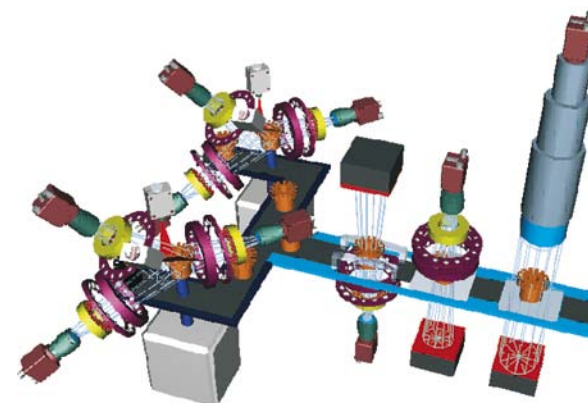


Vodja projektnega sklopa: **prof. dr. Đani Juričić**  
Nosilna organizacija: **Institut "Jožef Stefan"**  
e-mail: dani.juricic@ijs.si  
<http://dsc.ijs.si/>

Glavni namen projekta je bil opraviti raziskave, razvoj in industrijsko uporabo postopkov, naprav in izdelkov za novo generacijo sistemov nadzora, ki bodo zmožni zanesljivega zgodnjega zaznavanja in lokalizacije napak v opremi, procesih in izdelkih. Tako na najbolj neposreden način prispevamo k povečevanju konkurenčnosti našega gospodarstva skozi večanje produktivnosti, večjo kakovost proizvodov in prilagodljivost spremembam na trgu.

V okviru tega projektnega sklopa je bila razvita tehnologija za sprotno preizkušanje kakovosti elektromotorjev na podlagi analize vibro-akustičnih signalov in izdelan sistem za avtomatsko končno kontrolo kakovosti elektromotorjev, vgrajen v Domel d.d. in tudi zaščiten s patentom. Drugo vsebinsko področje se nanaša na raziskovalno-razvojna dela s področja analize kakovosti izdelkov s pomočjo strojnega vida. Na tem področju je bil izdelan krmilnik za

osvetljevanje pri avtomatski končni kontroli izdelkov in izdelan sistem za avtomatsko kontrolo kakovosti komutatorjev pomočjo računalniškega vida, vgrajen v podjetju Kolektor d.o.o.



*Ilustracija praktične implementacije diagnostičnih sistemov v industriji*



### AK3a-3: Tehnologije daljinskega in porazdeljenega vodenja



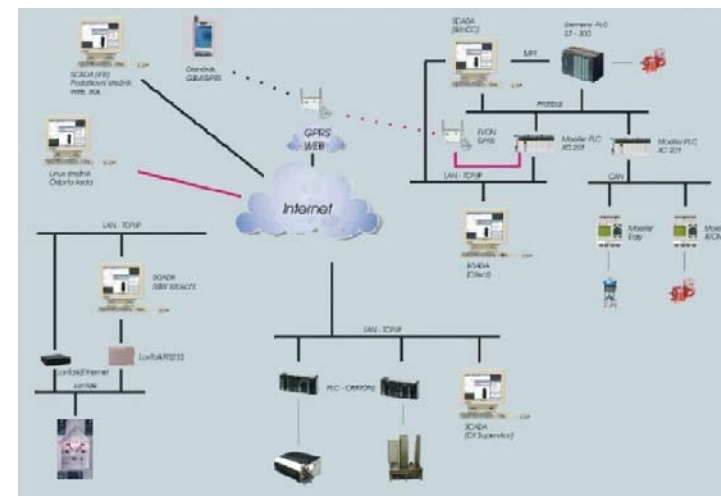
Vodja projektnega sklopa: **prof. dr. Boris Tovornik**  
Nosilna organizacija: **Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko**  
e-mail: [boris.tovornik@uni-mb.si](mailto:boris.tovornik@uni-mb.si)  
<http://www.au.feri.uni-mb.si/>

Namen projekta je bil razvoj in osvojitve novih tehnologij daljinskega in porazdeljenega vodenja preko postavitve testnega laboratorijskega sistema in izvedbe demonstracijskega projekta za znanega naročnika.

V okviru tega projektnega sklopa so bili izvedeni trije podprojekti:

- uporaba odprte kode internetnih tehnologij v procesih vodenja,
- univerzalni sistem zajemanja podatkov s pomočjo javnih telekomunikacijskih procesov,
- center vodenja in spletno podprto vodenje dislociranih procesov.

Pomembni rezultati tega projektnega sklopa so koncept uporabe odprto-kodne tehnologije za potrebe daljinskega in porazdeljenega vodenja, razvoj metodologije za zagotavljanje varnosti in testiranje stabilnosti delovanja industrijskega sistema daljinskega vodenja, razvoj univerzalnega sistema zajemanja podatkov s pomočjo javnih telekomunikacijskih procesov ter postavitev koncepta daljinskega vodenja industrijskih energetskih sistemov.



*Koncept sistema daljinskega in porazdeljenega vodenja*

## AK3a-4: Sistem za podporo odločanju pri vodenju proizvodnje



Vodja projektnega sklopa: **dr. Vladimir Jovan**

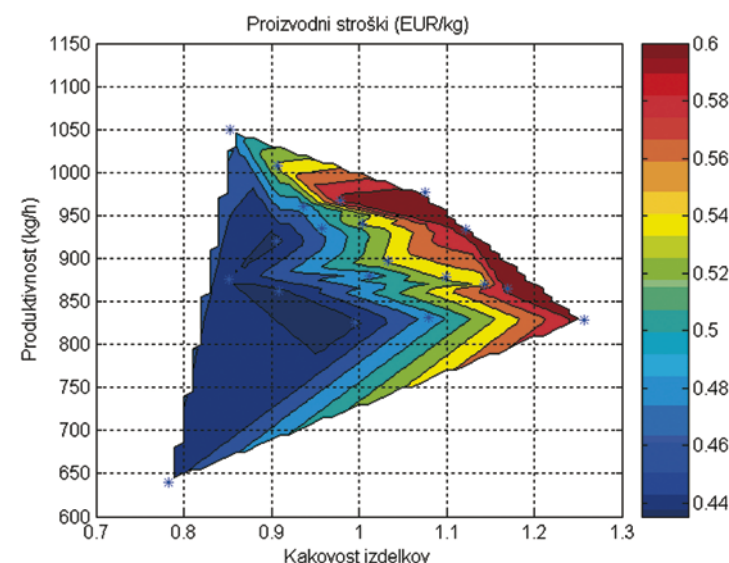
Nosilna organizacija: **Institut "Jožef Stefan"**

e-mail: [vladimir.jovan@ijs.si](mailto:vladimir.jovan@ijs.si)

<http://dsc.ijs.si/>

Namen tega projektnega sklopa je bil zasnovati dodatne module proizvodnega informacijskega sistema, ki omogočajo pravočasno in pravilno ukrepanje v smislu čim bolj učinkovitega vodenja proizvodnih procesov. Z vgradnjo dodatnih programskih modulov, ki služijo kot podpora pri reševanju delno strukturiranih problemov pri vodenju proizvodnje (planiranje, terminiranje, sledljivost proizvodnje, določanje učinkovitosti proizvodnje, itd.), nadgradimo obstoječ proizvodni sistem z novimi funkcionalnostmi, ki skupaj tvorijo osnovo sistema za podporo odločanju pri vodenju proizvodnje. Del raziskovalnih aktivnosti je bil namenjen tudi metodologiji za podporo odločanju pri vodenju proizvodnje na osnovi ključnih kazalnikov učinkovitosti in razvoju modela proizvodnje vzorčne procesne proizvodnje.

V okviru tega projektnega sklopa razviti koncepti so bili uporabljeni v več projektih izvedbe proizvodnega informacijskega sistema, npr. zagotavljanje sledljivosti proizvodnje v Ljubljanskih mlekarnah d.d. in Drogi d.d., spremljanje proizvodnje v podjetju Kolektor Pro d.o.o. ter operativno planiranje proizvodnje v obratu LIV Plastika. Pomemben rezultat je tudi izdelava modela proizvodnje, izdelanega v programskem okolju Matlab, ki omogoča simulacijsko preverjanje naprednih algoritmov vodenja proizvodnje.



*Rezultat simulacije modela proizvodnje: ocena proizvodnih stroškov v obratu Polimerizacija, MitoI, d. d.*

## AK3a-5: Informacijsko obvladovanje izdelka skozi celotno življenjsko dobo



Vodja projektnega sklopa: **prof. dr. Jože Duhovnik**  
Nosilna organizacija: **Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo**

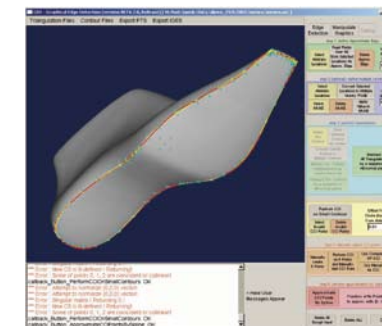
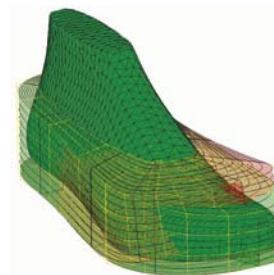
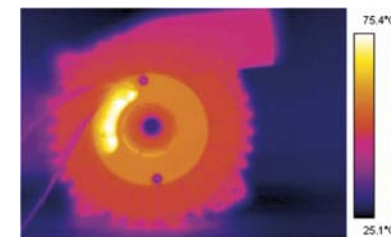
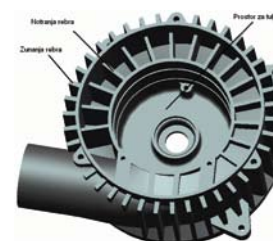
e-mail: [joze.duhovnik@lecad.uni-lj.si](mailto:joze.duhovnik@lecad.uni-lj.si)

<http://www.lecad.uni-lj.si/>

Cilj projekta je bil razviti sistem za obvladovanje podatkov v celotnem življenjskem ciklu proizvoda. Glavne aktivnosti so bile usmerjene v raziskave in razvoj naslednjih ključnih elementov:

- uporaba modularnih sestavov pri razvoju različic,
- priprava arhiva za uporabo v razvoju in izdelava kataloga rezervnih delov glede na razvojne spremembe,
- vključitev značilnih struktur izdelkov v ponudbeni proces,
- 3-D modeli z značilnicami, ki so primerne za razne analize,
- izdelku in proizvodnemu okolju hitro odziven in prijazen PLM (Product Life Cycle Management) sistem.

Najpomembnejši rezultat projekta je metodologija za celovit razvoj izdelka v distribuiranem okolju, ki smo jo delno ali v celoti uporabili pri realizaciji različnih industrijskih aplikacij. V tem okviru smo sodelovali pri razvoju nove generacije sesalnih enot (za Domel d.d.), razvoju turbopuhala za gorivne celice (Domel d.d.), razvoju površinskega modela človeških stopal iz oblaka lasersko izmerjenih točk (Alpina d.d.), itd. Na podlagi dobljenih rezultatov smo pri Uradu RS za intelektualno lastnino prijavili znamko "Global Product Realization".



*Razvoj turbopuhala in razvoj računalniško podprtega orodja za oblikovanje obutve*

## AK3a-6: Projektno vodenje v sistemu naročil



Vodja projektnega sklopa: **prof. dr. Marko Starbek**  
Nosilna organizacija: **Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo**

e-mail: [marko.starbek@fs.uni-lj.si](mailto:marko.starbek@fs.uni-lj.si)

<http://www.fs.uni-lj.si/laps/>

Tematika projektnega sklopa posega v dilemo mnogih podjetij: kako na globalnem trgu obdržati oziroma povečati konkurenčno prednost pred ostalimi podjetji oziroma ponudniki izdelkov. Raziskovalci projekta smo odgovore in rešitve te dileme našli v uveljavitvi projektne pristopa razširjenega z elementi sočasnega inženirstva.

Namen projekta je bil analizirati obstoječe stanje vodenja individualne proizvodnje in osvajanja novih izdelkov, pregledati obstoječe metode za vodenje projektov individualne proizvodnje ter izdelati splošen model za projektno vodenje obeh vrst naročil in izvesti ustrezne simulacije. Ključni cilj projekta je bil oblikovati takšen sistem projektnega vodenja naročil, ki bo:

- primeren za različne vrste podjetij oziroma naročil (osvajanje novih izdelkov, naročilo standardnih izdelkov po meri kupcev),

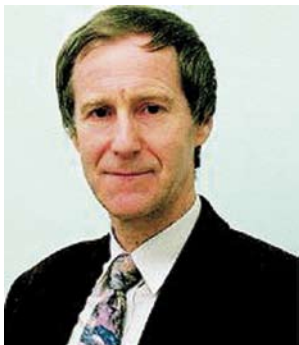
- enostaven za vključitev v obstoječi poslovni sistem podjetja in hkrati
- dovolj prilagodljiv na specifične zahteve različnih kupcev.

Pomembnejši rezultati tega projektnega sklopa so izdelana metodologija načrtovanja in vodenja projektov individualne proizvodnje ter več izvedenih demo projektov sistema projektnega vodenja naročil in integriranega osvajanja izdelka (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, LIV Plastika d.o.o., ETI d.d.).



*Timsko delo pri načrtovanju projekta osvajanja izdelka*

## Razvoj raziskovalne infrastrukture Centra odličnosti za sodobne tehnologije vodenja



Vodja: **prof. dr. Stanko Strmčnik**

Nosilna institucija: **Institut "Jožef Stefan"**

e-mail: [stanko.strmcnik@ijs.si](mailto:stanko.strmcnik@ijs.si)

<http://dsc.ijs.si/>

Vzporedno z izvajanjem naštetih projektnih sklopov smo partnerji CO STV posodobili, nadgradili in dopolnili svoje raziskovalno razvojne laboratorije, njihovo opremo in drugo zahtevnejšo tehnološko in raziskovalno infrastrukturo. Projekt nadgradnje obstoječe opreme je obsegal skupaj 17 investicij, predvsem:

- nakup različne računalniške in merilno-regulacijske opreme,
- nakup različnih elektronskih merilnih inštrumentov,
- nakup namenske programske opreme,
- nakup namenskih obdelovalnih strojev,
- prenovo in nadgradnja opreme laboratorijev.



*Nova raziskovalna oprema na Institutu "Jožef Stefan"*



*Raziskovalci Laboratorija LECAD  
(Univerze v Ljubljani, Fakultete za strojništvo) z novo opremo*

**Center odličnosti za  
sodobne tehnologije  
vodenja**



# **Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja**

