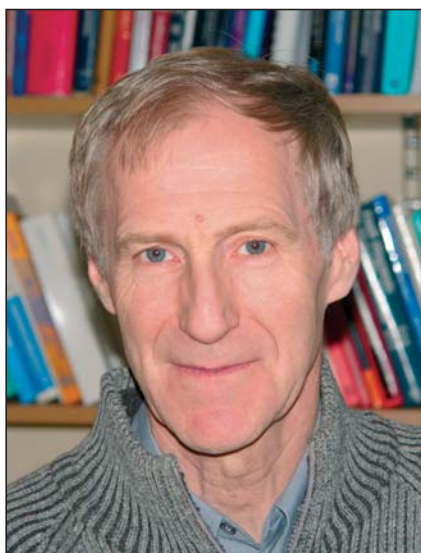


# Inštitut Jožef Stefan – odsek za sisteme in vodenje

V reviji Ventil nadaljujemo s predstavitvami znanstvenoraziskovalnih skupin s področja avtomatizacije, fluidne tehnike in mehatronike. Tokrat bomo predstavili v slovenskem prostoru in tudi širše poznano skupino za sisteme in vodenje, ki deluje na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani pod vodstvom prof. dr. Stanka Strmčnika. Pogovarjali smo se z dr. Vladimirjem Jovanom, pomočnikom vodje odseka, sicer dolgoletnim sodelavcem odseka, ki sodeluje predvsem pri pridobivanju in izvedbi projektov za domače in tuje partnerje iz gospodarstva.



Vodja Odseka za sisteme in vodenje na Institutu Jožef Stefan prof. dr. Stanko Strmčnik

**Ventil:** Katera so znanstvenoraziskovalna in strokovna področja delovanja skupine oziroma odseka? Kratek opis področij!

**Dr. Jovan:** Odsek za sisteme in vodenje je eden večjih na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani in izhaja iz elektronike, področja dela, ki ga je na inštitutu uvedel in utemeljil pokojni prof. dr. France Bremšak. Prvi se je načrtneje začel ukvarjati s teorijo in prakso avtomatskega vodenja, torej s področjem, v katero spada današnja dejavnost odseka. Pod njegovim vodstvom je nastal in deloval Odsek za analogni tehniki in servomehanizme, ki se je kasneje preoblikoval v Odsek za avtomatiko, biokibernetiko

in robotiko. V okviru tega odseka je od leta 1983 naprej delovala skupina za avtomatiko, ki je 1986 prerasla v samostojen Odsek za računalniško avtomatizacijo in regulacije. Leta 2003 se je odsek zaradi razširitve svoje dejavnosti preimenoval v Odsek za sisteme in vodenje.

Raziskovalne in razvojne aktivnosti Odseka za sisteme in vodenje, ki jih danes izvajamo, lahko opišemo kot analizo, vodenje in optimizacijo različnih sistemov in procesov. V tem okviru:

- raziskujemo nove metode in algoritme za avtomatsko vodenje,

- razvijamo postopke in programska orodja za podporo načrtovanju in gradnji sistemov za vodenje,
- razvijamo specialne merilne in regulacijske module,
- gradimo celotne računalniško podprte sisteme za vodenje in nadzor strojev, naprav oziroma industrijskih in drugih procesov.

Odsek je že vse od svoje ustanovitve dalje intenzivno usmerjen v prenos oziroma izmenjavo znanja s svojo okolico ter v sodelovanje z gospodarstvom, saj si je ob svoji ustanovitvi kot poslanstvo zadal prav "premoščanje prepada med teorijo

**Odsek za Sisteme in vodenje**  
Institut Jožef Stefan

- Predstavitev
- Ljudje
- R&R teme
- Projekti
- Poučevanje
- Objave
- Aplikacije
- Partnerji
- Prosta mesta

Odsek za sisteme in vodenje  
Institut Jožef Stefan  
Jamova 39, 1000 Ljubljana  
Slovenia

Vodja odseka  
prof. dr. Stanko Strmčnik  
e-mail: stanko.strmcnik@ijs.si  
telefon: +386 1 477 39 00

Domača stran Odseka za sisteme in vodenje na spletu (<http://dsc.ijs.si>)

in prakso" na področju tehnologije vodenja. Prav zaradi tega je dejavnost odseka zelo razvejana, saj obsega tako temeljne in aplikativne raziskave kot tudi razvoj in izobraževanje.

**Ventil:** Pomen področja za sodobno industrijsko proizvodnjo.

**Dr. Jovan:** Terminološko lahko dejavnost našega odseka opredelimo v strokovno področje **tehnologije vodenja** procesov. Tehnologija vodenja procesov, ki združuje informatizacijo, kibernetizacijo in avtomatizacijo procesov, je ena od ključnih za povečanje kvalitete in učinkovitosti proizvodnje, kar seveda bistveno vpliva na konkurenčnost proizvodnih podjetij. Podjetja se tega dejstva zavedajo, zato ne čudi, da smo sodelavci našega odseka v zadnjih dvajsetih letih delali na skoraj 200 različnih projektih za slovenska in tuja podjetja.

**Ventil:** Umestitev odseka v IJS, slovenski in mednarodni prostor.

**Dr. Jovan:** Zaradi svojih ambicij prenosa raziskovalnih rezultatov v industrijsko prakso, aktualnega področja dela, ki ga gojimo na odseku, in strokovnih referenc lahko ocenimo, da smo od ustanovitve odseka pred dobrimi dvajsetimi leti pa do danes izvajali različne projekte v večini najpomembnejših slovenskih industrijskih podjetij. Za nas so najpomembnejša podjetja, s katerimi imamo dolgoročno partnersko sodelovanje, z nekaterimi tudi že več kot 15 let (Cinkarna Celje, d. d., Mitol, d. d., Inea, d. o. o., Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik). V zadnjih 15 letih smo uspešno vzpostavili tudi mednarodno sodelovanje, bodisi v okviru konkretnih naročil za naše storitve in izdelke (Electrolux Zanussi, Mitsubishi Electric, Plasmalt) ali v okviru sodelovanja z uglednimi tujimi univerzami na projektih Evropskega programa in različnih bilateralnih raziskovalnih projektih (Imperial College London, Technical University of Denmark, University of Dortmund, Universidad Politécnica de Catalunya, Delft University, Aristotle University of Thessaloniki, akademijami znanosti v Pragi, Budimpešti, Sofiji in drugimi).



Sistem za avtomatsko končno kontrolo kvalitete sesalnih enot v Domelu, d. d.

**Ventil:** Sodelovanje s slovenskimi podjetji, načini sodelovanja – projekti, mreže, laboratoriji odličnosti. Namen in cilji sodelovanja.

**Dr. Jovan:** Z večino slovenskih podjetij sodelujemo preko konkretnih pogodb, pač po načelu ponudbe in povpraševanja, pa tudi v skupnih razvojnih projektih. Ponudb za sodelovanje je precej, skušamo sodelovati predvsem na zahtevnejših projektih, ki so tudi razvojno zanimivi in kot takšni izziv za našo skupino.

Ker pa menimo, da je vloga naše skupine tudi promocija področja tehnologije vodenja in uvajanje rezultatov tega strokovnega področja v industrijsko prakso, igramo pomembno vlogo tudi v različnih interesnih grupacijah ponudnikov storitev s področja tehnologije vodenja in uporabnikov teh storitev iz industrijskih podjetij. Tako naš odsek vodi Center odličnosti za sodobne tehnologije vodenja. Je tudi eden od pobudnikov za ustanoviteljev tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov



Preizkušanje 7-kilowatnega agregata z gorivnimi celicami

in Tehnološkega centra za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvodnje.

**Ventil:** *Izbrani projekti oziroma rezultati sodelovanja s slovensko industrijo neposredno, posredno preko državnega in evropskega financiranja.*

**Dr. Jovan:** Lep primer neposrednega sodelovanja s slovensko industrijo je naše delo za Domel, d. d., Železniki, danes največjega evropskega dobavitelja sesalnih enot za gospodinjstve in profesionalne sesalnike. Zanje smo razvili in na več proizvodnih linij vgradili kot končno kontrolo diagnostični sistem za avtomatsko kvaliteto elektromotorjev za sesalnike. Postavitve in uspešno delovanje teh sistemov sta podjetju Domel omogočila pridobiti nove kupce izdelkov – predvsem nizozemski Philips. Ta je svojo poslovno potezo namreč pogojeval z uporabo avtomatskih diagnostičnih naprav, zato je bil ta tehnološki dosežek ključnega pomena za prodor novih Domelovih izdelkov na svetovni trg. Nove naprave omogočajo popoln nadzor nad kvaliteto izdelkov ter popolno sledljivost – vsi motorji so označeni in meritve vsakega izdelanega motorja (električne, vibracijske in akustične) so shranjene v podatkovni bazi podjetja. Za postavitev prve naprave smo sodelavci v letu 2005 prejeli zlato priznanje Gospodarske zbornice Slovenije.

Uspešno sodelovanje z Domelom danes nadgrajujemo s skupnim delom na področju razvoja namenskih sklopov za sisteme z gorivnimi celicami. Domel, d. d., namreč postaja pomemben svetovni dobavitelj puhal zraka in vodika za gorivne celice. Trenutno poteka sodelovanje na več projektih s področja razvoja namenskih podsklopov in uporabe gorivnih celic: v okviru evropskega projekta NextGenCell skupaj s strokovnjaki Domela razvijamo mehansko obliko, pripadajočo elektroniko in algoritem vodenja za razdelilnik zraka, ki se bo uporabljal v napravi za pridobivanje vodika iz zemeljskega plina. Drugi trije projekti se nanašajo na uporabo gorivnih celic v sistemih kogeneracije in na njihovo uporabo

kot dodatni vir električne energije v namenskih vojaških aplikacijah.

Trenutno teče na našem odseku še več drugih projektov za slovenska podjetja. Za Danfoss Trata, d. o. o., razvijamo koncept delovanja in elektroniko inteligentnega ventila za energetiko, za isto podjetje se razvija tudi sistem vodenja za namensko testno progo, z Inea, d. o. o., delamo pri razvoju programskega paketa za dinamično pripravo receptur in pri nadgradnji računalniškega vodenja proizvodnih linij v Color, d. d. Z našimi industrijskimi partnerji sodelujemo tudi pri pridobivanju namenskega sofinanciranja za razvojne projekte in jih vključujemo v domače in tudi evropske razvojne projekte.



*Elektronski sklop za pogon motorja inteligentnega ventila*

**Ventil:** *Pomen znanstvenoraziskovalnega dela za stroko, način predstavitve, objave in odmevnost.*

**Dr. Jovan:** Poudarek našega raziskovalnega dela je v skladu z misijo odseka na reševanju problemov, ki izhajajo iz konkretnih potreb naših partnerjev iz industrije. Zadovoljni smo, da so marsikateri predlogi in rešitve s področja računalniškega vodenja naprav in procesov, uporabe sodobnih postopkov regulacije, mikroplaniranja proizvodnje in sprotnega ocenjevanja učinkovitosti proizvodnje zaživel v industrijski praksi in povečali konkurenčnost naših podjetij. Menimo, da je to eden najbolj transparentnih prikazov pomena našega raziskoval-

nega dela. Za svoje delo pri uspešnem prenosu raziskovalnih rezultatov v industrijsko prakso so sodelavci naše skupine dobili tudi vrsto priznanj: več državnih nagrad za izume in tehniške izboljšave, Zoisovo priznanje, Bedjaničeve nagrade in druga priznanja.

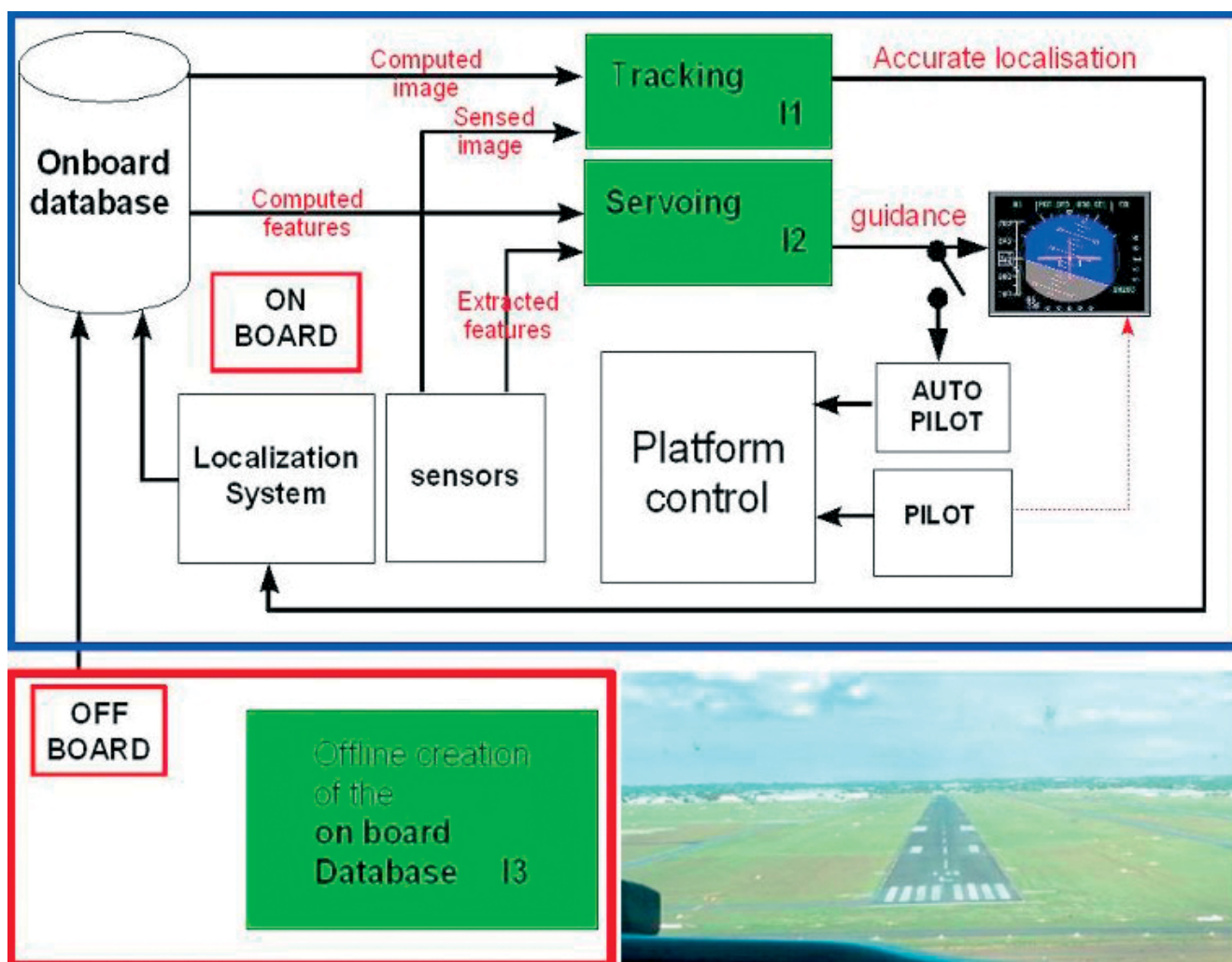
Seveda tudi objavljamo v tujih in domačih znanstvenih revijah. V zadnjih petih letih so sodelavci odseka prispevali okrog 50 originalnih znanstvenih člankov v najuglednejših mednarodnih revijah in predstavili svoje raziskovalne in razvojne rezultate na več kot 100 mednarodnih konferencah po vsem svetu.

Poseben pomen dajemo promociji in razširjanju znanj s področja teh-

nologije vodenja; vrsta sodelavcev odseka sodeluje kot predavatelji na različnih slovenskih univerzah, že več kot 10 let pa v okviru specialističnega študija na ljubljanski Fakulteti za elektrotehniko podajamo znanja s področij avtomatike, vodenja procesov, informatike in računalništva slušateljem rednih tečajev iz slovenskega gospodarstva.

**Ventil:** *Projekti, ki jih financira EU – sodelovanje v posameznih programih.*

**Dr. Jovan:** Pomena vključevanja naše skupine v širši evropski raziskovalni prostor se seveda zavedamo. Poleg vrste mednarodnih bilateralnih projektov, s katerimi smo začeli že



Koncept vodenja letala iz projekta šestega evropskega programa PEGASE

pred dvajsetimi leti, smo bili v petem evropskem programu soudeleženi pri petih projektih. V šestem evropskem programu skupaj s skupinami z najuglednejših evropskih univerz in razvojniki iz pomembnih evropskih industrijskih podjetij sodelujemo na treh projektih: v okviru projekta PRISM je naš odsek zadolžen za problemsko področje optimizacije proizvodnje v realnem času. Cilj raziskave na tem področju je predvsem izdelava koncepta optimalnega vodenja različnih modelnih procesov z upoštevanjem realnih negotovosti/omejitev procesa in razvoj strategij vodenja, ki omogočajo relativno enostavno uporabo v praksi. V projektu PEGASE, ki združuje najpomembnejše evropske izdelovalce letal in helikopterjev, sodelavci iz naše skupine delajo na vodenju letal v fazah približevanja pristajalni pisti, pristajanja in vzletanja s pomočjo dveh na krilih instaliranih kamer. Prednost tega koncepta je v avtonomnosti vodenja letala, ki na ta način ni več

odvisno od zunanjih sistemov vodenja na letališčih, torej t. i. ILS-sistema. V tretjem projektu CONNECT skupaj s partnerji razvijamo napredne algoritme vodenja in orodja za njihovo aplikacijo na množici industrijskih procesov, pri katerih se kažejo posebni problemi in omejitve (npr. problemi, ki zahtevajo hitro vodenje ob upoštevanju omejitev, varnostno kritične aplikacije, procesi z visokimi zahtevami kvalitete produktov itd.). Pripravljamo se tudi na prijave za sedmi evropski program.

**Ventil:** Način in pomen sodelovanja z drugimi znanstvenimi institucijami doma in v tujini.

**Dr. Jovan:** Znanja za realizacijo zahtevnih razvojnih projektov zmeraj primanjkuje, zato se zavedamo pomena sodelovanja z drugimi znanstvenimi institucijami. Tradicionalno zelo uspešno sodelujemo s Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani. Kot primer dobrega sodelovanja v zadnjem

času pa lahko navedemo projekte na področju uporabe gorivnih celic – v projektih so vključene poleg naše skupine iz IJS tudi skupine s Kemijskega inštituta, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo, ljubljanske Fakultete za elektrotehniko, mariborske Fakultete za elektrotehniko, računalništvo in informatiko in tudi več storitvenih podjetij.

Izkušnje sodelovanja s tujimi znanstvenimi institucijami in podjetji v okviru evropskih raziskovalnih programov in konkretnih naročil za tuja podjetja kažejo, da smo tako po znanju in naših storitvah konkurenčni. Trenutno delamo skupaj s partnerji na več tujih naročilih za visokotehnološke projekte: na razvoju podsklopa za napravo za pridobivanje vodika iz zemeljskega plina za sistem hišne kogeneracije z gorivnicamicami, na razvoju sistema za vodenje novo razvite naprave za obdelavo žice s pomočjo magnetno zgoščene plazme

in na razvoju koprocesorskega modula za vodenje zahtevnih industrijskih procesov s standardnimi industrijskimi krmilniki.

**Ventil:** *Organiziranost odseka in pomen mladih raziskovalcev ter prenos znanja preko podiplomskih študentov. Kadri za industrijo, znanje in usposobljenost.*

**Dr. Jovan:** Naš odsek ima trenutno 25 sodelavcev, zbranih okrog jedra desetih izkušenih raziskovalcev in razvijalcev. Imamo 12 doktorjev elektrotehniških znanosti, predvsem s področja avtomatike, ki delno pokriva naše širše strokovno področje tehnološkega vodenja. Trenutno usposabljam pet mladih raziskovalcev, ki jim poleg dela na teoretičnih raziskavah nudimo tudi možnosti za spoznavanje izzivov in čeri pri delu na različnih izvedbenih projektih. Na ta način po zaključku usposabljanja mladi raziskovalec ne pridobi le teoretičnega znanja in ima v žepu potrdilo o opravljenem doktoratu, temveč tudi nekaj izkušenj z dela na

projektih, ki mu v bodoči karieri pridejo še kako prav. Bivši mladi raziskovalci, ki jih je nad 25, so našli svojo poklicno kariero na različnih področjih: kot uspešni razvijalci v najboljših slovenskih storitvenih podjetjih s področja uporabe informacijskih tehnologij, kot direktorji in vodstveni kader v slovenski industriji, eden se je po zagovoru doktorata na bostonskem MIT uveljavil v ZDA, nekaj jih je v državni upravi, med njimi imamo tudi enega župana in gospodarskega ministra v vladi, ki ji je letos potekel mandat.

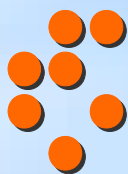
**Ventil:** *Prihodnji razvoj odseka in stroke.*

**Dr. Jovan:** Tehnologija vodenja je infrastrukturalno področje raziskav in razvoja, katerega izsledki in izdelki so vgrajeni v tako rekoč vsako sodobnejšo napravo, od kavnega mlinčka do kompleksnih tehnoloških linij. V zadnjem desetletju se naše področje dela, ki je bilo v izhodišču pretežno računalniško vodenje industrijskih procesov in razvoj zahtevnih elek-

tronskih naprav, počasi, a vztrajno seli na druga strokovna polja uporabe; tako danes delamo tudi na mednarodnem medicinskem projektu, katerega cilj je ocenjevanje stopnje globine anestezije, na področju uporabe gorivnih celic kot alternativnega vira električne energije, na strojniškem projektu diagnostike obratovanja rotacijskih strojev, pripravljamo projekte za proizvodnjo alternativnih vrst biogoriv itd. Izzivov je torej precej, vendar je tudi precej čeri. Predvsem nas skrbi danes v Sloveniji uveljavljen način vrednotenja uspešnosti raziskovalnih skupin, ki temelji predvsem na bibliografskih rezultatih in obenem zanemara zahtevnost razvojnega dela, potrebnost prenosa znanja v industrijsko prakso in sodelovanje z industrijskimi razvojnimi skupinami pri izvedbi najzahtevnejših projektov.

*Hvala za vaše odgovore in uspešno delo še naprej.*

*Dr. Dragica Noe,  
Uredništvo revije Ventil*



## Institut Jožef Stefan

### Odsek za sisteme in vodenje

*Odsek za sisteme in vodenje E-2 je eden večjih odsekov na Institutu Jožef Stefan.*

*Njegova dejavnost obsega predvsem strokovna področja*

*elektronike, merilne in regulacijske tehnike, računalniške avtomatizacije in informatizacije industrijskih procesov*

