

**Dejavnost odseka obsega analizo, vodenje in optimizacijo različnih sistemov in procesov. V tem okviru raziskujemo in preizkušamo nove metode za avtomatsko vodenje, razvijamo postopke in programska orodja za podporo načrtovanju in gradnji sistemov za vodenje, načrtujemo in izdelujemo namenske elektronske sklope ter gradimo zahtevne sisteme za vodenje in nadzor strojev, naprav oziroma industrijskih in drugih procesov.**

## Temeljne in uporabne raziskave

Raziskave so v letu 2014 potekale na treh širših področjih: metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja; gradniki, orodja in znanje za implementacijo ter uporaba na ciljnih prioritarnih problemskih področjih.

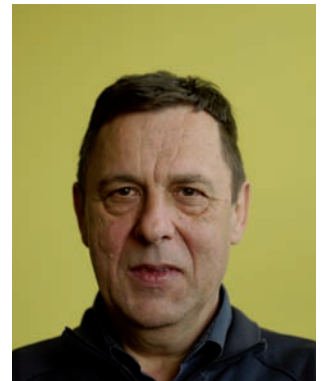
V okviru podpodročja metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja se je del aktivnosti nanašal na problematiko modeliranja (kompleksnih) dinamičnih sistemov. Na področju modeliranja dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi smo raziskovali uporabo sprotnega učenja modelov za modeliranje bioloških in okoljskih sistemov in načrtovanje vodenja na podlagi razvitih modelov. Del raziskav smo namenili alternativni metodi modeliranja dinamičnih sistemov z ansamblom dreves linearnih modelov. Ena od ključnih zahtev v sodobnih sistemih za sprotno spremljanje stanja naprav je sposobnost ocenjevanja preostale trajnostne dobe naprave oz. njenih komponent. Na področju razvoja sistemov za sprotno spremljanje stanja naprav in ocenjevanja preostale trajnostne dobe naprave oz. njenih komponent smo nadaljevali razvoj računskih postopkov, ki temeljijo na kombinaciji sekvenčnega algoritma Monte-Carlo in klasičnega Kalmanovega filtra. Rezultat dela sta dva namenska algoritma za ocenjevanje preostale trajnostne dobe elektrokemičnih energetskih sistemov, Li-ion baterij in sistemov s PEM gorivnimi celicami.

Drugo podpodročje raziskav v 2014 so napredni postopki vodenja zahtevnih procesov. Nadaljevali smo izboljšave kaskadne sheme magnetnega vodenja plazme za fuzijski reaktor Iter. Izvedli smo prototipni prediktivni regulator toka in oblike prereza plazme za oceno možnosti praktične izvedbe v realnem času in simulacijsko primerjavo učinkovitosti izločanja specifičnih motenj in regulacije blizu območja omejitev s shemo na podlagi dekompozicije s singularno perturbacijo.

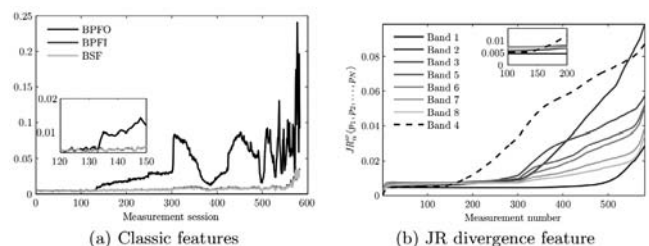
Tretje podpodročje dela pa je obsegalo raziskave, povezane z nadzorom stanja sistemov in diagnostiko napak. Poudarek na tem področju je bil na novih postopkih za proženje alarmov na podlagi analize značilk. Gre za pereč problem, saj se v praksi pogosto dogajajo spremembe v značilkah, ki ne nastanejo zaradi poškodb, temveč zaradi motenj in sprememb v delovnih razmerah sistema. Kot posledica se lahko prožijo pogosti napačni alarmi, kar je izrazito neželeno. Zato smo razvili robustni postopek, ki – nasprotno od doslej znanih postopkov – ne reagira na prekomerne spremembe vrednosti značilke, temveč na spremembo oblike njene porazdelitvene funkcije. „Razlike“

med slednjo v nominalnem stanju in v stanju ob prisotnosti poškodbe izrazimo s posplošeno Jensen-Renyievo divergenco. Postopek smo uspešno demonstrirali na več eksperimentalnih podatkih, pridobljenih pri ležajih (slika 1). Glavna značilnost je, da za njegovo nastavitev potrebujemo minimalno količino apriorne informacije, prav tako pa uspešno deluje tudi ob nemerljivih spremembah v obratovalnih razmerah. Za izvirnost algoritma smo prejeli posebno nagrado na mednarodni konferenci CMMNO. Drugi zanimiv rezultat je rešitev problema zaznavanja sprememb v komponentah spektra. Podlaga za rešitev je učinkovit približek porazdelitvene funkcije spektralne komponente z obteženo porazdelitvijo  $\chi^2$ . Nadaljevali smo tudi delo pri diagnostiki PEM gorivnih celic z impedančnimi meritvami. Na podlagi predhodnega dela smo zasnovali nov diagnostični način, ki temelji na statistični analizi (slika 2). Postopek podaja sprotno oceno trenutnega kazalnika stanja PEM gorivnih celic in s tem omogoča zaznavanje napak delovanja. Bistvena prednost postopka je njegova neodvisnost od predhodnih karakterizacijskih meritev, ki so pri uporabi v industrijskih sistemih neželene. Rezultate opisanega dela smo predstavili v dveh znanstvenih objavah v reviji *Journal of Power Sources*.

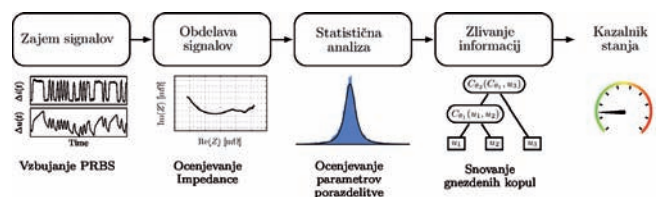
Na področju gradnikov, orodja in znanja za implementacijo smo v okviru podpodročja raziskav, ki se nanaša na orodja in postopke sinteze



Vodja:  
**dr. Vladimir Jovan**



Slika 1: Primerjava klasičnih značilk poškodbe ležaja pri poteku na trajnostno dobo (levo) ter potek posplošene Jensen-Renyiejeve divergence. Slednja izrazito nazorno pokaže, kdaj je nastala poškodba.



Slika 2: Shematični prikaz celotnega diagnostičnega postopka za spremljanje stanja sklada gorivnih celic

**Izdelava in zagon diagnostičnega sistema za končno kontrolo elektromotorjev v podjetju Domel, d. o. o. Najnovejši sistem je že osmi tovrstni sistem za avtomatsko končno kontrolo elektromotorjev za gospodinske sesalnike, ki jih Domel, ki obvladuje več kot 60 % evropskega trga in proizvede več kot 3 milijone motorjev letno, uporablja v svojih tovarnah doma in tujini.**



Slika 3: Diagnostični sistem za končno kontrolo elektromotorjev na novi proizvodni liniji ekomotorjev v Domelu

**Prototipni modul ProOpter.IVS je bil izbran med 10 „early stage“ inovacij, ki so se 9. aprila 2014 predstavile na Heidelberškem forumu inovacij „Smart Production and Manufacturing - Innovative ICT Solutions in Production Processes“.**

programske opreme za vodenje, nadaljevali delo pri modelno usmerjeni metodologiji razvoja programske opreme sistemov vodenja industrijskih procesov MAGICCS. Pomemben del razvojnega okolja, urejevalnik modelov v jeziku ProcGraph, je bil razvit v preteklih letih. Med letom 2014 je potekal razvoj sistema za avtomatsko preslikavo modela v jeziku ProcGraph v kodo industrijskih krmilnikov. Hkrati je v sklopu projekta »Raziskovalni vavčer« potekala tudi prilagoditev in implementacija metodologije v slovensko inženirsko podjetje. V letu 2014 smo nadaljevali razvoj programskega orodja ProOpter, ki omogoča analizo proizvodne dinamike. Z definiranjem poslovnega modela je bil ovrednoten tudi komercialni potencial takšnih orodij. Za idejo programskega orodja ProOpter smo bili med desetimi finalisti povabljeni na predstavitev v okviru Inovacijskega foruma 2014 v Heidelberg (inovacije v začetni fazi).

Uporabne raziskave na prioritarnih problemskih področjih so tretje področje naše dejavnosti v preteklem letu.

V letu 2014 smo izdelali nov sistem za končno kontrolo elektromotorjev za podjetje Domel, d.,o.,o. (slika 3) Sistem je del celotnega informacijskega sistema za nastavljanje in spremljanje kakovosti, ki je bil v celoti zasnovan v letu 2014. Poleg tega je bila v istem podjetju izdelana linija za trajnostne preizkuse EC-motorjev, kjer je pripadajoči informacijski sistem izveden v skladu s standardom MIMOSA OSA-EAI.

Tradicionalno področje naših aplikativnih raziskav so biološke čistilne naprave oziroma problematika njihovega vodenja. Sodelovali smo pri izboljšanju regulacije prezračevanja prezračevalnikov na Centralni čistilni napravi Ljubljana (CCN Ljubljana). Prezračevanje smo izboljšali z modifikacijo obstoječe regulacije prezračevanja. Popravili smo parametre regulatorja tlaka zraka v skupnem cevovodu in vpeljali regulacijo prilagajanja tlaka zraka v skupnem cevovodu in pretoka zraka pri regulaciji kisika. Z izboljšavami smo dosegli do 10 % prihranka letno pri porabi električne energije za prezračevanje prezračevalnikov.

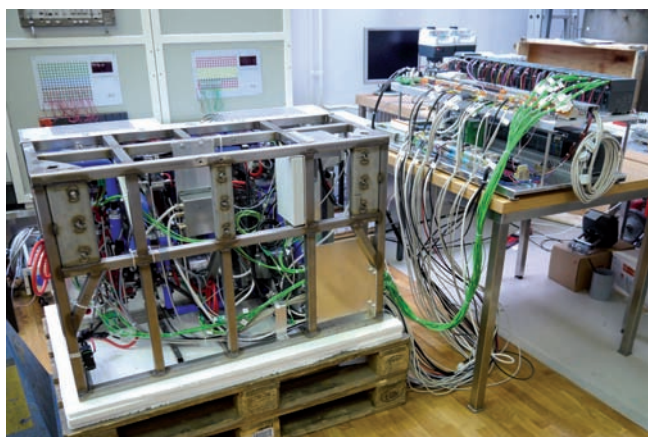
#### Mednarodni in domači razvojno-raziskovalni projekti

V okviru večletnega mednarodnega projekta Eurostar ProDisMon-Probabilistic Distributed Industrial System Monitor smo skupaj s partnerjem INEA, d. o. o., razvili posebno preizkuševališče za vrednotenje industrijskih diagnostičnih in prognozičnih algoritmov. Ker je pri industrializaciji tovrstnih rešitev pomembna tudi tehnok ekonomska analiza, smo predlagali postopek vrednotenja različnih strategij vzdrževanja z uporabo modela naključnega procesa degradacije v pogonih in strojih.

V letu 2014 je bil projekt OP 7 FCGEN- Development and on-truck demonstration of diesel-powered FC-based power unit v tretjem letu razvoja. V tem obdobju je bil zgrajen in preizkušen celoten procesor goriva. V novembru 2014 je naša skupina od Volva prevzela tudi funkcijo nosilca projekta. Na tehnični strani pa smo uspešno implementirali razviti sistem vodenja pri agregatu z uporabo PLC-krmilnika (slika 4) ter optimirali njegovo delovanje. Poleg tega sta bila dokončana tudi močnostni (DCDC) pretvornik in namenski krmilnik (ECU) za agregat; od teh je prvi že uspešno preizkušen, za drugega pa je razvoj programske opreme v sklepni fazi.

Cilj drugega projekta OP 7 FluMaBack - Fluid Management component improvement for back up fuel cell systems je razvoj in izboljšava komponent gorivnih celic. V letu 2014 smo izdelali analizo mogočih mehanskih napak zračnega puhalca in analizo vzdržljivosti električnih komponent krmilnika. Rezultati so bili uporabljeni pri načrtovanju in izvedbi linije za končno kontrolo v proizvodnji namenskih puhalov za gorivne celice. Poleg tega smo predlagali ukrepe za posodobitev krmilnika sistema za gorivne celice, ki bodo bistveno podaljšali njegovo trajnostno dobo.

Od aprila 2014 sodelujemo tudi pri projektu OP 7 Diamond-Diagnosis-aided control for SOFC power systems. Cilj projekta je izboljšati učinkovitost in trajnostno dobo agregatov s trdnooksidnimi gorivnimi celicami (ang. Solid Oxide Fuel Cells- SOFC), z razvojem naprednih algoritmov vodenja in spremljanja, ki zaznavajo pomembne informacije o dejanskem stanju celotnega agregata. Naše dejavnosti v prvem letu projekta so bile povezane z načrtovanjem osnovnega vodenja in algoritma za ocenjevanje maksimalne in minimalne temperature sklada gorivnih celic.



Slika 4: Laboratorijska povezava reformerja goriva s krmilnikom

V sodelovanju s konzorcijem ENEA/CREATE iz Neaplja smo v 2014 pridobili triletni projekt FMPC/FMPC-Fast Model Predictive Control for Magnetic Plasma Control na klic „Enabling Research“ pri EUROfusion, Work Programme 2015 (v sklopu Horizon 2020 / Euratom). Cilj projekta je uporaba novih hitrih načinov izvedbe prediktivnega vodenja za magnetno vodenje plazme, kjer uveljavljene izvedbe prediktivnega vodenja še niso uporabne zaradi obsežne multivariabilne narave procesa in zahtevanih kratkih časov vzorčenja.

V okviru aplikativnega projekta ARRS Optimizacije stroškov porabe energije za hladilno tehniko v trgovskih centrih je bil razvit način za napovedovanje potrebe po odtaljevanju. Ta način analizira temperaturne razmere v hladilniku in na podlagi dosežene dinamike ovrednoti stopnjo zamrznjenosti hladilnih reber. Za optimizacijo pa je bila definirana osnovna struktura fizikalnega modela, ki podrobneje opisuje temperaturno dinamiko hladilnega elementa in hrane.

V drugem tekočem aplikativnem projektu ARRS Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesaženje zraka poteka zasnova metodologije in modela z Gaussovimi procesi za natančne napovedi ozona nad izbranimi najbolj obremenjenimi lokacijami v Sloveniji. Na osnovi analize podatkov iz merilnih postaj, postavljenih v Novi Gorici (slika 5) in Biljah, so bili ugotovljeni regresorji, ki najbolj vplivajo na dnevno napoved koncentracije ozona. Podatki so tudi pripravljene za preizkušanje metod sprotnega učenja spremenljivega modela, ki jih razvijamo v okviru projekta.

V letu 2014 smo z industrijskimi partnerji končali dva projekta in podpisali novo pogodbo (z Danfoss Trata). Za Domel, d. o. o., smo zgradili diagnostični sistem za sesalne enote tipa 458, ki opravlja funkcijo končne kontrole na proizvodni liniji. Sistem je postavljen kot zadnja postaja v proizvodnji elektromotorjev in zagotavlja sprotne odkrivanje napak proizvedenih sesalnih enot. Podjetju Danfoss Trata smo predali elektronski modul in programsko opremo za »heavy-duty«-pogone ventilov.

### Izobraževanje strokovnjakov in študentov na področju tehnologije vodenja

Sodelavci odseka redno sodelujemo pri izpeljavi predavanj in vaj ter izvedbi diplomskih, magistrskih in doktorskih del v okviru študija na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru, na Univerzi v Novi Gorici in na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana v Ljubljani.

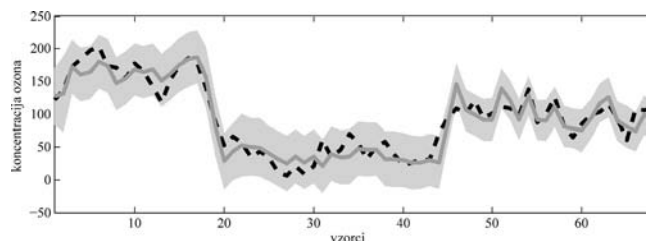
### Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Debenjak, Andrej, Boškosi, Pavle, Musizza, Bojan, Petrovčič, Janko, Juričič, Đani. Fast measurement of proton exchange membrane fuel cell impedance based on pseudo-random binary sequence perturbation signals and continuous wavelet transform. *Journal of power sources*, 254 (2014), 112–118
2. Boškosi, Pavle, Debenjak, Andrej. Optimal selection of proton exchange membrane fuel cell condition monitoring thresholds. *Journal of power sources*, 268 (2014), 692–699
3. Pregelj, Boštjan, Vrečko, Darko, Petrovčič, Janko, Jovan, Vladimir, Dolanc, Gregor. A model-based approach to battery selection for truck onboard fuel cell-based APU in an anti-idling application. *Applied energy*, 137 (2014), 64–76
4. Dolanc, Gregor, Belavič, Darko, Hrovat, Marko, Hočevnar, Stanko, Pohar, Andrej, Petrovčič, Janko, Musizza, Bojan. A miniature fuel reformer system for portable power sources. *Journal of power sources*, 271 (2014), 392–400
5. Leamy, Darren, Kocijan, Juš, Domijan, Katarina, Duffin, Joseph, Roche, Richard A. P., Commins, Sean, Collins, Rónán, Ward, Tomás E. An exploration of EEG features during recovery following stroke - implications for BCI-mediated neurorehabilitation therapy. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11 (2014) 9, 1–16

### Nagrade in priznanja

1. Boštjan Dolenc: nagrada Tehnološke mreže Tehnologija vodenja procesov za najboljšo diplomsko študiju z naslovom „Diagnostika porazdeljenih in lokaliziranih poškodb na ležajih“
2. Boštjan Dolenc: zlata plaketa za doseženo 1. mesto na državnem tekmovanju za najboljšo diplomsko nalogo s področje vzdrževanja za leto 2014 na 24. Tehniškem posvetovanju vzdrževalcev Slovenije

**Sodelavcem odseka (Boštjanu Dolencu, Pavletu Boškoscemu in Đaniju Juričiču) je bila podeljena Nagrada za izviren način reševanja problema na konferenci CMMNO 14-International conference on Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations.**



Slika 5: Dnevna napoved koncentracije ozona z GP-modelom (Nova Gorica)

**Pri založbi ZRC je izšel Terminološki slovar avtomatike, kjer je kot eden od urednikov sodeloval tudi član našega odseka prof. dr. Juš Kocijan. Slovar vsebuje 1 753 terminov s področja avtomatike, ki vključuje matematično modeliranje, simulacijo dinamičnih sistemov, avtomatsko vodenje s pripadajočimi gradniki in robotiko.**

**Inteligentni pogon ventilov, ki je bil razvit v sodelovanju našega odseka in podjetja Danfoss Trata, d. o. o., se je uvrstil med nominirance za H&V-nagrado, ki je za področje HVAC-sistemov največja nagrada na britanskem trgu.**

3. Boštjan Dolenc: nagrada za izviren prispevek na 4. mednarodni konferenci s področja spremljanja stanja strojev v nestacionarnem obratovanju (International conference on Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations, CMMN014)

## MEDNARODNI PROJEKTI

1. 7. OP- FCGEN; Vgrajena energetska enota na gorivne celice  
Evropska komisija; dr. Boštjan Pregelj
2. 7. OP - FLUMABACK; Izboljšanje komponent za upravljanje s fluidi v pomožnih sistemih napajanja z gorivnimi celicami  
Evropska komisija; dr. Pavle Boškosi
3. 7. OP - DIAMOND; Z diagnostiko podprto vodenje agregatov s trdno oksidnimi gorivnimi celicami  
Evropska komisija; prof. dr. Dani Juričič
4. COST IC0806, IntelliCIS; Inteligentno spremljanje, vodenje in varovanje kritičnih infrastrukturnih sistemov  
Cost Office; dr. Nadja Hvala
5. COST ES1202; Voda\_2020: Snovanje čiščenja odpadnih voda za leto 2020 - energijski, okoljski in gospodarski izzivi  
Cost Office; dr. Darko Vrečko

## PROGRAM

1. Sistemi in vodenje  
prof. dr. Dani Juričič

## SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Andrej Debenjak, univ. dipl. inž. el.: Zaznavanje napak v PEM gorivnih celicah, 17. 11. 2014
2. prof. Jan Cvejn, Department of process Control, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, University of Pardubice, Pardubice, Republika Češka: Design of PID controller for systems with dead time based on the modulus optimum criterion, 16. 6. 2014
3. Samo Gerškšič, dr.: Prediktivno vodenje toka in oblike preseka plazme za ITER tokamak reaktor, 13. 10. 2014
4. Dejan Gradišar, dr., Miha Glavan, dr., Damir Vrančič, doc. dr.: Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih, 20. 10. 2014
5. Marko Krošelj, Albin Lorenci, Kolektor Sinabit, d. o. o., Darko Vrečko, dr.: Napredno vodenje anaerobnega fermentorja za razgradnjo organskih odpadkov in proizvodnjo bioplina, 27. 2. 2014
6. Matija Perne, dr.: Znanstvenoraziskovalno delo in življenje v Ameriki, 10. 9. 2014
7. Boštjan Pregelj, dr.: Agregat z gorivnimi celicami in reformerjem na dizelsko gorivo za uporabo na tovornjaku - predstavitev dela v okviru projekta FCGEN, 10. 2. 2014
8. Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.: Vodennje s samorazvijajočimi modeli na podlagi Gaussovih procesov, 17. 3. 2014

## UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Boštjan Dolenc, Martin Stepančič, 6. industrijski forum IRT, Portorož, Slovenija, 9.-11. 6. 2014 (2)
2. Boštjan Dolenc, International Conference on VETOMAC-X, Manchester, Velika Britanija, 9.-11. 9. 2014 (1)
3. Boštjan Dolenc, Posvetovanje o tribologiji, hladilno-mazalnih sredstvih in tehnični diagnostiki - SLOTRIB, Ljubljana, 11. 11. 2014 (1)
4. Boštjan Dolenc, Dani Juričič, The 4<sup>th</sup> International Conference on Condition Monitoring of

## PROJEKTI

1. Razvoj MEMS senzorских omrežij za prediktivno vzdrževanje mehanskih pogonov  
prof. dr. Dani Juričič
2. Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesaženja zraka  
prof. dr. Juš Kocijan
3. Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih  
doc. dr. Damir Vrančič
4. Sprotno učenje modelov za spremljanje in napovedovanje stanja mehanskih sistemov  
dr. Matej Gašperin
5. KCSTV: Sofinanciranje operacije kompetenčnega centra za sodobne tehnologije vodenja  
doc. dr. Damir Vrančič
6. Probasensor: EUROSTARS; Verjetnostni Bayesov virtualni senzor za sprotno ocenjevanje pomembnih spremenljivk procesa hladnega valjanja  
prof. dr. Dani Juričič

## VEČJI NOVI POGODBENI DELI

1. Metodologija razvoja programske opreme za vodenje procesov  
INEA, d. o. o.; mag. Giovanni Godena
2. Razvoj novega produkta za nadzor toplotne moči  
Danfoss Trata, d. o. o.; doc. dr. Damir Vrančič

- Machinery in Non-Stationary Operations - CMMN0 2014, Lyon, Francija, 15.-16. 12. 2014 (2)
5. Matej Gašperin, The 19<sup>th</sup> World Congress of the International Federation of Automatic Control, Cape Town, JAR, 24.-29. 8. 2014 (1)
6. Samo Gerškšič, Symposium on Fusion Technology SOFT 2014, San Sebastian, Španija, 29. 9.-3. 10. 2014 (1)
7. Miha Glavan, Dejan Gradišar, Heidelberg Innovation Forum, Heidelberg, Nemčija, 7.-10. 4. 2014 (1)
8. Dejan Gradišar, 23. Elektrotehniška in računalniška konferenca ERK 2014, Portorož, 22.-24. 9. 2014 (1)
9. Nadja Hvala, Dani Juričič, CLASS Conference 2014, The 3<sup>rd</sup> International Conference on Cloud-Assisted Services, Bled, 25.-26. 9. 2014 (2)
10. Vladimir Jovan, Dan inovativnosti 2014, Brdo pri Kranju, 17. 9. 2014
11. Matija Perne, South-Central Section, GSA, 48<sup>th</sup> Annual Meeting, Fayetteville, Arkansas, ZDA, 17.-18. 3. 2014 (1)
12. Matija Perne, 2014 GSA Annual Meeting, Vancouver, BC, Kanada, 19.-22. 10. 2014 (3)
13. Matija Perne, 2014 AGU Fall Meeting, San Francisco, Kalifornija, ZDA, 15.-19. 12. 2014 (3)
14. Martin Stepančič, 6<sup>th</sup> Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference, Ljubljana, 20.-22. 5. 2014 (1)
15. Darko Vrečko, IWA World Water Congress & Exhibition, Lizbona, Portugalska, 21.-26. 9. 2014 (1)
16. Darko Vrečko, Vodni dnevi 2014, Portorož, 15.-16. 10. 2014

## OBISK

1. prof. Jan Cvejn, Department of process Control, Faculty of Electrical Engineering and Informatics, University of Pardubice, Pardubice, Republika Češka, 12.-20. 6. 2014

## RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Matija Perne: Department of Geosciences, University of Arkansas, Fayetteville, ZDA, 1. 1.-31. 12. 2014 (podoktorsko usposabljanje)

## SODELAVCI

### Raziskovalci

1. dr. Gregor Dolenc
2. dr. Samo Gerškšič
3. mag. Giovanni Godena
4. dr. Dejan Gradišar
5. dr. Nadja Hvala
6. **dr. Vladimir Jovan, vodja odseka**
7. prof. dr. Dani Juričič, znanstveni svetnik
8. prof. dr. Juš Kocijan

9. dr. Bojan Musizza
10. dr. Janko Petrovčič
11. dr. Boštjan Pregelj
12. prof. dr. Stanislav Strmčnik, znanstveni svetnik
13. doc. dr. Damir Vrančič
14. dr. Darko Vrečko

### Podoktorski sodelavci

15. dr. Pavle Boškosi
16. dr. Matej Gašperin
17. dr. Miha Glavan
18. dr. Marko Nerat
19. dr. Matija Perne

20. dr. Dejan Petelin, odšel 29. 9. 2014

#### Mlajši raziskovalci

21. Andrej Debenjak, univ. dipl. inž. el.
22. Boštjan Dolenc, univ. dipl. inž. el.
23. Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.
24. mag. Aleš Svetek, odšel 1. 3. 2014

#### Strokovni sodelavci

25. Stanislav Černe, dipl. inž. el.
26. Primož Fajdiga, dipl. inž. el.

#### Tehniški in administrativni sodelavci

27. Maja Janežič, univ. dipl. kom.
28. Miroslav Štrubelj

## SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Academy of Sciences of the Czech Republic, Praga, Republika Češka
2. Centralna čistilna naprava Domžale - Kamnik
3. Centro Ricerche Fiat SCPA CRF, Orbassano, Italija
4. Cosylab, Ljubljana
5. Danfoss Trata, Ljubljana
6. Domel, Železniki
7. Forschungszentrum Jülich, Nemčija
8. GOAP Nova Gorica
9. Hamilton Institute, National University of Ireland, Maynooth, Irska
10. Helios, Količevo

11. Hungarian Academy of Sciences, Budimpešta, Madžarska
12. INEA Ljubljana
13. Institut für Mikrotechnik GmbH, Mainz, Nemčija
14. Johnson Matthey PLC., London, Velika Britanija
15. Kolektor Sinabit, Ljubljana Črnuče
16. Litostroj Power, Ljubljana
17. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
18. METRONIK, Ljubljana
19. MITOL, Sežana
20. Modelon AB, Göteborg, Švedska
21. Plasmait, Lebring, Avstrija
22. PowerCell Sweden AB, Göteborg, Švedska
23. RACI, Ljubljana
24. Špica International, Ljubljana
25. Technical University of Denmark, Department of Mathematical Modelling, Lyngby, Danska
26. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
27. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
28. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
29. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko
30. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
31. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
32. Univerza v Novi Gorici, Poslovno tehniška fakulteta
33. Vodovod-Kanalizacija Ljubljana
34. Volvo Technology AB, Göteborg, Švedska
35. Zavod Center ARI, Ljubljana

# BIBLIOGRAFIJA

## IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Pavle Boškosi, Andrej Debenjak, "Optimal selection of proton exchange membrane fuel cell condition monitoring thresholds", *J. power sources*, vol. 268, str. 692-699, dec. 2014. [COBISS.SI-ID 27816231]
2. Pavle Boškosi, Matej Gašperin, Dejan Petelin, Đani Juričič, "Bearing fault prognostics using Rényi entropy based features and Gaussian process models", *Mech. syst. signal process.*, 11 str.. [COBISS.SI-ID 27855399]
3. Andrej Debenjak, Pavle Boškosi, Bojan Musizza, Janko Petrovčič, Đani Juričič, "Fast measurement of proton exchange membrane fuel cell impedance based on pseudo-random binary sequence perturbation signals and continuous wavelet transform", *J. power sources*, vol. 254, str. 112-118, maj 2014. [COBISS.SI-ID 27386663]
4. Gregor Dolanc, Darko Belavič, Marko Hrovat, Stanko Hočevar, Andrej Pohar, Janko Petrovčič, Bojan Musizza, "A miniature fuel reformer system for portable power sources", *J. power sources*, vol. 271, str. 392-400, Dec. 2014. [COBISS.SI-ID 5537818]
5. Andrej Fabjan, Fajko Bajrovič, Bojan Musizza, Jernej Vidmar, Martin Štručl, Marjan Zaletel, "Study of neurovascular coupling during cold pressor test in patients with migraine", *Cephalalgia*, vol. 34, iss., str. 1-10, 2014. [COBISS.SI-ID 1793964]
6. Matej Gašperin, Pavle Boškosi, Andrej Debenjak, Janko Petrovčič, "Signal processing and stochastic filtering for EIS based PHM of fuel cell system", V: Special issee of the 5th International Conference on Fundamentals & Development of Fuel Cells, FDFC 2013, 16-18th April, 2013, Karlsruhe, Germany, *Fuel cells*, vol. 14, no. 3, str. 457-465, 2014. [COBISS.SI-ID 27802151]
7. Samo Gerkišič, G. De Tommasi, "Improving magnetic plasma control for ITER", V: Proceedings of the 11th International Symposium on Fusion Nuclear Technology, (ISFNT-11), 15-20 September, 2013, Barcelona, Spain, *Fusion eng. des.*, vol. 89, no. 9/10, str. 2477-2488, 2014. [COBISS.SI-ID 27387943]
8. Gregor Janc, Matic Golob, Damir Vrančič, Martin Blazinšek, "Programski moduli za sintezo naprednih algoritmov vodenja", *Ventil (Ljubl.)*, letn. 20, št. 1, str. 32-38, feb. 2014. [COBISS.SI-ID 13379867]
9. Darren Leamy, Juš Kocijan, Katarina Domijan, Joseph Duffin, Richard A. P. Roche, Sean Commins, Rónán Collins, Tomás E. Ward, "An exploration of EEG features during recovery following stroke - implications for BCI-mediated neurorehabilitation therapy", *J. neuroeng. rehabilitat.*, vol. 11, no. 9, str. 1-16, 2014. [COBISS.SI-ID 27580199]
10. Ivan Madjarov, Juš Kocijan, Alexandra Grancharova, Bogdan Shishedjiev, "Towards a service-based framework for environmental

data processing", *Int. j. adv. comput. sci. appl.*, vol. 5, no. 4, str. 44-51, 2014. [COBISS.SI-ID 27661607]

11. P. B. de Moura Oliveira, Damir Vrančič, J. Boaventura Cunha, E. J. Solteiro Pires, "Teaching particle swarm optimization through an open-loop system identification project", *Comput. appl. eng. educ.*, no. 22, no. 2, str. 227-237, 2014. [COBISS.SI-ID 24881447]
12. Matija Perne, Matt Covington, Franci Gabrovšek, "Evolution of karst conduit networks in transition from pressurized flow to free-surface flow", *Hydrol. earth syst. sci.*, vol. 18, no. 11, str. 4617-4633, 2014. [COBISS.SI-ID 37810733]
13. Andrej Pohar, Darko Belavič, Gregor Dolanc, Stanko Hočevar, "Modeling of methanol decomposition on Pt/CeO<sub>2</sub>/ZrO<sub>2</sub> catalyst in a packed bed microreactor", *J. power sources*, vol. 256, str. 80-87, Jun. 2014. [COBISS.SI-ID 5432602]
14. Boštjan Pregelj, Darko Vrečko, Janko Petrovčič, Vladimir Jovan, Gregor Dolanc, "A model-based approach to battery selection for truck onboard fuel cell-based APU in an anti-idling application", *Appl. energy*, 13 str., [in press] 2014. [COBISS.SI-ID 28028967]
15. Martin Stepančič, Juš Kocijan, "Prediktivno vodenje nestabilnega sistema s sprotno identifikacijo verjetnostnega modela", *Ventil (Ljubl.)*, letn. 20, št. 5, str. 374-380, okt. 2014. [COBISS.SI-ID 13771035]
16. Darko Vrečko, Uroš Zupančič, Rok Babič, "Improving aeration control at the Ljubljana waste water treatment plant", *Water sci. technol.*, vol. 69, no. 7, str. 1395-1402, 2014. [COBISS.SI-ID 27494439]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI (VABLJENO PREDAVANJE)

1. Darko Belavič, Marko Hrovat, Marina Santo-Zarnik, Kostja Makarovič, Andreja Benčan, Janez Holc, Gregor Dolanc, Primož Fajdiga, Stanko Hočevar, Andrej Pohar, Franci Kovač, Marjan Hodnik, Anton Konda, Boris Jordan, Vlasta Sedlakova, Josef Sikula, Barbara Malič, "An overview of LTCC based ceramic microsystems: from simple pressure sensors to complex chemical reactors", V: *Proceedings, EDS' 14*, Electronic Devices and Systems IMAPS CS International Conference 2014, June 25-26, 2014, Brno, Czech Republic, Ondrej Hegr, ur., Brno, Vysoké učení Technické v Brně, 2014, str. XVI-XXI. [COBISS.SI-ID 27805479]

## OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Aleksovski, Juš Kocijan, Sašo Džeroski, "Model tree ensembles for the identification of multiple-output systems", V: *ECC 14, European Control Conference, June 24-27, 2014, Strasbourg, France: final program*

- [S. l.], European Control Association, 2014, str. 750-755. [COBISS.SI-ID 27819815]
2. Darko Belavič, Marko Hrovat, Kostja Makarovič, Andreja Benčan, Franc Kovačič, Gregor Dolanc, Primož Fajdiga, Stanko Hočevar, Andrej Pohar, Barbara Malič, "3D LTCC structure for a cavity-type chemical reactor", V: *IMAPS Poland 2014*, 38th International IMAPS - CPMT Poland Conference & Exhibiton, September 21-24, 2014, Rzeszów-Czarna, Poland, Jerzy Potencki, ur., Dariusz Klepacki, ur., [S. l.], IMAPS, 2014, 4 str. [COBISS.SI-ID 28135207]
  3. Pavle Boškosi, Matej Gašperin, Dejan Petelin, "Signal complexity and Gaussian process models approach for bearing remaining useful life estimation", V: *Advances in condition monitoring of machinery in non-stationary operations: proceedings of the Third International Conference Condition Monitoring of Machinery in Non-Stationary Operations, CMMNO 2013, 8-9 May 2013, Ferrara, Italy*, (Lecture notes in mechanical engineering), Giorgio Dal Piaz, ur., Berlin, Heidelberg, Springer, 2014, str. 91-101. [COBISS.SI-ID 27362855]
  4. Boštjan Dolenc, Pavle Boškosi, Đani Juričić, "Robust information indices for diagnosing mechanical drives under non-stationary operating conditions", V: *Program, 4th International Conference on Condition Monitoring of Machinery in Non-stationary Operations, CMMNO-2014, 15th & 16th December, 2014, Lyon, France*, [S. l., s. n.], 2014, 10 str. [COBISS.SI-ID 28379943]
  5. Boštjan Dolenc, Pavle Boškosi, Jurij Pfajfar, Đani Juričić, "Vibration based diagnosis of distributed bearing faults", V: *Vibration engineering and technology of machinery: proceedings of the International Conference on VETOMAC-X, September 9-11, 2014, Manchester, UK*, (Mechanisms and machine science, 23), Jyoti Kumar Sinha, ur., Cham [etc.], Springer, 2014, vol. 23, str. 651-661, 2014. [COBISS.SI-ID 27936295]
  6. Karin Fröjd, Karin Axelsson, Ivar Torstensson, Erik Åberg, Erik Osvaldsson, Gregor Dolanc, Boštjan Pregelj, Jonas Eborn, Jens Pålsson, "Development of a real - time fuel process or model for HIL simulation", V: *Proceedings of the 10th International Modelica Conference 2014, March 10-12, 2014, Lund, Sweden*, Hubertus Tummescheit, ur., Karl-Erik Årzén, ur., Linköping, Modelica Association, 2014, str. 675-682. [COBISS.SI-ID 27631911]
  7. Dejan Gradišar, Miha Glavan, Damir Vrančič, "Ocenjevanje debeline ledu na hladilnih rebrih zmrzovalnih skrinj v trgovskih centrih", V: *Zbornik triindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2014, 22. - 24. september 2014, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 23), Baldomir Zajc, ur., Andrej Trost, ur., Ljubljana, IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, 2014, zv. A, str. 179-182. [COBISS.SI-ID 27964455]
  8. Đani Juričić, Pavle Boškosi, Dejan Petelin, Matej Gašperin, Boštjan Dolenc, Jurij Pfajfar, Jože Vižintin, "Sprotno napovedovanje preostale življenjske dobe elektromehanskih pogonov", V: *Zbornik predavanj Posvetovanja o tribologiji, hladilno mazalnih sredstvih in tehnični diagnostiki*, Posvetovanje o tribologiji, hladilno mazalnih sredstvih in tehnični diagnostiki, Ljubljana, Slovenija, 11. november 2014, Jože Vižintin, ur., Boris Kržan, ur., Ljubljana, Slovensko društvo za tribologijo, = Slovenian Society for Tribology, 2014, str. 199-206. [COBISS.SI-ID 13786139]
  9. Đani Juričić, Nada Kocare, Pavle Boškosi, "On optimal threshold selection for condition monitoring", V: *Program, 4th International Conference on Condition Monitoring of Machinery in Non-stationary Operations, CMMNO-2014, 15th & 16th December, 2014, Lyon, France*, [S. l., s. n.], 2014, 10 str. [COBISS.SI-ID 28379687]
  10. Gašper Mušič, Miha Glavan, Dejan Gradišar, Stanko Strmčnik, "ProOpter, production dynamics analysis and optimization tool", V: *I3M conference proceedings, The 11th International Multidisciplinary Modelling & Simulation Multiconference, Bordeaux, France, 22-24 September 2014, Genova, DIME Università, cop. 2014, eMSS 2014*, str. 392-401. [COBISS.SI-ID 10760020]
  11. Filip Nikolovski, Đani Juričić, Boštjan Dolenc, "On optimal maintenance strategy using discrete-event Monte Carlo simulation", V: *Zbornik triindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2014, 22. - 24. september 2014, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 23), Baldomir Zajc, ur., Andrej Trost, ur., Ljubljana, IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, 2014, zv. A, str. 183-186. [COBISS.SI-ID 28294183]
  12. Dejan Petelin, Matej Gašperin, Václav Šmíd, "Adaptive Importance sampling for Bayesian inference in Gaussian process models", V: *IFAC 2014, The 19th IFAC World Congress of the International Federation of Automatic Control, 24-29 August 2014, Cape Town, South Africa*, Edvard Boje, ur., Xiaohua Hu, ur., Matjaž Colnarič, ur., [S. l.], International Federation of Automatic Control, 2014, str. 5011-5016. [COBISS.SI-ID 28011559]
  13. Dejan Petelin, Juš Kocijan, "Evolving Gaussian process models for predicting chaotic time-series", V: *IEEE EAIS 2014, IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems, June 2-4, 2014, Linz, Austria*, [S. l.], IEEE, cop. 2014, 8 str. [COBISS.SI-ID 27855143]
  14. Dejan Petelin, Primož Mlakar, Marija Božnar, Boštjan Grašič, Juš Kocijan, "Ozone forecasting using Gaussian processes and perceptron neural networks", V: *HARMO 16: proceedings, 16th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 8-11 September 2014, Varna, Bulgaria*, Ekaterina Batchvarova, ur., Hristina Kirova, ur., Elena Hristova, ur., [Sofia], National Institute of Meteorology and Hydrology, Bulgarian Academy of Sciences, 2014, 5 str. [COBISS.SI-ID 28052519]
  15. Martin Stepančič, Juš Kocijan, "Model predictive control of bioreactor with evolving Gaussian process model", V: *Zbornik: 1. del: part 1, 6. študentska konferenca Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefan = 6th Jožef Stefan International Postgraduate School Students' Conference, 20.-22. 05. 2014, Ljubljana, Nejc Trdin, ur., et al, Ljubljana, Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, 2014, str. 151-160. [COBISS.SI-ID 27718439]*
  16. Martin Stepančič, Juš Kocijan, "Vodenje nestabilnega hidravličnega sistema z modelom na podlagi Gaussovih procesov", V: *Vir znanja in izkušenj za stroko: zbornik foruma, 6. industrijski forum IRT, Portorož, 9.-11. junij 2014, Darko Švetak, ur., Škofljica, Profidtp, 2014, str. 35-40. [COBISS.SI-ID 27770663]*

## SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. J. Alex *et al.* (17 avtorjev), "Benchmark models", V: *Benchmarking of control strategies for wastewater treatment plants*, (Scientific and technical report, no. 23), K. V. Gernaey, ur., London, IWA Publishing, 2014, str. 15-53. [COBISS.SI-ID 27940391]
2. Juš Kocijan, Alexandra Grancharova, "Application of Gaussian processes to the modelling and control in process engineering", V: *Innovations in intelligent machines-5: computational intelligence in control systems engineering*, (Studies in computational intelligence, 561), Valentina Emilia Balas, ur., Lakshmi Jain, ur., Petia Koprinkova-Hristova, ur., Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2014, str. 155-190. [COBISS.SI-ID 27718183]
3. Darko Vrečko, Eveline I.P. Volcke, Ulf Jeppsson, K. V. Gernaey, J. B. Copp, Peter Vanrolleghem, "Evaluation criteria", V: *Benchmarking of control strategies for wastewater treatment plants*, (Scientific and technical report, no. 23), K. V. Gernaey, ur., London, IWA Publishing, 2014, str. 59-73. [COBISS.SI-ID 27940647]

## ENCIKLOPEDIJA, SLOVAR, LEKSIKON, PRIROČNIK, ATLAS, ZEMLJEVID

1. Rihard Karba, Gorazd Karer, Juš Kocijan, Tadej Bajd, Mojca Žagar Karer, Tanja Fajfar (urednik), *Terminološki slovar avtomatike*, (Zbirka Slovarji), Ljubljana, Založba ZRC, 2014. [COBISS.SI-ID 275900160]

## MENTORSTVO

1. Darko Aleksovski, *Ansamblu dreves za modeliranje nelinearnih dinamičnih sistemov v diskretnem času*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2014 (mentor Sašo Džeroski; somentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 276816896]
2. Miha Glavan, *Vodenje proizvodnje s pomočjo identificiranih modelov kazalnikov učinkovitosti proizvodnje*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2014 (mentor Gašper Mušič). [COBISS.SI-ID 10793044]
3. Dejan Petelin, *Aproksimacijske metode pri modeliranju dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2014 (mentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 274530816]
4. Marko Hančič, *Vrednotenje metod za iskanje najpljuvnejših vhodnih spremenljivk pri napovedovanju vsebnosti ozona v zraku*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2014 (mentor Igor Škrjanc; somentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 10817364]
5. Lea Manfreda, *Modeliranje in napovedovanje gostote prometa v križišču*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2014 (mentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 3562747]