

ODSEK ZA SISTEME IN VODENJE

E-2

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 2016 potekale na treh širših področjih: metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja; gradniki, orodja in znanja za implementacijo ter uporaba na ciljnih prioritetnih problemskih področjih.

V okviru podpodročja metodologije za analizo in načrtovanje sistemov vodenja se je del aktivnosti nanašal na problematiko modeliranja (kompleksnih) dinamičnih sistemov. Raziskave so potekale na dveh področjih, in sicer na področju razvoja metod za modeliranje dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi in z ansamblji dreves linearnih modelov. Pri prvi metodi smo nadaljevali raziskave na področju modeliranja za okoljske sisteme. Poleg tega je v letu 2016 izšla znanstvena monografija našega sodelavca o modeliranju in vodenju dinamičnih sistemov z Gaussovimi procesi pri mednarodni založbi Springer. Pri metodi modeliranja z ansamblji dreves linearnih modelov je bilo žarišče raziskav modeliranje multivariabilnih sistemov in primerjava učinkovitosti z drugimi metodami modeliranja.

Drugo podpodročje raziskav v 2016 so napredni postopki vodenja zahtevnih procesov. Nadaljevali smo delo pri razvoju metod prediktivnega vodenja z uporabo hitrih sprotnih optimizacijskih metod kvadratnega programiranja prvega reda. Z uporabo dekompozicije po singularnih vrednostih smo razvili napredni prediktivni regulator zunanje zanke regulatorja toka in oblike preseka plazme za magnetno vodenje plazme v fizijskem tokamaku reaktorju Iter, ga simulacijsko ovrednotili in ga numerično preizkusili v izvedbenem okolju Linux z nizko časovno zakasnitvijo. Na podlagi množice aktivnih omejitev smo našli natančno teoretično lokalno oceno hitrosti konvergencije pri dualni gradientni metodi, ki razloži v numeričnih simulacijah opažene različne hitrosti konvergencije (slika 1).

Tretje podpodročje dela pa je zajemalo raziskave, povezane z nadzorom stanja sistemov in diagnostiko napak. Nadaljevali smo delo na področju diagnostičnega odločanja. Predlagali smo metodo robustnega zaznavanja napak na osnovi fizikalnega modela. Metodologija združuje elemente modeliranja z Gaussovimi procesi ter Jensen-Renyeve divergence. Z Gaussovim modelom najprej pokrpano napake osnovnega modela, ki nastanejo zaradi raznih predpostavk pri fizikalnem modeliranju. Z uporabo Jensen-Renyeve divergence nato spremljamo odmike napovedi modelov ter meritev na napravi in tako sklepamo o prisotnosti napak. Metodologijo smo aplicirali na SOFC gorivne celice ter predstavili na konferenci SysTOL v Barceloni, Španija. Zanesljiva napoved preostale trajnostne dobe strojev in naprav prav tako postaja pomembna funkcija sodobnih sistemov vodenja v okviru Industrije 4.0, saj omogoča doseganje maksimalne izkorisčenosti opreme in odpravo nepričakovanih zastojev. Na odseku smo razvili nov postopek napovedovanja preostale trajnostne dobe, ki na podlagi razpoložljivih podatkov iz stroja izračuna njeno porazdelitveno funkcijo. Postopek je uspešno demonstriran na primeru napovedovanja obrabe peskalnega stroja.

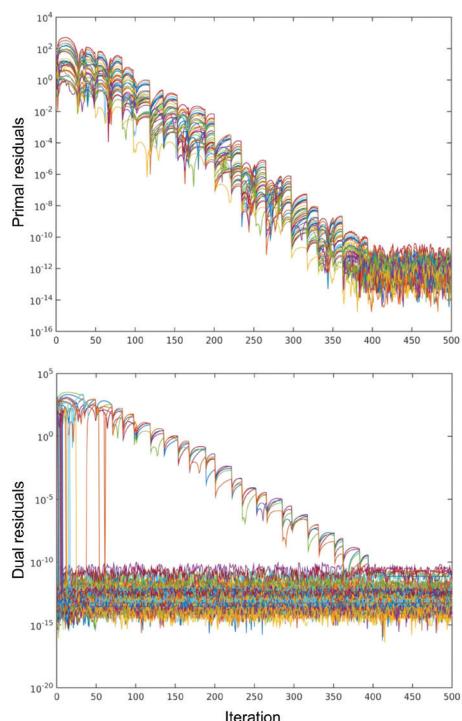
V letu 2016 smo nadaljevali delo pri diagnostiki PEM gorivnih celic z uporabo lastno razvite hitre elektrokemične impedančne spektroskopije. V zadnjih petih letih smo na področju diagnostike gorivnih celic PEM dosegli precej dobrih raziskovalnih in aplikativnih rezultatov. Vse te rezultate smo v letu 2016 predstavili v knjigi, ki je v postopku objave pri založbi Springer.

Na področju gradniki, orodja in znanja za implementacijo smo začeli aktivnosti posodobitve zasnove orodja za analizo in optimizacijo proizvodne učinkovitosti – ProOpter. V okviru teh aktivnosti so bile pregledane aktualne iniciative in smernice na področju pametnih tovarn. Fokus raziskav je bil na funkcionalni ter integracijski umestitvi orodja v ekosistem pametne proizvodnje



Vodja:

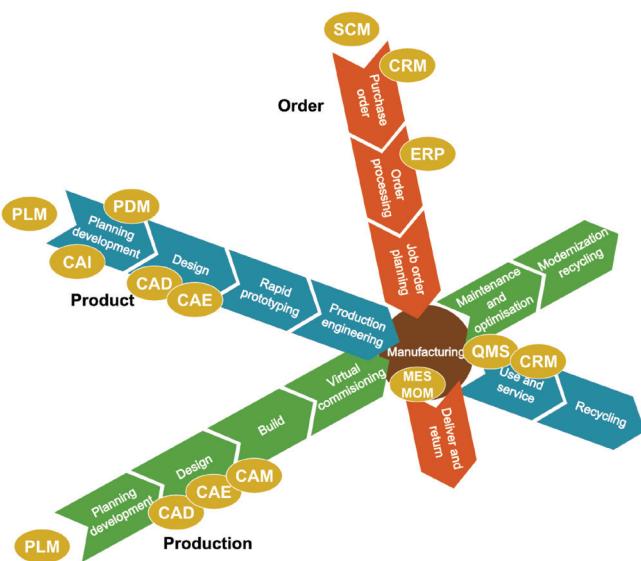
dr. Vladimir Jovan



Slika 1: Potek konvergencije primarnih (zgoraj) in dualnih (spodaj) residualov z iteracijo dualne pospešene gradientne metode z restarti pri optimizaciji primera kvadratnega programa regulatorja toka in oblike preseka plazme v enem časovnem koraku

V seriji „Advances in Industrial Control“ je izšla knjiga »Modelling and Control of Dynamic Systems Using Gaussian Process Models« avtorja prof. dr. Juša Kocijana.

Sodelavec odseka Tomaž Kos je 6. decembra 2016 prejel Prešernovo nagrado Fakultete za elektrotehniko za samostojno delo: Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov.



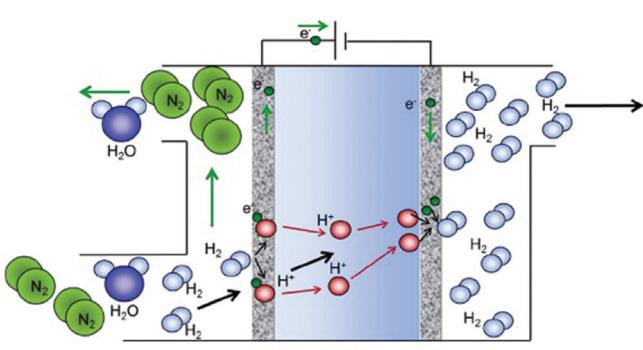
Slika 2: Ekosistem pametnih tovarn

hladilnih skrinj, ki implicitno upošteva tudi temperaturne omejitve po HACCP-standardu. Sistem istočasno omogoča prilagajanje skupne električne porabe želenemu profilu porabe.

Za drugi tekoči projekt ARSS »Razvoj in izvedba metode za sprotro modeliranje in napovedovanje onesnaženja zraka« smo izvajali raziskave algoritmov za modeliranje in napovedovanje za uporabo v mobilnih postajah. Poleg tega smo raziskovali metode empiričnega modeliranja za izboljšanje modeliranja in napovedovanje onesnaženja zraka z ozonom nad področjem Slovenije kot primerom kompleksnega terena.

V podjetju Domel, d. o. o., smo vzpostavili novo preizkuševališče za elektronsko komutirane motorje tipa 771. V ta namen je bil razvit nov programski vmesnik za krmiljenje in spremljanje parametrov motorja. Preizkusna proga je bila vključena v informacijski sistem podjetja Domel, d. o. o., v skladu z usmeritvami Industrija 4.0. Poleg tega je bil za Domel pripravljen laboratorijski merilni instrument za spremljanje vibracij z MEMS-pospeškomerom. Namens je raziskati mogoče načine vgradnje MEMS-pospeškomerov v obstoječe elektronsko komutirane motorje in ugotoviti, ali je vgradnja omenjenih senzorjev ekonomsko upravičena.

V okviru novega aplikativnega ARRS-projekta L2-7663 »Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemičnih energetskih sistemov« so v 2016 potekale raziskave na področju modeliranja degradacijskih modelov PEM gorivnih celic. Za ta namen smo izdelali preizkusno progo za trajnostno preizkušanje PEM gorivnih celic v različnih delovnih razmerah.



Slika 3: Princip elektrokemičnega komprimiranja in čiščenja vodika

ter arhitekturni nadgradnji, ki mora slediti smernicam Industrije 4.0 (IoT, oblačne tehnologije itd.) (slika 2).

V preteklem letu je večje število sodelavcev odseka v sodelovanju z drugimi partnerji intenzivno delalo pri pripravi prijave na javni razpis »Spodbujanje izvajanja raziskovalno-razvojnih programov (TRL 3-6)«. Prijavili smo program z naslovom »Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti«, akronim GOSTOP, in sicer v sklopu prednostnega področja Tovarne prihodnosti. Prijava je bila uspešna in s 1. novembrom 2016 se je začelo izvajanje programa GOSTOP, ki bo trajalo 42 mesecev, to je do konca aprila 2020. Pri programu sodeluje 19 partnerjev, od tega 6 institucij in 13 podjetij. Program je strukturiran na dva načina, in sicer glede na vsebino in glede na raven tehnološke razvitetosti (TRL). Glede na vsebino je razdeljen na 4 stebre, in sicer Tehnologije vodenja, Orodjarstvo, Robotika in Fotonika. Glede na TRL je vsak izmed štirih stebrov razdeljen na 2 raziskovalno-razvojna projekta, od katerih ima prvi za cilj doseganje TRL 3-4 (industrijske raziskave), drugi pa TRL 5-6 (eksperimentalni razvoj). Skupno torej program vsebuje 8 raziskovalno-razvojnih projektov. Sodelavci Odseka za sisteme in vodenje pri programu GOSTOP sodelujemo tako vsebinsko (delo v stebru Tehnologije vodenja), kot tudi v vodenju programa (namestnik koordinatorja, član izvršnega odbora, predsednik odbora za razširjanje in izkorisčanje rezultatov, pomočnik koordinatorja za raziskovalno-razvojno usklajevanje, vodenje steba Tehnologije vodenja, vodenje dveh aktivnosti steba Tehnologije vodenja).

Uporabne raziskave na prioritetnih problemskih področjih so tretje področje naše dejavnosti v preteklem letu. V sodelovanju s podjetjem Entia, d. o. o., smo končali ARRS-projekt »Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih« in razvili sistem vodenja

V programu Horizon 2020 smo v okviru področja Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking pridobili dva nova projekta s področja razvoja vodikovih tehnologij (Memphys, Insight).

Mednarodni razvojno-raziskovalni projekti

Od aprila 2014 sodelujemo tudi pri EU FW7-projektu »Diamond - Diagnosis-aided control for SOFC power systems«. Za agregat s trdoksidnimi gorivnimi celicami je bil načrtan enostavni nadzorni optimizator, ki ne potrebuje matematičnega modela. Optimizator maksimizira učinkovitost agregata in minimizira padce napetosti na skladu s prilagajanjem referenčnih vrednosti za vodenje na spodnjem nivoju. Optimizacija se izvaja po metodi iskanja ekstrema, postopek optimizacije pa poteka samo na osnovi odziva agregata. Optimizator daje spodbudne rezultate, njegova prednost v primerjavi z optimizatorjem, ki temelji na modelu, je, da se prilagaja degradaciji sklada, ki jo je težko modelirati.

V okviru triletnega projekta „Fast Model Predictive Control for Magnetic Plasma Control – FMPCFMPC“, paketa „Enabling Research“ delovnega programa EUROfusion (v sklopu Horizon 2020/Euratom), sodelujemo s konzorcijem ENEA/CREATE iz Neaplja. 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 vzročenja.

V začetku 2017 smo začeli izvajati nov projekt H2020 s področja gorivnih celic, pri katerem Odsek za sisteme in vodenje nastopa kot partner. Tema projekta je razvoj sistema za elektrokemijsko komprimiranje in čiščenje vodika z uporabo membran, kakršne so v PEM gorivnih celicah. Sistem doseže tlak vodika do 1 000 bar, poganja ga elektrika in ima višji energijski izkoristek kot mehanski kompresorji. Pri dekomprimirjanju vodika se del električne energije, vložene med komprimiranjem, povrne. Sistem se lahko uporablja tudi za čiščenje vodika, saj membrana prevaja le vodikove protone (slika 3).

V sodelovanju s francosko raziskovalno institucijo CEA skušamo rezultate, ki smo jih dosegli na področju diagnostike trdootsodnih gorivnih celic, prenesti na področje obetavnih tehnologij trdootsodnih elektrolizerjev. Začetna faza projekta, ki se je začel izvajati sredi 2016, je bila namenjena podrobni analizi zahtev.

V okviru COST Water_2020 smo sodelovali pri pripravi poglavja v knjigi »Model-based comparative assessment of innovative processes“. Poglavlje podaja primerjavo treh različnih konfiguracij čistilne naprave za čiščenje odpadnih voda z uporabo matematičnih modelov. Poglavlje je del knjige ‐Innovative Wastewater Treatment & Resource Recovery Technologies: Impacts on Energy, Economy and Environment”, ki so jo pripravili partnerji projekta COST Water_2020. Knjiga, ki ima več kot 160 avtorjev, bo izšla pri založbi IWA Publishing, predvidoma v mesecu maju 2017.

Aplikativni projekti

V okviru dolgoletnega sodelovanja s podjetjem Danfoss smo v 2016 začeli aktivnosti pri razvoju strojne in programske opreme za tri nove družine pagonov ventilov. Gre za različne tipe in velikosti pagonov z različnimi funkcionalnostmi, ki jih bodo uporabili tako v HVAC-sistemih kot tudi v sistemih daljinskega ogrevanja.

V Domelu, d. o. o., smo v 2016 izvedli delno postavitev novega diagnostičnega sistema za končno kontrolo elektronsko komutiranih motorjev (tip 771). Sistem je bil narejen po vzoru diagnostičnih sistemov na starejših montažnih linijah. Čeprav je šlo za podoben sistem, je bilo pri implementaciji sistema narejenih veliko inovacij na področju elektro-mehanskih komponent in programske opreme (slika 4). Nova končna kontrola tako omogoča diagnostiko motorjev dveh konstrukcijsko zelo različnih motorjev, kjer ima en tip motorja že vgrajen krmilnik, kar še dodatno poveča kompleksnost manipulatorjev in elektronskih komponent linije. S stališča programske opreme pa je bil poudaren na informatizaciji proizvodne linije v skladu z usmeritvijo Industrija 4.0 (IIOT – Industrial Internet of Things). Tako ima večina komponent in senzorjev svoj IP-naslov in lahko komunicira z ERP-sistemom v podjetju. Zagon linije je predviden v začetku 2017.

Drug projekt za podjetje Domel, d. o. o., smo izvedli v enoti PE ECS. Razvili smo prilagodljivo linijo za končno kontrolo puhal različnih družin. Linija se samodejno prilagodi na trenutni tip puhal in izvede vse potrebine preizkuse, ki omogočajo celotno karakterizacijo izdelka. Linija je zgrajena v skladu z načeli Industrije 4.0 in je v celoti integrirana z informacijskim sistemom podjetja.

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.

Institut „Jožef Stefan“ in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport sta podpisala pogodbo o sofinanciranju operacije št. C3330-16-529000 „Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti“ (GOSTOP). Naš odsek ima eno glavnih vlog v tem programu.



Slika 4: Prikaz prijema novega sistema za končno kontrolo motorjev v Domel, d. o. o.

Odsek za sisteme in vodenje je v 2016 obeležil 30-letnico uspešnega delovanja. Dogodek smo proslavili z druženjem, predstavitvijo naših aktivnosti in bowling turnirjem (slika 5).



Slika 5: Turnir v bowlingu ob 30-letnici delovanja našega odseka

Najpomembnejše objave v preteklem letu

1. Dolanc, Gregor, Pregelj, Boštjan, Petrovčič, Janko, Pasel, Joachim, Kolb, Günter. Control of autothermal reforming reactor of diesel fuel. *Journal of power sources*, ISSN 0378-7753, 313 (2016), 223–232
2. Nerat, Marko, Vrančić, Damir. A novel fast-filtering method for rotational speed of the bldc motor drive applied to valve actuator. *IEEE/ASME transactions on mechatronics*, ISSN 1083-4435, 21 (2016) 3, 1479–1486
3. Dolenc, Boštjan, Vrečko, Darko, Juričić, Đani, Pohjoranta, Antti, Pianese, Cesare. Online estimation of internal stack temperatures in solid oxide fuel cell power generating units. *Journal of power sources*, ISSN 0378-7753, 336 (2016), 251–260
4. Pregelj, Boštjan, Micor, Michal, Dolanc, Gregor, Petrovčič, Janko, Jovan, Vladimir. Impact of fuel cell and battery size to overall system performance - a diesel fuel-cell APU case study. *Applied energy*, ISSN 0306-2619, 182 (2016), 365–375
5. Boškoski, Pavle, Juričić, Đani. Inverse Gaussian mixtures models of bearing vibrations under local faults. *Mechanical systems and signal processing*, ISSN 0888-3270, 66/67 (2016), 546–556

Patent

1. Janko Petrovčič, Damir Vrančić, Reducing oscillations in a control system, EP2356522 (B1), European Patent Office, 6. 1. 2016

Nagrade in priznanja

1. Tomaž Kos: Prešernova nagrada Univerze v Ljubljani, Fakultete za elektrotehniko za samostojno delo: Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov
2. Stanislav Strmčnik: priznanje zaslužni profesor Univerze v Novi Gorici za pomemben prispevek k razvoju znanstvene dejavnosti ter vzorno opravljanje pedagoškega in mentorskega dela

MEDNARODNI PROJEKTI

1. 7. OP - DIAMOND; Z diagnostiko podprt vodenje agregatov s trdno oksidnimi gorivnimi celicami
Evropska komisija
prof. dr. Đani Juričić
2. COST ES1202; Voda_2020: Snovanje čiščenja odpadnih voda za leto 2020 - energijski, okoljski in gospodarski izzivi
Cost Office
dr. Darko Vrečko
3. ER-3-FU; Enabling Research; EUROFUSION
Evropska komisija
dr. Samo Gerkšić
4. Ne-invazivno spremeljanje stanja visokotemperaturne celice za eletrolizo pare
Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS
prof. dr. Đani Juričić

PROGRAM

1. Sistemi in vodenje
prof. dr. Đani Juričić

PROJEKTI

1. Napovedovanje stanja iztrošenosti elektrokemičnih energetskih sistemov
dr. Pavle Boškoski

OBISKI

1. prof. dr. Marco Ariola, Parthenope University of Naples, Neapelj, Italija, 25.–26. 2. 2016
2. prof. dr. Gianmaria de Tomassi, University of Naples Federico II, Neapelj, Italija, 25.–26. 2. 2016
3. prof. dr. Alfredo Pironti, University of Naples Federico II, Neapelj, Italija, 25.–26. 2. 2016
4. dr. Denis Kalupin, EUROfusion, Garching, Nemčija, 25.–26. 2. 2016

2. E-vzdrževanje elektromehanskih pogonov: postopki za napovedovanje in upravljanje stanja pri nestacionarnih pogojih obratovanja
prof. dr. Đani Juričić
3. Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesnaženja zraka
prof. dr. Juš Kocijan
4. Optimizacija stroškov porabe energije za hladilno tehniko v nakupovalnih središčih
doc. dr. Damir Vrančić
5. GOSTOP: Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti
dr. Vladimir Jovan

VEČJA NOVA POGODBENA DELA

1. Izvedba in montaža diagnostične naprave za končno kontrolo elektronsko komutiranih motorjev družine 771
Domel, d. o. o.
dr. Janko Petrovčič
2. Razvoj novega produkta za nadzor toplotne moči
Danfoss Trata, d. o. o.
doc. dr. Damir Vrančić
3. Funkcionalne dopolnitve obstoječih diagnostičnih sistemov za sprotno analizo obratovalnih karakteristik in merjenje vibracij motorjev
Domel, d. o. o.
dr. Janko Petrovčič

5. prof. dr. Alexandra Grancharova, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofija, Bolgarija, 19. 5. 2016
6. prof. dr. Aneta Stefanovska, Department of Physics, Lancaster University, Lancaster, Velika Britanija, 6. 9. 2016
7. dr. Attila Göllej, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.–14. 10. 2016
8. dr. Attila Magyar, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.–14. 10. 2016
9. Roland Bálint, University of Pannonia, Veszprém, Madžarska, 12.–14. 10. 2016

SEMINARJI IN PREDAVANJA NA IJS

1. Gregor Dolanc, dr.: Krmiljenje diagnostične linije ML13 v Domelu, 30. 5. 2016
2. Boštjan Dolenc, univ. dipl. inž. el.: Ocenjevanje stopnje degradacije in napovedovanje preostale življenjske dobe trdno oksidnih gorivnih celic, 21. 11. 2016
3. Alexandra Grancharova, prof. dr., University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bolgarija, Distributed Model Predictive Control, 19. 5. 2016
4. Dejan Gradišar, dr., Miha Glavan, dr.: Predstavitev ekskurzije gospodarske delegacije Industrie 4.0, 17. 10. 2016
5. Boštjan Grašč, Primož Mlakar, Marija Zlata Božnar, MEIS, d.o.o., Šmarje - Sap: HW rešitve za okoljske merilne probleme – zgodovina in sedanost, 25. 1. 2016
6. Marko Nerat, dr.: Osnovno in nadzorno vodenje 2,5 kW agregata s trdno oksidnimi gorivimi celicami, 10. 3. 2016
7. Aneta Stefanovska, prof. dr., Department of Physics, Lancaster University, Lancaster, Velika Britanija: Entropija, informacija in kompleksni nelinearni dinamični sistemi, 6. 9. 2016
8. Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.: Zadostni pogoj za stabilnost zaprozančnega sistema z vhodno-izhodnim GP-modelom procesa, 9. 5. 2016
9. Stanislav Strmčnik, prof. dr.: Izkušnje iz evalvacije H2020-projektov, 19. 9. 2016

UDELEŽBA NA ZNANSTVENIH ALI STROKOVNIH ZBOROVANJIH

1. Pavle Boškoski, Bojan Musizza, 26. Tehniško posvetovanje vzdrževalcev Slovenije, Otočec, 20.-21. 10. 2016

SODELAVCI

Raziskovalci

1. dr. Pavle Boškoski
2. dr. Gregor Dolanc
3. dr. Samo Gerkšič
4. dr. Giovanni Godena
5. dr. Dejan Gradišar
6. dr. Nada Hvala
7. **dr. Vladimir Jovan, vodja odseka**
8. prof. dr. Dani Juričič, znanstveni svetnik
9. prof. dr. Juš Kocijan
10. dr. Bojan Musizza
11. dr. Matjaž Perne
12. dr. Janko Petrovič
13. dr. Boštjan Pregelj
14. prof. dr. Stanislav Strmčnik, znanstveni svetnik
15. doc. dr. Damir Vrančič
16. dr. Darko Vrečko

Podoktorski sodelavci

17. dr. Andrej Debenjak
18. dr. Miha Glavan
19. dr. Marko Nerat

Mlađi raziskovalci

20. Boštjan Dolenc, univ. dipl. inž. el.
21. Tomaž Kos, mag. inž. el.
22. Gjorgji Nusev, univ. dipl. inž. el.
23. Martin Stepančič, univ. dipl. inž. el.

Mlađi raziskovalci

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

Tehniški in administrativni sodelavci

26. Maja Janežič, univ. dipl. kom.
27. Miroslav Strubelj

2. Boštjan Dolenc, 3rd International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, SysTOL 2016, Barcelona, Španija, 7.-9. 9. 2016 (1)
3. Boštjan Dolenc, Miha Glavan, Giovanni Godena, Boštjan Pregelj, Stanislav Strmčnik, Damir Vrančič, Darko Vrečko, 25. Elektrotehniška in računalniška konferenca ERK 2016, Portorož, 19.-21. 9. 2016 (5)
4. Samo Gerkšič, 20th IEEE Real Time Conference, RT 2016, Padova, Italija, 5.-10. 6. 2016 (1)
5. Samo Gerkšič, 25th International Conference Nuclear Energy for New Europe, NENE 2016, Portorož, 5.-8. 9. 2016 (1)
6. Dejan Gradišar, 6th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, Lizbona, Portugalska, 29.-31. 7. 2016 (1)
7. Vladimir Jovan, Damir Vrančič, 8. industrijski forum IRT 2016, Portorož, 6.-7. 6. 2016
8. Dani Juričič, ICTD-CMMNO 2016 Congress, Gliwice, Poljska, 12.-16. 9. 2016 (1)
9. Juš Kocijan, 4th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation, ICONS 2016, Reims, Francija, 1.-3. 6. 2016 (1)
10. Juš Kocijan, 7th International Conference on Mathematical Models for Engineering Science (MMES '16), Dubrovnik, Hrvaška, 28.-30. 9. 2016 (1)
11. Martin Stepančič, 4th European Conference on Computational Optimization, EuCCO 2016, Leuven, Belgija, 12.-14. 9. 2016 (1)
12. Damir Vrančič, 12th Portuguese Conference on Automatic Control – CONTROLO 2016, Guimarães, Portugalska, 14.-16. 9. 2016 (1)

RAZISKOVALNO DELO V TUJINI

1. Boštjan Dolenc: Università degli studi di Salerno, Fisciano, Salerno, Italija, 1. 1.-20. 4. 2016 (raziskovalno sodelovanje doktorskih študentov)

SODELUJOČE ORGANIZACIJE

1. Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik
2. Cosylab, Ljubljana
3. Danfoss Trata, Ljubljana
4. Domel, Železniki
5. Forschungszentrum Jülich, Nemčija
6. Fotona, Ljubljana
7. Hidria Rotomatička, Spodnja Idrija
8. INEA Ljubljana
9. Institut für Mikrotechnik GmbH, Mainz, Nemčija
10. Johnson Matthey PLC., London, Velika Britanija
11. Kolektor Group, Idrija
12. Kolektor Sistem, Ljubljana Črnuče
13. LPKF, Naklo
14. L-TEK, Šentjernej
15. Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Ljubljana
16. METRONIK, Ljubljana
17. Modelon AB, Göteborg, Švedska
18. Optotek, Ljubljana
19. Podkrižnik, Ljubno ob Savinji
20. PowerCell Sweden AB, Göteborg, Švedska
21. Špica International, Ljubljana Črnuče
22. TECOS, Celje
23. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
24. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
25. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
26. Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
27. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko
28. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za aplikativno naravoslovje
29. Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za znanosti o okolju
30. Univerza v Novi Gorici, Poslovno-tehniška fakulteta
31. Volvo Technology AB, Göteborg, Švedska
32. Zavod Center ARI, Ljubljana
33. YASKAWA Slovenija, Ribnica

BIBLIOGRAFIJA

IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK

1. Darko Aleksovski, Juš Kocijan, Sašo Džeroski, "Ensembles of fuzzy linear model trees for the identification of multi-output systems", *IEEE trans. fuzzy syst.*, vol. 24, no. 4, str. 916-929, 2016. [COBISS.SI-ID 28967207]
2. Pavle Boškoski, Đani Juričić, "Inverse Gaussian mixtures models of bearing vibrations under local faults", *Mech. syst. signal process.*, vol. 66/67, str. 546-556, 2016. [COBISS.SI-ID 28647207]
3. Andraž Bradeško, Đani Juričić, Marina Santo-Zarnik, Barbara Malič, Zdravko Kutnjak, Tadej Rojac, "Coupling of the electrocaloric and electromechanical effects for solid-state refrigeration", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 14, str. 143508-1-143508-7, 2016. [COBISS.SI-ID 29824039]
4. Nadjia Damij, Pavle Boškoski, Marko Bohanec, Biljana Mileva-Boshkoska, "Ranking of business process simulation software tools with DEX/QQ hierarchical decision model", *PloS one*, vol. 11, no. 2, str. 0148391-1-0148391-16, 2016. [COBISS.SI-ID 29294119]
5. Gregor Dolanc, Boštjan Pregelj, Janko Petrovčič, Joachim Pasel, Günter Kolb, "Control of autothermal reforming reactor of diesel fuel", *J. power sources*, vol. 313, str. 223-232, maj 2016. [COBISS.SI-ID 29508391]
6. Boštjan Dolenc, Pavle Boškoski, Đani Juričić, "Distributed bearing fault diagnosis based on vibration analysis", *Mech. syst. signal process.*, vol. 66/67, str. 521-532, 2016. [COBISS.SI-ID 28704551]
7. Boštjan Dolenc, Darko Vrečko, Đani Juričić, Antti Pohjoranta, Cesare Pianese, "Online estimation of internal stack temperatures in solid oxide fuel cell power generating units", *J. power sources*, vol. 336, str. 251-260, 2016. [COBISS.SI-ID 29917735]
8. Miha Glavan, Dejan Gradišar, Serena Invitto, Iztok Humar, Đani Juričić, Cesare Pianese, Damir Vrančić, "Cost optimisation of supermarket refrigeration system with hybrid model", *Appl. therm. eng.*, vol. 103, str. 56-66, 2016. [COBISS.SI-ID 29455655]
9. Miha Glavan, Dejan Gradišar, Damir Vrančić, "Modeliranje hladilnih elementov v nakupovalnih središčih za namene optimizacije energijskih stroškov", *Avtomatika*, vol. 2016, št. 149, str. 42-49, 2016. [COBISS.SI-ID 30166055]
10. Dejan Gradišar, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Primož Mlakar, Juš Kocijan, "Improving of local ozone forecasting by integrated models", *Environ. sci. pollut. res. int.*, vol. 23, no. 18, str. 18439-18450, 2016. [COBISS.SI-ID 29554471]
11. Juš Kocijan, Dejan Gradišar, Marija Božnar, Boštjan Grašič, Primož Mlakar, "On-line algorithm for ground-level ozone prediction with a mobile station", *Atmos. environ. (1994)*, vol. 131, str. 326-333, 2016. [COBISS.SI-ID 29306919]
12. Marko Nerat, Đani Juričić, "A comprehensive 3-D modeling of a single planar solid oxide fuel cell", *Int. j. hydrogen energy*, vol. 41, no. 5, str. 3613-2627, 2016. [COBISS.SI-ID 29281319]
13. Marko Nerat, Damir Vrančić, "A novel fast-filtering method for rotational speed of the bldc motor drive applied to valve actuator", *IEEE/ASME trans. mechatron.*, vol. 21, no. 3, str. 1479-1486, 2016. [COBISS.SI-ID 29087783]
14. Boštjan Pregelj, Gregor Dolanc, Janko Petrovčič, "FCGEN - razvoj in izvedba sistema vodenja za pomožni agregat z gorivnimi celicami na dizelsko gorivo", *Avtomatika*, vol. 2016, št. 145, str. 42-49, 2016. [COBISS.SI-ID 29698343]
15. Boštjan Pregelj, Michał Micor, Gregor Dolanc, Janko Petrovčič, Vladimir Jovan, "Impact of fuel cell and battery size to overall system performance - a diesel fuel-cell APU case study", *Appl. energy*, vol. 182, str. 365-375, 2016. [COBISS.SI-ID 29698087]
16. Tadej Rojac, Maja Makarovič, Julian Walker, Hana Uršič, Dragan Damjanović, Tomaž Kos, "Piezoelectric response of BiFeO₃ ceramics at elevated temperatures", *Appl. phys. lett.*, vol. 109, no. 4, str. 042904-1-042904-4, 2016. [COBISS.SI-ID 29646119]
2. Matjaž Bostič, Alexander Marinšek, Miha Glavan, Damir Vrančić, Iztok Humar, "Agent za upravljanje hladilnih sistemov z vidika zniževanja stroškov porabe", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 121-124. [COBISS.SI-ID 11515732]
3. Marija Božnar, Boštjan Grašič, Primož Mlakar, Dejan Gradišar, Juš Kocijan, "Analysis of the daily cycles in the data on air pollution through the use of advanced analytical tools", V: *Proceedings, fHARMO-17, 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, 9-12 May 2016, Budapest, Hungary, str. 171-176. [COBISS.SI-ID 29729831]
4. Boštjan Dolenc, Pavle Boškoski, Đani Juričić, "Ocenjevanje stopnje degradacije skladov gorivnih celic", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 155-158. [COBISS.SI-ID 29801511]
5. Boštjan Dolenc, Martin Stepančič, Đani Juričić, Juš Kocijan, Dario Marra, Cesare Pianese, "Accounting for modelling errors in model-based diagnosis by using Gaussian process models", V: *3rd International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, SysTOL 2016, Barcelona, September 7-9, 2016*, str. 510-515. [COBISS.SI-ID 29824551]
6. Xavier Flores-Alsina, Christian Kazadi Mbamba, Emma Thomson-Brewster, Kimberly Solon, Darko Vrečko, Stephan Tait, Ulf Jeppsson, Krist V. Gernaey, Damien J. Batstone, "The use of an advanced aqueous phase chemistry approach with IWA biological process models in a plant-wide context", V: *5th IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 2-6 April 2016, Annecy, France*, 4 str. [COBISS.SI-ID 30042151]
7. I. Ganchev, Damir Vrančić, "Automatic control aspects of the Czochralski crystal growth process", V: *Proceedings: John Atanasoff celebration days, International Conference Automatics and Informatics '2016*, Bulgaria, Sofia, October 4-5, 2016, Sofia, str. 223-225. [COBISS.SI-ID 29827111]
8. Samo Gerkšič, "ITER plasma current and shape control using MPC", V: *2016 IEEE Multiconference on Systems and Control, MSC 2016, September 19-22, 2016, Buenos Aires*, str. 599-604. [COBISS.SI-ID 30107175]
9. Miha Glavan, Dejan Gradišar, Iztok Humar, Damir Vrančić, "Vodenje električne moči v trgovskih centrih", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 159-162. [COBISS.SI-ID 29801767]
10. Dejan Gradišar, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Primož Mlakar, Juš Kocijan, "Local ozone prediction with hybrid model", V: *SIMULTECH: proceedings of the 6th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications, July 29 - 31, 201, Lisbon, Portugal*, str. 262-269. [COBISS.SI-ID 29678631]
11. José Marín-Medina, Dejan Gradišar, Juan Carlos Seck-Tuoh-Mora, Norberto Hernandez-Romero, Federico Nuñez-Piña, "A Petri net model to obtain the makespan in the flow shop scheduling problem", V: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2016, WCECS 2016, October 19-21, 2016, San Francisco, USA*, 5 str. [COBISS.SI-ID 29924391]
12. Primož Mlakar, Dragana Kokal, Boštjan Grašič, Marija Božnar, Dejan Gradišar, Juš Kocijan, "Validation of the performance of meteorological forecasts in fine spatial and temporal resolution designed as an input for dispersion models", V: *Proceedings, fHARMO-17, 17th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, 9-12 May 2016, Budapest, Hungary, str. 30-35. [COBISS.SI-ID 29729575]
13. Boštjan Pregelj, Samo Gerkšič, Matic Knap, Matija Perne, "Koraki za zmanjšanje računske zahtevnosti prediktivnega regulatorja za vodenje plazme v IRT fuzijskem reaktorju", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 139-142. [COBISS.SI-ID 29787943]
14. Martin Stepančič, Boštjan Dolenc, Đani Juričić, "Model-based fault diagnosis with Gaussian process regression of nominal model residuals", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne*

OBJAVLJENI ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Darko Aleksovski, Dejan Dovžan, Sašo Džeroski, Juš Kocijan, "A comparison of fuzzy identification methods on benchmark datasets", V: *Proceedings of the 4th IFAC Conference on Intelligent Control and Automation, ICONS 2016, 1-3 June 2016, Reims, France, IFAC-PapersOnline*, vol. 49, no. 5, str. 31-36, 2016. [COBISS.SI-ID 29694759]

13. Boštjan Pregelj, Samo Gerkšič, Matic Knap, Matija Perne, "Koraki za zmanjšanje računske zahtevnosti prediktivnega regulatorja za vodenje plazme v IRT fuzijskem reaktorju", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 139-142. [COBISS.SI-ID 29787943]
14. Martin Stepančič, Boštjan Dolenc, Đani Juričić, "Model-based fault diagnosis with Gaussian process regression of nominal model residuals", V: *Zbornik, 8. študentska konferenca Mednarodne*

- podiplomske šole Jožefa Stefana, 31. maj in 1. junij 2016, Ljubljana, Slovenija, str. 180-192. [COBISS.SI-ID 29544743]
15. Emma Thomson-Brewster, Stephan Tait, Darko Vrečko, Xavier Flores-Alsina, Christian Kazadi Mbamba, Kimberly Solon, Ulf Jeppsson, Krist V. Gernaey, Damien J. Batstone, "Modelling physico-chemistry in extreme conditions", V: *5th IWA/WEF Wastewater Treatment Modelling Seminar, 2-6 April 2016, Annecy, France*, 3 str. [COBISS.SI-ID 30042407]
 16. Damir Vrančič, "Izboljšanje regulacijskih lastnosti zamke s pomočjo kompenzacijskega člena", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 147-150. [COBISS.SI-ID 29801255]
 17. Darko Vrečko, Marko Nerat, Damir Vrančič, Gregor Dolanc, Boštjan Dolenec, Boštjan Pregelj, Fabien Meyer, Siu Fai Au, Robert Makkus, Đani Juričić, "Control design for a 2.5kW solid oxide fuel cell power system", V: *Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016, 19. - 21. september 2016, Portorož, Slovenija*, (Zbornik ... Elektrotehniške in računalniške konference ERK ..., 25), zv. A, str. 135-138. [COBISS.SI-ID 29802023]

SAMOSTOJNI ZNANSTVENI SESTAVEK ALI POGLAVJE V MONOGRAFSKI PUBLIKACIJI

1. Franci Gabrovšek, Martin Knez, Janja Kogovšek, Andrej Mihevc, Bojan Otoničar, Janez Mulec, Matija Perne, Metka Petrič, Tanja Pipan, Mitja Prelovšek, Tadej Slabe, Stanka Šebela, Nataša Ravbar, Nadja Zupan Hajna, "Development challenges in karst regions: sustainable land use planning in the karst of Slovenia", V: *Preserving karst environments and karst caves: karst dynamics, environments, usage and restauration: towards an international karst preservation system*, (Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband, N. F., vol. 60, suppl. issue 2), Elena Trofimova, ur., Jean-Nöel Salomon, ur., Stuttgart, Gebrüder Borntraeger, 2016, str. 293-318. [COBISS.SI-ID 40073261]
2. Juš Kocijan, Dejan Petelin, "Closed-loop control with evolving Gaussian process models", V: *Complex systems: relationships between control, communicatins and computing*, (Studies in systems, decision and control, vol. 55), Georgi M. Dimirovski, ur., [S. l.], Springer, 2016, str. 505-521. [COBISS.SI-ID 29504551]

ZNANSTVENA MONOGRAFIJA

1. Martin Knez, Tadej Slabe, Franci Gabrovšek, Janja Kogovšek, Andrej Kranjc, Andrej Mihevc, Janez Mulec, Bojan Otoničar, Matija Perne, Metka Petrič, Tanja Pipan, Mitja Prelovšek, Nataša Ravbar, Stanka Šebela, Nadja Zupan Hajna, Pavel Bosák, Petr Pruner, Hong Liu, Martin Knez (urednik), Tadej Slabe (urednik), *Cave exploration in Slovenia: discovering over 350 new caves during motorway construction on classical karst*, (Cave and karst systems of the world), Cham [etc.], Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 38828077]
2. Juš Kocijan, *Modelling and control of dynamic systems using Gaussian process models*, (Advances in industrial control), Cham [etc.], Springer, cop. 2016. [COBISS.SI-ID 29101607]

UNIVERZITETNI, VISOKOŠOLSKI ALI VIŠJEŠOLSKI UČBENIK Z RESENZIJO

1. Juš Kocijan, Stanko Strmčnik, *Osnove avtomatskega vodenja*, V Novi Gorici, Založba Univerze, 2016. [COBISS.SI-ID 286382080]

PATENT

1. Janko Petrovčič, Damir Vrančič, *Reducing oscillations in a control system*, EP2356522 (B1), European Patent Office, 06. 01. 2016. [COBISS.SI-ID 22631463]

MENTORSTVO

1. Giovanni Godena, *Modeli programske opreme za vodenje šaržnih procesov*: doktorska disertacija, Ljubljana, 2016 (mentor Stanko Strmčnik). [COBISS.SI-ID 286374144]
2. Matej Gabrijelčič, *Zaprtozančno vodenje večconske peči za kaljenje jeklenic*: magistrsko delo (bolonjski študij), Nova Gorica, 2016 (mentor Juš Kocijan). [COBISS.SI-ID 4596731]
3. Tomaž Kos, *Merilni sistem za samodejno visokotemperaturno in nizkofrekvenčno karakterizacijo dielektričnih materialov*: magistrsko delo (bolonjski študij), Ljubljana, 2016 (mentor Gregor Klančar; somentor Tadej Rojac). [COBISS.SI-ID 11627860]