



Odbor za suradnju s gospodarstvom i regionalnu suradnju Akademije tehničkih znanosti Hrvatske u suradnji s Inovacijskim centrom Nikola Tesla

organizira

## OKRUGLI STOL

### OVOVREMENI IZAZOVI U ENERGETICI

u ponedjeljak 24. travnja 2017. u 14:00 sati

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva, Siva vijećnica  
Unska 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

#### AUTORI I TEME

#### **Pregled novih funkcionalnosti upravljačko-nadzornih aplikacija za automatizirane elektroenergetske podsustave slijedeće generacije**

*Dr. sc. Stjepan Sučić*

#### Životopis :

Stjepan Sučić rođen je u Sinju 1984. godine gdje je završio osnovu i srednju školu. 2008. godine je diplomirao a 2013. godine doktorirao na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija nagrađen je priznanjem Josip Lončar za uzoran uspjeh u akademskoj godini 2005./2006. Dobitnik je nagrade "Končar" za doktorsku disertaciju koja sadrži istaknuta znanstvena dostignuća iz područja tehničkih znanosti s primjenom u industriji. Nakon diplomiranja zaposlio se u Končar – Inženjeringu za energetiku i transport, gdje radi kao direktor poslovne jedinice „Razvoj i proizvodi“. Član je međunarodnog tehničkog odbora IEC TC 57 (Power Systems management and associated information exchange) zaduženog za razvoj novih izdanja standarda IEC 61850. Predsjednik je HZN/TO 65 (Mjerenje, vođenje i automatizacija industrijskih procesa) i predsjednik studijskog odbora D2 HRO CIGRÉ (Informacijski sustavi i telekomunikacije).

#### Sadržaj:

Tehnološki razvoj, izgradnja novih automatiziranih postrojenja, modernizacija postojećih, kibernetička sigurnost automatiziranih sustava i ubrzani razvoj naprednih elektroenergetskih sustava (engl. Smart Grids) uvjetuju potrebu za primjenom međunarodno prihvaćenih normi i uvođenjem novih tehnologija u sustave automatizacije EES-a. U ovom predavanju dan je pregled projektnih i standardizacijskih aktivnosti namijenjenih automatizaciji i informacijskoj sigurnosti naprednih elektroenergetskih sustava te su predstavljeni primjeri implementacije u inženjerskoj praksi. Dan je pregled noviteta uvedenih novim izdanjem IEC 61850 standarda, inovativnim funkcionalnostima SCADA sustava i rezultatima EU projekta OS4ES.



## **Spremnici energije u elektroenergetskom sustavu**

*Doc. dr. sc. Hrvoje Pandžić*

### Životopis :

Hrvoje Pandžić rođen je 1984. godine u Zagrebu. Diplomirao je 2007. i doktorirao 2011. godine na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. U razdoblju 2012-2014 bio je poslijedoktorand na University of Washington, SAD, te je od 2014. docent na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu.

U istraživačkom radu bavi se planiranjem, pogonom i upravljanjem elektroenergetskim sustavom, s osobitim naglaskom na integraciju spremnika energije i električnih vozila. Objavio 16 radova u najuglednijim svjetskim časopisima te je voditelj tri istraživačka projekta. Dobitnik je državne nagrade Znanost za 2014. godinu, nagrade Znanost Fakulteta elektrotehnike i računarstva za 2012. godinu, te Srebrne plakete Josip Lončar za iznimno zapaženu doktorsku disertaciju.

Sudjelovao je u izradi preko 100 studija i elaborata te je autor tri srednjoškolska udžbenika iz područja energetike.

### Sadržaj:

Temelj pogona elektroenergetskog sustava je stalna ravnoteža između proizvodnje i potrošnje električne energije. Povećana integracija obnovljivih izvora energije, poput vjetroelektrana i solarnih panela, smanjuje dostupnu fleksibilnost i upravljivost sustava. Spremnici energije se koriste dugi niz godina u elektroenergetici u vidu reverzibilnih hidroelektrana, no zadnjih godina se, prvenstveno smanjenjem cijena baterija, sve više naglasak stavlja na distribuirane spremnike, kako na razini prijenosne i distribucijske mreže, tako i kod korisnika mreže (potrošača).

U izlaganju će biti predstavljeni rezultati istraživanja projekta SIREN (Smart Integration of RENEwables) financiranim od strane Hrvatskog operatora prijenosnog sustava i Hrvatske zaklade za znanost u kojem se spremnici energije razmatraju kao sredstvo za povećanje mogućnosti instalacije obnovljivih izvora, povećanje sigurnosti opskrbe te smanjenje troškova pogona sustava. Također će biti obrađeni regulatorni okviri vezani za vlasništvo i pogon spremnika energije te njihov utjecaj na tržište električne energije.

## **Napredno upravljanje za energetske učinkovite zgrade**

*Izv. prof. dr. sc. Mario Vašak*

### Životopis :

Mario Vašak (rođen 13. kolovoza 1980.) je izvanredni profesor na Zavodu za automatiku i računalno inženjerstvo Sveučilišta u Zagrebu Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) te vodi Laboratorij za sustave obnovljivih izvora energije u sklopu FERa. Njegovi istraživački interesi su u domeni prediktivnog upravljanja dinamičkim sustavima s primjenama na sustave iz niskougličnog energetskeg sektora: vjetroagregate, energetske učinkovite zgrade, mikromreže, vodoopskrbne sustave i elektrificiran željeznički promet. Glavni je izumitelj US patenta za upravljanje vjetroagregatima otporno na kvarove generatora. Osmislio je koncept hijerarhijskog i modularnog gospodarenja energijom u zgradama s integriranim mikromrežama za omogućavanje njihova ekonomski optimalnog međudjelovanja. Autor je



više od 15 radova u međunarodnim znanstvenim časopisima i oko 90 radova s međunarodnih znanstvenih skupova. Predsjednik je Odjela za upravljačke sustave Hrvatske sekcije IEEE.

### Sadržaj:

Zgrade su složeni dinamički sustavi u kojima se održavanje unutarnje klime u granicama komfora može ostvariti na različite načine uz bitno različit učinak u pogledu potrošnje energije i ostvarenog energetskeg troška. Pogotovo, treba uspostaviti distinkciju između potrošnje energije i energetskeg troška u dinamičkom okruženju naprednih mreža u kojima zgrade funkcioniraju. Pritom se uskoro očekuju značajne vremenske fluktuacije u cijeni energije kao posljedica integracije nestalnih obnovljivih izvora energije te će zgrade dodatno koristiti i lokalne sustave proizvodnje i pohrane energije za optimiranje energetskeg troška. U sklopu projekata Control-based Hierarchical Consolidation of Large Consumers for Integration in Smart Grids (3CON) financiranog sredstvima Hrvatske zaklade za znanost te Smart Buidling – Smart Grid – Smart City (3Smart) financiranog sredstvima Europske unije kroz Program transnacionalne suradnje Dunav uspostavlja se modularan način upravljanja zgradama upotrebom modelskog prediktivnog upravljanja na razinama zona zgrade, centralnog sustava pripreme medija za grijanje i hlađenje te mikromreže zgrade. Pritom se metodologijom prediktivnog upravljanja omogućuje i jaka interakcija s energetskeg mrežama. Pritom je cilj energetskeg trošak zgrade učiniti čim manjim uz jednostavnu implementaciju takvog upravljanja u različitim konfiguracijama zgrada te uključiti inovativna poduzeća u ovaj proces evolucije odozdo prema naprednim mrežama, gradovima i zajednicama.

### **Integracija električnih vozila u elektroenergetske sustave s visokim udjelom obnovljivih izvora energije**

*Prof. dr. sc. Joško Deur*

### Životopis:

Joško Deur je diplomirao 1989. godine na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Automatika. Na istom je Fakultetu magistrirao 1993. i doktorirao 1999. godine. Od svibnja 1990. godine uposlen je na Zavodu za robotiku i automatizaciju proizvodnih sustava, Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. U zvanje redovitog profesora izabran je 2012. godine. Nakon jednogodišnjeg znanstvenog usavršavanja u istraživačkom centru tvrtke Ford Motor Company u Dearbornu, SAD (2000), uspostavio je široku suradnju s tvrtkama Ford Motor i Jaguar Cars kroz više od deset znanstveno-istraživačkih projekata na području modeliranja i regulacije automobilskeg sustava. Autor je jedne znanstvene knjige, preko 150 radova objavljenih u znanstvenim časopisima i zbornicima znanstvenih skupova. Također, autor je triju patenata te preko stotinu izvještaja i studija. Prof. Deur je član društava KoREMA, IEEE, SAE i IFAC. Član je uređivačkog odbora dvaju časopisa. Dobitnik je Državne nagrade za znanost za značajno znanstveno dostignuće u području tehničkih znanosti iz 2006. godine, srebrne plakete "Josip Lončar" za izrazito uspješnu doktorsku disertaciju te više nagrada za najbolje članke na međunarodnim znanstvenim konferencijama.

### Sadržaj:

Električna vozila nude značajan, prostorno i vremenski distribuirani kapacitet za skladištenje električne energije, koji se može iskoristiti kao potpora elektroenergetskom sustavu, primjerice sa stanovišta poravnania opterećenja mreže te boljeg iskorištenja potencijala obnovljivih



izvora energije. Presentacija će prvo prikazati modeliranje flote električnih vozila zasnovano na principu agregatne baterije, uključujući modeliranje i upravljanje tokovima energije na razini vozila te modeliranje voznih ciklusa. Potom će se naglasak staviti na postupak hijerarhijskog optimiranja punjenja flote električnih dostavnih vozila, s ciljem minimiziranja troškova energije uz zadovoljenje potreba voznih misija. Prikazani pristupi modeliranja i optimalnog upravljanja ilustrirat će se na primjeru pilotske studije vezane uz flotu dostavnih vozila i energetskog sustava pripadnog distributivnog centra vodećeg regionalnog maloprodajnog lanca.

## **Mogućnosti korištenja energije Sunca u centraliziranim toplinskim sustavima u Republici Hrvatskoj**

*Doc. dr. sc. Goran Krajačić*

### Životopis:

Dr. sc. Goran Krajačić je docent na Katedri za energetska postrojenja i energetiku Zavoda za energetska postrojenja, energetiku i ekologiju na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu. Izvodi nastavu iz predmeta Osnove energetike, Energetsko planiranje, Ekonomika energetike i Energetska tržišta te vodi i radi na nekoliko nacionalnih i međunarodnih projekata. Od 2015. godine je gostujući urednik Elsevierovog časopisa „Energy Conversion and Management“ te recenzira projekte iz programa Obzor 2020 za Europsku komisiju. Od 2001. kao član lokalnog organizacijskog odbora sudjeluje u organizaciji konferencija iz serije "Dubrovnik Conference on sustainable development of energy, water and environment systems" te je jedan od osnivača Međunarodnog centra za održivi razvoj energetike, voda i okoliša, SDEWES Centre, u kojem trenutno obnaša dužnost tajnika.

### Sadržaj:

Republika Hrvatska je mediteranska zemlja koja po većini indikatora zaostaje za ostalim članicama EU u primjeni energije Sunca. Unatoč povoljnoj insolaciji, u 2015. godini Republika Hrvatska je imala svega 0,01 kW po osobi instalirane snage fotonaponskih sustava te prema procjenama oko 0,03 kW po osobi instalirane snage solarnih toplinskih sustava. Solarni centralizirani toplinski sustavi sa sezonskim spremnicima toplinske energije predstavljaju čist i obnovljiv izvor toplinske energije, jednostavan za instalaciju, održavanje i pogon. Niski operativni troškovi, gotovo konstantna cijena proizvedene toplinske energije, unaprijed poznata i do 30 godina, te mogućnost zamjene fosilnih goriva i povećanje sigurnosti dobave energije, daju značajnu prednost instalaciji solarnih sustava u naseljima i gradovima gdje već postoje centralizirani toplinski sustavi. Istraživanja provedena na međunarodnim IEE projektima s partnerima iz Hrvatske, BEAST i STRATEGO, ukazuju na veliki potencijal ovih postrojenja u Republici Hrvatskoj. STRATEGO projekt predviđa da će se 2050. godine u Republici Hrvatskoj 40% toplinske energije zadovoljavati iz centraliziranih toplinskih sustava pri čemu će udio obnovljivih izvora u proizvodnji energije biti 45%. U projektu BEAST proračunat je solarni centralizirani toplinski sustav za grad Veliku Goricu kojim je moguće zadovoljiti od 37-84% godišnjih potreba toplinske energije grada po jediničnoj cijeni od 28 €/MWh do 43 €/MWh. Varijacija u cijeni ovisi o veličini spremnika, površine solarnih toplinskih kolektora te ulaznim parametrima proračuna vezanih uz trošak investicije. Proračuni pokazuju značajnu prednost instalacije ovih sustava u Republici Hrvatskoj u odnosu na u Dansku, koja je 2016. godine imala u pogonu centralizirane toplinske sustave s više od 1.300.000 m<sup>2</sup> solarnih toplinskih kolektora.