



Godišnji izvještaj o ostvarenim rezultatima i
kolaboraciji na projektu "WINDLIPS" za
2018. godinu



Zagreb, siječanj 2019.

Projekt:

Partnerstvo u istraživanjima (PAR-02-2017-03)
Integracija vjetroelektrana u elektroenergetski
sustava sa smanjenom tromosti

WIND energy integration in Low Inertia Power
System - WINDLIPS

Partneri:



1. Općenito o projektu

Projekt "Integracija vjetroelektrana u elektroenergetski sustav sa smanjenom konstantom tromosti" (*WIND energy integration in Low Inertia Power System*) započeo je 1.1.2018. godine uz predviđeno trajanje od 36 mjeseci. Voditelj projekta je prof. dr. sc. Igor Kuzle, a projekt financira Hrvatska zaklada za znanost (50%), te partnerske ustanove: HEP-Proizvodnja (12.5%) te HOPS - Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. (37.5%).

Ciljevi projekta su tehnička, ekonomska i regulatorna analiza integracije obnovljivih izvora energije (OIE), s naglaskom na vjetroelektrane, u elektroenergetske sustave (EES) smanjene inercije. U skladu s navedenim, projekt se fokusira na identifikaciju statičkih i dinamičkih parametara hrvatskog EES-a, razvoj matematičkog modela za istraživanje frekvencijske stabilnosti EES-a, razvoj nove strategije upravljanja sustavom s uključenom virtualnom inercijom OIE priključenih preko energetske pretvarača, te određivanje maksimalnog iznosa OIE s malom konstantom tromosti koja se može priključiti na EES uz postojeće pogonske principe.

Na projektu sudjeluje 21 istraživač:

10 (8 postojećih + 2 novozaposlena) s FER-a: prof. dr. sc. Igor Kuzle; prof. dr. sc. Nenad Debrecin; prof. dr. sc. Davor Grgić; prof. dr. sc. Tomislav Tomiša; dr. sc. Perica Ilak; Tomislav Baškarad, mag. ing; Mateo Beus, Josip Đaković, mag. ing.; mag. ing; Goran Grdenić, mag. ing i Matej Krpan mag. ing

8 iz HOPS-a: dr. sc. Igor Ivanković; dr. sc. Kristijan Frlan; dr. sc. Miroslav Mesić; dr. sc. Renata Rubeša; Antun Andrić, dipl. ing.; Boris Avramović dipl. ing; Goran Levačić dipl. ing i Ivan Tolić dipl. ing

3 iz HEP-Proizvodnje d.o.o.: mr. sc. Nenad Švarc; Tomisav Robina mag.ing i Marko Špoljarić, mag. ing;

2. Pregled projektnih ostvarenja u 2018. godini

Početak 2018. godine, na FER-u je održan uvodni sastanak projektnog tima na kojemu su sudjelovali:

FER: Igor Kuzle, Perica Ilak, Tomislav Baškarad, Meteo Beus, Josip Đaković i Goran Grdenić

HOPS: Igor Ivanković, Kristijan Frlan, Miroslav Mesić, Ivan Tolić, Renata Rubeša i Antun Andrić

HEP-Proizvodnja: Tomislav Robina

Na sastanku su predstavljeni članovi i voditelji radnih paketa, predstavljena su i dva novozaposlena doktoranda na projektu Tomislav Baškarad i Josip Đaković, te su definirani problemi i ciljevi projekta.

U svibnju 2018. godine održan je drugi sastanak projektnog tima, nakon sastanka projektni tim je posjetio Smart Grid laboratorij, čija je obnova i nadogradnja sufinancirana projektnim sredstvima. Partneri iz industrije su upoznati s mogućnostima laboratorija kao i planovima i funkcionalnostima koje će se realizirati tijekom trajanja projekta i u budućnosti.



Članovi projektnog tima u Smart Grid laboratoriju

Treći sastanak projektnog tima održan je u studenome 2018 godine u Cavtatu tijekom konferencije MEDPOWER 2018. Na sastanku su predstavljani dosadašnji rezultati projekta te su usvojeni planovi za drugu godinu projekta.



T. Baškarad predstavljanje rezultata projekta

2.1. Stručna usavršavanja

Prema projektnom planu ostvarena su dva stručna usavršavanja:

1. **Salerno, Italija** - sudjelovanje na ljetnoj školi "Summer School on Smart Grid" o pomoćnim uslugama elektroenergetskom sustavu u periodu od 2. do 5. srpnja 2018. godine. Na ljetnoj školi sudjelovali su novozaposleni doktorandi Tomislav Baškarad, mag. ing. i Josip Đaković, mag. ing. Škola je pružila uvid u problematiku i metodologiju vezanu uz procjenu, planiranje i upravljanje distribuiranim izvorima energije, kako bi se omogućila veća integracija obnovljivih izvora energije na distribucijskoj i prijenosnoj razini.

2. **Manchester, Engleska** –Matej Krpan, mag. ing. posjetio je Sveučilište u Manchesteru od 13.12.2018. do 21.12.2018. u cilju razmjene iskustva na istraživanjima vezanim uz inercijski odziv vjetroelektrana i sudjelovanje vjetroelektrana u regulaciji frekvencije kao jedno od produktivnijih i aktivnijih istraživačkih tema u području naprednih elektroenergetskih mreža. Rezultat ovog znanstvenog posjeta su bolje razumijevanje naprednog modeliranja elektroenergetskih elemenata i sudjelovanja vjetroelektrana u regulaciji frekvencije te koordinacija sa spremnicima energije, upoznavanje s radom vrhunskog svjetskog sveučilišta i stjecanje kontakta za potencijalnu buduću suradnju.

2.2. Sudjelovanje na konferencijama

Projektni članovi sa FER-a sudjelovali su na sljedećim konferencijama:

1. Međunarodna konferencija SMAGRIMET'18, Split, Hrvatska, travanj 2018.

- I. Ivanković, D. Brnobić, R. Rubeša, Z. Zbunjak, V. Grudenić, *Analyses of Phasor Measurement Unit Estimation Algorithms for Protection Functions inside WAMPAC System, First International Colloquium on Smart Grid Metrology 2018, Split, Hrvatska, 24-27.04.2018., pp. 1-5.*

2. Međunarodna konferencija EEEIC 2018, Palermo, Italija, lipanj 2018.

- I. Ivanković, I. Kuzle, N. Holjevac, *Dynamic Angle Instability Simulation Framework Based on Reference Model Platform, IEEE 18th International Conference on Environment and Electrical Engineering, Palermo, Italy, 06-09.06.2018., pp. 1-6.*

3. Međunarodna konferencija IEEE PES GM 2018, Portland, SAD, kolovoz 2018.

- M. Krpan, I. Kuzle, *Towards the New Low-Order System Frequency Response Model of Power Systems with High Penetration of Variable-Speed Wind Turbine Generators, 2018 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Portland, USA, 05-09.08.2018, pp. 1-5.*
- I. Ivanković, I. Kuzle, N. Holjevac, *Key Performance Indices for Angle Stability Protection Function in WAMPAC System, 2018 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Portland, USA, 05-09.08.2018, pp. 1-5.*

4. Međunarodna konferencija ISGT Europe 2018, Sarajevo, BiH, listopad 2018.

- Članovi upravljačkog odbora: prof. dr. sc. Igor Kuzle i dr. sc. Igor Ivanković.

5. Domaća konferencija 13. Simpozij o vođenju elektroenergetskog sustava – HRO Cigre, Rovinj, Hrvatska, studeni 2018.

- J. Đaković, I. Kuzle, Status i klasifikacija metoda za prognoziranje proizvodnje električne energije iz vjetroelektrana, *13. Simpozij o sustavu vođenja EES-a HRO CIGRE*, Rovinj, Hrvatska, 05-07.11.2018., pp. 1-10
- T. Baškarad, I. Kuzle, Modeliranje fotonaponske elektrane, *13. Simpozij o sustavu vođenja EES-a HRO CIGRE*, Rovinj, Hrvatska, 05-07.11.2018., pp. 1-10
- I. Ivanković, I. Kuzle, B. Avramović, N. Holjevac, *Modeli za dinamičke proračune u prijenosnoj mreži*, *13. Simpozij o sustavu vođenja EES-a HRO CIGRE*, Rovinj, Hrvatska, 05-07.11.2018., pp. 1-10

6. Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion (MEDPOWER2018), Dubrovnik (Cavtat), studeni 2018.

- J. Đaković, P. Ilak, Perica; Baškarad, Tomislav; Krpan, Matej; Kuzle Igor; Effectiveness of Wind Turbine Fast Frequency Response Control on Electrically Distanced Active Power Disturbance Mitigation, *11th Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion*, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-7
- T. Baškarad, I. Kuzle, J. Đaković, P. Ilak, Analysis of the Wind Generation Impact on Inertial and Primary Frequency Response of the Croatian Electric Power System, *11th Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion*, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-9
- I. Ivanković, R. Rubeša, I. Kuzle, M. Rekić, Real Time Operation of Synchrophasor Data Functions in Transmission System Control Room, *11th Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion*, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-6
- A. Šečić, N. Hlupić, I. Kuzle, On a method for testing ICA based Blind Source Separation algorithm performance applicable in audio-based On-Load Tap Changer diagnostics, *11th Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion*, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-6
- H. Čevapović, I. Rajšl, N. Švarc, T. Robina, The benefits of synergy between the heating and power system regarding RES volatility and balancing, *11th Mediterranean*

conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-6

- T. Robina, N. Švarc, I. Pavić, H. Čevapović, Synergy of the electric power and gas transmission system regulation in the Republic of Croatia, *11th Mediterranean conference on power generation, transmission, distribution and energy conversion, Cavtat, 12.-15.11.2018., pp. 1-6*

2.3. Diseminacija u časopisima

- M. Klarić, I. Kuzle, N. Holjevac, Wind power monitoring and control based on synchrophasor measurement data mining, *Energies*, vol. 11, no. 12, December 2018, paper no. 3525, pp. 1-23, JCR odjek 2.676 (Q2), doi: 10.3390/en11123525
- M. Krpan, I. Kuzle, Introducing low-order system frequency response modelling of a future power system with high penetration of wind power plants with frequency support capabilities, *IET Renewable Power Generation*, vol. 12, no. 13, October 2018, pp. 1453-1461, JCR odjek 3.488 (Q1), doi: 10.1049/iet-rpg.2017.0811
- I. Ivanković, I. Kuzle, N. Holjevac, Algorithm for fast and efficient detection and reaction to angle instability conditions using phasor measurement unit data, *Energies*, vol. 11, no. 3, paper no. 681, pp. 1-21, JCR odjek 2.676 (Q2), doi: 10.3390/en11030681
- T. Baškarad, I. Kuzle, S. Tešnjak, Nonlinear mathematical model of hydroelectric power plant, *Journal of Energy*, vol. 66, no. 1-4, 2017, pp. 18-40

2.4. Prezentacije projekta

- 1. Dani energetike u okviru 9. Zagrebačkog energetskeg tjedna, svibanj 2018.**
Projekt je predstavljen na FER-u u sklopu poster sekcije.
- 2. Susret predstavnika Hrvatske zaklade za znanosti, Ministarstva znanosti i obrazovanja i delegacije Republike Koreje, rujan 2018.**
Prof. dr.sc. Igor Kuzle prezentirao je WINDLIPS projekt delegaciji iz Republike Koreje u Ministarstvu znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske.
- 3. Prezentacija projekta na specijalnoj sekciji konferencije MEDPOWER2018 u Cavtatu, studeni 2018.**
Prezentaciju projekta i ostvarenih rezultata održali su prof. dr. sc. Igor Kuzle, Matej Krpan, mag. ing., Josip Đaković, mag. ing. i Tomislav Baškarad, mag. ing.



Prof. dr. sc. Igor Kuzle prezentira projekt

2.5. Oprema financirana projektnim sredstvima

1. **Obnova i nadogradnja Smart Grid laboratorija:**

Kupovina, montaža i puštanje u rad glavnog razvodnog ormara, nabavka sustava besprekidnog napajanja 110 V-60 A, ispitivanje i puštanje u pogon regulatora napon KONreg, Power Tech systems komponente potrebne za puštanje u pogon agregata i za beznaponsko pokretanje agregata i dr.

2. **Nadogradnja programske opreme**

Godišnje održavanje licence za programski paket PSS/E

2.6. Izvještaj s rezultatima projekta

1. **Izvještaj s rezultatima projekta** u kojima je analizirana konstanta tromosti Hrvatskog elektroenergetskog sustava objavljen je na web stranici projekta:

<http://windlips.com/deliverables/>

3. Suradnja s HOPS-om

1. Dostava tehničkih podataka sa značajkama proizvodnih jedinica u Hrvatskom elektroenergetskom sustavu

Članovi projektnog tima iz HOPS-a dostavili su podatke o konstantama tromosti i ostalim parametrima pojedinih proizvodnih jedinica (težište je bilo na podacima o VE), a koji su potrebni za izradu simulacijskog modela Hrvatskog elektroenergetskog sustava. Radi prikupljanja podataka održano je više sastanaka s članovima projektnog tima iz HOPS-a. Korištenjem dobivenih podataka razvijeni su simulacijski modeli EES-a Hrvatske.

2. Sudjelovanje na sastancima projektnog tima i diseminacija rezultata istraživanja na projektu

Članovi projektnog tima iz HOPS-a aktivno su sudjelovali na održanim sastancima i prezentacijama projekta. Rezultati istraživanja na projektu WINDLIPS napravljeni u suradnji s članovima projektnog tima iz HOPS-a objavljeni su na četiri međunarodne konferencije, jednoj domaćoj konferenciji i časopisu s visokim faktorom odjeka. Čime su premašeni očekivani rezultati u prvoj godini projekta. U popisu radova predmetni radovi su označeni plavom bojom.

4. Suradnja s HEP-Proizvodnjom

1. Dostava tehničkih podataka sa značajkama elektrana u vlasništvu HEP-Proizvodnje d.o.o.

Članovi projektnog tima iz HEP-Proizvodnje d.o.o. dostavili su podatke o konstantama tromosti i ostalim parametrima pojedinih proizvodnih jedinica u vlasništvu HEP-Proizvodnje, a koji su potrebni za izradu simulacijskog modela Hrvatskog elektroenergetskog sustava.

2. Posjet hidroelektrana PP Sjever, kontrolnom centru Varaždin te KTE Jertovec

U sklopu partnerstva na projektu, HEP-Proizvodnja je omogućila posjet kontrolnom centru i hidroelektranama Varaždin, Čakovec i Dubrava, pri čemu je održana prezentacija o proizvodnim pogonima i sustavu vođenja. Također, posjećena je i KTE Jertovec u svrhu prikupljanja tehničkih podataka.

3. Sudjelovanje na sastancima projektnog tima i diseminacija rezultata istraživanja na projektu

Članovi projektnog tima iz HEP-Proizvodnje d.o.o. aktivno su sudjelovali na održanim sastancima, a na konferenciji MEDPOWER 2018 su prezentirali rezultate istraživanja koja su proveli u okviru doktorskog studija, a koja su usko povezana s istraživanjima na projektu WINDLIPS. U popisu radova predmetni radovi su označeni zelenom bojom.