

Zvonimir Petrović  
HEP ODS d.o.o. Elektra Virovitica  
zvonimir.petrovic@hep.hr

Tin Pavoković  
HEP ODS d.o.o. Elektra Virovitica  
tin.pavokovic@hep.hr

## PARAMETRIRANJE ZAŠTITE PREMA ZAŠTITI OD OTOČNOG POGONA NA ELEKTRANI BIOPLINSKO POSTROJENJE SLATINA 2 MW

Referat analizira priključenje elektrane Bioplinsko postrojenje "Slatina 2MW" u EES Elektre Virovitica. Kako nam je to prva takva elektrana za naše distribucijsko područje značajnije proizvodnje (2 MW) obradit ćemo i uvođenje TS 10(20)/0,4 kV Biointegra – Medinci u SDV DC-a Virovitica.

Zaštitni releji korišteni u TS 10(20)/0,4 kV Biointegra su Končarevi RFX 633 po ISO komunikacijskom standardu 61850 također prvi za naše distribucijsko područje, pa ćemo sukladno tome proći njihovo parametrisiranje i podešenja.

Proći ćemo komunikacijsko povezivanje TS 110/35/10(20) kV Slatina II sa TS 10(20)/0,4 kV Biointegra putem usmjerene mikrovalne veze (WiFi) 5 Mbit-a. Racom mikrovalni radio model RAY ISM frekvencijski pojas 17GHz.

Utjecaji elektrane Bioplinsko postrojenje "Slatina 2MW" na EES Elektre Virovitica, te problemi prilikom ispitivanja primjerenog paralelnog pogona elektrane Bioplinsko postrojenje "Slatina 2MW" s mrežom u pogonskom radu, problemi u parametrisiranju i ispitivanju zaštite.

**Ključne riječi:** SDV, Stabilnost EES-a, parametrisiranje zaštite, priključenje novog izvora, Bioplinsko postrojenje „Slatina 2MW“

## PARAMETRISATION OF FAULT PROTECTIONS ACCORDING TO ANTI-ISLANDING PROTECTIONS OF BIOGAS POWER PLANT "SLATINA 2MW"

### SUMMARY

The report analyzes the electrical connection of the biogas power plant "Slatina 2MW" to EES "Elektre Virovitica". As this is the first such power plant for our distribution area of significant production (2 MW), we will also handle introducing TS 10(20)/0,4 kV Biointegra into remote control system of DC Virovitica.

The protection relays used in TS 10(20)/0,4 kV Biointegra are the Končars RFC 633 by ISO Communication Standard 61850, which is also the first for our distribution area, so we will pass on their parametrisation and settings accordingly.

We will pass the communication link between TS 110/35/10(20) kV Slatina II and TS 10(20)/0,4 kV Biointegra via a targeted microwave (WiFi) 5 Mbit. Racom microwave radio model RAY ISM frequency band 17GHz.

Impact of the biogas power plant "Slatina 2MW" at EES of "Elektra Virovitica" and measures taken to improve the stability and quality of their electricity supply into our 10 kV network and problems in Testing Appropriate Parallel Power supply of biogas power plantant "Slatina 2MW" with our network in normal drive operation.

All these are standard issues and old topics, but each distribution carries its charms and conditions of joining, and in this paper we will present our experiences and actions.

**Key words:** Remote control system, Stability of EES, protection parametrization, connencting a new power source, biogas power plant "Slatina 2MW"

## 1 UVOD

Očigledno je da su distribuirani izvori budućnost naše SN mreže, te da sustav daljinskog vođenja (dalje SDV) ima sve značajniju ulogu u podizanju učinkovitosti energetskog sustava.

Za napredne mreže – Smart Grid, SDV je sustav nadzora i upravljanja energetskim objektima.

Kako bi automatizacija naše SN mreže prolazila što kvalitetnije i energetski prihvatljivije opisat ćemo u kratkim crtama energetsku mrežu i SDV Elektre Virovitica.

Elektroenergetska mreža Elektre Virovitica napaja se iz mreže 110 kV preko dvije transformatorske stanice pregledno prikazane u tablici I.

**Tablica I. Prikaz trafostanica 110/35/10 kV**

Br.	Naziv TS 110/X kV	SDV	Broj polja u nadležnosti Elektre Virovitica (polja u pogonu + rezerve)						Transformatori [MVA]	
			VP 110kV	VP 35kV	VP 20kV	VP 10kV	TP 35 kV	TP 10 kV	110 / 35	110 / 10(20)
			1.	TS 110/35/10 kV Virovitica	DA	0	9+1	0	9+2	2
2.	TS 110/35/10(20) kV Slatina II	DA	0	9+1	0	11+3	2	2	20+40	0

Transformatorske stanice TS 110/35/10 kV Virovitica i TS 110/35/10(20) kV Slatina u dvojnog su vlasništvu HOPS-a PrP Osijek i Elektre Virovitica. Nadležnost nad upravljanjem i održavanjem u navedenim trafostanicama podijeljena je na način da Elektra Virovitica održava i upravlja postrojenjima 35 i 10 kV (osim trafo polja 35 kV od transformatora 110/35 kV), dok je 110 kV postrojenje isključivo u nadležnosti HOPS-a.

**Tablica II. Pregled distribucijskih trafostanica 35/x kV**

Br.	Naziv TS 35/x kV	SDV	Broj polja (polja u pogonu + rezerve)				Transformatori [MVA]
			VP 35kV	VP 10kV	TP 35 kV	TP 10 kV	
1.	TS 110/35/10 kV Virovitica	DA	9+1	9+2	4	2	4 + 4
2.	TS 35/10(20) kV Virovitica II	DA	3+0	10+0	2	2	8 + 4
3.	TS 35/10 kV Virovitica III	DA	5+1	11+3	2	2	8 + 4
4.	TS 35/10(20) kV Suhopolje	DA	2+2	9+1	2	2	8 + 4
5.	TS 35/10(20) kV Špišić Bukovica	DA	3+1	9+1	2	2	4 + 4
6.	TS 35/10(20) kV Slatina I	DA	4+0	13+0	2	2	8 + 8
7.	TS 110/35/10(20) kV Slatina II	DA	9+1	11+3	4	2	4 + 8
8.	TS 35/10 kV Voćin	DA	1+1	7+1	2	2	2,5 + 2,5

Iz Dispečerskog centra u Virovitica daljinski se upravlja svim navedenim trafostanicama iz tablice II.

Dispečerski centar Elektre Virovitica nastaje 2004.g. kad su sve navedene TS bile opremljene numeričkom zaštitom i uvedene u SDV, a SCADA software je bila ABB-ova MicroSCADA 8.4.5. 2015.g. SDV DC-a Elektre Virovitica revitaliziran je i novi SCADA software Končareva ProzaNET uvelike olakšava uvođenje SN objekata u SDV i samo praćenje SN mreže koja je u potpunosti topološki nacrtana i aktivna kao i 35/10(20) kV trafostanice.

Do sada su u SDV Elektre Virovitica uvedeni sljedeći SN objekti: 11 DURN-ova (daljinski upravljiva rastavna naprava), tri 10/0,4 kV Trafostanice od kojih je jedna i naša 10/0,4 kV TS Biointegra koja je i susretno postrojenje sa referatom obrađivanom bioplinskom elektranom.

Komunikacija na području Slavonije i Baranje, a tako i u Elektri Virovitica za upravljanje SN objektima je Digitalni radijski sustav TETRA. Trenutni TETRA sustav je na izdisaju, a dok se čeka revitalizacija, navedenu TS komunikacijski smo spojili preko WiFi-a 5 Mbit-a.

## 2 UVJETI PRIKLJUČENJA BIOPLINSKOG POSTROJENJA "SLATINA 2MW"

Kod priključenja značajnijih distribuiranih izvora uvjeti za priključenje se daju kroz PEES (prethodnu elektroenergetsku suglasnost). Da bi pristupili finalnom ispitivanju i puštanju same elektrane u paralelni rad sa mrežom moraju se dostaviti: EOTRP (Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključka), EUEM (Elaborat utjecaja elektrane na mrežu) i EPZ (Elaborat podešenja zaštite). Jasno je da se uvjeti pogona elektrane u stvarnoj mreži razlikuju od analiziranih uvjeta u prethodno navedenim elaboratima. Uvelike je to posljedica upitne točnosti ulaznih podataka s kojima se elaborati izrađuju, ali i raznih pojednostavljenja prilikom modeliranja mreže. Kasnije u referatu ćemo obraditi probleme pogrešnog modeliranja vezano za zaštite i mogućnost isporuke radne snage u mrežu.

### Osnovne karakteristike elektrane

**Napon na pragu elektrane (i na OMM):**

- 10 kV

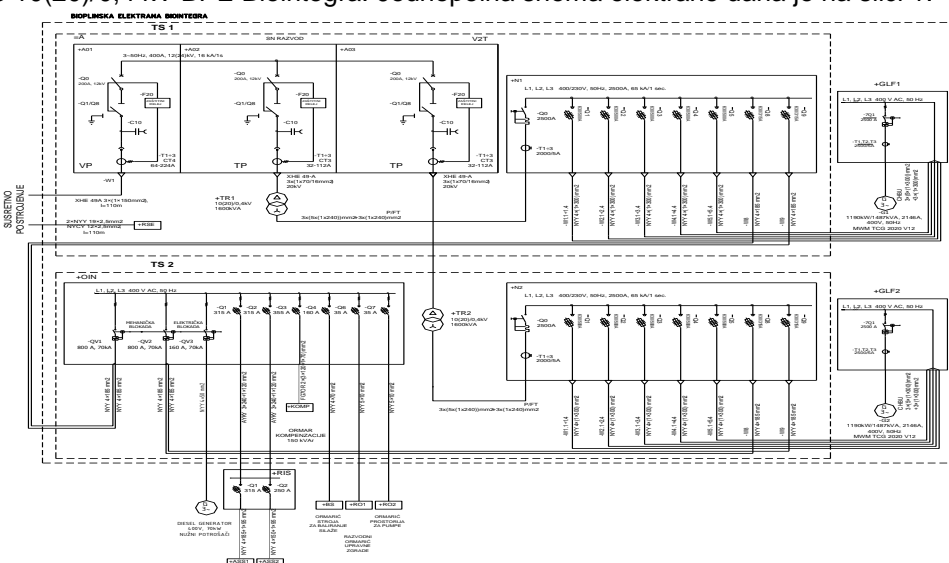
**Priključna snaga OMM korisnika mreže:**

- Proizvođač: 2000 kW,  $\cos \varphi = 1$ , odnosno na zahtjev Operatora distribucijskog sustava i u drugačijem opsegu u okviru propisanih granica.
- Vlastita potrošnja: 300 kW,  $\cos \varphi = 0,95-1$  ind. (suprotni smjer na brojilu OMM)

**Model postrojenja:**

- Bioplinska elektrana

Bioplinsko postrojenje 0,4/10(20) kV sastoji se od dva generatora (-G1 i -G2) koji su pogonjeni plinskim motorima (pogonski strojevi). Snaga svakog generatora (agregata) iznosi 1200 kW. Snaga generatora limitirana je softverski od strane proizvođača sukladno uvjetima iz PEES-a. Svaki generator ima pripadajući NN generatorski prekidač (-7Q1) nazivne struje 2.500 A (Siemens 3WL1225), energetski transformator (-T1 i -T2) nazivne prividne snage 1.600 kVA. Energetski transformatori su priključeni na NN strani kabelima na NN generatorske prekidače (-7Q1). SN strane energetskih transformatora su priključene kabelima NA2XS(F)2Y 3x1x70 mm<sup>2</sup> duljine 15 m i 25 m na TP +A02 i +A03 sklopnog bloka ABB SafePlus VVV 24 kV, 630 A. Elektrana je preko SN sklopnog bloka +A01 povezana kabelom XHE49-A 3x1x150 mm<sup>2</sup> duljine 110 m na SN blok (vodno polje +J6) u HEP-ovom susretnom postrojenju TS 10(20)/0,4 kV BPE Biointegra. Jednopolna shema elektrane dana je na slici 1.



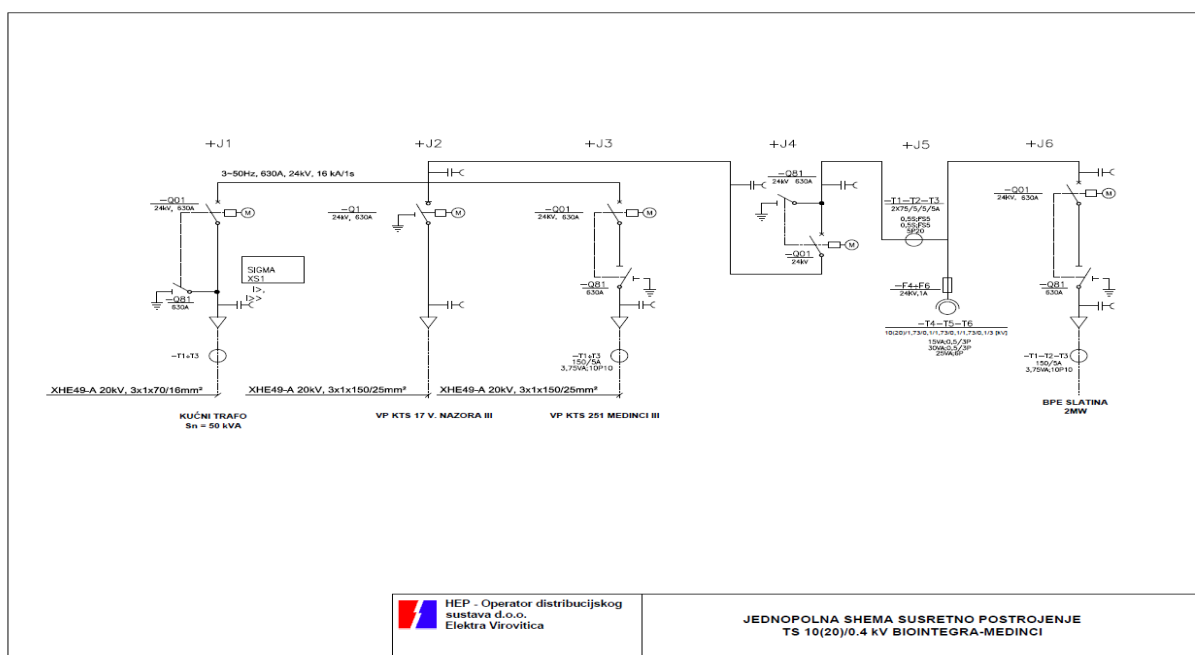
Slika 1. Jednopolna shema elektrane

## Uklopno stanje

Sukladno elektroenergetskoj suglasnosti, mjesto priključenja Elektrane na elektroenergetsku distribucijsku mrežu je TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci (u daljnjem tekstu: Susretno postrojenje) u nadležnosti Operatora distribucijskog sustava, Elektra Virovitica. Susretno postrojenje napojeno je u redovnom uklopnom stanju iz TS 110/35/10(20) kV Slatina II iz 10 kV vodnog polja J02 Vodovod. Alternativni smjer napajanja Susretnog postrojenja je iz TS 110/35/10(20) kV Slatina II iz 10 kV vodnog polja J14 Čađavica. Redovno uklopno stanje Elektrane na sučelju s mrežom podrazumijeva da je Elektrana u pogonu i isporučuje električnu energiju u mrežu. Jednopolna shema TS 10/0,4 kV Biointegra - Medinci dana je na slici. 2.

Kako je iz jednopolne sheme vidljivo dolazno polje +J2 koje se preko TS 10(20)/0,4 kV V.Nazora III napaja iz TS 110/35/10(20) kV Slatina II štiti se numeričkim relejem zaštite REF 543 na VP Vodovod, udaljenost od 2 km između susretnog postrojenja i napojne stanice odrađen je kabelski, te je sukladno tome APU funkcija isključena. Odlazno polje +J3 prema TS 10(20)/0,4 kV Medinci III štijećeno je Končarevim numeričkim relejem RFX 633, te je na njega prebačena funkcija APU (automatski ponovni uklop).

Sam odlaz prema elektrani polje +J6 štiti se također Končarevim numeričkim relejem RFX 633.



Slika 2. TS 10/0,4 kV Biointegra - Medinci – Jednopolna shema postrojenja

## 3 UDEŠENJA ZAŠTITE, OPIS POSTROJENJA, KOMUNIKACIJA

Radi lakše obrade zaštite i parametriranja iste Slikom 3. dodajemo SN mrežu oko elektrane, tj. susretne TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci. SN postrojenje 10 kV u TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci izvedeno je Končarevim VDA SN sklopnim blokovima proširive izvedbe u konfiguraciji 2VTSZ-Mpo-DV.

Navedeni Končarevi numerički zaštitni releji RFX 633 po ISO komunikacijskom standardu 61850 kao i ostali numerički uređaji zaštite na razini polja u postrojenju objedinjuju funkcije zaštite, upravljanja, opće i alarmne signalizacije, pogonskih mjerenja i nadzora.

Radi uključivanja u SDV TS 10/0,4 kV Biointegra – Medinci, terminali polja povezani su u funkciji SDV-a na DC Elektra Virovitica komunikacijsko kontrolnim uređajem (KKU) i kroz postojeću svjetlovodnu telekomunikacijsku infrastrukturu HEP-a (CWDM). Tako da se osim funkcija relejne zaštite, terminali polja koriste za ostvarivanje funkcije lokalnog i daljinskog upravljanja (prijenos mjerenja, signala, komandi i dr. prema SDV-u).

Daljinskim vođenjem obuhvaćene su standardne vrste informacija:

- Signalizacija uklopnih stanja aparata u svim poljima
- Signalizacija prorade svih vrsta zaštite
- Opći signali
- Analogni mjerenja:
  - Struja jedne faze
  - Napon jedne faze
  - Radna snaga
  - Jalova snaga
  - Frekvencija
- Upravljački nalozi
- Informacije o stanju informatičkog sustava

Podešenja zaštita na vodnim poljima +J3 i +J6:

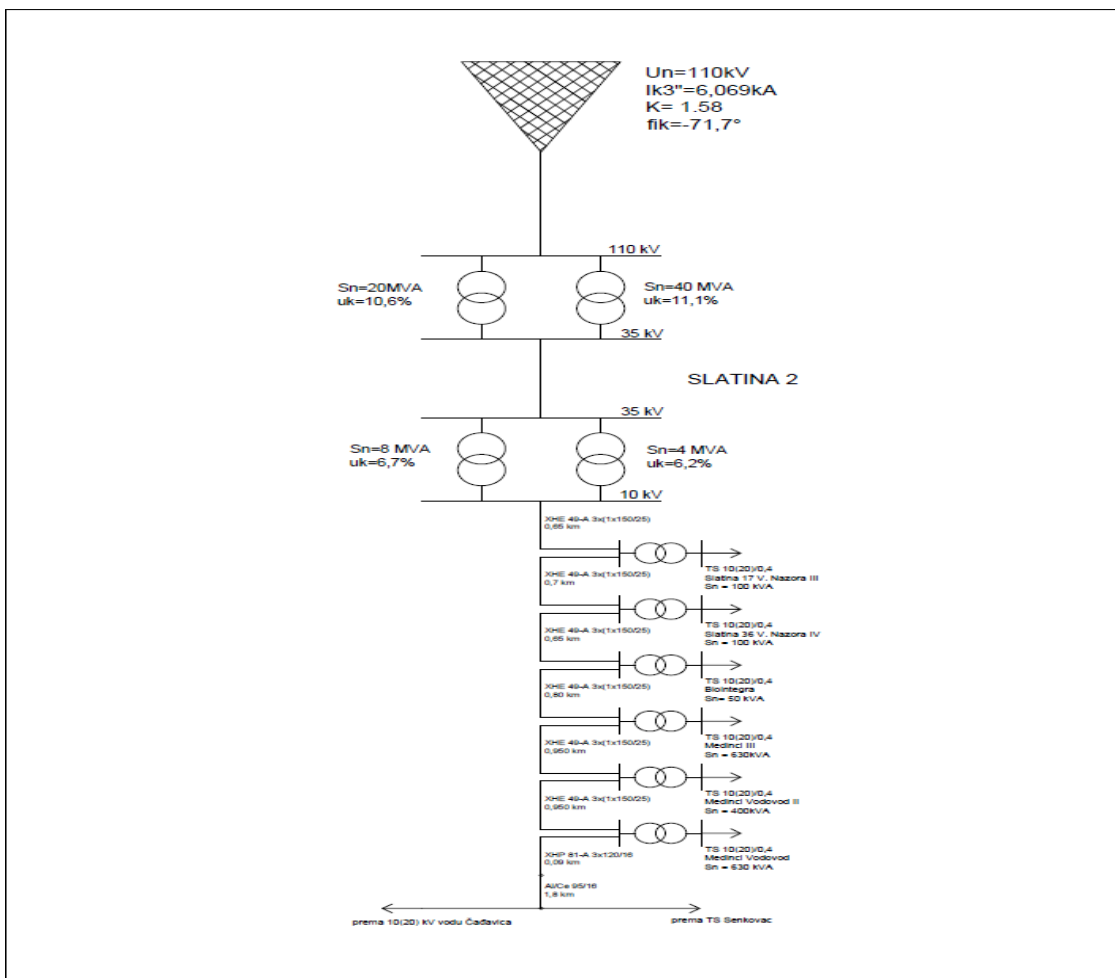
1. Zaštita vodnog polja +J3 Medinci-Vodovod koristi: neusmjerenu zaštitu u dva stupnja  $I>$  i  $I>>$ , Usmjerenu zemljospojnu zaštitu  $I0>$ , te zaštitu od zatajenja prekidača (ZZP)
2. Zaštita vodnog polja prema elektrani +J6 koristi: neusmjerenu zaštitu u dva stupnja  $I>$  i  $I>>$ , Usmjerenu zemljospojnu zaštitu  $I0>$ , zemljospojna zaštita  $Ue>$  (koristi se naponska zemljospojna zaštita), podnaponska zaštita  $U<$ , prenaponska zaštita  $U>$ , frekventna zaštita  $f<$  i  $f>$ , te zaštitu od zatajenja prekidača (ZZP)

### **Komunikacija**

Komunikacijsko povezivanje TS 110/35/10(20) kV Slatina II sa TS 10(20)/0,4 kV Biointegra ostvareno je putem usmjerene mikrovalne veze (WiFi) 5 Mbit-a. Korišten je Racomov mikrovalni radio model RAY17, ISM frekvencijski pojas 17 GHz, izvedba FOD za montažu neposredno na antenu, QPSK modulacija, kanalni raster 3.5 MHz, podatkovna brzina 4.9 Mbps netto, komplet sa antenama promjera 400 mm, dobiti 38.4 dBi.

Nemogućnost dobivanja suglasnosti za iskapanje i polaganje optike dovela nas je do ovog rješenja dijela komunikacije između TS 110/35/10(20) kV Slatina II sa TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci. Iznimna brzina, pouzdanost i otpornost na atmosferska pražnjenja nam omogućava kvalitetno i efikasno praćenje relevantnih podataka s našeg susretnog postrojenja i iz same elektrane. Također smo u mogućnosti daljinski očitavati PQube III koji je također instaliran u komunikacijskom ormaru, a služi za praćenje kvalitete napona po normi EN 50160 u A klasi.

Kako je ranije navedeno u TS 110/35/10(20) kV Slatina II postoji svjetlovodna telekomunikacijska infrastruktura u vlasništvu HEP grupe (CWDM), preko nje smo spojeni sa DC-om Elektre Virovitica.



Slika 3. SN mreža oko susretne TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci

#### 4 ISPITIVANJE I UTJECAJ ELEKTRANE NA MREŽU

U pokusnom radu elektrane provode se ispitivanja prema planu i programu ispitivanja u pokusnom radu. Provedbu pojedinih ispitivanja u pokusnom radu koordinira Voditelj ispitivanja. Nakon pojedinog ispitivanja zapisuju se rezultati ispitivanja i provjerava udovoljavaju li traženim kriterijima. Ukoliko su rezultati ispitivanja zadovoljavajući (unutar granica tolerancije) konstatira se uspješan završetak ispitivanja. U izvješću o ispitivanju navode se uočeni nedostaci, propisuje obveza i korektivne mjere uklanjanja uočenih nedostataka, te nalaže provedba ponovnog ispitivanja u svrhu provjere poduzetih korektivnih mjera. U konačnom izvješću o funkcionalnom ispitivanju paralelnog pogona elektrane s distribucijskom mrežom mora se jednoznačno iskazati spremnost elektrane za trajni pogon. OD svih navedenih pokusa pomno opisanih i obrađenih u PPI-u (plan i program ispitivanja) koje elektrana mora poštivati i proći da bi se trajno priključila na mrežu daleko najvažnija i najteža za odraditi su ova dva pokusa:

1. Ispitivanja djelovanja relejne zaštite - provjera zaštite od otočnog rada elektrane
2. Ispitivanje povratnog djelovanja na mrežu uslijed prolaska elektrane kroz ciklus APU-a

Plan provođenja ispitivanja izgledao je ovako:

14.10.2016. (petak)

- od 09,00 do 11,00 sati pregled dokumentacije, provjera podešenja zaštite prema EPZ-u i ispitati razmjenu signala i blokada
- od 11,00 sati prva sinkronizacija generatora na mrežu
- od 11,00 -15,00 sati testovi prema PPI-u sa sinkroniziranim generatorima na mreži

17.10.2016. (ponedjeljak)

- od 09,00 do 12,00 sati– najaviti povremena isključenja kupcima u mreži najmanje 48 sati prije u navedenom terminu od strane Elektre Virovitica i provesti pokus za otočni pogon i APU.

Kako je ovim planom navedeno u petak 14.10.2016. nismo imali nikakvih problema niti smetnji, osim vrlo upitne izjave podešenja njihovih Woodward zaštitnih releja koji štite ranije spomenute generatore.

EPZ-om su obrađene i predložene zaštite koje treba podesiti i ispitati, djelatnici firme koji su radili na tim stvarima, donijeli su ispitni protokol na jednom A4 papiru. Odmah nam je bilo jasno da nisu ispitati i da to sve skupa neće funkcionirati. Nakon kraće rasprave, ispričali su se i svečano obećali da će do ponedjeljka sve ispitati i donijeti ispravne ispitne protokole.

Kako su i obećali donijeli su ispitni protokol, ali nažalost nisu ispitati. Tek u trećoj iteraciji ispitivanja zaštita od otočnog rada elektrane kompletna ispitivanja zaštite odrađuje za njih kolega Župan (Seferović Engineering).

### Ispitivanja djelovanja relejne zaštite - provjera zaštite od otočnog rada elektrane

Odrađena su tri pokusa provjere zaštite od otočnog pogona:

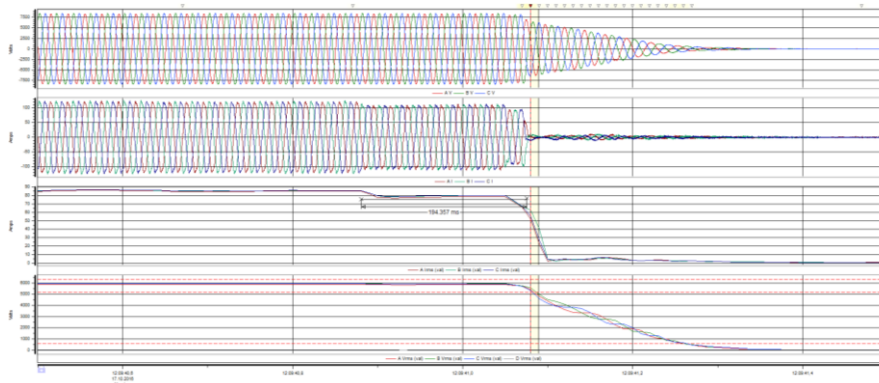
1. 17.10.2017.
2. 26.10.2017.
3. 16.05.2017.

Ukratko ćemo opisati svaki od navedenih pokusa:

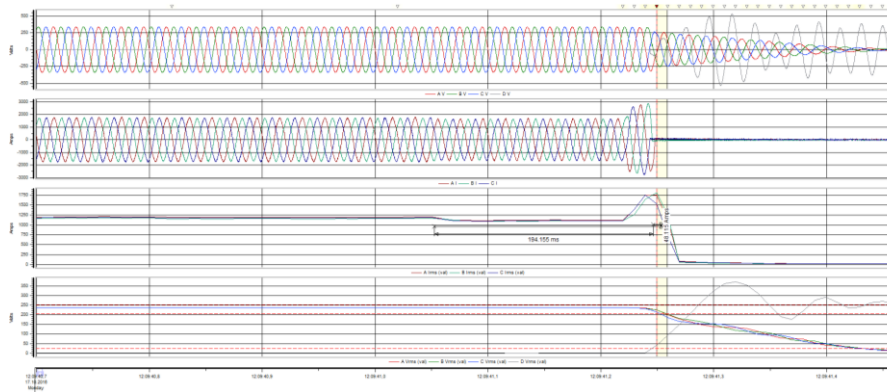
17.10.2017 u 10,58 sati u krećemo sa pokusom provjere zaštite od otočnog pogona, nadajući se da će metoda detekcije promjene kuta napona generatora VS (Voltage vector shift) s podešenjima:  $\Delta\theta=6^\circ$ , 3f, 2p izbaciti Elektranu u vremenu kraćem od 300 ms (vrijeme dano zbog APU-a koji je 400 ms) 100 ms oporavka. Navedena zaštita u balansu nije bila djelotvorna, odnosno nije prepoznala otočni pogon i isključila elektranu (proizvodnju) s mreže unutar 300 ms.

Obzirom da se zaštita od otočnog pogona s podešenjem  $\Delta\theta=6^\circ$ , 3f, 2p nije pokazala pouzdanom i učinkovitom, aktivirana je zaštita  $df/dt$  i izvršeno podešenje  $df/dt=1\text{Hz/s}$ ,  $t=0,1\text{ s}$ .

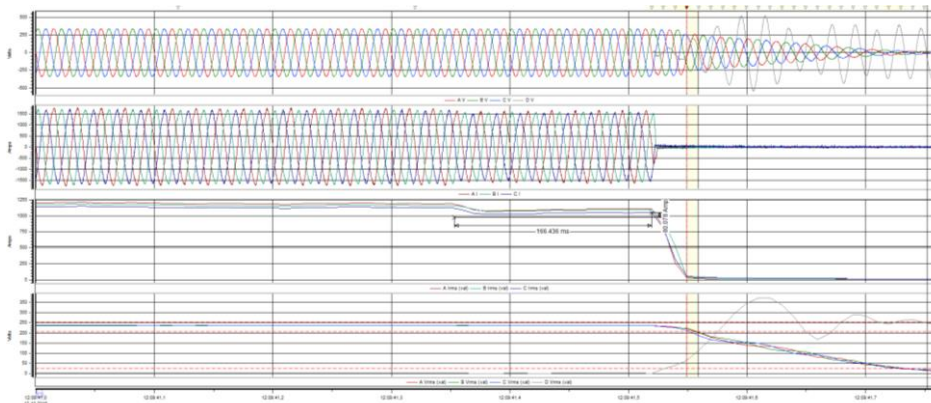
- -u 12,09 sati elektrana predaje snagu u mreže cca 1530 kW (jer trenutno nema više tereta u mreži za postizanje balansa)
- -u 12:09:40:880 izvršeno je ispitivanje dok elektrana predaje snagu od cca 1530 kW u mrežu
- na elektrani je djelovala zaštita od otočnog pogona u cca 200 ms (ukupno vrijeme od nastanka otočnog rada do isključenja elektrane s mreže potaknuto prepoznavanjem otočnog pogona i odradom zaštite od otočnog pogona) i isključila elektranu s mreže isključenjem generatorskih prekidača
- -zaštita u mreži kao niti na prekidaču za odvajanje nije djelovala



Slika 4. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na OMM u TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



Slika 5. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču –7Q1(G1) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



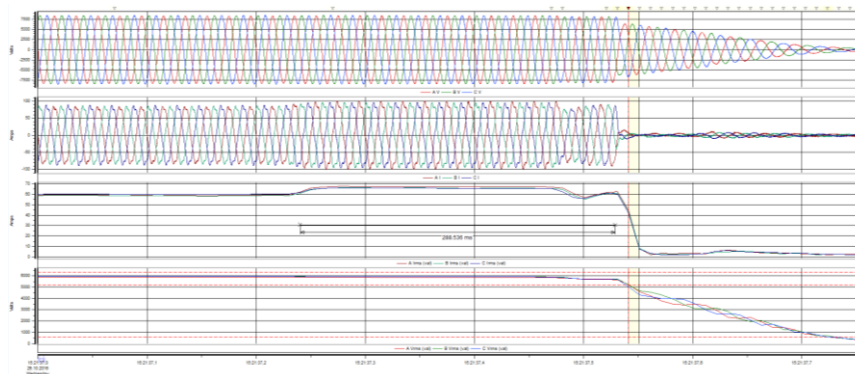
Slika 6. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču –7Q1(G2) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“

Kako predešene zaštite od 17.10.2016. nisu davale mogućnost 100% iskorištenja elektrane, te uslijed bilo kakvog planiranog manevra u našoj SN mreži ili kvarova na SN mreži njihova elektrana bi ispala. Kako se investitorima elektrane to baš i nije dopalo tražili su ponovno udešavanje i ispitivanje generatorske zaštite. Isto je dogovoreno za srijedu 26.10.2016. godine, a teklo je ovako:

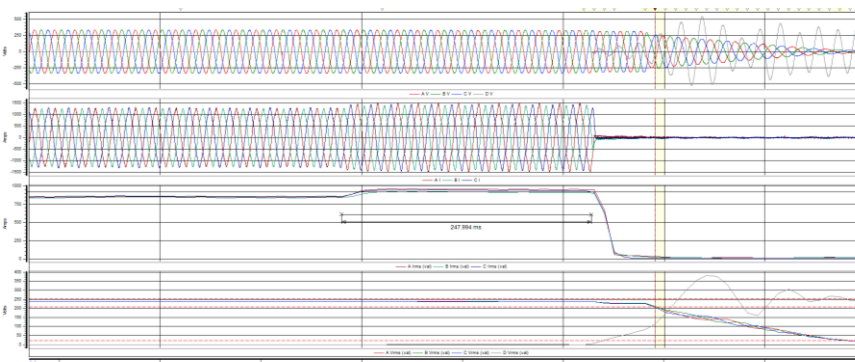
26.10.2016. (od 13,35 -15,25 sati)

- Obzirom da se podešenje zaštite od otočnog pogona  $df/dt=1\text{Hz/s}$   $t=0,1\text{s}$  pokazalo se preosjetljivo za stabilan rad generatora, izvršeno je prepodešenje zaštite  $df/dt=2\text{Hz/s}$ ,  $t=0,1\text{s}$ ,
- u 13,38 sati u pokusu provjere zaštite od otočnog pogona, zaštita s podešenjem  $df/dt=2\text{Hz/s}$   $t=0,1\text{s}$  u balansu nije bila djelotvorna, odnosno nije prepoznala otočni pogon i isključila elektranu (proizvodnju) s mreže unutar 300 ms
- u 15,00 sati izvršeno je konačno podešenje zaštite s  $df/dt=1\text{Hz/s}$ ,  $t=0,15\text{s}$  što je bilo dovoljno za stabilan rad generatora i izvršen je ponovni pokus za provjeru djelovanja zaštite za otočni pogon
- u 15,21 sati elektrana predaje snagu u mreže cca 1050 kW (jer trenutno nema više tereta u mreži za postizanje balansa)
- u 15:21:37:239 sati izvršeno je ispitivanje dok elektrana predaje snagu od cca 1050 kW u mrežu na elektrani je djelovala zaštita od otočnog pogona za 290ms (ukupno vrijeme od nastanka otočnog rada do isključenja elektrane s mreže potaknuto prepoznavanjem otočnog pogona i odradom zaštite od otočnog pogona) i isključila elektranu s mreže isključenjem generatorskih prekidača, zaštita u mreži kao niti na prekidaču za odvajanje nije djelovala.

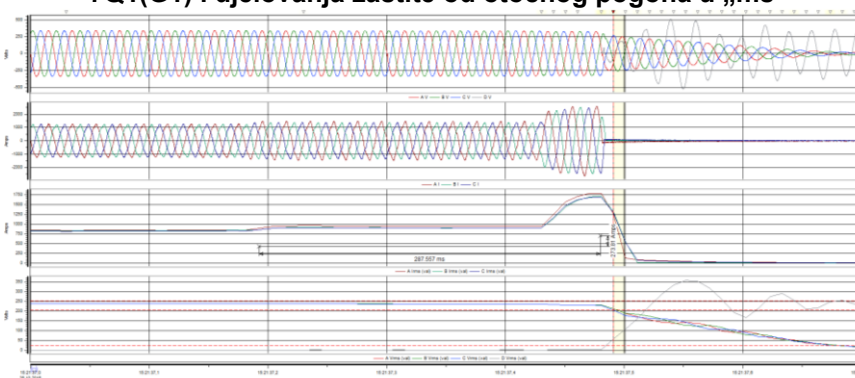




Slika 7. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na OMM u TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



Slika 8 Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču – 7Q1(G1) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



Slika 9. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču –7Q1(G2) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“

Završetkom ispitivanja 26.10.2016. i ugađanja njihovih zaštita koje su oni trebali imati podešene i funkcionalne. Prihvaćamo uz uvjet da ovjere kod javnog bilježnika da su oni podesili svoje zaštite da pustimo elektranu u trajni primjereni pogon s mrežom.

Finalna udešenja od 26.10.2016. nisu bila dovoljno dobra jer je elektrana nastavila ispadati uslijed planiranih manevra ili kvarova na našoj SN mreži, pa je dogovoreno još jedno ispitivanje zaštite 16.5.2017. te se sa ispitivanjem počelo oko 13 h.

Prije pokusa kolega Župan (Seferović Engineering) ispitao je podešenja zaštitnih terminala G1 i G2 ispitnom opremom:

Digitalni multimetar: Fluke 83, Fluke  
Ispitni uređaj: CMC 256, Omicron

*Zaštitni terminal za odvajanje elektrane na N.N. razvodu i generatorskih zaštita za G1*

Lokacija: +CHP1  
 Proizvođač: Caterpillar Energy Solutions GmbH  
 Tip zaštitnog releja: Easygen-3200-5  
 Broj: 19865678 1502  
 Pomoćni napon: 12-24 V DC  
 Nazivna frekvencija: 50Hz  
 Nazivna Struja : 5A  
 Nazivni napon: Un= 3~400V(max 250V)

*Zaštitni terminal za odvajanje elektrane na N.N. razvodu i generatorskih zaštita za G2*

Lokacija: +CHP02  
 Proizvođač: Caterpillar Energy Solutions GmbH  
 Tip zaštitnog releja: Easygen-3500-5  
 Broj: 20413822 1604  
 Pomoćni napon: 12-24 V DC  
 Nazivna frekvencija: 50Hz  
 Nazivna Struja : 5A  
 Nazivni napon: Un= 3~400V(max 250V)

Tablica III. Podešenja zaštitnog terminala (G1 i G2 su identične)

Parametar	Podešenje	Vrijeme
$I_{>^{***}}$	2250 A (0,9xIn)	10s DT
$I_{>>^{***}}$	5000 A (2xIn)	0,3s DT
$I_{>>>^{***}}$	50000 A (20xIn)	0,05s DT
$U_{>}$	1,1 p.u (253V)	30s
$U_{>>}$	1,15 p.u. (264,5V)	0,2s
$U_{<}$	0,9 p.u (207V)	1s
$U_{<<}$	0,8 p.u (184V)	0,2s
$f_{>}$	51,5 Hz	0,10s
$f_{<}$	48 Hz	1s
$F_{<<}$	47,5 Hz	0,1s
ROCOF*	1,2Hz/s*	180ms*
Vector Shift**	6 <sup>o</sup> **	Trenutačno**

**Zaključak ispitivanja relejne zaštite**

Postrojenje i pripadne zaštite su ispitane sukladno:

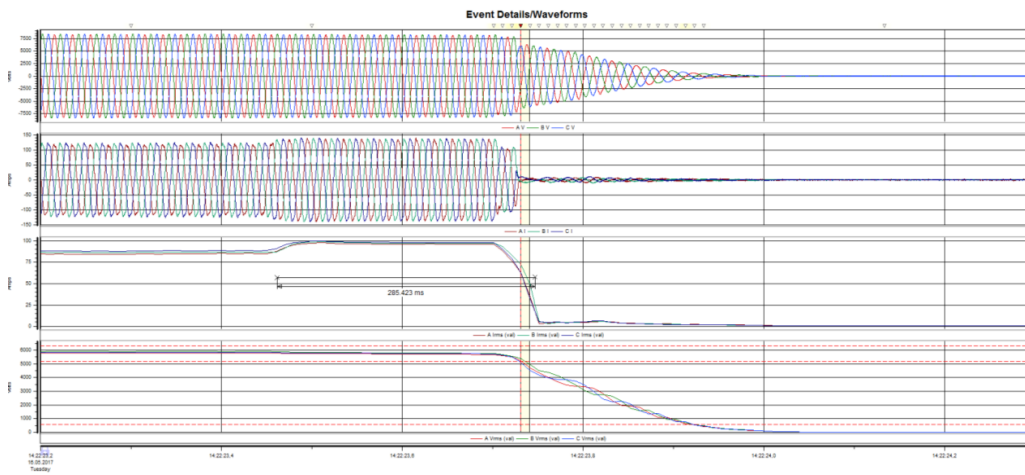
1. Zahtjevima pogona,
2. Shema terminala polja
3. Elaborat podešenja zaštita: Deuterij d.o.o. konačna verzija Zagreb listopad 2016.
4. Važećim normama u Republici Hrvatskoj
5. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije NN 5/10
6. Upute o ispitivanju, IUS, UP0004-1\_17

## Postrojenje i zaštitni releji ispunjavaju tražene uvjete testnog pogona.

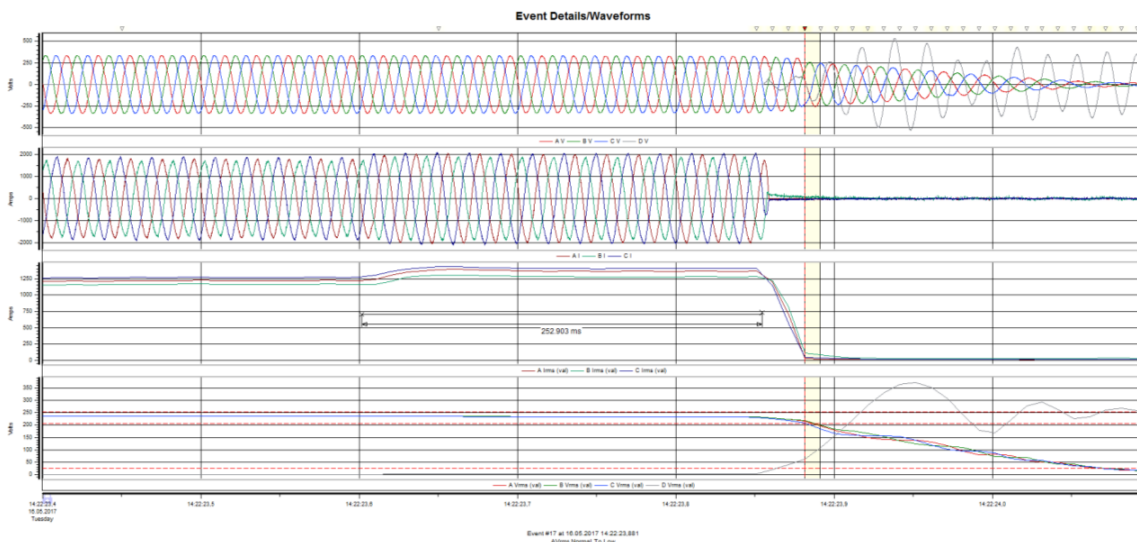
Pokušali smo sa zaštitom od otočnog pogona s podešenjem  $\Delta\Theta=4^\circ$ , 3f, 2p, nije se pokazala pouzdanom i učinkovitom, aktivirana je zaštita  $df/dt$ , te smo krenuli sa ispitivanjem.

16.05.2017 (od 14,20-14,24 sati)

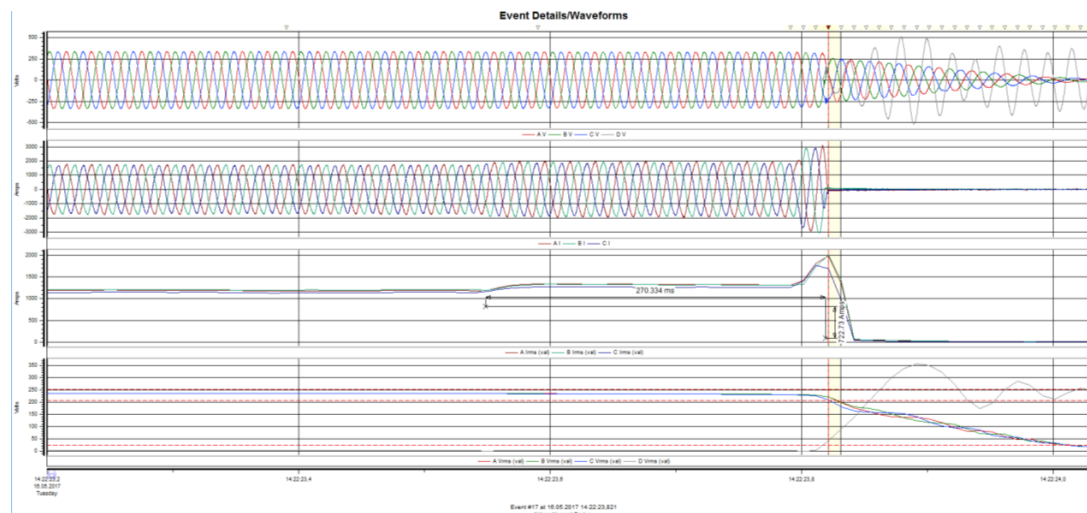
- izvršeno je prepodešenje zaštite od otočnog pogona od 26.10.2016. sa  $df/dt=1\text{Hz/s}$ ,  $t=0,15\text{s}$  na vrijednost  $df/dt=1,2\text{Hz/s}$ ,  $t=180\text{ms}$  kako bi se smanjila osjetljivost djelovanja zaštite.
- u 14,22 sati elektrana predaje snagu u mreže cca 1520 kW (jer trenutno nema više tereta u mreži za postizanje balansa)
- u 14:22:23:461 sati izvršeno je ispitivanje dok elektrana predaje snagu od cca 1520 kW u mrežu
- na elektrani je djelovala zaštita od otočnog pogona za 285 ms (ukupno vrijeme od nastanka otočnog rada do isključenja elektrane s mreže potaknuto prepoznavanjem otočnog pogona i odradom zaštite od otočnog pogona) i isključila elektranu s mreže isključenjem generatorskih prekidača
- zaštita u mreži kao niti na prekidaču za odvajanje nije djelovala



Slika 10. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na OMM u TS 10(20)/0,4 kV Biointegra-Medinci i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



Slika 11. Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču -7Q1(G1) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“



Slika 12 Grafički prikaz zabilježenih vrijednosti napona i struja na generatorskom prekidaču –7Q1(G2) i djelovanja zaštite od otočnog pogona u „ms“

### Ispitivanje povratnog djelovanja na mrežu uslijed prolaska elektrane kroz ciklus APU-a

17.10.2016. oko 13h elektrana predaje snagu u mreže cca 1000 kW i ispitivanje je izvršeno aktiviranjem APU-a u 13:12:27:529 sati

- na elektrani je djelovala zaštita od otočnog pogona u cca 160 ms (ukupno vrijeme od nastanka otočnog rada do isključenja elektrane s mreže potaknuto prepoznavanjem otočnog pogona i odradom zaštite od otočnog pogona) i isključila elektranu (proizvodnju) s mreže isključenjem generatorskih prekidača.
- zaštita je djelovala selektivno i nije djelovala na prekidač za odvajanje-

Ukratko, nakon udešenja zaštita za provjeru zaštite od otočnog rada elektrane nismo imali problema sa odradom APU pokusa.

Isto se može reći i za 26.10.2016. i također 16.05.2017.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon finalnih udešenja od 16.5.2017. elektrana se ponaša stabilnije i manje ispada, ali i dalje imaju ispade uslijed redovnih manevara i kvarova na našoj SN mreži.

TS 110/35/10(20) kV Slatina II ima vrh potrošnje oko 3 MW, na istom tom vodu VP J02 Vodovod na koji je spojena predmetna bioplinska elektrana, a napaja se iz TS 110/35/10(20) kV Slatina II spojena je i solarna elektrana od 500 kW SE Medinci. Tako da je u realnim uvjetima potrošnja skoro potpuno jednaka proizvodnji, što je za bilo koju zaštitu uistinu veliki izazov. Njihovi učestali ispadi vezani su na osjetljivo udešenu zaštitu ROCOF>.

U konačnici postoji prijedlog da mi korisniku mreže ponudimo našu komunikacijsku infrastrukturu za odrađivanje njihove komunikacijski realizirane anti-islanding zaštite. Preko analogno digitalnog pretvornika, ali da se ne dijeli Wi-Fi veza s njima. Sa našeg releja RFX 543 na polju Čađavica pošaljemo njima informaciju sa relejnog binarni izlaz o odradi APU-a oni ga prihvate i njihova zaštita isključi generatorski prekidač.

## 6. LITERATURA

- [1] S. Nikolovski, P. Marić : "Elaborat podešenja zaštitne funkcije  $df/dt$  releja ABB REF541 u elektrani Strizivojna hrast", Elektrotehnički fakultet Osijek, srpanj 2013.
- [2] A. Beddoes, P. Thomas, M. Gosden : "Loss of Mains protection relay performances when subjected to network disturbances/events", 18 th International Conference on Electricity Distribution – CIRED, Turin, 6-9 June 2005.

- [3] Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica, Sl. list SFRJ, br. 13/78, 1978.
- [4] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV, Narodne novine br. 107/10, 2010.
- [5] Dražen Arnaut, „Plan i program ispitivanja primjerenog paralelnog pogona elektrane bioplinsko postrojenje