

Dario Lovreković, dipl.ing.el  
HEP ODS Elektra Slavonski Brod  
[dario.lovrekovic@hep.hr](mailto:dario.lovrekovic@hep.hr)

Mato Kovačević, dipl.ing.el  
HEP ODS Elektra Slavonski Brod  
[mato.kovacevic@hep.hr](mailto:mato.kovacevic@hep.hr)

Boris Brestovec, dipl.ing.el  
Končar KET  
[boris.brestovec@koncar-ket.hr](mailto:boris.brestovec@koncar-ket.hr)

Andrija Horvatinović, dipl.ing.el  
Končar KET  
[andrija.horvatinovic@koncar-ket.hr](mailto:andrija.horvatinovic@koncar-ket.hr)

## SUSTAV PROCESNE INFORMATIKE ZA ISKLJUČENJE GENERATORA U FUNKCIJI ZAŠTITE OD OTOČNOG POGONA OIE-SLAVONIJA DI

### SAŽETAK

S obzirom na tehničke izazove prepoznavanja otočnog rada sinkronog generatora u paralelnom pogonu s distribucijskom mrežom srednjeg napona (u uvjetima opterećenja bliskih snazi proizvodnje generatora), na području Elektre Slavonski Brod osmišljen je, instaliran i pušten u rad sustav procesne automatike koji nadzire topologiju nadređene 35 kV mreže i vrši direktni isklop 10 kV prekidača za odvajanje elektrane Slavonija DI u slučaju otočnog pogona s dijelom distribucijske mreže. Instalirani sustav omogućuje brzo djelovanje i detekciju otočnog rada te vrši direktno isključenje prekidača za odvajanje unutar podešenih vremenskih granica i služi kao sigurna rezervna zaštita generatora od mogućeg asinkronog uklopa kod APU-a u nadređenoj mreži.

**Ključne riječi:** OIE, otočni pogon, IEC 61850, sustav automatike, zaštita generatora

## DISTRIBUTION AUTOMATION SYSTEM FOR DETECTION OF ISLAND OPERATION AND SAFE DISCONNECTION OF SYNCHRONOUS GENERATOR IN SLAVONIJA DI

### SUMMARY

Due to tackling of technical challenges of recognizing island operation of the synchronous generator in parallel connection with the medium voltage distribution network (in load conditions close to the power generation), a distribution automation system has been installed in Elektra Slavonski Brod. The distribution automation system that has been designed, installed and commissioned has the main function to detect island mode of the generator and to safely disconnect it from the grid. The distribution automation system continuously monitors the topology of the parent 35 kV network and performs direct trip of the point of common coupling switch in case of island operation of the generator. The installed system allows fast reaction and detection of the island operation and performs direct trip of point of common coupling switch within the time limit and serves as a safe backup generator protection from potential asynchronous closing due to autoreclosure in the HV network.

**Key words:** RES, island operation, IEC 61850, distribution automation, generator protection

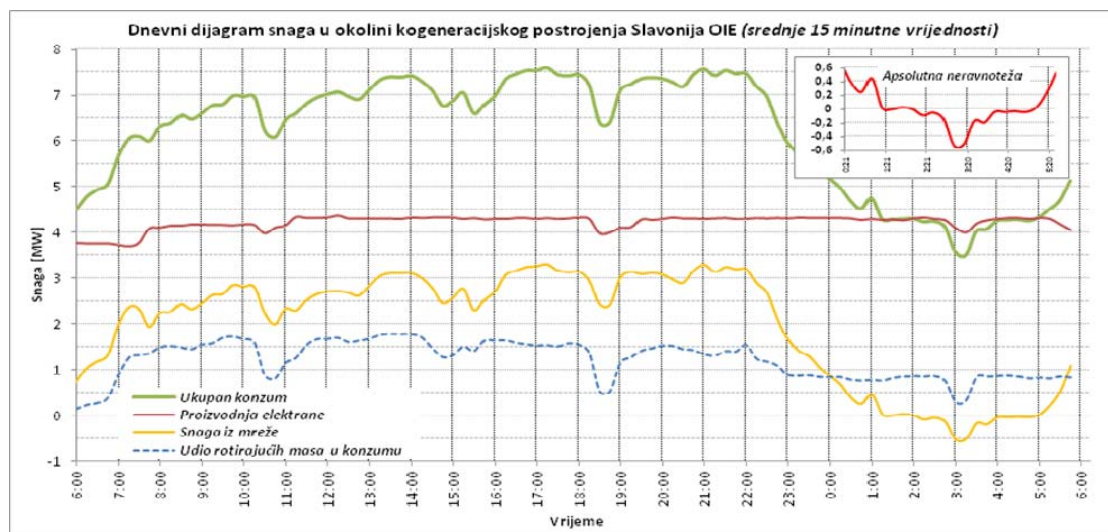
## 1. UVOD

Kogeneracijsko postrojenje Slavonija DI priključeno je na 10 kV sabirnice u Trafostanici 35/10 kV Brod II posredstvom susretnog rasklopnog postrojenja. Kogeneracijsko postrojenje je snage 4,4 MVA i kod redovnog uklopnog stanja distribucijske mreže potpomaže opskrbu istočnog dijela grada Slavonskog Broda te dio ruralnih područja u jugoistočnom dijelu Brodsko posavske županije, uz rijeku Savu. Područje konzuma i geolokacija kogeneracijskog postrojenja prikazani su na slici 1.



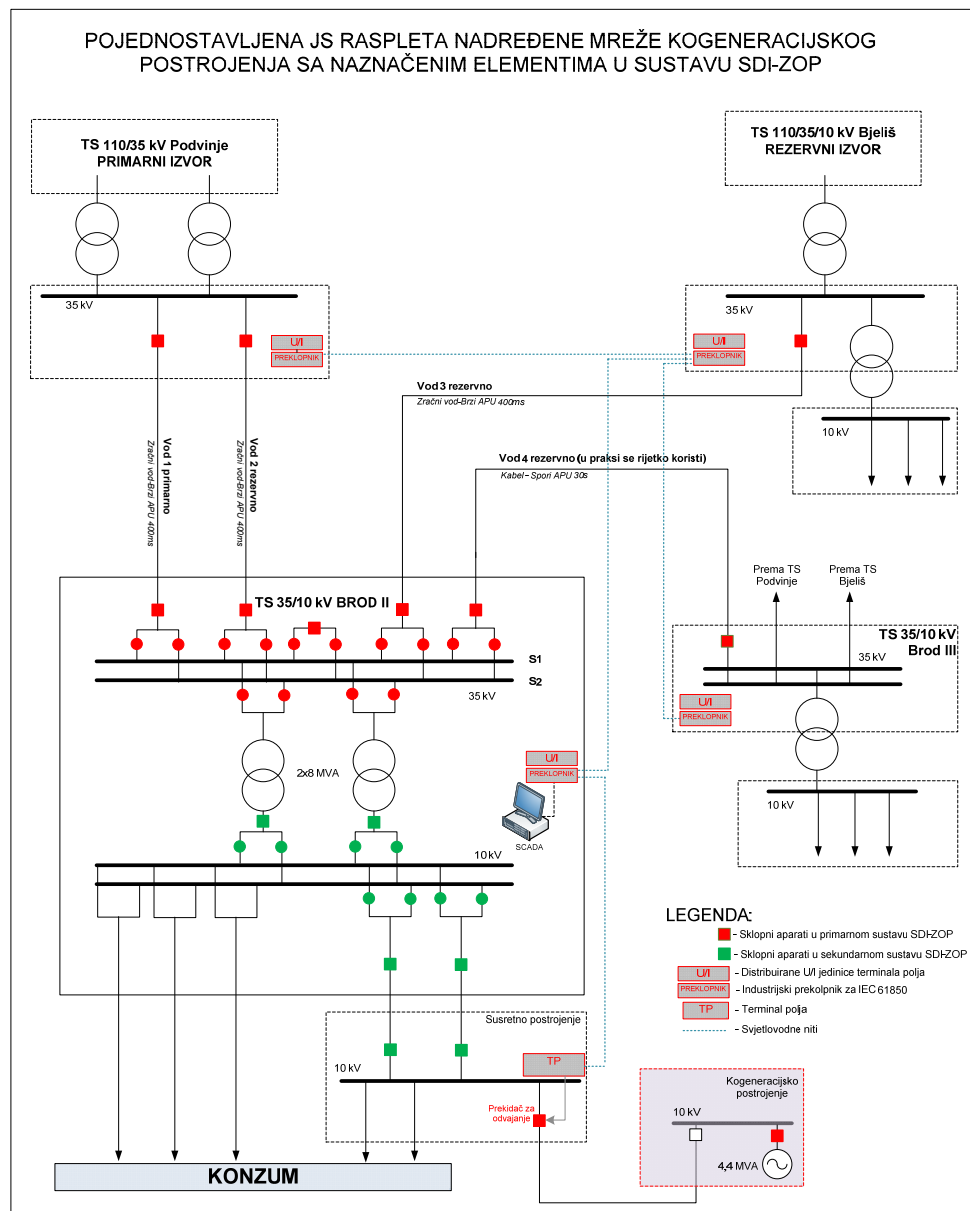
Slika 1. Područje konzuma i geolokacija kogeneracijskog postrojenja

Dva transformatora od po 8 MVA u TS Brod II i kogeneracijsko postrojenje 4,4 MVA zajedno napajaju konzum koji dnevno varira od 3,5 do 7,5 MVA. Stoga tijekom pogona generator redovito radi u režimu proizvodnje koja je bliska teretu konzuma, odnosno ravnoteži snaga, koji može trajati od nekoliko minuta do nekoliko sati, kako je naznačeno na slici 2, te predstavlja realnu opasnost od održivosti otočnog pogona kogeneracijskog postrojenja s dijelom distribucijske mreže, a što u slučaju brzog APU-a u nadređenoj mreži 35 kV predstavlja opasnost od asinkronog uklopa generatora na mrežu. Na slici 2 prikazan je dnevni dijagram opterećenja kogeneracijskog postrojenja sa dijelom distribucijske mreže i iskazanim udjelom rotirajućih masa u ukupnom teretu konzuma.



Slika 2. Dijagram opterećenja kogeneracijskog postrojenja s dijelom distribucijske mreže

TS 35/10 kV Brod II je jedna od tri gradske trafostanice u Slavonskom Brodu i neposredno se napaja iz obližnjih TS 110/35kV Podvinje (preko dva voda) i vodom iz TS 110/35kV Bjeliš te posredno, vodom preko TS 35/10kV Brod III, iz istih TS 110/35kV. Neposredno napajanje TS 35/10kV iz TS 110/35 kV Podvinje i Bjeliš smatra se normalnim napajanjem, a napajanje posredstvom TS 35/10kV Brod III smatra se izvanrednim napajanjem. Energetske veze prema obje TS 110/35 kV izvedene su zračnim dalekovodima sa funkcijom automatskog ponovnog uklopa u dva stupnja (400 ms i 30 s) na svakom vodu. JS raspleta mreže 35 kV u okolini kogeneracijskog postrojenja prikazana je na slici 3.



Slika 3. Pojednostavljena JS raspleta mreže u okolini kogeneracijskog postrojenja

Generator je u normalnom pogonu spojen s nadređenom mrežom 35 kV samo preko jednog voda. U slučaju kvara na tom vodu te njegovog isključenja iz mreže, generator kogeneracijskog postrojenja ostati će neko vrijeme u otočnom pogonu s distribucijskom mrežom 10 kV, dok zaštite generatora (naponske, strujne,  $df/dt$ , vector jump i sl.) ne prepoznaju otočni pogon i ne odvoje generator od mreže. Zbog aktivne APU funkcije (automatski ponovni uklop) na vodovima 35 kV vrijeme prepoznavanja otočnog pogona i odvajanja generatora od mreže ograničeno je na 400 milisekundi koliko traje beznaponska pauza brzog ciklusa APU-a jer u slučaju sporijeg djelovanja generatorskih zaštita postoji mogućnost asinkronog spajanja generatora s mrežom te havarije pogonskog stroja ili samog generatora.

Prilikom ispitivanja otočnog pogona na konkretnom postrojenju, u uvjetima do 400 kVA neravnoteže između opterećenja kozuma i raspoložive snage kogeneracijskog postrojenja, nisu se uspjela postići dovoljno brza isključenja generatorskim zaštitama. U nekoliko ponovljenih ispitivanja vremena su se rasipala od nekoliko stotina milisekundi do nekoliko sekundi na što je vjerojatno nepovoljan utjecaj imao i trenutni karakter konzuma koji u konkretnom slučaju sadrži znatan ali varijabilan udio rotirajućih masa (tvornica za preradu drva „Slavonija drvna industrija“) sukladno prikazu na slici 2. Uslijed navedenog, zaštite od otočnog pogona generatora (*df/dt*, *vector jump*) nisu mogle dovoljno brzo prepoznati otočni pogon i bilo je nužno pribjeći drugom rješenju koje će sigurno isključiti generator sa mreže kod otočnog pogona neovisno o energetske prilikama u distribucijskoj mreži.

## 2. OPIS SUSTAVA BRZE AUTOMATIKE

Sustav automatike za direktno isključenje realiziran je u dvije systemske cjeline:

- **Sustav brze automatike direktnog isključenja** – omogućuje brzo direktno isključenje prekidača za odvajanje putem zasebnog terminala polja na temelju procesnih signala prikupljenih pomoću distribuiranih U/I jedinica.
- **Sustav automatike staničnog računala** – omogućuje prepoznavanje otočnog pogona elektrane i alarmira operatera a zasniva se na logičkom algoritmu koji radi na temelju prikupljenih procesnih signala položaja sklopni aparata 10 kV u TS Brod II.

Sustav brze automatike zasniva se na terminalu polja i njegovim ulazno izlaznim jedinicama koje su distribuirane po dislociranim postrojenjima distribucije mreže. Komunikacijsko povezivanje terminala polja sa distribuiranim jedinicama ostvareno je putem izdvojene svjetlovodne infrastrukture te LAN preklopnicima industrijske izvedbe čime su ostvareni preduvjeti za zadovoljavajuća vremena rezmjene informacija između pojedinih elemenata sustava kako bi isti mogao poslužiti za potrebe zaštitnih funkcija. Sustav je prvotno dizajniran da prikuplja i obrađuje dvije vrste signala iz dislociranih postrojenja (proradu zaštita i/ili promjenu stanja prekidača). Signal prorade zaštite trebao je poslužiti kao „rezervna opcija“ za slučaj nedostatka vremena u ukupnom djelovanju sustava čime bi se dobilo dodatnih 40-70ms koliko je potrebno da prekidač u dislociranom postrojenju isključi vod nakon djelovanja zaštite. No već nakon prvih ispitivanja ustanovljeno je kako je sustav dovoljno brz te da terminal polja raspolaže svim relevantnim informacijama i izdaje nalog za isključivanje prekidača za odvajanje unutar 37ms od pojave signala u bilo kojem dislociranom postrojenju. Stoga je sustav nadalje temeljen samo na signalima promjene položaja prekidača zbog većeg stupnja pouzdanosti. Vrijeme prorade sustava automatike,  $T_{isk}$  dodatno je zategnuto za 180ms tako da ukupno vrijeme od poticaja do isključivanja prekidača za odvajanje bude unutar granica  $200ms < T_{isk} < 300ms$  za bilo koju kombinaciju.

Gornja granica od 300ms definirana je kako bi se još ostavilo dovoljno vremena za sam isključivanje prekidača za odvajanje koje mora biti unutar beznaponske pauze APU-a (400ms). A donja granica od 200ms definirana je kako bi se ostavilo dovoljno vremena da ugrađene zaštite generatora (skok vektora napona – vrijeme prorade 40ms, brza podnaponska – vrijeme prorade 100ms) imaju dovoljno vremena za prepoznavanje stanja otočnog pogona i odvajanje generatora od mreže jer su iste ostale u funkciji kao osnovna zaštita generatora dok je sustav automatike ovim preuzeo ulogu rezervne zaštite generatora.

Sustav je uključen u SDV sustav putem staničnog računala na TS BROD II korištenjem IEC 61850 komunikacije i omogućuje daljinski nadzor operaterima u DC Elektra Brod. Vremenska sinkronizacija je izvedena SNTP protokolom s vremenskom oznakom staničnog računala.

Sustav automatike staničnog računala radi u slučaju nastanka otočnog pogona samo s dijelom 10 kV distribucijske mreže, gdje nema funkcije APU-a pa samim tim ni opasnosti od asinkronog uklopa generatora na mrežu. Ova systemska cjelina sustava detektira otočni pogon pomoću topoloških proračuna na staničnom računalu. Signali stanja sklopni aparata 10kV postrojenja TS Brod II logički se obrađuju u postojećem SCADA sustavu i rezultiraju alarmiranjem pojave otočnog pogona u dispečerskom centru. Automatski isključivanje prekidača za odvajanje u ovoj systemskoj cjelini nije izveden zbog tehnoloških ograničenja SCADA sustava u kombinaciji sa komunikacijskim protokolima serijskog tipa gdje nije moguće osigurati djelovanje unutar strogo određenih vremenskih granica.

Sustav automatike za direktno isključenje ima svoja ograničenja u detekciji otočnog rada generatora u elektrani Slavonija DI, a to su:

1. sustav nema mogućnost detektirati otočni rad generatora u slučaju prekida na prienosnoj mreži 110 kV ili višoj,
2. sustav nema mogućnost detektirati otočni rad generatora kod izvanrednog pogona TS 35/10kV Brod II, u slučaju kada se cijela TS napaja preko izdvojenog sistema sabirnica 35 kV u TS 35/10kV Brod III jer sustav ne prepoznaje prisutnost/odsutnost napona na izvoru,
3. sustav nema mogućnost detektirati otočni rad u slučaju ispada transformatorskih jedinica 110/35kV koje napajaju dio SN mreže 35kV.

U svim navedenim primjerima oblikovanja otočnog pogona (osim pod 2), mjerene veličine pasivne zaštite od otočnog pogona elektrane biti će duboko u području prorade i time će pouzdano doći do odvajanja generatora od mreže. A za dugotrajniji izvanredni pogon TS 35/10kV Brod II opisan u točki 2 preporuča se da generator u Elektrani Slavonija DI bude izvan pogona.

## **2.1. Konfiguracija sustava brze automatike**

Za potrebe ostvarivanja funkcionalnosti brzog direktnog isključenja mrežnog prekidača ODS-a za odvajanje kod otočnog pogona generatora u odvodnom polju rasklopnog postrojenja RS 10kV Slavonija DI ugrađen je sustav brze automatike za direktno isključenje koji se sastoji od slijedećih osnovnih dijelova:

- Terminal polja,
- Distribuiranih U/I jedinica,
- Aktivne komunikacijske opreme

Osnova sustava je terminal polja čija je osnovna i jedina zadaća proračun logike koja omogućuje automatsko direktno isključenje prekidača za odvajanje. U tu svrhu na terminalu je isključena sve dodatne (standardne) funkcije zaštite i mjerenja, pa je njegova osnovna funkcija:

1. Prikupljanje procesnih signala:
  - a. ožičenih na U/I jedinice terminala,
  - b. komunikacijski sa distribuiranih jedinica korištenjem IEC 61850 GOOSE standarda i optičke komunikacijske infrastrukture,
2. Provjeru i nadzor stanja i raspoloživosti svih distribuiranih jedinica (kao uvjet ispravnosti prikupljenih procesnih informacija),
3. Proračun uvjeta za automatsko direktno isključenje prekidača za odvajanje,
4. Alarmiranje i prijenos informacija u sustav SDV-a korištenjem IEC 61850 komunikacije i uvođenjem u postojeće stanično računalo na TS Brod II,
5. Isključivanje prekidača za odvajanje putem izlaznih jedinica terminala polja,
6. Nadzor i sigurnosna blokada algoritma,
7. Vremenska sinkronizacija sustava,
8. Snimanje arhive poremećaja za potrebe analize rada sustava.

Terminal polja ugrađen je u poslužni ormarić polja J6 sa svom pratećom opremom na postrojenje RS 10kV Slavonija DI. Za potrebe prikupljanja procesnih signala izvedeno je direktno ožičenje na digitalnu ulaznu jedinicu terminala polja.

Za potrebe prikupljanja procesnih signala sa udaljenih postrojenja koja utječu na rasplet i uklopna stanja tog dijela 35kV mreže ugrađene su distribuirane U/I jedinice. Osnovna zadaća distribuiranih U/I jedinica je prikupljanje ulaznih procesnih signala o stanju aparata u pojedinim poljima na postrojenjima koji definiraju topologiju mreže. U/I jedinice zajedno sa ostalom komunikacijskom opremom (optički pretvarači, komunikacijski preklopnici) ugrađeni su na za to prikladna mjesta u postrojenjima. Za potrebe prikupljanja procesnih signala izvedeno je direktno ožičenje U/I jedinice na slobodne kontakte signalnih sklopki aparata u pojedinom polju, te na izlaze terminala polja dotičnog polja.

## 2.2. Algoritam sustava

Osnovna zadaća sustava je brzo automatsko direktno isključenje prekidača za odvajanje unutar vremenskih granica  $T_{isk}$ , a unutar beznaponske pauze brzog APU na vodovima koji napajaju TS BROD II kako slijedi:

1. Vod 1 35kV Podvinje – 35kV Brod II – zračni vod, brzi APU 400ms,
2. Vod 2 35kV Podvinje – 35kV Brod II – zračni vod, brzi APU 400ms,
3. Vod 3 35kV Bjeliš – 35kV Brod II – zračni vod, brzi APU 400ms,
4. Vod 4 35kV Brod III – 35kV Brod II – zračni vod, spori APU 30s.

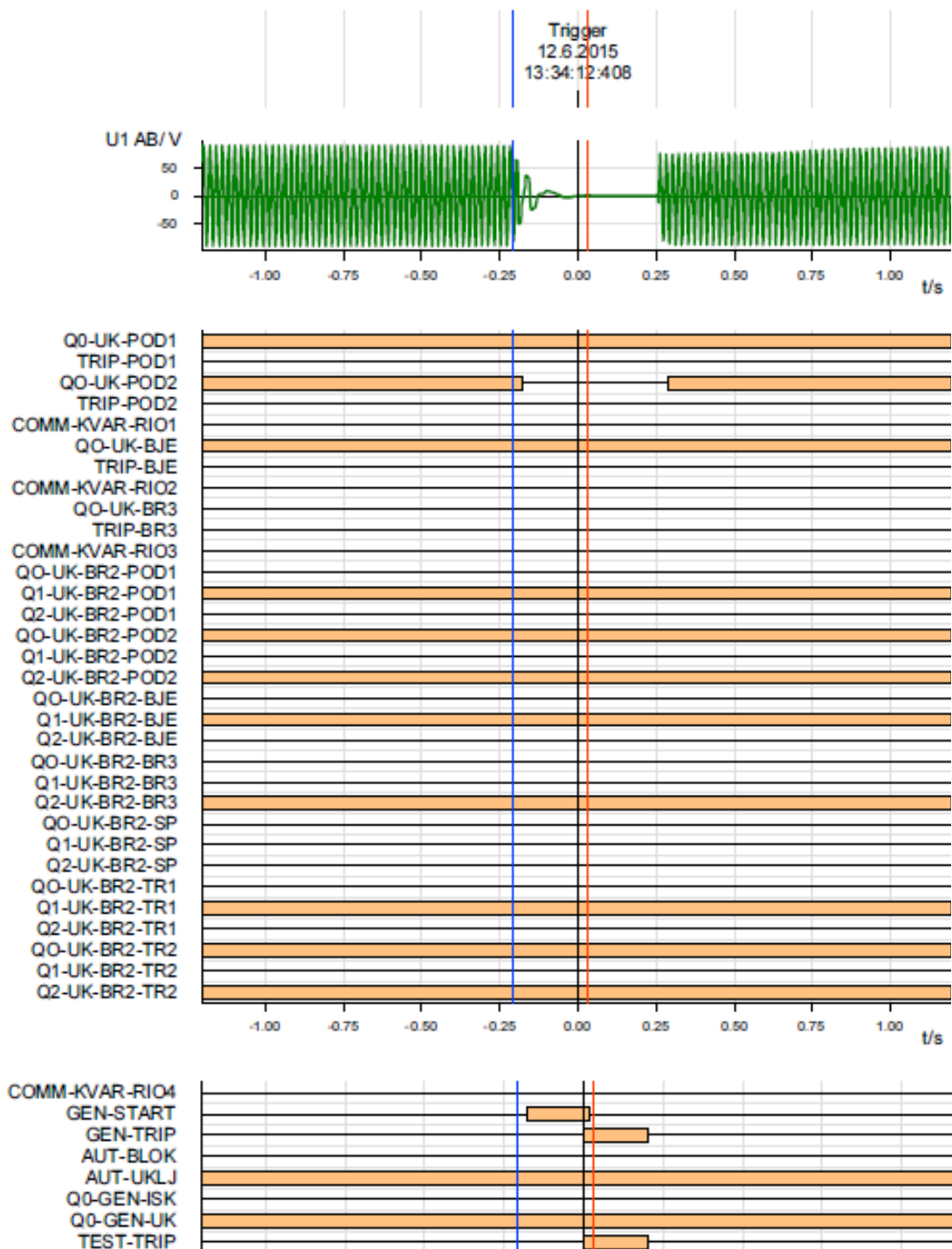
Kako bi se ostvarila funkcija direktnog isklopa unutar zadanog vremena  $T_{isk}$  kao pokretači direktnog isklopa prekidača za odvajanje na RS Slavonija DI koriste se signali položaja sklopnihih aparata koji su ožičeni na distribuirane U/I jedinice RIO600 i virtualni signali koji su rezultat samonadzora RIO jedinice:

1. TS Podvinje, položaj prekidača Q0 u polju H5 (Vod 1), H15 (Vod 2) – status uklopljen
2. TS Bjeliš, položaj prekidača Q0 u polju H4 (Vod 3) – status uklopljen
3. TS Brod III, položaj prekidača Q0 u polju H3 (Vod 4) – status uklopljen
4. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1/Q2 u polju H1 (Vod 1) – status uklopljen
5. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1/Q2 u polju H4 (Vod 2) – status uklopljen
6. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1/Q2 u polju H7 (Vod 3) – status uklopljen
7. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1/Q2 u polju H8 (Vod 4) – status uklopljen
8. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1/Q2 u polju H6 (SP) – status uklopljen
9. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1 u polju H2 (TR1) – status uklopljen
10. TS Brod II, položaj prekidača Q0 i rastavljača Q1 u polju H3 (TR2) – status uklopljen
11. Interni kvar U/I jedinica – IRF – virtualni signal samonadzora.
12. RS Slavonija DI, ispad komunikacije U/I jedinice TS Podvinje
13. RS Slavonija DI, ispad komunikacije U/I jedinice TS Bjeliš
14. RS Slavonija DI, ispad komunikacije U/I jedinice TS Brod III
15. RS Slavonija DI, ispad komunikacije U/I jedinice TS Brod II

Svi navedeni signali se uzimaju u obzir kroz osnovne logičke funkcije te se na taj način grupira jedan opći signal pokretanja isklopa (GEN-START) na prekidač za odvajanje. Tako grupirani signal pokretanja isklopa ne djeluje odmah na komandu isklopa, već se dodatno vremenski zateže za podesivo vrijeme  $T_d = 180\text{ms}$ . Ovo vremensko zatezanje osigurava pouzdanost sustava i omogućuje otpornost na prijelazne smetnje koje se mogu dogoditi. Sustav će dakle reagirati i djelovati samo kod pojava dužeg trajanja od podešenog vremena zatezanja  $T_d = 180\text{ms}$ .

Signali ispada komunikacije se aktiviraju tek nakon perioda od 2 s nakon stvarnog ispada i kao takvi predstavljaju tehničko ograničenje samog sustava. Ovdje je važno napomenuti da se komanda direktnog isklopa prekidača za odvajanje izvodi samo u slučaju da su zadovoljeni uvjeti topologije mreže, tj. da signali pokretači pripadaju dotičnom vodu koji napaja Elektranu i generator. U slučaju da dotični vod ne napaja Elektranu, neće se izdati komanda za direktno isključenje. Dakle osim aktivnog signala nekog od pokretača, sustav uzima u obzir i položaje sabirničkih rastavljača u TS Brod II kako bi odredio topologiju mreže.

Vrijeme prorade sustava prikazano je slikom 4 u obliku arhive poremećaja prikupljene sa terminala polja prilikom ispitivanja i puštanja u pogon sustava. Plavi kursor na slici prikazuje nestanak napona na sabirnicama i nalazi se na -211ms, a crveni predstavlja vrijeme kada je isklopljen prekidač za odvajanje i nalazi se na +30ms što daje ukupno vrijeme isklopa od 241ms. U ovom slučaju generator je na mrežu spojen preko drugog dalekovoda prema TS Podvinje. Poticaj za automatiku je ispad bilo kojeg prekidača na dalekovodu TS Brod II-TS Podvinje.



Slika 4. Zapis kvara automatike isklopa

Radi jednostavnijeg proračuna topologije u algoritmu, koriste se samo signali sa 35kV postrojenja na TS Brod II. Naime ukoliko je bilo koji od transformatora na TS Brod II u pogonu, znači da se Elektrana Slavonija DI sigurno napaja na jednom od transformatora. Proračun topologije uzima u obzir koji sabirnički sistem napaja transformator u pogonu i koji vod 35 kV napaja dotični sabirnički sistem. Sustav uzima u obzir i uključeno spojno polje, premda je takvo pogonsko stanje samo privremeno.



### 2.3. Blokada algoritma

Za potrebe blokiranja rada sustava automatike direktnog isklopa prekidača za odvajanje kod otočnog rada ugrađena je ručna preklopka. Ovom preklopkom programski se blokira nalog za isklon prekidača za odvajanje sa terminala polja kad je u položaju BLOK. Proračun algoritma se izvodi i u slučaju kad je sustav blokiran preklopkom te postoji binarni izlaz sa svjetlosnom signalizacijom naloga za isklon. Na ovaj način moguće je izvršiti sva lokalna ispitivanja funkcije sustava bez stvarnog izdavanja komande za isklon prekidača za odvajanje.

Sustav je blokiran i u slučaju da je generatorski prekidač na postrojenju Elektrana isključen. U tom slučaju ako se pojave uvjeti za isključenje, komadna se neće izdati, biti će blokirana. Za potrebe blokiranja sustava, položaj generatorskog prekidača je žičano uveden u terminal polja.

## 3. OPIS SUSTAVA AUTOMATIKE STANIČNOG RAČUNALA

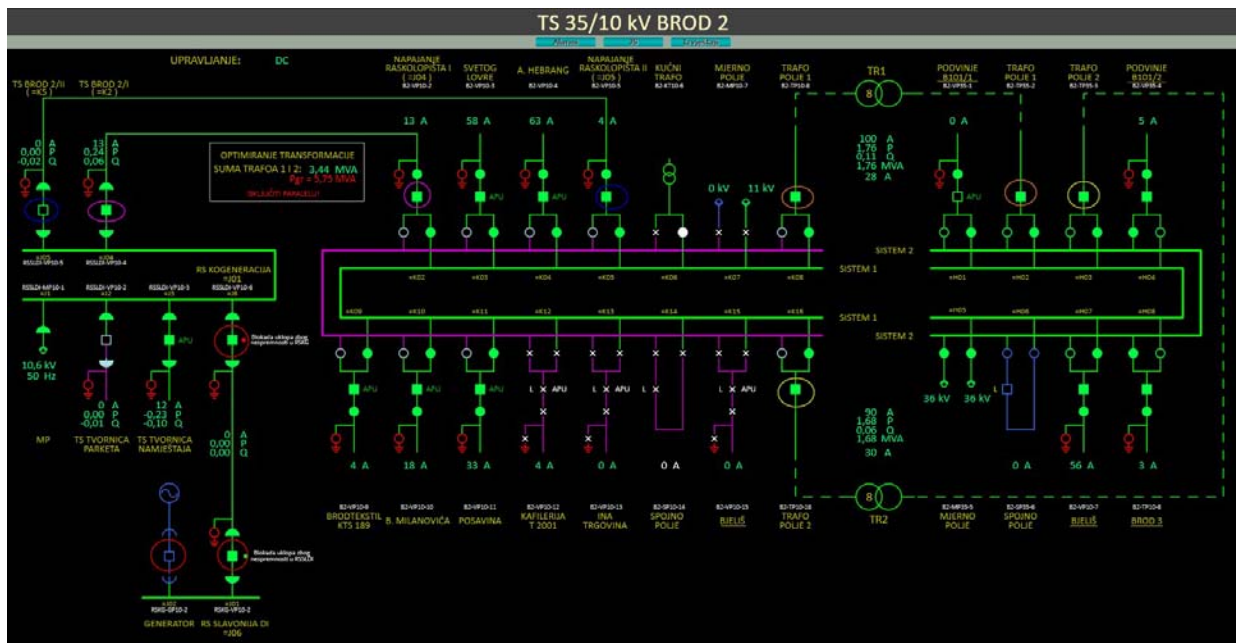
Za potrebe ostvarivanja funkcionalnosti detekcije otočnog pogona, za koju nema zahtjeva za brzim djelovanjem kao u prethodnom slučaju, dio algoritma detekcije otočnog pogona izvodi se u sklopu postojećeg SCADA sustava na staničnom računalu u TS BROD II. Algoritam uzima u obzir procesne signale koji se i inače prikupljaju unutar SCADA sustava sa terminala polja. Podaci koji se obrađuju algoritmom prikupljaju se iz dijelova postrojenja kako je navedeno u tablici 1.

Tablica 1. Popis procesnih signala algoritma na staničnom računalu

Postrojenje	Polje	Naziv polja	Signal	Uređaj	Namjena
TS BROD II	H02	TP I	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	H03	TP II	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	K08	TP I	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	K16	TP II	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
RS SDI	K02	VP RS SDI 1	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	K05	VP RS SDI 1	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	J04	VP BR II 1	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	J05	VP BR II 2	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
KOGEN. DSI	J06	VP KOGEN. SDI	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	J01	VP RS SDI	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija
	J02	VP GEN	Q0 UKLOPLJEN	RFX	Signalizacija

SCADA sustav proračunava topologiju za detekciju otočnog rada i šalje alarm u dispečerski centar. Radi lakšeg sagledavanja algoritma detekcije otočnog rada na slici 5 prikazana je JS postrojenja TS BROD II, RS Slavonija DI i Elektrana SDI a različitim bojama su označeni prekidači koji sudjeluju u algoritmu.





Slika 5. JS postrojenja koji sudjeluju u algoritmu detekcije otočnog rada

Algoritam detekcije otočnog rada u funkciji je jedino ako je generator priključen na mrežu i napaja se preko polja:

1. =J01 na Elektrana DI – Q0 UK (označeno **CRVENO**),
2. =J02 na Elektrana DI – Q0 UK (označeno **CRVENO**),
3. =J06 na RS Slavonija DI – Q0 UK (označeno **CRVENO**),

Ukoliko su zadovoljeni gore navedeni uvjeti sustav će alarmirati detekciju otočnog rada kad se dogodi jedna od slijedećih situacija:

1. Ispad oba TP, logički zapisano:

$[ (=H02 TP 1 - Q0 ISK) \text{ ili } (=K08 TP 1 - Q0 ISK) ] \text{ i } [ (=H03 TP 2 - Q0 ISK) \text{ ili } (=K08 TP 2 - Q0 ISK) ]$ ,

2. Ispad oba VP prema RS Slavonija DI, logički zapisano:

$[ (=K02 VP RS SDI 1 - Q0 ISK) \text{ ili } (=J04 VP BR II 1 - Q0 ISK) ] \text{ i } [ (=K05 VP RS SDI 1 - Q0 ISK) \text{ ili } (=J05 VP BR II 2 - Q0 ISK) ]$ .

Sustav automatike sa staničnog računala samo upozorava operatera na otočni rad i dozvoljava mu djelovanje komandom na prekidač za odvajanje, dakle SCADA sustav ne vrši automatski isključivanje iz nekoliko slijedećih razloga:

- Nepostojanje realnih opasnosti od asinkronog uklopa generatora jer nema APU funkcije,
- Podizanje općeg stupnja pouzdanosti čitavog sustava sprječavanjem krivih prorada,
- Mala vjerojatnost pojave nepovoljnih utjecaja na potrošače kod kratkotrajnog otočnog rada generatora (npr. značajniji pobjeg kritičnih električnih veličina),
- Tehnološko ograničenje automatskog djelovanja SCADA sustava unutar strogo definiranog vremena zbog same prirode protokola IEC 60-870-5-103, gdje bi se automatski isključivanje u nepovoljnim uvjetima približio vremenu djelovanja zaštita generatora ili čak djelovao poslije njih,
- Osigurava se nesmetano djelovanje zaštita generatora ( $df/dt$ , *vector jump*),

#### 4. ZAKLJUČAK

U opisanom primjeru, kogeneracijsko proizvodno postrojenje priključeno je u složenu nadređenu distribucijsku mrežu promjenljive topologije i karaktera opterećenja. Rečeno otežava uzeti u obzir sve energetske čimbenike bitne za podešavanje osnovne zaštite generatora od otočnog pogona s dijelom distribucijske mreže koje bi jamčilo sigurno odvajanje generatora od mreže bez utjecaja uklopnog stanja nadređene mreže kao i u slučajevima otočnog pogona sa snagom proizvodnje i potrošnje bliskim ravnoteži. Kako je u nadređenoj mreži 35 kV u funkciji brzo automatsko ponovno uključanje, prepoznao se rizik za generator i pogonski stroj od povratka napona mreže s neprihvatljivim faznim pomakom u odnosu na napon generatora.

Navedeni rizik je opravdao pristup osmišljavanja rezervnog sustava za isključenje generatora u otočnom pogonu od mreže, a u vremenu unutar vremena djelovanja brzog APU-a u nadređenoj mreži. Opredijelili smo se za izravno isključenje prekidača za odvajanje na temelju kriterija stanja uključenosti rasklopnih naprava preko kojih se može oblikovati otočni pogon kogeneracijskog proizvodnog postrojenja.

S obzirom kako su već ranije bile izgrađene gotovo sve svjetlovodne veze prema nadređenim postrojenjima u distribucijskoj mreži i da je bilo potrebno samo instalirati i ožičiti distribuiranu opremu sustava za izravno isključenje, pribjegavanje ovakvom rješenju zaštite generatora od otočnog pogona nametalo se samo po sebi.

Procesne i komunikacijske tehnologije današnjice pokazuju se vrlo pouzdanim za korištenje u funkciji zaštite, a svojim mogućnostima primjene unapređuju klasična zaštitarska rješenja utemeljena samo na uzbuđi karakterističnim električnim veličinama kvarnog ili neprimjerenog stanja pogona. Iako sustav ima svojih tehničkih ograničenja, uz dovoljno pažnje kod redovitih postupaka prilikom vođenja pogona distribucijske mreže, ograničenja ne mogu doći do izražaja niti obezvrijediti primijenjeno rješenje te ozbiljnije ugroziti pogon generatora zajedno s distribucijskom mrežom.

#### 5. LITERATURA

- [1] <http://new.abb.com/medium-voltage/distribution-automation/numerical-relays/feeder-protection-and-control/relion-for-medium-voltage/feeder-protection-and-control-ref615-iec>
- [2] <http://new.abb.com/medium-voltage/distribution-automation/numerical-relays/remote-i-o/remote-io-unit-rio600>