

Mario Perić,
KONČAR-Inženjering za energetiku i transport d.d.
mario.peric@koncar-ket.hr

Miljenko Boras
KONČAR-Inženjering za energetiku i transport d.d.
miljenko.boras@koncar-ket.hr

Jelena Galešić
KONČAR-Inženjering za energetiku i transport d.d.
jelena.galeisc@koncar-ket.hr

Ivan Goran Kuliš
KONČAR-Inženjering za energetiku i transport d.d.
ivan.kulis@koncar-ket.hr

PROBLEMATIKA PRIKLJUČENJA DISTRIBUIRANIH IZVORA NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU SA STANOVIŠTVA PREPOZNAVANJA NEDOZVOLJENOG OTOČNOG POGONA I ZAŠTITE OD AUTOMATSKOG PONOVOG UKLOPA

SAŽETAK

Početna namjena razvoja distribucijske mreže (DM) je bila prvenstveno distribucija električne energije. S vremenom, uslijed sve veće pojave distribuiranih izvora (DI) u obliku obnovljivih izvora energije koji se integriraju u distribuciju, ona dobiva novu namjenu, onu prihvata proizvedene električne energije. Priključak DI-a je zahtjevan proces posebice kada je riječ o sustavima sa SG zbog nezanemarljivog utjecaja na mrežu. Samo mjesto spoja DI-a na mrežu ujedno je mjesto razgraničenja proizvođača i DM, te je na tom mjestu potrebno ispuniti određene tehničke zahtjeve. Prema važećim mrežnim pravilima nije dopušten otočni pogon DI-a, te sustav za odvajanje u DI-a mora zadovoljiti uvijete sigurnog odvajanja od mreže za vrijeme beznaponske pauze unutar ciklusa APU-a. Trenutno na tržištu ne postoje pasivne metode zaštite koje uspješno odvajaju izvor u slučaju brzog APU.

Ključne riječi: distribucijska mreža, distribuirani izvor, automatski ponovni uklop, otočni pogon, zaštita, odvajanje

THE ISSUE OF INTEGRATION DISTRIBUTED SOURCES TO DISTRIBUTION NETWORK FROM THE POINT OF RECOGNITION OF FORBIDDEN ISLAND OPERATION AND PROTECTION OD AUTOMATIC RECLOSING

SUMMARY

Initial purpose of distribution network (DN) was mainly distribution of electrical energy. Over the time, due to larger number of integrated renewable sources, DN receive new purpose, accept produced electric power. Connection of the distribution sources (DS) is a challenging process, especially in case of plants with SG due to negligible impact on the network. Point connection of DS to the network is also a point of the division between producers of power and DN where is required to fulfill certain technical requirements. Island operation of DS is not allowed. System for decoupling of DS has to satisfy the safety condition for the decoupling from the DN during de-energization in the cycle of ARC. On market there is no passive method of protection that successfully decouple source in case of the fast ARC.

Key words: distribution network, distribution sources, automatic reclosing, island operation, protection, decoupling

1. UVOD

Uloga distribucijske mreže u početku je prvenstveno bila distribucija (razdioba) električne energije. U novije vrijeme u cilju smanjenja emisije CO₂ i racionalnijeg korištenja električne energije potiče se izgradnja proizvodnih objekata koji koriste obnovljive izvore električne energije. U današnje vrijeme, distribucijska mreža poprima novu ulogu, a to je prihvati proizvedene električne energije iz distribuiranih izvora električne energije.

Sa stajališta operatera distribucijske mreže na distribuirane izvore se često gleda kao na proizvođače električne energije koji unose probleme u postojeću mrežu u pogledu vođenja mreže i postojećeg sustava zaštita u distribucijskoj mreži. Na problematiku zaštita distribuiranih izvora potrebno je posvetiti posebnu pozornost, posebice na zaštitu od otočnog pogona.

Problematika zaštite korištenja distribuiranih izvora u distribucijskoj mreži ima svoje korijene u tradicionalnom pristupu planiranja i korištenja zaštitnih shema u mreži. Temeljene pretpostavke takvog pristupa su izmijenjene u odnosu na prije. Električna energija sada teče dvosmjerno te tradicionalno pasivna distribucijska mreža postaje aktivna i sve više poprima odlike prijenosne mreže.

Korištenje distribuiranih izvora donosi cijeli niz izazova koje treba uzeti u obzir prilikom određivanja zaštitne sheme. Neki od njih su: struje kratkog spoja, reducirani doseg distantne zaštite, smjer energije, izmijenjeni naponski profil, utjecaj na regulaciju napona, ferorezonancija, automatski ponovni uklop. Obzirom da automatski ponovni uklop predstavlja poseban oblik prelaska distribuiranog izvora iz paralelnog rada u nedozvoljeni otočni rad, te može uzrokovati velike probleme potrebno mu je posvetiti posebnu pozornost.

2. AUTOMATSKI PONOVI UKLOP DISTRIBUIRANOG IZVORA (APU)

Automatski ponovni uklop (APU) je sklopna radnja u distribucijskoj mreži (prisutan je i u prijenosnoj mreži, međutim tamo ne predstavlja toliko problem kao u distribuciji) s namijenjenom otklanjanja („čišćenja“) prolaznih kvarova. Cilj APU-a je da onemogući utjecaj prolaznog uzroka kvara u mreži na nastanka trajnog kvara. Statistički pokazatelji govore da je velika većina kvarova u nadzemnoj mreži prolaznog karaktera te ukoliko se mjesto kvara ne napaja iz mreže kroz određeno vrijeme, luk kvara će se sam od sebe ugasi. Duljina trajanja bez naponske pauze je od 300 do 400 ms, što je dovoljno vremena da se električni luk ugasi te da se restrukturira dielektrična čvrstoća izolacije zraka (deionizacija). Ispravno funkcioniranje APU-a u mreži je uvjetovano mogućnošću osiguranja beznaponske pauze. Korištenjem distribuiranih izvora narušavaju se ti uvjeti.

Dva su ključna problema povezana s korištenjem distribuiranih izvora u mrežama s APU-om:

1. Distribuirani izvor produžava vrijeme gašenje luka, odnosno smanjuje efikasnost APU zaštite
2. Nakon prestanka beznaponske pauze (uz uvjet da je luk ugašen) postoji opasnost od asinkronog uklapanja dva sinkrona sustava

Kako bi se ispunili uvjeti za uspješno otklanjanje prolaznog kvara pomoću APU-a s jedne strane te izbjegavanje neželjenih posljedica nakon ponovnog uklapanja s druge strane, potrebno je provesti obostrano odvajanje mjesta kvara. Sa strane distribucijske mreže prekidač opremljen relejom sa aktiviranim APU-om odvaja napajanje sa strane mreže, a zaštita na mjestu priključenja distribuiranog izvora odvaja napajanje sa strane distribuiranog izvora – elektrane. Na navedenom, bazira se temeljni zahtjev za zaštitu distribuiranog izvora: odvajanje od distribucijske mreže ukoliko dođe do kvara u mreži bez obzira je li kvar prolazan ili trajan te je li umreži instaliran relej sa aktiviranim APU-om ili nije.

Odvajanje distribuiranog izvora od mreže, odnosi se na proizvodnju električne energije (isklop generatorskog prekidača), ne nužno i na vlastitu potrošnju distribuiranog izvora – elektrane. U jedno-agregatskim postrojenjima odvajanje uslijed kvara u mreži se odvija na generatorskom prekidaču, a ne na prekidaču za odvajanje. U tom slučaju, nakon povratka napona postrojenje je spremno za nastavak rada.

Prema važećim mrežnim pravilima, ukoliko je distribuirani izvor priključen na mrežu u kojoj se primjenjuje APU, on mora imati tehničko rješenje zaštite od mogućeg asinkronog uklapanja. [1]

APU predstavlja poseban oblik prelaska u otočni pogon. Njegova posebitost leži u kratkoći vremena koja se ostavlja zaštiti u distribuiranom izvoru (elektrani) za pravovremenu detekciju i odvajanje.

Zbog toga rješavanje problema APU-a u mreži s distribuiranim izvorom treba promatrati kroz opću problematiku otočnog pogona. [2]

3. OTOČNI POGON DISTRIBUIRANOG IZVORA I UZROCI NASTANKA

Sukladno važećim Mrežnim pravilima u RH, otočni pogon je pogonsko stanje proizvodne jedinice u kojem ona može sigurno podnijeti djelomično opterećenje u izdvojenom dijelu elektroenergetskog sustava [1]. Kao i u većini elektroenergetskih sustava, otočni pogon u distribucijskoj mreži je zabranjen i u Hrvatskoj. Otočni pogon može nastupiti iz više razloga. [5] Jedan je posljedica kvarnog stanja koje je nastalo nakon kvara na transformatoru ili pak dovodu prema distribuiranom izvoru. Zaštita transformatora ili voda izbacuje element mreže koji je u kvaru iz pogona te ostavlja dio mreže ispod mjesta odvajanja bez mrežnog napajanja. Tada distribuirani izvor ostaje, u slučaju da ugrađene zaštite nisu detektirale kvar, jedino napajanje dijela mreže. Moguć je nastanak otočnog pogona uslijed prirodne nepogode, udar groma, pad grana na zračni vod, potres... Manje vjerojatno, ali isto moguće je i namjerno isključivanje dijela distribucijske mreže poradi održavanja ili interventnih popravaka ukoliko ono nije prethodno dogovoreno između operatera na elektrani i operatora distribucijskog sustava.

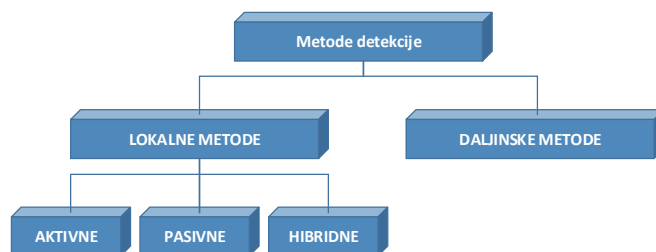
Neovisno uslijed čega je nastupio otočni pogon, nužna je njegova pravovremena detekcija kako bi se među ostalim spriječio asinkroni uklop sinkronih generatora (u slučajevima turbogeneratorskih setova) nakon povratka elektrane na mrežu. U tom slučaju dolazi do velikih oštećenja pogonske opreme te opasnosti za pogonsko osoblje. Isto tako u slučaju da elektrana napaja lokalni konzum, postavlja se pitanje odgovornosti za kvalitetu isporučene električne energije (odgovornost u slučaju kvarova na opremi korisnika za vrijeme otočnog pogona).

Neki od razloga zašto je zabranjen otočni pogon su: ferorezonancija, gubitak selektivnosti, utjecaj na regulaciju napona, promjena očekivanog profila pada napona, stabilnost sustava itd.

4. METODE DETEKCIJE OTOČNOG POGONA

Tri su važna kriterija pomoću kojih se valorizira metoda detekcije otočnog pogona: **pouzdanost, brzina i cijena**. Pouzdanost se ogleda u pouzdanosti prijenosa signala kao takvog (zbog zagušenja na komunikacijskom kanalu) ili pak pouzdanosti interpretacije signala. Brzina detekcije je ključna značajka poglavito u mrežama s kratkim beznaponskim sekvencama automatskog ponovnog uklopa. Cijena je često i presudna kod odabira metode. Valorizacija vrijednosti implementacije neke metode se mora promatrati u kontekstu visine rizika od ostvarenja negativnog scenarija. Pored spomenutih kriterija, važni su još i utjecaj na mrežu te ovisnost o svojstvima mreže.

Metode detekcije otočnog pogona opisane u ovom radu shematski su grupirane kako je prikazano na slici 1:



Slika 1. Klasifikacija metoda detekcije otočnog pogona

4.1 Daljinske metode

Daljinske (komunikacijske) metode se baziraju na primjeni informacijskih tehnologija u prenošenju direktne ili indirektno informacije (komunikacija DI-a s distribucijskom mrežom) o ispunjavanju uvjeta za otočnim pogonom određenog distribuiranog izvora. Metoda je relativno pouzdana sa stajališta interpretacije signala čak i u uvjetima apsolutnog balansa proizvodnje i potrošnje na mjestu priključka te

ne ovisi o smetnjama u energetske mreži. Mane su im cijena i pouzdanost signala u smislu smetnji. Brzina ovisi o mediju prijenosa. Neke od izvedbi daljinske metode su:

- **Prijenos signala putem energetskog voda** - Po istom vodu koji osigurava električnu vezu sa distribuiranim izvorom trajno se šalje pilot signal. Nestanak pilot signala može značiti prelazak u otočni pogon. Signal se generira na SN strani mreže u generatoru signala frekvencije različite od radne frekvencije mreže i amplitude zanemarive u odnosu na nazivni napon mreže. Na repovima mreže nalaze se prijemnici signala, te dok oni detektiraju signal, distribuirani izvor radi paralelno sa mrežom.
- **Prijenos isklopa (engl.: „transfer trip“)** - Medij prijenosa može biti žičani (pilot kabel diferencijalnog releja, telefonski kabel), bežični (radiovalovi, mikrovalovi) ili svjetlovodni. Za razliku od prethodne metode, ovdje sustav ne odašilje kontinuirani signal već se odgovarajući signal generira kada dođe do promjene stanja prekidača koji uzrokuje prelazak u otočni pogon. U postojeći SCADA sustav koji ima podatke o stanjima sklopne opreme, moguće je integrirati logiku prijenos isklopa.

4.2 Lokalne metode

Lokalne metode (pasivne i aktivne) se baziraju na ideji da se sva zaštitna oprema nalazi lokalno na mjestu primjene distribuiranog izvora. Pasivne metode koriste informacije koje mogu dobiti snimanjem stanja električnih veličina na mjestu priključka dok se aktivne metode baziraju na injeckiranju pilot signala na temelju čijeg odziva se određuje činjenično stanje.

4.2.1. Pasivne metode

Pasivne metode, najraširenije metode za detekciju otočnog pogona, su vrlo brze i relativno jeftine u primjeni. Njihov je glavni nedostatak nemogućnost pravovremene detekcije otočnog pogona u slučaju balansa radne i jalove snage distribuiranog izvora i lokalnog konzuma. Dodatni problem je i preosjetljivost na brze i velike promjene opterećenja kao što su skokovito opterećenje sumjerljivo s kapacitetom izvor u slabim mrežama, isključenje izvora.

Neke od pasivnih metoda otočnog pogona su:

- **Metoda detekcijom prenapona ili podnapona:** Metoda se temelji na debalansu jalove energije koju trošilo treba (neposredno prije odvajanja) i koje daje izvor. Do trenutka odvajanja taj debalans je podmirivala mreža.
- **Metoda detekcijom previsoke ili preniske frekvencije:** Slično kao prethodna metoda, ova metoda se bazira na činjenici da će uslijed promjene radne snage doći do porasta ili pada frekvencije (razlika snaga generatora i tereta ubrzati će vrtnju rotora ili usporiti ga).
- **Metoda detekcijom promjene frekvencije (ROCOF – eng. Rate of Change of Frequency):** Metoda se zasniva na činjenici da će uslijed naglog opterećenja ili rasterećenja, doći do ubrzanja odnosno usporenja brzine vrtnje rotora nakon što nestane sinkronog momenta mreže koji održava konstantnu brzinu vrtnje rotora distribuiranog izvora. Većina suvremenih digitalnih releja imaju funkciju zaštite od otočnog pogona prema ROCOF metodi. Obično su proradne postavke kreću od 0,1 do 1 Hz/s. Proradno vrijeme zaštite je od 200 ms do 500 ms. Problem s ovom zaštitom je moguća neselektivna prorada pri ispadu velikih tereta. Kao i sve druge pasivne zaštite, ova zaštita je neučinkovita pri malim promjenama snage na mjestu odvajanja.
- **Brzina promjene radne snage dp/dt :** Ova metoda se temelji na pretpostavci da je najbrža promjena snage zapravo ona koja nastane kod prelaska na otočni pogon. No problem s ovom metodom što ta pretpostavka nije uvijek ispunjena. Kod naglog ispada velikih tereta ili uklapanja postižu se slični prijelazni fenomeni pa može doći do neselektivne prorade.

4.2.2. Aktivne metode

Aktivne metode podrazumijevaju namjerno unošenje kontrolirane smetnje. Metode se baziraju na tome da male smetnje imaju zanemariv učinak na sustav kada distribuirani izvor radi paralelno s mrežom. Taj učinak je velik kada distribuirani izvor otočno napaja određeni dio distribucijske mreže. Metode su učinkovite i u uvjetima apsolutnog balansa snaga ali zbog relativno dugog vremena kreiranja smetnje

(elektromehanička inercija) odnosno da se identifikacije odziva na smetnju, metoda je manjkava u slučajevima brzog APU-a.

Neke od aktivnih metoda otočnog pogona su:

- **Metoda injektiranja jalove energije:** Bazira se na tome da regulator napona održava faktor snage odnosno određenu količinu jalove energije koju injektira u mrežu (ne regulira napon). Sve dok je distribuirani izvor na mreži, ovakva regulacija jalove energije je moguća, odnosno moguće je održati jalovinu konstantnom [6], [7]. Prelaskom na otočni rad, ukoliko se proizvodnja jalove energija održava konstantnom doći će do značajnog porasta napona, a to se može detektirati klasičnim preponskim relejima. Glavni nedostatak ove metode jest što je neprimjenjiva kod distribuiranih izvora sa asinkronim generatorima, kao i slučajevima gdje izvor (generator) radi s faktorom snage veoma blizu jedinici.
- **Metoda nadzora impedancije:** Oslanja se na činjenicu da se prilikom pojave otočnog pogona značajno mijenja veličina impedancije koju „vidi“ distribuirani izvor. Visoko frekventni izvor je priključen preko spojnog kondenzatora u točki priključka. U slučaju otočnog pogona, izmjerena impedancija raste, a injektirani VF signal je zamjetljiv. Unatoč preciznosti, primjena ove metode je problematična zbog viših harmonika koje se unose u mrežu.
- **Metoda pomaka frekvencije (faze):** Koristi se kod izvora sa sučeljem na bazi energetske elektronike (solarne elektrane). U normalnim okolnostima frekvencija „okidanja“ tiristora je usklađena s frekvencijom mreže te se na taj način oblikuje sinusni val nazivne frekvencije. ukoliko je frekvencija struje pretvarača postavljena na veću vrijednost, dok je izvor na mreži neće se evidentirati nikakva promjena u frekvencije mreže jer istu drži jaka vanjska mreža. Kod pojave otočnog zaštita evidentira gotovo trenutni skok frekvencije što je pokazatelj otočnog pogona.

4.2.3. Hibridne metode

Hibridne metode su kombinacija aktivnih i pasivnih metoda na način da se pasivne metode koriste za utvrđivanje „sumnjivih“ situacija, a primjenom aktivnih metoda se ta sumnja potvrđuje ili pak odbacuje. [7]

Neke od hibridnih metoda otočnog pogona su:

- **Naponski debalans s frekvencijskim odzivom:** Sustav zaštite kontinuirano mjeri direktnu i inverznu komponentu linijskog napona te određuje njihov omjer V_d/V_i . Ukoliko je taj parametar preko neke vrijednosti to je pokazatelj da su se pojavili kratkotrajne prijelazne pojave zbog promjene opterećenja, neke sklopne radnje ili pak odvajanja u otočni pogon. Nakon toga sustav mijenja postavnu vrijednost frekvencije (drugačiju od mrežne). Sustav će reagirati promjenom frekvencije ukoliko se radi o otočnom pogonu.
- **Metoda temeljena na pomaku napona i jalove energije:** Najčešće se koristi u sustavima s energetskom elektronikom kao sučeljem. Pasivna metoda u ovoj hibridnoj metodi kojom se identificira sumnjivo područje je izračun kovarijance između mjernih nizova srednje vrijednosti dužine trajanja perioda napona u prethodna četiri mjerenja (T_{av}) i trenutna vrijednost perioda napona (T_v). Ukoliko je kovarijanca veća od neke predefinirane, aktivira se algoritam ARPS (Adaptive Reactive Power Shift). Algoritam ARPS je jedan od algoritama za pomak frekvencije prema području u kojemu će sigurno proraditi $f >$, $f <$.

U tablici 1. je dana usporedba metoda detekcije otočnog pogona. [6]

Tablica 1. Usporedba metoda detekcije otočnog pogona

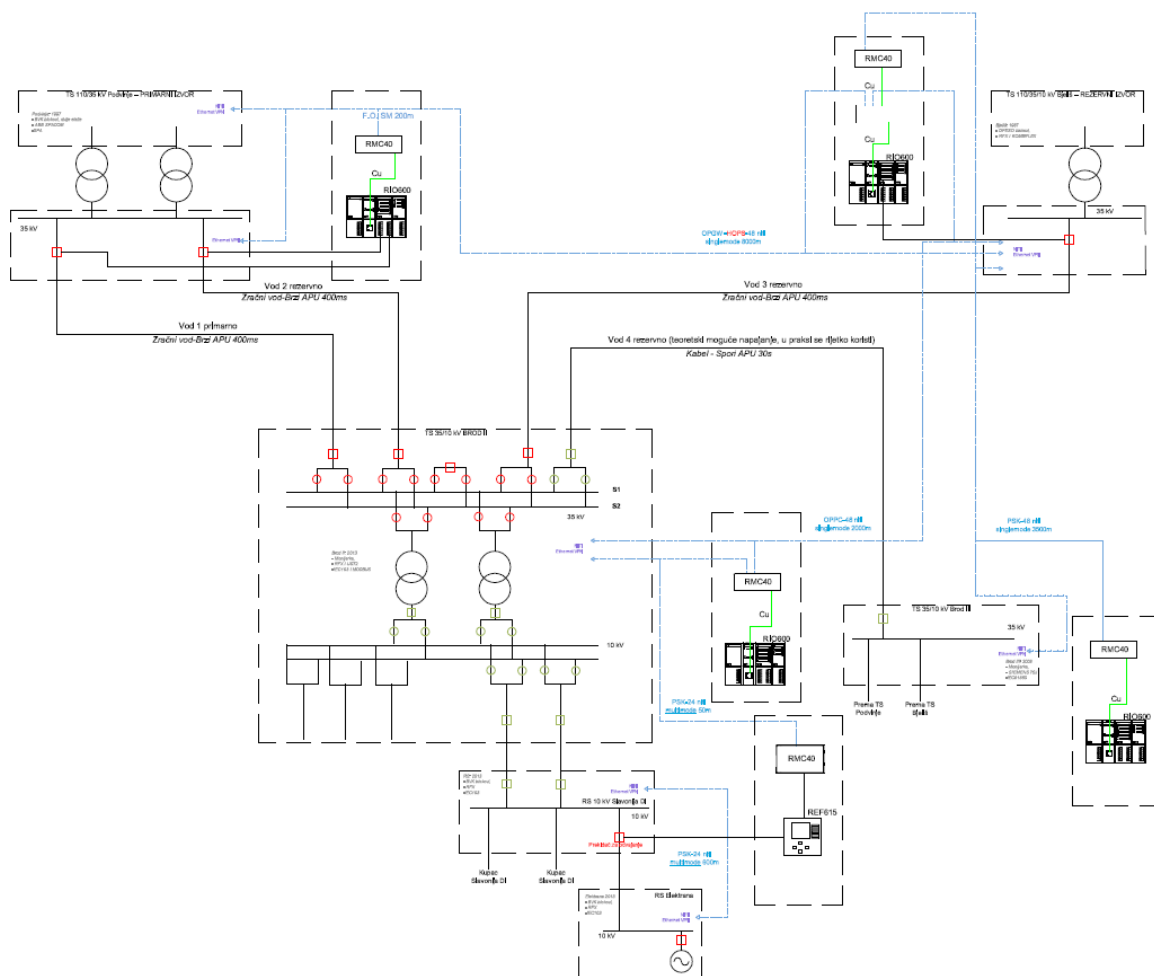
Metode	PREDNOSTI	MANE
DALJINSKE METODE	<ul style="list-style-type: none"> • Visoka pouzdanost 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencijalno visoka cijena ukoliko nema potrebne infrastrukture (rasplet optičke mreže)
LOKALNE METODE - PASIVNE	<ul style="list-style-type: none"> • Kratko vrijeme detekcije • Nema povratnog utjecaja na mrežu • Vrlo točan u slučajevima velikih debalansa snaga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poteškoća u detekciji otočnog pogona kod balansa snage između proizvodnje i lokalne potrošnje • Posebnu pozornost treba voditi na postavne vrijednosti zaštitnih releja • Ukoliko su postavke prestroge, može doći do neselektivnog uklopa
LOKALNE METODE - AKTIVNE	<ul style="list-style-type: none"> • Može detektirati otočni pogon i u situacijama apsolutnog balansa snage proizvodnje i otočne potrošnje 	<ul style="list-style-type: none"> • Unosi smetnje u sustav • Vrijeme odziva je relativno dugo • U mrežu se unose „nečistoće“
HIBRIDNE METODE	<ul style="list-style-type: none"> • Imaju malu zonu neosjetljivosti • Smetnje se unose samo ako postoji sumnja na otočni pogon 	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijeme odziva zaštite od otočnog pogona se produžuje zbog korištenja dvaju metoda.

5. PRIMJER DETEKCIJE OTOČNOG POGONA UPOTREBOM NAPREDNE METODE

U lipnju 2015. godine uspješno je pušteno u pogon kogeneracijsko postrojenje na bazi izgaranja drvene biomase Slavonija OIE snage 4.66 MWel. Električna energija se dobiva iz sinkronog generatora čiji je pogonski stoj kondenzacijska turbina sa jednim reguliranim oduzimanjem pare. Na elektrani je ugrađena zaštita generatora SIPROTEC 7UM62 i multifunkcionalni uređaj DEIF GPC3 koji je ujedno i sinkronizator i zaštita od odvajanja. Zaštita SN postrojenja (na elektrani i u susretnom postrojenju) je realizirana u sklopu releja RFX KONČAR INEM. Elektrana je preko susretnog postrojenja RS Slavonija DI povezana na distribucijsku mrežu u trafostanici TS 35/10 kV Brod II. Trafostanica TS Brod II se može, ovisno o pogonskom stanju, napajati sa obližnjih trafostanica TS 110/35 kV Bjeliš, TS 110/35 kV Podvinje te TS 35/10kV Brod III. Terminali polja na napojnim vodovima prema TS 35/10 kV Brod II imaju aktiviranu funkciju brzog APU-a unutar 400 ms.

U svrhu pravovremenog detektiranja otočnog pogona, te sprječavanja asinkronog uklopa generatora ugrađen je sustav automatike za direktno isključenje u slučaju otočnog rada. Blok shema sustava dana je na slici 2. Sustav predstavlja prvu razinu zaštite koja omogućuje brzo djelovanje (isključenje prekidača za odvajanje) unutar spomenutih 400 ms. Osnovni dijelovi sustava su terminal polja REF 651 (ABB), distribuirane U/I jedinice RIO600 (ABB) i aktivna komunikacijska oprema RMC400 (SIEMENS). Baza sustava je terminal polja REF615 čija je zadaća proračun logike koja omogućuje automatsko direktno isključenje prekidača za odvajanje. U njemu se obrađuju procesni signali dobiveni sa U/I jedinica RIO600 koje su montirane na udaljenim postrojenjima. Zadaća distribuirane UI jedinice je prikupljanje ulaznih procesnih signala o stanju aparata u pojedinom polju koja definiraju topologiju i uklopno stanje mreže, a utječe na uvjet automatskog direktnog isključenja prekidača za odvajanje. S obzirom da je između pojedinih trafostanica prisutna optička mreža, sustav automatike za direktno isključenje je uključen u SDV putem staničnog računala korištenjem IEC 6185 komunikacije, te je omogućen daljinski nadzor operaterima u nadležnom daljinskom centru. [3]

Provedena ispitivanja u balansu snage, pokazala su da sustav uspješno odvaja elektranu unutar 300 ms.



Slika 2. Blok shema primijenjene metode

6. ZAKLJUČAK

Distribuirani izvori u unose velike promjene u distribucijsku mrežu. Pojava proizvođača električne energije u neposrednoj blizini potrošnje nosi mnoge pogodnosti mijenjajući tradicionalni pogled na distribuciju električne energije potrošačima. S druge strane korektan (primjeren) paralelni pogon distribuiranog izvora s mrežom unosi nove poglede na sustave zaštite. Posebna pozornost je na problemu nedozvoljenog otočnog pogona. Problematika pravovremene detekcije otočnog pogona sve više dolazi do izražaja priključenjem sve većeg broja distribuiranih izvora. Nemoguće je izdvojiti jednu metodu detekcije koja bi bila jednako učinkovita za sve prilike u mreži, kao i za sve tipove i veličine distribuiranih izvora. Stoga kombinacija dostupnih metoda prilagođenih konkretnoj situaciji je razuman i preporučljiv put.

Izbor pravilne metode ili skupa metoda mora se pomno odabrati još u fazi razvoja projekta. Često se događa, da je zbog zanemarivanja ovog problema potrebno na već izgrađenom postrojenju mijenjati dijelove projekta. Stoga se kao prijedlog poboljšanju procesa implementaciji distribuiranih izvora može dati zahtjev za izradom studije primjerenog rješenja detekcije otočnog pogona ili kao zasebna studija ili u sastavu jedne od studijskih dokumenta koji se prilažu prilikom izdavanja prethodnih odobrenja i mišljenja. Veliki doprinos razvoju primijene distribuiranih izvora bila bi redefiniranje funkcije APU-a odnosno prilagodba načina djelovanja po uzoru na prijenosnu mrežu.

7. LITERATURA

- [1] Mrežna pravila elektroenergetskog sustava, NN 36/06
- [2] D. Karavidović, D. Buljić, "Neke od važnih značajki pogona distribuiranih izvora s distribucijskom mrežom", CIREĐ Sveti Martin na Muri, 13.-16.05.2012
- [3] "Sustav automatike za direktno isključenje od otočnog rada generatora" – Slavonija DI, tehnički opis Končar KET
- [4] D. Karavidović, "Distribucijska mreža i distribuirani izvori zajedno u paralelnom i otočnom pogonu ", CIREĐ Sveti Martin na Muri, 13.-16.05.2012
- [5] "Distributed Generation (DG) Protection Overview", 5/5/2008 University of Western Ontario
- [6] C. S. Chandrakar, B. Dewani, D. Chandrakar "An Assessment of Distributed Generation Islanding Detection Methods", International Journal of Advances in Engineering & Technology, Nov. 2012., Vol. 5, Issue 1, pp. 218-226
- [7] Napredne tehnike zaštite i vođenja razdjelnih mreža s integriranim distribuiranim izvorima