

mr.sc. Marina Čavlović, dipl.ing.el.
HEP-ODS d.o.o. Sektor za tehničke poslove
marina.cavlovic@hep.hr

PROBLEMATIKA OTOČNOG POGONA ELEKTRANE S DIJELOM DISTRIBUCIJSKE MREŽE

SAŽETAK

Integracija distribuiranih izvora u distribucijskoj mreži otvara pitanje otočnog pogona unutar distribucijske mreže, tj. pitanje otočnog pogona elektrane s dijelom distribucijske mreže odvojenim od ostatka sustava. Referat razmatra otočni pogon: od osnova i detekcije otočnog pogona, do problematike vezane uz otočni pogon u distribucijskoj mreži: primjerenost otočnog pogona, asinkroni uklop, automatski ponovni uklop, radovi u mreži, sklopne operacije u mreži, upravljanje mrežom u otočnom pogonu i zaštita u mreži u otočnom pogonu. Referat razmatra pravni okvir za otočni pogon u distribucijskoj mreži, od domaćih propisa do novih EU Mrežnih pravila za priključenje generatora na mrežu.

Zaključak referata je da se na ovom stupnju razvoja distribucijske mreže i pripadajućih propisa nisu stekli uvjeti za uvjetovanje niti za dopuštanje otočnog pogona elektrani s izdvojenim dijelom distribucijske mreže.

Ključne riječi: otočni pogon, kontrolirani otočni pogon, nekontrolirani otočni pogon, detekcija otočnog pogona, zaštita od otočnog pogona, asinkroni uklop

THE PROBLEMATICS OF THE ISLAND OPERATION OF POWER PLANT WITH THE PART OF DISTRIBUTION NETWORK

SUMMARY

The integration of distributed generation in the distribution network raises the question of island operation within the distribution network, ie. the question of the island operation of power plant with part of the distribution network separated from the rest of the power system. The paper considers the island operation: island operation basics and detection of island operation, the issues related to the island operation in the distribution network: the adequacy of isolated operation, asynchronous reclosure, auto-reclosure, switching operations in the network, network management in island operation and protection of the network in island operation. The paper discusses the legal framework for the isolated operation of the distribution system: local regulations and new EU Network Code on Requirements for Grid Connection Applicable to all Generators.

The conclusion of the paper is that at this stage of network development and related regulations there are no grounds to require or to allow island operation of power plant with a part of distribution network.

Key words: island operation, controlled island operation, noncontrolled island operation, island operation detection, island operation protection, out of phase reclosing

1. UVOD

Elektranama priključenim na distribucijsku mrežu HEP-ODS-a nije dopušten otočni pogon (pogon s dijelom distribucijske mreže odvojenim od elektroenergetskog sustava). Stoga elektrane moraju imati primjerenu (djelotvornu) zaštitu od otočnog pogona. Djelotvornost ove zaštite provjerava se tijekom pokusnog rada elektrane.

Pitanje otočnog pogona elektrane postaje aktualno s prvim neuspješnim prepoznavanjem otočnog pogona u pokusnom radu elektrane s mrežom, što je dovelo do zaključka o nedjelotvornosti tadašnje zaštite elektrane od otočnog pogona.

Budući da uobičajeno primjenjivane pasivne zaštite od otočnog pogona nisu djelotvorne u slučaju otočnog pogona u balansu, tj. ako su unutar otoka proizvodnja i potrošnja uravnotežene, a napon i frekvencija su unutar dopuštenih granica, često se postavlja pitanje zašto ne bi bio dopušten otočni pogon „dok je u otoku sve u redu“. U tom kontekstu se insistira i da se dopusti da se elektrana, potaknuta pasivnom zaštitom od otočnog pogona, odvoji od mreže tek nakon što se pojavi osjetni disbalans snage u otoku koji bi potakao pasivnu zaštitu od otočnog pogona na odvajanje elektrane od mreže. Pritom se trajanje takvog balansa, ma koliko dugo ono bilo, ne smatra problemom. Često se spekulira i o gustoći vjerojatnosti nastanka otoka u balansu, a sve u cilju da se izbjegne ugradnja djelotvorne zaštite elektrane od otočnog pogona (aktivne ili hibridne), koja je složenija i skuplja od pasivne zaštite. Pojavljuju se i zahtjevi da operator distribucijskog sustava, umjesto zaštite u elektrani, preuzme obvezu odvajanja elektrane od mreže.

Međutim, pitanje otočnog pogona elektrane znatno je složenije od pitanja zaštite od otočnog pogona. Stav pojedinaca da elektrana treba ostati u otočnom pogonu u kojem su na pragu generatora napon i frekvencija unutar propisanih granica iznimno je opasan, tim više što takva perspektiva obuhvaća samo okolnosti u mreži tijekom kvara, pa otočni pogon u balansu, koji nije povezan s kvarom u mreži, „ne izgleda problematičan“. Takav pristup uobičajeno ne obuhvaća problematiku pogona bez kvara, niti aktivnosti u mreži koje nisu izravno povezane s kvarovima, kao što su održavanje ili promjena uklopnog stanja u mreži. Ipak, čak i iz takve perspektive otvara se pitanje jesu li podešenja zaštite u mreži koja su prilagođena normalnom pogonu mreže djelotvorna i selektivna i tijekom otočnog pogona, u kojem više nema nadređene (krute) mreže kao dominantnog izvora struje kvara, te kako bi (ako bi) zaštita u mreži u otoku djelovala da u otoku dođe do kvara. Pritom je važno percipirati da je mnogo potencijalnih mjesta na kojima je moguće odvojiti otok od sustava. Dok pojedinci kao potencijalna mjesta odvajanja vide samo prekidače u distribucijskoj mreži na koje djeluje zaštita, odvojiti dio mreže u otočni pogon moguće je i na bilo kojoj sklopki u mreži (što je i najčešći slučaj prilikom promjene uklopnog stanja u dubini 10(20) kV mreže u kojoj su prekidači slabo zastupljeni). Načelno, može se reći da je upitna ne samo selektivnost nego i djelotvornost zaštite u mreži u otočnom pogonu.

Složenost problematike otočnog pogona u distribucijskoj radijalnoj mreži, koja većinom po dubini nije ni daljinski doglediva, a čija zaštita nije ni prilagođena otočnom pogonu, iziskuje oprez kako se ishitrenim toleriranjem otočnog pogona ne bi ugrozila mreža, postrojenja korisnika mreže te ugrozili životi.

2. OTOČNI POGON – OSNOVE

Otočni pogon u širem smislu je stabilan pogon dijela mreže odvojenog od ostatka elektroenergetskog sustava. Preduvjet za stabilan pogon mreže, pa tako i dijela mreže, je postojanje stabilnog izvora. Prema [2] otočni pogon je pogonsko stanje proizvodne jedinice u kojem ona može sigurno podnijeti djelomično opterećenje u izdvojenom dijelu elektroenergetskog sustava. Otočni pogon je neovisan pogon cijele mreže ili dijela mreže odvojenog isključenjem od ostatka sustava koji ima barem jednu pojnju točku, tj. proizvodnu jedinicu ili VN pojnju točku, koja predaje energiju u mrežu i radi u režimu regulacije frekvencije i napona [1].

Otočni pogon može nastupiti isključenjem dijela mreže iz slijedećih razloga:

- djelovanjem zaštite u mreži,
- planiranim sklopnim operacijama u mreži,
- pogreškom, tj. neprimjerenim slijedom sklopnih operacija u mreži,
- u slučaju havarije u mreži (npr. prirodna katastrofa, vandalizam/terorizam).

Kao posljedica opisanih mogućih načina nastanka otočnog pogona, otočni pogon može biti:

- otočni pogon dijela mreže u kvaru odvojenog od „zdrave“ mreže,
- otočni pogon „zdravog“ dijela mreže odvojenog od mreže u kvaru,
- otočni pogon „zdravog“ dijela mreže odvojenog od „zdrave“ mreže.

Ideja da u izdvojenom dijelu mreže ne mora doći do prekida opskrbe i da korisnici mreže neće osjetiti prekid napajanja, djeluje optimistično. Stoga se u prvom trenutku čini da je ispomoć elektrane u otočnom pogonu spasonosno rješenje za povećavanje raspoloživosti mreže, posebno značajno u distribucijskoj radijalnoj mreži.

Međutim, tako se čini samo na prvi pogled. Je li uistinu sretna okolnost ostanak elektrane u otočnom pogonu s dijelom mreže u kvaru? Je li uistinu poželjno da elektrana „pouzdana napaja“ dio mreže u otočnom pogonu, ako je taj dio mreže namjerno odvojen od ostatka sustava s ciljem provođenja radova u tom dijelu mreže? Ili namjerno odvojen s ciljem prespajanja (u beznaponskom stanju) na drugi dio mreže?

2.1. Detekcija otočnog pogona - općenito

Sposobnost elektrane za djelotvornu detekciju otočnog pogona je jedna od nužnih sposobnosti svakog distribuiranog izvora u distribucijskoj mreži. Ova tema se intenzivno razmatra u stručnim krugovima na svjetskoj razini. Aktualna je u svijetu već više od četvrt stoljeća, što koincidira s pojavom distribuiranih izvora u distribucijskoj mreži.

Preduvjet za ozbiljno razmatranje pozitivnog doprinosa elektrane otočnom pogonu je da elektrana može sa sigurnošću:

- a) prepoznati (detektirati) da je u otočnom pogonu,
- b) prepoznati treba li ona napajati mrežu u otočnom pogonu (pridonositi stabilnosti otočnog pogona - raditi u režimu regulacije frekvencije i napona) ili se treba odvojiti od mreže.

Neprepoznavanje otočnog pogona, tj. „slučajno“ i „nenamjerno“ napajanje dijela mreže odvojene od ostatka sustava smatra se opasnim stanjem i neprimjerenim pogonom elektrane.

Dakle, čak i kada bi elektrana imala obvezu ostati u otočnom pogonu (uz uvjet da treba (stabilno) napajati mrežu u otočnom pogonu), svaka, pa i takva elektrana, mora imati djelotvorno prepoznavanje (detekciju) otočnog pogona. Hoće li posljedica detekcije otočnog pogona biti nalog za sigurnosno odvajanje elektrane od mreže ili nalog za prijelaz u otočni - regulacijski način rada elektrane u otočnom pogonu, u ovom trenutku nije od presudne važnosti. Važno je prepoznati za svaku elektranu mora imati djelotvornu detekciju otočnog pogona.

Čak i ako u ovom trenutku propisi nisu dovoljno razvijeni da bi omogućili elektrani otočni pogon u distribucijskoj mreži (unatoč činjenici da je ona možda tehnološki već spremna za regulacijski način rada), djelotvorna detekcija otočnog pogona prvi je preduvjet da se jednom, kada se to regulira propisima, elektrani omogući i otočni pogon sa zdravim dijelom mreže.

Rad elektrane u otočnom pogonu nije privilegija, nego odgovorna i složena zadaća. Elektrani koja nema ispunjene nužne preduvjete za otočni pogon (regulacijske sposobnosti i sl.), otočni pogon nije dopušten.

3. PROBLEMATIKA OTOČNOG POGONA

Otočni pogon dijela distribucijske mreže može se promatrati s nekoliko gledišta.

3.1. Primjerenost otočnog pogona

Važno je razlučiti pojam „kontrolirani otočni pogon“ od „nekontroliranog otočnog pogona“ [6]. Kontrolirani otočni pogon je namjerno stabilan pogon zdravog dijela mreže odvojenog od sustava. Otočni pogon se smatra kontroliranim kada je nastupio namjerno, tj. kada je u otoku barem jedna elektrana opremljena primjerenom opremom za upravljanje, regulaciju i zaštitu (elektrana s regulacijom) čime jamči pouzdan i siguran pogon izdvojenog dijela mreže (otoka) kojeg napaja, a koja je detektirala otočni pogon, i po nalogu mjerodavnog operatora sustava prešla u režim regulacije frekvencije i napona te održava okolnosti u otoku unutar propisanih granica, a korisnici u otoku neometano koriste mrežu. Jedini primjereni otočni pogon je kontrolirani otočni pogon. Općenito, kontrolirani otočni pogon je dobrodošla metoda povećanja raspoloživosti napajanja (opskrbe).

Nasuprot tomu, nekontrolirani otočni pogon uzrok je brojnih ozbiljnih problema i kao takav nije primjeren pogon i treba ga se izbjegavati na sve raspoložive načine [6]. Nekontrolirani otočni pogon je

nenamjerni pogon jednog ili više generatora koji napajaju dio konzuma u mreži odvojenoj od ostataka sustava. Čak i u slučaju da otok napaja elektrana s regulacijom (opremljena nužnom opremom za stabilni otočni pogon), otočni pogon smatra se nekontroliranim uvijek kada je nastupio nenamjerno [6]. Nekontrolirani otočni pogon je neprimjereni pogon i smatra se nedopuštenim stanjem.

Za elektrane koje se priključuju na prienosnu mrežu operator prienosnog sustava postavlja uvjete koji, između ostalog, obuhvaćaju [2] obvezne regulacijske sposobnosti elektrane (održavanje frekvencije (primarnu, a neke i sekundarnu, tercijarnu regulaciju), održavanje napona, kompenzacija jalove snage itd.). Nije realno očekivati da se ovaj uvjet izravno preslika i na distribucijsku mrežu. U distribucijskoj mreži je iznimno velik raspon priključnih snaga elektrana (od mikroelektrana priključne snage ispod 1 kW do elektrana priključne snage 10 MW). Nije realno očekivati od mikroelektrana napredne regulacijske mogućnosti, ne samo zato što to dramatično poskupljuje ova najmanja postrojenja, nego i zato što bi potencijalni regulacijski utjecaj mikroelektrana imao vrlo dvojbene doseg. Stoga se niti u dalekoj budućnosti ne očekuje da bi otočni pogon u npr. niskonaponskoj mreži (odvojenoj od ostatka sustava) mogao biti smatran primjerenim.

Općenito elektrana može steći status elektrane s regulacijom koja ima obvezu (i pravo) raditi u otočnom pogonu u dva slučaja:

- sposobnost regulacije frekvencije i napona elektrani je preduvjet za priključenje (obveza elektrane propisana odgovarajućim propisima),
- elektrana ima, iako joj to priključenjem nije uvjetovano, nužne tehničke mogućnosti, te stoga i sposobnosti temeljem kojih ima sklopljen ugovor s mjerodavnim operatorom sustava za pomoćne usluge sustavu, ako je jedna od ugovoreniha usluga i rad u otočnom pogonu.

Trenutno nijedna od ovih opcija nije moguća za elektrane koje se priključuju na distribucijsku mrežu u Hrvatskoj. Iz tog proizlazi da trenutno nema (i neće uskoro biti) elektrana u distribucijskoj mreži kojima je uvjetovan/dopušten otočni pogon. Stoga je svaki otočni pogon distribucijske mreže odvojene od prienosne mreže neprimjereni otočni pogon.

Nadalje, svaki otočni pogon dijela mreže u kvaru odvojenog od sustava je neprimjeren. To znači da je na mrežu u kvaru ostala priključena elektrana koja i unatoč kvaru predaje energiju u mrežu.

Također, ako su u otoku okolnosti u mreži (frekvencija, napon) izvan propisanih vrijednosti, takav otočni pogon je također neprimjeren. Valja prepoznati da je sasvim moguća situacija da napon na sučelju elektrane s mrežom bude unutar propisanih granica (elektrana „vidi“ normalne okolnosti u mreži) dok je napon u dijelovima otoka udaljenim od elektrane znatno izvan granica. Rad svake elektrane u neprimjerenom otočnom pogonu je zabranjen.

Elektrana je u neprimjerenom paralelnom pogonu s izdvojenim dijelom mreže ako je ostala u otočnom pogonu zbog neprimjerene - nedjelotvorne zaštite elektrane, uključivo i neprimjerene - nedjelotvorne zaštite od otočnog pogona. Ovo se stanje smatra kvarom elektrane (pretpostavka je da je nastupio kvar zaštite u elektrani) te se postupa sukladno toj činjenici: elektranu treba isključiti s mreže sve dok ne osmisli nužne korektivne mjere, njih primijeni i funkcionalno ispita uspješnost provedenih korektivnih mjera te u pokusnom radu s mrežom dokaže djelotvornost provedenih korektivnih mjera, tj. djelotvornost zaštite od otočnog pogona.

3.2. Problematika asinkronog uklopa

Povratak otoka (mreže u otočnom pogonu) na ostatak sustava uklapanjem sklopnog uređaja bez provjere sinkronizma je nedopuštena sklopna operacija, jer postoji veliki rizik od asinkronog uklopa.

Asinkroni uklop može prouzročiti velike mehaničke momente i struje koje mogu oštetiti generator ili turbinu [3]. Prijelazne pojave koje pritom nastaju potencijalno su štetne za opremu u mreži i kod korisnika mreže, te za trošila korisnika mreže. Ako asinkroni uklop nastupi na vrhu naponskog vala, stvorit će vrlo ozbiljan kapacitivni sklopni prenapon, pa u blago induktivno opterećenom sustavu nadnapon može doseći iznos čak trostrukog nazivnog napona ($3U_n$) [4]. U brojne rizike koji iz tog proizlaze ubraja se i degradacija električnih komponenti, što je posljedica pomaka napona i frekvencije. Zbog tih razloga iznimno je važno prepoznati (detektirati) otočni pogon brzo i precizno [5].

Uvođenjem naprednih mreža (smart grids), tj. automatike upravljanja u mreži, broj sklopnih operacija u mreži dramatično raste, jer se mijenja kriterij za promjenu uklopnog stanja, od sadašnjeg – osiguravanje samo raspoloživosti mreže, do budućeg – optimiranja pogona i okolnosti u mreži (napona, gubitaka i sl.).

S porastom broja sklopnih operacija, kao i broja mjesta na kojima se prespaja mreža, raste i vjerojatnost za potencijalni asinkroni uklop otoka na ostatak sustava.

3.3. Problematika automatskog ponovnog uklopa

Automatski ponovni uklop (APU) u distribucijskoj mreži s distribuiranim izvorima također može rezultirati asinkronim uklopom. APU sa svojom kratkom beznaponskom pauzom postavlja elektrani vrlo strog zahtjev za brzinu odziva – za djelotvornu detekciju otočnog pogona i odvajanje elektrane od mreže. Da bi potencijalni prolazni kvar uistinu prošao prije ponovnog uklopa, nužno je dostatno vrijeme za gašenje luka na mjestu kvara. HEP-ODS insistira na minimalno 100 ms za gašenje luka (iako iskustva pokazuju da 100 ms može biti nedostatno), što, uz kratku beznaponsku pauzu u trajanju 400 ms, ostavlja elektrani samo 300 ms za pouzdanu detekciju otočnog pogona i odvajanje elektrane od mreže. U najvećem broju slučajeva elektranu će odmah po nastanku kvara djelotvorno odvojiti od mreže njena zaštita od kvara, no, u slučaju zemljospoja u mreži, ako je zaštita generatora na pragu generatora, a generator je u bloku s transformatorom, zaštita generatora neće „vidjeti“ zemljospoj. Tada elektrani tijekom kratke beznaponske pauze preostaje ili detektirati odstupanje napona (čemu pomaže isključenje u mreži zbog prorade zaštite od zemljospoja) ili prepoznati otočni pogon. Iskustvo pokazuje da elektranama, posebice elektranama veće tromosti pogonskog stroja (turbine) (generatori velikih snaga 5-10 MW), ovo može biti ozbiljan izazov. Međutim, prevencija asinkronog uklopa je imperativ i elektrana priključena na radijalnu mrežu mora moći ispuniti ovaj zahtjev.

U slučaju da je elektrana priključena na mrežu koja je u pogonu u petlji, kvar u mreži bit će obostrano isključen u mreži (uz obostrani APU), te će elektrana zbog takvog isključenja ostati radijalno napojena, ali ne u otočnom pogonu. U tom slučaju (nema otočnog pogona) elektrana mora ostati na mreži (proći kroz kvar) nezavisno radi li se o jednopolnom ili trolinarnom APU. Budući da je distribucijska mreža načelno radijalna, ovakva situacija u distribucijskoj mreži načelno nije moguća.

3.4. Problematika radova u mreži

Uobičajeni postupak isključenja mjesta rada u distribucijskoj mreži podrazumijeva odvajanje mjesta rada iz pravca napajanja (pojne TS), a nakon pojave distribuiranih izvora, i obostrano odvajanje. Ovakvim isključenjem, ako je na radijalni krak mreže od mjesta rada do kraja radijalnog kraka priključena elektrana, može nastati otočni pogon. Ukoliko elektrana nema djelotvornu zaštitu od otočnog pogona, pri ponovnom uključenju mjesta rada može doći do asinkronog uklopa, a potencijalno i do stradavanja radnika. Ideja da radnik nakon što provjeri postoji li obostrano napon na mjestu rada, nakon toga, ako postoji napon od strane preostalog radijalnog kraka, odlazi i isključuje na sučelju s mrežom svaku elektranu koja je „zaostala u otočnom pogonu“ je apsurdna, jer na tom radijalnom kraku teoretski mogu biti priključeni desetci, pa i više stotina elektrana, pogotovo na niskom naponu. Čak i da je u otoku postignuta idealna ravnoteža, a mjerene vrijednosti su nazivne (U_n , f_n), to ne mijenja činjenicu da je ovakav otočni pogon neprihvatljivo stanje u mreži i stoga neprimjeren. Da bi se nakon radova u mreži mogao ponovno uspostaviti normalan pogon, s jedne od strana na mjestu rada ne smije biti povratnog napona, jer je u protivnom nedopustivo veliki rizik od asinkronog uklopa. Treba istaknuti da ni u najvišem stupnju automatizacije u distribucijskoj mreži, zbog ekonomskih i tehničkih razloga, neće na svakom potencijalnom mjestu odvajanja mjesta rada u mreži biti postavljen sklopni uređaj s kontrolom sinkronizma, što je preduvjet za uklop u slučaju obostranog povratnog napona.

3.5. Problematika sklopnih operacija u mreži

Sklopne operacije u mreži (npr. prespajanje s jednog na drugi strujni krug, drugo trafopodručje i sl.), bilo da su lokalne ili daljinski vođene, mogu se u radijalnoj mreži provoditi samo ako s jedne od polova sklopnog uređaja nema napona. U protivnom postoji nedopustivo veliki rizik od asinkronog uklopa. Pri ovakvim sklopnim operacijama imperativ je što kraća beznaponska pauza. Ako su u prespajanoj radijalnoj mreži priključene elektrane neophodno je da se sve elektrane u prespajanoj mreži isključe s mreže čim nastupi otočni pogon nakon isklopa, a prije uklopa u novo uklopno stanje. U protivnom je veliki rizik od asinkronog uklopa. Ako u mreži postoje elektrane sa sporom ili nedjelotvornom zaštitom od otočnog pogona, ponovni uklop se mora odgoditi, kako bi se i elektrane s (pre)sporom i nedovoljno djelotvornom zaštitom od otočnog pogona stigle odvojiti. Imperativ postavljen pred dispečera je izvršiti prespajanje u vremenu kraćem od 1,5 sekunde. Tada se ovo prespajanje smatra prolaznim zastojem, a ne prekidom napajanja. Ako se ponovni uklop mora raditi s odgodom, nedjelotvorna (ili spora) zaštita od

otočnog pogona elektrane izravno će utjecati na povećanje neraspoloživosti mreže (i napajanja). Čak i da je u otoku postignuta idealna ravnoteža, a mjerene vrijednosti napona i frekvencije su nazivne, to ne mijenja činjenicu da je ovakav otočni pogon neprihvatljivo stanje u mreži i stoga neprimjeren.

Ovaj problem dobiva posebno značenje uvođenjem automatizirane promjene uklopnog stanja u naprednim mrežama. Napredne mreže podrazumijevaju brze i učestale promjene uklopnog stanja. Postavlja se pitanje koliko bi ove promjene uklopnog stanja morale biti spore (pogotovo u slučaju složenih preklapanja) da se u svakom koraku čeka izvjesno vrijeme da se sve elektrane u okolnoj mreži sigurnosno odvoje prije prespajanja.

Čitava koncepcija naprednog upravljanja mrežom gubi svrhu ako će se svaka sklopna operacija (koje će uvođenjem naprednog upravljanja biti sve učestalije) odvijati s odgodom zbog koje će se sklopna operacija umjesto prolaznog zastoja smatrati prekidom napajanja. Ideja da se asinkroni uklop prevenira blokadom uklopa u slučaju postojanja povratnog napona stoga nije prihvatljiva. Ako ove blokade budu učestale zbog nedjelotvorne zaštite elektrana od otočnog pogona, napredno upravljanje kao koncepcija postat će uzaludno. Na primjer, ako se jedan radijalni krak isključi u pojnoj točki s ciljem da se njegov kraj uklopi na neki drugi strujni krug, ali se taj uklop blokira jer u isključenom radijalnom kraku postoji povratni napon jer je elektrana (ili grupa elektrana) neprimjereno ostala u otočnom pogonu nastaje problem. U tom slučaju taj radijalni krak se ne može zbog istog kriterija (povratni napon) uključiti niti u prethodno uklopno stanje, sve dok se elektrana ne odvoji od mreže. U slučaju da je riječ o grupi elektrana priključenih na NN (koje se nisu uspješno odvojile s mreže u otoku, jer npr. nekoliko elektrana održava balans s potrošnjom u otoku), a čiji prekidači za odvajanje nisu daljinski upravljivi, za okončanje ovog prespajanja moralo bi se odlaziti na teren i nakon traženja koja je (grupa) elektrana „zaostala“ u otočnom pogonu, elektrane ručno isključiti na sučelju s mrežom. Druga je opcija da dispečer bespomoćno čeka da se pojavi osjetni disbalans snage u otoku nakon čega bi se elektrane konačno odvojile od mreže. Sama ideja da bi elektrana mogla „zaostati“ na mreži u otoku implicira da bi se na svaku sklopnu napravu u mreži na kojoj bi se moglo vršiti uklapanje u dubini mreže morao ugraditi barem uređaj za blokiranje uklopa u slučaju postojanja obostranog napona na sklopnom uređaju, što je u distribucijskoj mreži nemoguće provesti.

Činjenica da je tijekom ovakvog neprimjerenog otočnog pogona na pragu elektrane napon unutar propisanih granica (da nije, elektrana bi se odvojila) ne znači da je pritom napon unutar dopuštenih granica i u udaljenoj točki mreže. Ako se uklop otoka na mrežu provodi na takvoj udaljenoj točki mreže, čak i kada (sretnim slučajem) ne bi došlo do asinkronog uklopa, zbog velike razlike iznosa napona koje mogu biti znatno veće i od 20% (što je još uvijek unutar propisanog dopuštenog raspona napona) prilikom uklapanja mogu poteći struje izjednačenja što može imati efekt sličan asinkronom uklopu, te utjecati i na integritet sklopnog uređaja, pogotovo ako se uklop provodio sklopkom, a ne prekidačem.

3.6. Upravljanje mrežom u otočnom pogonu

Sustav upravljanja radijalnom distribucijskom mrežom temelji se na upravljanju pojnim TS temeljem čega se kontroliraju tokovi snaga u mreži. Upravljanje mrežom u otočnom pogonu nije niti predviđeno niti razrađeno, niti su susretna postrojenja u mreži na sučelju s elektranom opremljena na razini nužnoj za upravljanje pojnom točkom. Ako bi se ikad razmatrala mogućnost priključenja elektrane s pravom/obvezom otočnog pogona, razina upravljanja sučeljem u mreži morala bi biti na razini upravljanja pojnom TS (mjerenja, dogledivost u DUC-u), uz dodatne protokole razmjene informacija s elektranom, a mjesto odvajanja u otok moralo bi biti jednoznačno definirano i unaprijed poznato, dok bi pogonske upute za upravljanje mrežom u otoku, kao i za izravnu suradnju s operaterom elektrane, morale obuhvatiti postupanja u svim okolnostima, uključivo i kvar u mreži u otoku (uz uvažavanje ispada/ostanka ostalih elektrana u otočnom pogonu).

Budući da u distribucijskoj mreži najveći broj čvorova nije u sustavu daljinskog vođenja, ne postoji, a nije ni razrađen, mehanizam kontrole održavanja napona u otočnom dijelu mreže, npr. na krajnjim točkama u mreži, unutar dopuštenih granica. Ovaj kontrolni mehanizam trebao bi imati i povratni mehanizam s automatikom prepodešenja postavki reguliranih veličina u elektrani s regulacijom u otočnom pogonu, što dakako još nije niti osmišljeno, a kamoli riješeno.

3.7. Zaštita u mreži u otočnom pogonu

Zaštita u mreži podešena je s ciljem postizanja selektivnosti u normalnom uklopnom stanju mreže u radijalnom pogonu. Zaštita se ne podešava, niti se ispituje primjerenost postojećih podešenja za otočni pogon, zbog toga jer je otočni pogon zabranjen postojećim mrežnim pravilima [2].

Postojeće TS SN/NN u distribucijskoj mreži, kao i SN susretna postrojenja za priključenje elektrane na mrežu, izuzev onih na 35 kV, nisu niti opremljena za eventualni rad elektrane u otočnom pogonu, jer vodna polja prema mreži imaju samo sklopke (nema prekidača, pa ni zaštite), a često nema niti mjerenja struje. Dakle, postojeća primarna oprema u SN postrojenjima u dubini distribucijske mreže nije primjerena za otočni pogon, dok sekundarne opreme (pa tako i zaštite) po dubini SN distribucijske mreže uopće niti nema, jer nije niti potrebna za radijalni pogon mreže bez mogućnosti otočnog pogona.

Zaštita elektrane u radijalnoj mreži podešena je po načelu da se elektrana prva isključuje s mreže u kvaru, čak i prije nego bi se mjesto kvara selektivno obostrano odvojilo (upravo zato što najčešće ne postoji zaštita u vodnim poljima od elektrane prema mreži). Ova logika bila bi neprihvatljiva u slučaju elektrane kojoj bi otočni pogon bio dopušten.

Ako bi se dopustilo priključenje na mrežu elektrane s pravom/obvezom otočnog pogona, njeno susretno postrojenje mora imati razinu složenosti (ugrađene primarne i sekundarne opreme) barem kao pojna TS SN/NN. U tom bi slučaju trebalo, s ciljem održanja selektivnosti/djelotvornosti zaštite u mreži tijekom otočnog pogona, razraditi i mehanizam eventualnog prepodešenja zaštite u slučaju nastanka otočnog pogona, što uključuje i promjene podešenja zaštite zbog priključenja/neraspoloživosti pojedinih elektrana kojima je dopušten otočni pogon (sunčane elektrane noć/dan...), kao i zbog promjene mjesta odvajanja otoka od mreže. Ideja da se jednostavno konstatira da mreža u otoku nema djelotvornu niti selektivnu zaštitu nije prihvatljiva.

4. PRAVNI OKVIR ZA OTOČNI POGON U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Do danas ne postoji pravna osnova po kojoj bi elektrane priključene na distribucijsku mrežu regulirale svoj eventualni status regulacijske elektrane i tako stekle pravo i obvezu otočnog pogona. Također ne postoje niti propisi koji bi regulirali podjelu odgovornosti između regulacijske elektrane i operatora sustava u slučaju eventualne štete u mreži, elektrani ili kod korisnika mreže nastale tijekom otočnog pogona. Ne postoji niti propis kojim bi bilo regulirano eventualno pružanje posebnih usluga distribucijskom sustavu. U nedostatku „domaćih“ propisa ima smisla razmotriti kako je ovo pitanje regulirano na razini Europske unije.

4.1. Propisi Europske unije koji reguliraju problematiku otočnog pogona

U Mrežnim pravilima o uvjetima priključenja generatora na mrežu Europske unije [1], koja su u visokom stupnju dovršenosti, odnosno nalaze se u fazi donošenja, elektrane se klasificiraju po složenosti, tj. po minimalnom opsegu svojih regulacijskih mogućnosti. U tu svrhu se uvodi klasifikacija proizvodnih jedinica po tipovima od A do D, gdje tip A treba ispuniti samo osnovne zahtjeve, dok je tip D najnapredniji i mora ispuniti najsloženije zadatke.

Pod pojmom proizvodna jedinica podrazumijeva se postrojenje za proizvodnju energije, koje je dio elektrane te koje s drugim proizvodnim jedinicama može koristiti zajedničke dijelove elektrane i zajedničku pripremu primarnog energenta, odnosno koristi isti izvor energije, pri čemu proizvodna jedinica proizvodi energiju neovisno o drugim proizvodnim jedinicama elektrane. Pritom se pod pojmom elektrana podrazumijeva samostalno i tehnički cjelovito postrojenje za proizvodnju električne energije, a koje se može sastojati od više proizvodnih jedinica.

Zahtjevi na proizvodne jedinice tipa A su na osnovnoj razini neophodnoj da bi se osigurala mogućnost proizvodnje s ograničenim automatiziranim odzivom i minimalnim upravljanjem operatora sustava. Zahtjevi bi trebali omogućiti da nema velikog gubitka proizvodnje u svim stanjima normalnog pogona sustava, čime se smanjuje pojava kritičnih događaja, te obuhvatiti i zahtjeve potrebne za bazični odziv tijekom kritičnih događaja u sustavu.

Zahtjevima na proizvodne jedinice tipa B uvjetuje se širi raspon automatiziranog dinamičnog odziva s većom otpornošću na pogonske događaje kako bi se omogućilo korištenje tog dinamičnog odziva te viša razina upravljanja od strane operatora sustava i viša razina informacija za iskorištavanje tih mogućnosti. Zahtjevi omogućavaju automatiziran odziv radi ublažavanja utjecaja događaja u sustavu i maksimiranja dinamičnog odziva proizvodnih jedinica na njih.

Zahtjevima na proizvodne jedinice tipa C predviđa se precizan, stabilan i visoko upravljiv dinamični odziv u stvarnom vremenu s ciljem osiguranja osnovnih pomoćnih usluga kako bi se osigurala sigurnost opskrbe. Zahtjevi trebaju obuhvatiti sva pogonska stanja sustava i pripadajuću detaljnu

specifikaciju međudjelovanja zahtjeva, funkcija, upravljanja i informacija za korištenje tih mogućnosti i osiguravanje odziva u realnom vremenu nužnog za izbjegavanje problematičnih događaja u sustavu, upravljanje događajima i primjeren odziv na njih. Zahtjevima treba uvjetovati dostatnu sposobnost proizvodnih jedinica za odziv i u situacijama normalnog pogona sustava i u situacijama s poremećenim pogonom sustava. Također treba uvjetovati opseg informacija i upravljanja potreban za korištenje proizvodnje u različitim situacijama. Tek se jedinicama na razini složenosti tipa C uvjetuje sposobnost rada u otočnom pogonu.

Najsloženiji zahtjevi su na proizvodne jedinice tipa D, a karakteristični su za elektrane priključene na VN (110 kV i više) s utjecajem na upravljanje i pogon cijelog sustava. Zahtjevima treba osigurati stabilan rad međusobno povezanog sustava i omogućiti korištenje pomoćnih usluga elektrana diljem Europe.

Tablica 1: Maksimalne granične snage za proizvodne jedinice tipa B, C i D

Sinkrona područja	Maksimalna granična snaga iznad koje proizvodna jedinica pripada:		
	Tipu B	Tipu C	Tipu D
1	2	3	4
Kontinentalna Europa	1 MW	50 MW	75 MW
Velika Britanija	1 MW	50 MW	75 MW
Skandinavija	1,5 MW	10 MW	30 MW
Baltičke zemlje	0,5 MW	10 MW	15 MW
Irska i Sjeverna Irska	0,1 MW	5 MW	10 MW

Napomena: pod „snaga“ se u ovoj klasifikaciji podrazumijeva nazivna snaga na pragu proizvodne jedinice, tj. nazivna snaga proizvodnje proizvodne jedinice umanjena za njenu vlastitu potrošnju.

Prema tablici 1 definiraju se rasponi snaga za slijedeće kategorije važnosti/složenosti proizvodnih jedinica: proizvodne jedinice tipa A: od 0,8 kW do granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 2; proizvodne jedinice tipa B: od granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 2, do granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 3; proizvodne jedinice tipa C: od granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 3, do granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 4; proizvodne jedinice tipa D: od granice koja mora biti manja ili jednaka iznosu u stupcu 4.

U tablici 1 su dane maksimalne granične snage propisane za pojedine regije u EU, a unutar ovih graničnih snaga operator prijenosnog sustava u svakoj zemlji članici donosi prijedloge graničnih snaga za tu zemlju članicu. Prijedlozi granične snage ne smiju prekoračiti iznose maksimalnih graničnih snaga u tablici 1. Prijedlozi graničnih snaga za proizvodne jedinice tipa B, C i D podliježu odobrenju nadležnog regulatornog tijela (u RH to je HERA).

Dakle, najblaži uvjeti koje bi morale ispuniti proizvodne jedinice za kontinentalnu Europu (što se odnosi i na Hrvatsku) bi iznosili:

- Proizvodne jedinice tipa A: 0,8 kW do (uključivo) 1 MW
- Proizvodne jedinice tipa B: od 1 MW do (uključivo) 50 MW
- Proizvodne jedinice tipa C: od 50 MW do (uključivo) 75 MW (ima obvezu otočnog pogona)
- Proizvodne jedinice tipa D: iznad 75 MW (ima obvezu otočnog pogona)

Prema [1] „nadležni operator prijenosnog sustava“ može, uz odobrenje regulatora, donijeti i strože granice, dakle, može se npr. granica za proizvodnu jedinicu tipa C pomaknuti i na manji iznos, ali čak da taj iznos bude i 5 puta stroži (manji) od preporučenog, on bi i tada iznosio 10 MW po svakoj proizvodnoj jedinici. Pritom treba uvažiti da se često, posebice u slučaju obnovljivih izvora, elektrane sastoje od više proizvodnih jedinica (izmjenjivača (za SE), vjetroagregata, hidroagregata i sl.). Po važećim Mrežnim pravilima [2] gornja granica priključne snage elektrane (dakle, svih proizvodnih jedinica koje čine jednu elektranu) na distribucijsku mrežu je upravo 10 MW – dakle (uz pretpostavku da se ne radi o elektrani za vlastite potrebe) ni kada budu zaživjela nova pravila na razini EU [1], ne predviđa se mogućnost da se na distribucijsku mrežu u Hrvatskoj priključuju elektrane koje bi smjele (tj. morale moći) biti u otočnom pogonu.

Iz opisane klasifikacije razvidno je da bi najveća moguća složenost proizvodnih jedinica koje se

priključuju na distribucijsku mrežu u RH (priključne snage do 10 MW) bila na razini tipa B, dakle, nijedna od tih elektrana ne bi morala biti u mogućnosti pružati posebne usluge sustavu, pa tako niti rad u otočnom pogonu. Takva elektrana samo treba imati širi raspon automatiziranog dinamičnog odziva s većom otpornošću na pogonske događaje te višu razinu upravljanja od strane operatora sustava i višu razinu informacija za iskorištavanje tih mogućnosti, te omogućiti automatiziran odziv radi ublažavanja utjecaja događaja u sustavu („u sustavu“ podrazumijeva da se ne radi o otočnom pogonu dijela sustava) i maksimalnog iskorištenja dinamičnog odziva proizvodnih jedinica na događaje u sustavu.

Ako se uvaži da je temeljna svrha Mrežnih pravila o uvjetima priključenja generatora na mrežu [1], osigurati stabilnost pogona elektroenergetskog sustava Europske unije u okruženju sve intenzivnije integracije distribuirane proizvodnje, tj. stabilnost energetske unije na razini EU, očito je da je ovaj akt nastao s ciljem sustavnog, reguliranog i transparentnog prebacivanja dijela odgovornosti i distribuiranim izvorima za utjecaj integracije distribuiranih izvora na elektroenergetski sustav. Postavljanjem minimalnih zahtjeva koje mjerodavni operator u pojedinoj zemlji članici ima pravo nametnuti svakom generatoru (dakle, elektrani), jasno je da se propisima pojedine zemlje članice može dati šansa za zahtjevniji pogon i elektranama manje priključne snage. Stroži zahtjevi znače bitno složenije i skuplje postrojenje elektrane, te je velika vjerojatnost da će se interesne skupine i predstavnici distribuiranih izvora intenzivno zalagati da se u svakoj zemlji članici EU donesu najblaži mogući zahtjevi elektranama. Iz istih je razloga mala vjerojatnost da će pojedini investitori pokazati interes za samoinicijativno ispunjavanje tih strožih uvjeta.

Za razliku od obveza elektrana tipa A i B, elektrane tipa C imaju znatno više obvezujućih uvjeta koje moraju ispuniti (brojne obvezne regulacijske sposobnosti, definirane ne samo opsegom, nego i uvjetovanom brzinom odziva, kao i regulacijskim dijagramom), stabilnost pogona elektrane i tijekom poremećaja u sustavu, te brzina, postojanost i pouzdanost odziva na poremećaj. Uvjeti koje mora ispuniti proizvodna jedinica tipa C, a koji su izravno povezani sa sposobnosti elektrane za rad u otočnom pogonu, između ostalog, uključuju i:

- a) Proizvodne jedinice moraju biti sposobne sudjelovati u otočnom pogonu ako to zatraži mjerodavni operator sustava u koordinaciji s mjerodavnim operatorom prijenosnog sustava:
 - granice dopuštene frekvencije za otočni pogon su iste kao za normalni pogon, uz uvažavanje svih obveza elektrane, uključivo i nužnog odziva elektrane primarnom regulacijom (regulacija frekvencije promjenom radne snage po zadanom regulacijskom dijagramu),
 - granice dopuštenog napona za otočni pogon su iste kao za normalni pogon, uz uvažavanje da elektrana mora uz propisanu primarnu regulaciju biti sposobna održavati i napon unutar zadanih granica (ove granice mjerodavni operator sustava može po potrebi mijenjati).
- b) Proizvodne jedinice moraju biti sposobne tijekom otočnog raditi u FSM režimu, tj. u frekvencijski osjetljivom režimu, po točno određenim pravilima, u kojem promjene izlazne radne snage zbog promjene frekvencije u otoku moraju biti takve da se pomogne postići ciljani, odnosno zadani, iznos frekvencije, stavljajući na raspolaganje puni raspoloživi raspon proizvodnje snage od tehničkog minimuma do nazivne snage agregata.
U slučaju viška proizvodnje, proizvodna jedinica mora biti sposobna reducirati izraznu radnu snagu sa zatečene radne točke na bilo koju radnu točku unutar P-Q dijagrama. U tom smislu proizvodna jedinica mora biti sposobna reducirati izraznu radnu snagu što je to više tehnički moguće, a minimalno na 55% nazivne izlazne snage.
- c) Metoda prepoznavanja nastanka otočnog pogona mora biti dogovorena između vlasnika elektrane i mjerodavnog operatora sustava u koordinaciji s mjerodavnim operatorom prijenosnog sustava. Dogovorena metoda detekcije ne smije se temeljiti samo na signalima položaja sklopnih uređaja u mreži.
- d) Proizvodne jedinice moraju biti sposobne raditi tijekom otočnog pogona u LFSM-O i LFSM-U po propisanom regulacijskom dijagramu. LFSM-O je frekvencijski osjetljiv režim s limitom nadfrekvencije u kojem proizvodna jedinica reducira izlaznu snagu kao odgovor na promjenu frekvencije u otoku iznad određenog limita, tj. zadanog iznosa nadfrekvencije, dok je LFSM-U frekvencijski osjetljiv režim s limitom podfrekvencije u kojem proizvodna jedinica povećava izlaznu snagu kao odgovor na promjenu frekvencije u otoku ispod određenog limita, tj. zadanog iznosa podfrekvencije.

5. ŠTO BI BILO KAD BI BILO - NUŽNI ZAHVATI ZA OMOGUĆAVANJE OTOČNOG POGONA DIJELA DISTRIBUCIJSKE MREŽE

U ovome trenutku teško je sagledati opseg svih zahvata u primarnom i sekundarnom postrojenju u distribucijskoj mreži nužnih za otočni pogon elektrane s mrežom. Stoga se ovdje donosi samo par

ilustrativnih naznaka nužnih zahvata. Kada bi otočni pogon s dijelom distribucijske mreže za elektrane priključene na distribucijsku mrežu bio dopušten, bilo bi nužno, između ostalog, provesti najmanje jednu od slijedećih sigurnosnih mjera u cilju sprečavanja asinkronog uklopa:

- Ugraditi uređaj za provjeru sinkronizma na sve sklopne uređaje u mreži na kojoj bi moglo doći do asinkronog uklopa (nedostatak: preskupo, a na nekim sklopnim uređajima i nemoguće).
- Ugraditi kontrolu postojanja povratnog napona na sklopnom uređaju u mreži koja bi, u slučaju da povratni napon postoji, blokirala asinkroni uklop. Na ovaj način se gubi koncepcija APU-a (pogotovo brzog), kao i glatke i brze promjene uklopnog stanja koju donose napredne mreže – pada koncepcija naprednih mreža.
- Uvesti pravilo da se prije ponovnog uklopa otoka na ostatak sustava moraju prvo (automatskim nalogom) isključiti sve elektrane iz otoka, što tjera elektrane na naknadno isključenje s mreže i znatno usporava ponovnu uspostavu mreže – pada koncepcija naprednih mreža.
- Promijeniti koncepciju distribucijske mreže i npr. uvesti pravilo da je 35 kV mreža u pogonu u petlji i tada uvjetovati da sve elektrane koje se priključuju na 35 kV moraju biti elektrane s regulacijom. To znači „spuštanje“ zahtjevnih prijenosnih zakonitosti složenosti vođenja mreže i zahtjeva na priključenje na mrežu s prijenosne razine na najvišu distribucijsku naponsku razinu (35 kV). Tada bi svi sklopni uređaji u 35 kV mreži morali imati i uređaj za provjeru sinkronizma, a otočni pogon izdvojenog dijela 10(20) kV i pripadajuće NN mreže bio bi zabranjen. Ovo izgleda kao jedna od realnih opcija za slijedeći stadij razvoja distribucijske mreže bogate distribuiranim izvorima. Međutim, radi se o dramatičnom zaokretu u koncepciji pogona distribucijske mreže i iznimno zahtjevnom iskoraku za koji se po skromnom mišljenju autora još nisu stekli uvjeti u Hrvatskoj.

6. ZAKLJUČAK

Na trenutnom stupnju razvoja distribucijske mreže i propisa koji reguliraju pogon elektrana i distribucijske mreže niti u RH, niti prema propisima EU, otočni pogon elektrane priključene na distribucijsku mrežu nije dopušten. Da bi elektrana stekla pravo i mogla ispuniti složenu obvezu otočnog pogona, morala bi zadovoljiti brojne dodatne zahtjeve koji poskupljuju postrojenje i pogon elektrane. To načelno nije u interesu vlasnicima elektrana priključne snage do 10 MW, što je gornja granica za priključenje na distribucijsku mrežu. Nadalje, ni distribucijska mreža nije prilagođena za otočni pogon s elektranom priključenom na distribucijsku mrežu. Eventualni zahvati nužni za prilagodbu mreže (prilagodba primarne i sekundarne opreme, načina vođenja mreže i zaštite u mreži) iziskuju strateški zaokret u poimanju distribucijske mreže, uz goleme troškove i relativno dugo vrijeme za prilagodbu, za što se još nisu stekli uvjeti.

Iznimno, ima smisla razmotriti mogućnost ispomoći elektrana (priključenih na distribucijsku mrežu koje su sposobne za izolirani pogon, te imaju izvjesne regulacijske sposobnosti) u havarijskim stanjima (prirodne nepogode, teroristički napadi i sl.), te u tim specifičnim uvjetima dopustiti otočni pogon elektrane s dijelom distribucijske mreže, unatoč poznatim znatnim rizicima otočnog pogona u mreži neprilagođenoj takvom pogonu.

Prema dosadašnjim iskustvima, investitori elektrana koje se priključuju na distribucijsku mrežu imaju interes ugraditi što jednostavnije i jeftinije postrojenje, tim više što iznos naknade za otkup proizvedene energije ne ovisi o složenosti postrojenja, niti o njegovim regulacijskim mogućnostima. Dakle, ne očekuje se veliki interes investitora za insistiranje na složenijim regulacijskim mogućnostima elektrane od minimalnih koji su uvjetovani propisima. Ukoliko bi se ipak pojavio interes investitora za priključenjem elektrane koja bi ispunjavala uvjete nametnute tipu C (nakon stupanja na snagu [1] i potvrdi važenja ovog propisa i u RH), i imao interes ispunjavati složenu i ozbiljnu zadaću otočnog pogona, autor ne vidi izravne tehničke prepreke za priključenje takve elektrane na distribucijsku mrežu. Međutim, bilo bi potrebno provesti znatne zahvate na stvaranju uvjeta u mreži da bi se ona prilagodila novom načinu pogona. Nužni postupci, koje bi trebao provesti operator distribucijskog sustava, za davanje uvjeta (regulacijski dijagrami i sl.), ispitivanje istih, kao i nužna promjena načina vođenja, održavanja i pogona distribucijskog sustava, predstavljaju velike izazove. S ovim izazovima se operator distribucijskog sustava tek treba suočiti, a na njih će biti spreman odgovoriti tek nakon brojnih internih promjena, kako organizacijskih, tako i u novom profilu stručnjaka, koje zbog svog opsega traže i vrijeme i sredstva, na što će operator biti potaknut tek donošenjem pripadajuće regulative koja se u ovom trenutku još ne sagledava.

Sukladno opisanom, za elektroenergetsku mrežu u Hrvatskoj moglo bi se reći da je otočni pogon u RH neovisan pogon cijele mreže ili dijela mreže odvojenog isključenjem od ostatka sustava koji ima

barem jednu poenu točku, tj. proizvodnu jedinicu koja radi u režimu regulacije frekvencije i napona [2] i priključena je na prijenosnu mrežu. Dakle, za sada je otočni pogon u Hrvatskoj pogon dijela prijenosne mreže na kojeg je priključena minimalno jedna elektrana s pripadajućom podređenom distribucijskom mrežom odvojenog od ostatka (prijenosnog) sustava. Otočni pogon dijela distribucijske mreže odvojen od ostataka sustava ne smatra se otočnim pogonom (u smislu mogućeg i dopuštenog načina pogona), nego dijelom distribucijske mreže koji je ostao bez napajanja.

Zaključno, na ovom stupnju razvoja distribucijske mreže i pripadajućih propisa, nisu se stekli uvjeti niti za uvjetovanje niti za dopuštanje otočnog pogona elektrani s izdvojenim dijelom distribucijske mreže.

5. LITERATURA

- [1] Network Code on Requirements for Grid Connection Applicable to all Generators (RfG), final draft, EUROPEAN COMMISSION, Brussels, XXX [...](2015) XXX
- [2] Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN, br. 36/06)
- [3] IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources into Electric Power Systems, IEEE Standard 1547TM, June 2003.
- [4] R. A. Walling, and N. W. Miller, "Distributed generation islanding implications on power system dynamic performance," IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, vol.1, pp. 92-96, 2002.
- [5] C. Sh. 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
- [6] M. Bollen, F. Hassan, „Integration of distributed generation in the power system“, IEEE Press, A John Wiley&sons.inc., Hoboken, New Jersey, 2011.