

ZNAČAJ PRIMJENE DIGITALNIH MODELA I EU REGULATIVA PRILIKOM PLANIRANJA RADA PROIZVODNIH ELEKTROENERGETSKIH OBJEKATA ZASNOVANIH NA OIE /THE SIGNIFICANCE OF UTILIZING DIGITAL MODELS AND EU REGULATIONS IN THE PLANNING OF RENEWABLE ENERGY-BASED ELECTRIC POWER GENERATION FACILITIES

Saša Đekić¹

¹ Internacionalni univerzitet Travnik, Aleja konzula – Meljanac bb, 72270 Travnik, BiH,
e-mail: sasa.djekic@iu-travnik.com

UDK / UDC 621.311.243.98:004.4(4)

Stručni članak

Sažetak

Značaj primene digitalnih modela prilikom planiranja rada proizvodnih elektroenergetskih objekata zasnovanih na obnovljivim izvorima energije je od izuzetne važnosti, posebno u kontekstu pridržavanja međunarodnim obavezama zemalja Jugoistočne Evrope u sektoru energetike, koje su uglavnom sadržane u odredbama Ugovora o uspostavljanju Energetske zajednice. Vlade u regionu Jugoistočne Evrope teže decentralizaciji proizvodnje u energetske sektoru podsticanjem izgradnje proizvodnih elektroenergetskih objekata baziranih na obnovljivim izvorima energije, kao i podsticanjem građana da proizvode električnu energiju. Veliki broj ovakvih proizvodnih objekata je povezan sa elektroenergetskom distributivnom mrežom, poznatim kao distribuirani generatori (DG). Cilj predmetnog rada jeste ukazati na značaj primjene digitalnih modela i specijalizovanih softverskih paketa namjenjenih za proračune i simulacije u elektroenergetskom sistemu (EES) kao i decidan primjene EU regulativa vezanih za priključenje proizvodnih objekata u Bosni i Hercegovini (BiH).

Ključne riječi: elektroenergetski sistem, distribuirani generatori, OIE

Abstract

The significance of applying digital models in the planning of operation for manufacturing electro-energy objects based on renewable energy sources is of paramount importance, especially in the context of compliance with the international obligations of Southeast European countries in the energy sector, which are largely contained in the provisions of the Treaty establishing the Energy Community. Governments in the Southeast European region aim for the decentralization of production in the energy sector by encouraging the construction of electro-energy production facilities based on renewable energy sources and power plants, as well as by promoting citizen energy generation. A large number of such production facilities are connected to the electro-energy distribution grid, known as distributed generators (DG). The aim of this paper is to highlight the significance of employing digital models and specialized software packages designed for calculations and simulations in the power system (EES), as well as the specific application of EU regulations related to the connection of generation facilities in Bosnia and Herzegovina (BiH).

Key words: Power system, distributed generators, RES

JEL Code: O13

UVOD

Zahtjevi EU i međunarodne obaveze zemalja Jugoistočne Evrope u području energetskog sektora sadržane su u najvećoj mjeri u odredbama Ugovora o uspostavljanju Energetske zajednice. Kreiranje stabilnog i jedinstvenog regulatornog okvira i tržišnog prostora koje osigurava pouzdano snabdjevanje električnom energijom postiže se postepenim preuzimanjem ACQUIS-a EU, odnosno implementacijom odgovarajućih direktiva i uredbi EU iz područja električne energije, zaštite životne sredine, obnovljivih energetske resursa i statistike. Sa druge strane, Vlade u regionu Jugoistočne Evrope pokušavaju da decentralizuju proizvodnju u energetskom sektoru podsticanjem izgradnje proizvodnih elektroenergetskih objekata baziranih na obnovljivim izvorima energije i elektrana i podsticanjem građana da proizvode električnu energiju. Najveći broj ovakvih proizvodnih objekata priključuje se na elektroenergetsku distributivnu mrežu, tzv. distributivni generatori. U ovu kategoriju spadaju male hidroelektrane (MHE), fotonaponski izvori (PV), vjetroelektrane (VE) i elektrane na biomasu. U skladu sa navedenim stvara se opravdana zabrinutost zbog povratnih tokova električne energije kroz niskonaponske vodove (NNV) EDM i takođe kroz distributivne transformatore (DTR). Posebno, pošto u BiH nisu definisana ograničenja dozvoljene instalisane snage PV kapaciteta u odnosu na maksimalne snage po NNV i DTR. Takođe zabrinjava što se, u takvim okolnostima, broj i snaga proizvodnih modula priključenih na mrežu ubrzano povećava a primjena ispred navedenih normi i standarda kao i uvažavanje iskustava nastalih iz rada Operatora distributivnog sistema (ODS) u drugim zemljama, studijskim analizama i naučnim radovima ne primjenjuju ili barem nisu očigledna uvidom u primjene. O razmjerama intenziviranja priključenja OIE na EDM najbolje svjedoči podatak da je u trenutku kada je na mrežu ODS Javno preduzeće Elektroprivreda Bosne i Hercegovine D.D. – Sarajevo (EPBiH) priključeno 181,89MW ukupne snage MHE kao i 17MW PV, snaga budućih proizvodnih objekata za koje je izdata dozvola za priključenje na mrežu ODS iznosi 199,57MW PV a snaga željenih proizvodnih objekata za koje su podneseni zahtjevi za izdavanje dozvole za priključenje iznosi 450,74MW PV [1]. Takođe, Matični Holding “Elektroprivreda Republike Srpske” MP a.d. Trebinje (ERS) u okviru projekta Program energetske održivosti za domaćinstava i privredu [2] raspisala je javni poziv za kandidaturu 50 000 domaćinstava, što čini oko 10% krajnjih korisnika navedenog elektroprivrednog preduzeća, koja bi na krovovima instalirali male PV snage 3 do 7 kW i stekli status kupca-proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije. Ukupno posmatrajući potencijale BiH, hidroelektrane imaju potencijalni kapacitet od 22.050 GWh, dok je BiH pokazala jedan od najvećih potencijala za implementaciju solarnih elektrana među svim balkanskim zemljama. [3] Maksimalno opterećenje elektroenergetskog sistema (EES) BiH od 1.893 MW zabilježeno je u januaru 2022. godine, a istorijski maksimum od 2.207 MW 31. decembra 2014. godine. Nasuprot tome, minimalno opterećenje od 678 MW zabilježeno je u junu 2022. godine. U takvim okolnostima, u očekivanim uslovima rada elektrodistributivne mreže sa

velikim brojem distribuiranih generatora povezanih disperzivno na EDM, treba osigurati da proizvodni moduli u svakom sinhronom području međusobno povezanog sistema ostanu priključeni na sistem za definisane raspone napona i frekvencije. To je nužno jer bi, unutar sinhronog područja, promjena frekvencije u jednoj državi članici odmah uticala na frekvenciju i potencijalno ugrozila funkcionalnost proizvodnje u drugim državama sinhronog područja. Siguran pogon sistema moguć je samo ako postoji bliska saradnja proizvođača i operatora sistema.

1. PREGLED POSTOJEĆE ZAKONSKE I PODZAKONSKE REGULATIVE

Poštujući zahtjeve Energetske zajednice, 12. januara 2018. godine "Stalna grupa visokog nivoa" usvojila je odluke koje uključuju norme i standarde za povezivanje elektrana u EES u akte Energetske zajednice o električnoj energiji, to jest Uredbu Komisije (EU) 2016/631, Uredbu Komisije (EU) 2016/1388 i Uredbu Komisije (EU) 2016/1447. Uredbom (EU) 2016/631 definisana je obaveza generatora da zadovolje zahtjeve vezane za stabilnost rada pri propadu napona tokom simetričnih i nesimetričnih kratkih spojeva u sistemu kao i obavezu generatora da zadovolje dodatne zahtjeve u pogledu naponske stabilnosti propisane za frekventno osjetljivi režim rada, odnosno učešće u primarnoj regulaciji frekvencije. Državna regulatorna komisija za električnu energiju BiH (DERK) je 15. decembra 2021. godine donijela Odluku o odobravanju i primjeni Mrežnog kodeksa. Inoviranim tekstom provedeni su svi zahtjevi pravila EU-a za rad mreža u vezi priključenja elektrana prilagođeni pravnom okviru Energetske zajednice, odnosno odlukama „Stalne grupe na visokom nivou“ i uredbi Evropske Komisije (EU) 2016/631, 2016/1388 i 2016/1447, te su na taj način uvršteni u pravnu regulativu BiH. Mrežni kodeks i Pravilnik o priključku definišu postupak izdavanja uslova povezivanja na prenosnu mrežu, 110kV, 220kV i 400kV, u nadležnosti Operatora prenosnog sistema (OPS). Mrežni kodeks strogo zahtjeva provjeru stabilnosti proizvodnih modula i ispunjavanje uslova prolaska proizvodnih modula kroz stanje kvara na mreži. Provjera usaglašenosti rada tokom probnog rada novih proizvodnih objekata sa odredbama Mrežnog kodeksa i ENTSO-E Network Code vrši se prema usvojenom dokumentu Testiranje usaglašenosti rada proizvodnih objekata. Dakle, nesporna je provjera ispunjavanja uslova stabilnosti rada proizvodnih modula koji se povezuju na mrežu u nadležnosti OPS, na naponima većim od uključivo 110kV. Međutim, sporna je primjena navedenih zahtjeva za proizvodne module koji se priključuju na elektrodistributivnu mrežu (EDM).

Polazeći od sledećeg, BiH je država koja se sastoji od tri upravne jedinice i to dva entiteta: Republike Srpske (RS) i Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH) te Brčko Distrikta. Energetski sektor je u nadležnosti Entiteta. U Bosni i Hercegovini postoji jedinstvena kompanija Elektroprenos BiH, što znači jedinstveni OPS. Na drugoj strani, djelatnost Operatora distributivnog sistema (ODS) obavlja osam registrovanih subjekata: EPBiH, Javno preduzeće "Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne" DD Mostar (EPHZHB), Elektrodistribucija Javno preduzeće "Komunalno Brčko" d.o.o. Brčko (EDBD) i pet nezavisnih ODS u sastavu vertikalno integrisane kompanije ERS. Zbog toga, moraju se pojedinačno razmotriti zakonske osnove za primjenu zahtjeva vezanih za stabilnost rada proizvodnih modula, kao i primjena istih u praksi za sve pojedinačne ODS.

U FBiH, kao što je ispred navedeno, postoje dva ODS unutar elektroprivrednih kompanija EPBiH i EPHZHB. Priključenje proizvodnih objekata na mrežu ODS u FBiH vrši se prema dokumentu Mrežna pravila distribucije Operatora distributivnog sistema Javno preduzeće Elektroprivreda Bosne i Hercegovine D.D. – Sarajevo za ODS EPBiH iz 2018., odnosno prema dokumentu Mrežna pravila distribucije Operatora distributivnog sistema Javnog poduzeća "Elektroprivreda Hrvatske zajednice Herceg Bosne" dioničko društvo Mostar za ODS EPHZHB iz 2017. Ni jedan od ovih dokumenata nije usklađen sa zahtevima Uredbe (EU) 2016/13, pa tako ni sa uslovima vezanim za stabilnost rada proizvodnih modula. Dakle, ne postoje zakonske obaveze koje nameću provjere uslova vezanih za stabilnost rada proizvodnih modula.

U Brčko Distriktu, kao zasebnoj upravnoj jedinici, priključenje proizvodnih modula na elektrodistributivnu mrežu vrši se prema dokumentu Distributivna mrežna pravila iz 2011., odobrenom od strane DERK, Odlukom o odobrenju distributivnih mrežnih pravila, koji nije usklađen sa zahtevima Uredbe (EU) 2016/13, pa tako ni sa uslovima vezanim za stabilnost rada proizvodnih modula.

U Entitetu Republika Srpska, kao što je prethodno navedeno, registrovano je pet ODS koji posluju u okviru vertikalno integrisane elektroprivredne kompanije ERS. U svih pet ODS priključenje proizvodnih objekata na elektrodistributivnu mrežu vrši prema Pravilniku o uslovima za priključenje elektrana na elektrodistributivnu mrežu Republike Srpske iz 2022. Navedeni Pravilnik usklađen je sa zahtjevima Uredbe (EU) 2016/13 koji se odnose na zahtjeve u pogledu osposobljenosti elektrane za stabilan rad pri kratkim spojevima u elektroenergetskom sistemu i uslovima stabilnosti rada elektrane. Dakle, postoje jasne zakonske predispozicije i obaveze za primjenom zahtjeve vezanih za stabilnost rada pri propadu napona tokom simetričnih i nesimetričnih kratkih spojeva u sistemu u Entitetu Republika Srpska. Međutim, i pored postojanja zakonske predispozicije i obaveze provjere kriterijuma koji se odnose na stabilnost rada DG na EDM u u prethodnom periodu, Pravilnik iz 2014. bio je u predmetnom dijelu usklađen sa odredbama ENTSO-E Network Code, primjena istog u praksi ostala je upitna

2. PRIKAZ MODELA ZA POTREBE PRORAČUNA STABILNOSTI DG

Na osnovu dugogodišnjeg prethodnog iskustva u predmetnoj oblasti i uvida u stanje sa primjenom i mogućnostima provođenja provjere osnovnih i proširenih tehničkih kriterijuma potrebnih prilikom ispitivanja mogućnosti priključenja elektrana na elektrodistributivnu mrežu, i funkcionalnih zahtjeva koji se postavljaju kao preduslov koji elektrana mora biti sposobna postići pri paralelnom radu sa elektrodistributivnom mrežom, autor predmetnog rada prepoznao je provjeru i dokazivanje uslova tranzijentne stabilnosti kao najkritičniji sa aspekta primjene standardnog korisnika, elektrodistributivnog preduzeća - kojima je zakonom povjeren predmetni posao.

Elektrodistributivna mreža je glomazna, radijalno razgranata sa često nedovoljno prikupljenim ili najmanje ažuriranim bazama tehničkih podataka. Ovo ne samo otežava nego i djeluje obeshrabrujuće obrađivačima uslova priključenja DG da se sa potrebnim nivoom detaljnosti upuste u modelovanje kakvo zahtjeva kriterijum provjere rada DG na nekom određenom području.

Koncept zamjene elementa EES ili cijelog sistema modelom podrazumijeva manje ili više pojednostavljeni reprezent tog elementa ili sistema koja je prikladna za simulaciju raznih pojava koje se dešavaju na tom elementu ili u sistemu. Postoje matematički i fizički modeli. Matematički modeli koriste matematičke relacije ili jednačine za opisivanje pojava, sa ciljem da što vjernije odraze situaciju na objektima koji se proučavaju. Fizički model, doslovno, predstavlja smanjeni prikaz stvarnog objekta ili sistema, pri čemu je bitno da model zadrži identičnu vezu između pojedinačnih dijelova objekta, odnosno sistema, kao što je to slučaj u stvarnosti. Drugim riječima, neophodno je očuvati visok stepen sličnosti između modela i stvarnog objekta, odnosno sistema.

U elektroenergetskim sistemima (EES), ranije su se široko koristili fizički modeli, naročito mrežni analizatori, prije nego što su kompjuterske simulacije definitivno preuzele primat. Kod analizatora namjenjenih za istraživanje stacionarnih stanja, vodovi se ekvivalentiraju odgovarajućim impedansama, generatori se predstavljaju kao izvori stalne snage, a potrošači kao kombinacija R-L-C elemenata. Nešto složeniji model je mikromreža ili dinamički model. Za razliku od mrežnog analizatora, kod mikromreže se generatori modeluju malim mašinama, gde se izlazna snaga može mijenjati dodavanjem ili oduzimanjem obrtnih masa, što mijenja i moment inercije. Ovaj model je pogodan za analizu prelaznih procesa, posebno tranzijentne stabilnosti. Fizički modeli su, stoga, analogni modeli koji imaju direktnu fizičku sličnost sa objektima.

Univerzalni modeli koji bi bili primenljivi za sve klase pojava ne postoje. Iako je težnja da se postave što generalniji modeli, većina modela je orijentisana prema određenom problemu. Na primjer, na pojedinim naponskim nivoima koriste se različiti modeli nadzemnih vodova, s obzirom na to da su pojedine pojave i procesi različito izraženi i nisu podjednako važni. Generalno se može konstatovati da postoje manje ili više tačni modeli, prilagođeni određenom problemu. Modeli omogućavaju dolazak do saznanja koja se teško mogu dobiti samim posmatranjem objekta ili sistema, na primjer, istraživanja struja kratkih spojeva koje se teško mogu eksperimentalno izvesti u praksi.

Modeli u EES-u mogu biti klasifikovani na različite načine. Na primjer, mogu biti linearni ili nelinearni, statički ili dinamički, te deterministički ili stohastički. Postoje i druge klasifikacije, ali su one manje bitne za analizu EES-a.

Linearni modeli često se oslanjaju na određene aproksimacije i pojednostavljenja. Budući da su metode za rješavanje nelinearnih modela veoma složene, često se ti nelinearni modeli linearizuju. Linearizacija se obično vrši oko neke radne tačke stacionarnog stanja, što rezultuje matricama sistema sa konstantnim parametrima. Na primjer, kod proračuna tokova snaga, postoji nelinearna zavisnost snaga injektiranja od sinusa ili kosinusa karakterističnih uglova, ali nakon linearizacije operacije se izvode sa matricama koje imaju konstantne parametre. Statički modeli opisuju ponašanje sistema putem skupa algebarskih jednačina i koriste se za proučavanje stacionarnih stanja. Dinamički modeli uzimaju u obzir vremensku promjenljivost radnih veličina i parametara, i njihov prikaz je skup diferencijalnih ili parcijalnih diferencijalnih jednačina. Kod

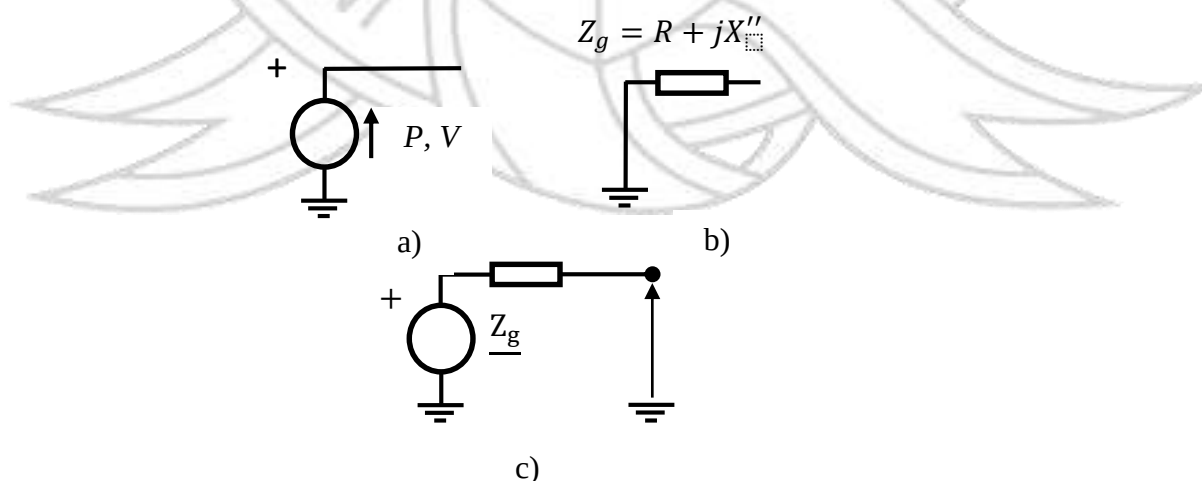
determinističkih modela vrijednosti promjenljivih i parametara su jednoznačno određene, dok su kod stohastičkih određene sa određenom vjerovatnoćom.

Danas se EES ili njegovi dijelovi modeluju sa različitim nivoom detaljnosti i obimnosti, u zavisnosti od svrhe za šta su namenjeni. Najmanji nivo detaljnosti je potreban za proračune tokova snaga i naponskih prilika, statički proračuni, dok je za dinamičke proračune nivo detaljnosti daleko veći. Navedeni uslov predstavlja najčešći problem korektne primjene proračuna tranzijente stabilnosti generatora na mreži ODS-a. Generatore u EES dijelimo na tri tipa:

1. Sinhroni – najzastupljeniji tip generatora u EES. Nalaze se u velikim elektranama priključenim na visokonaponsku elektroprenosnu mrežu i malim elektranama priključenim na distributivnu mrežu.
2. Asinhroni – ugrađuju se često u vjetroelektrane, dok rjeđe ali ipak prisutno i hidroelektrane malih snaga.
3. Statičke – invertori koji jednosmerni napon na izlazu iz najčešće solarnih jedinica pretvaraju u naizmjenični. Osim u SE, ugrađuju se i u VE u kojima se naizmjenični napon vjetrogeneratorskih jedinica ispravlja a onda pretvara u naizmjenični.

Model sinhroni mašine

Na sljedećoj slici je prikazano modelovanje sinhronih generatora za proračune tokova snaga i naponskih prilika, struja kratkog spoja i tranzijentne stabilnosti.



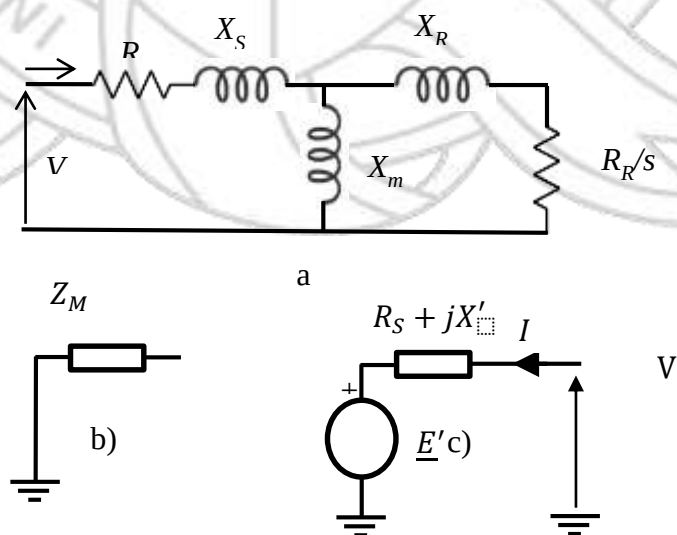
Slika 1: Modelovanje sinhronog generatora za različite vrste proračuna

a) tokovi snaga, b) kratki spojevi, c) tranzijentna stabilnost (Izvor: Đekić S., (2023). Značaj simulacije ponašanja distributivnih generator pri kvarovima u mreži, CIGRE Srbija)

Kao što se sa prethodne slike vidi najjednostavniji model generatora koristi se za proračune tokova snaga i naponskih prilika gde se generator modeluje kao idealni naponski izvor konstantnog napona, kome je zadata aktivna snaga., slika 1 a). Čvor na koji se priključuje generator automatski postaje tzv. PV čvor. Proračun struja kratkog spoja se vrši primjenom Tevenenove teoreme tako što se određuje vrijednost napona Tevenenovog generatora na mjestu kvara i Tevenenove impedanse gledajući odošamo sa mjesta kvara, kako je prikazano na slici 1 b). Svi generatori u sistemu se predstavljaju svojim unutrašnjim impedansama dok se njihovi naponski izvori kratko spajaju. Na prethodnoj slici pod c) je prikazano modelovanje generatora sa istaknutim polovima za proračune tranzijentne stabilnosti. Kako je vidljivo i sa same slike, modelovanje generatora najkompleksnije je za potrebe vršenja proračuna tranzijentne stabilnosti.

Model asinhronne mašine

Čvor na koji se priključuje asinhrona mašina se uvijek modeluje kao PQ čvor bez obzira da li mašina radi u motornom ili generatorskom režimu rada. Međutim, kod asinhronne mašine samo se aktivna snaga P održava konstantnom tokom iterativnog proračuna tokova snaga i naponskih prilika. Ono što treba primetiti je da model sinhronne mašine za proračune tokova snaga i naponskih prilika ne uključuje u sebe nikakve unutrašnje parametre generatora i daleko je jednostavniji nego model asinhronne mašine. Asinhrona mašina se za potrebe proračuna struja kratkog spoja modeluje svojom unutrašnjom impedansom u direktnom, inverznom i nultom redoslijedu.

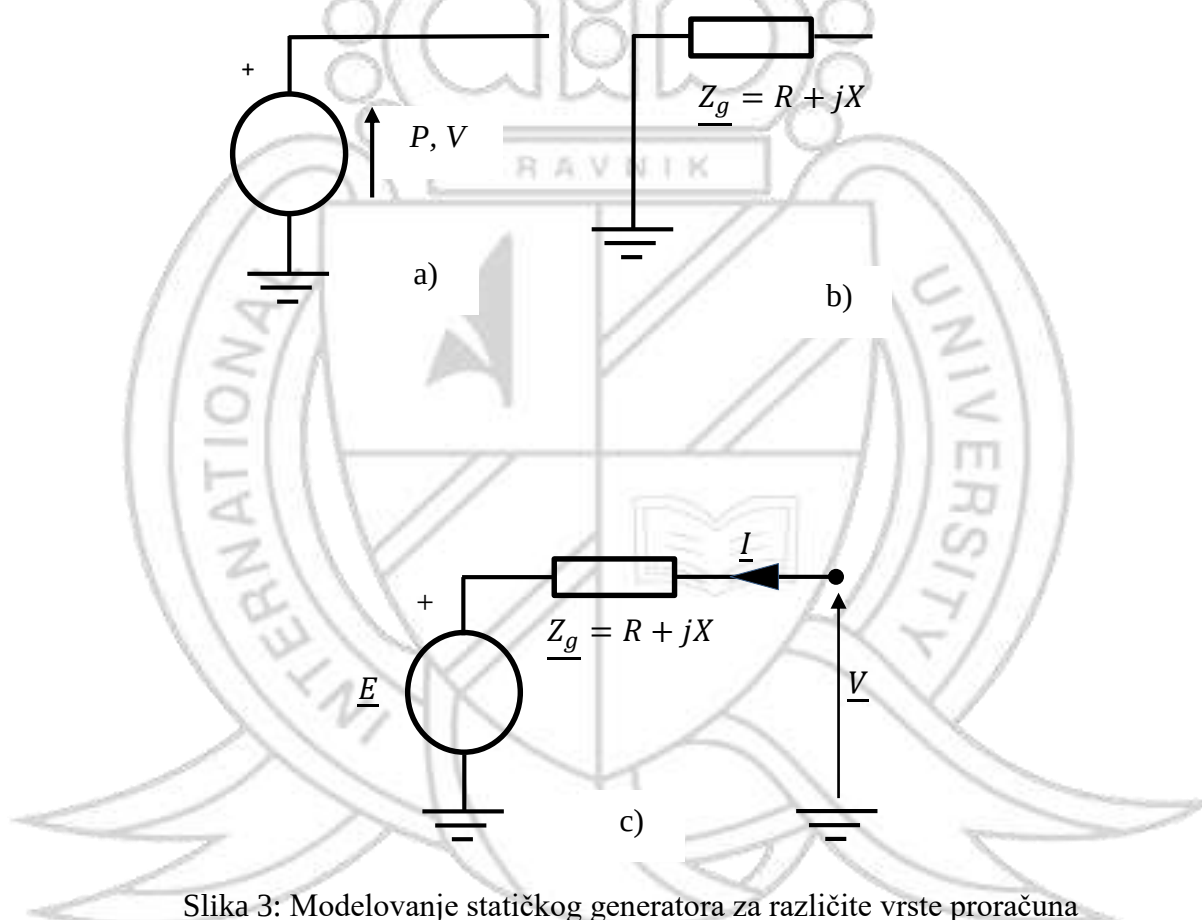


Slika 2: Modelovanje asinhronne mašine za različite vrste proračuna

a) tokovi snaga, b) kratki spojevi, c) tranzijentna stabilnost (Izvor: Đekić S., (2023). Značaj simulacije ponašanja distributivnih generator pri kvarovima u mreži, CIGRE Srbija)

Model statičkog generator

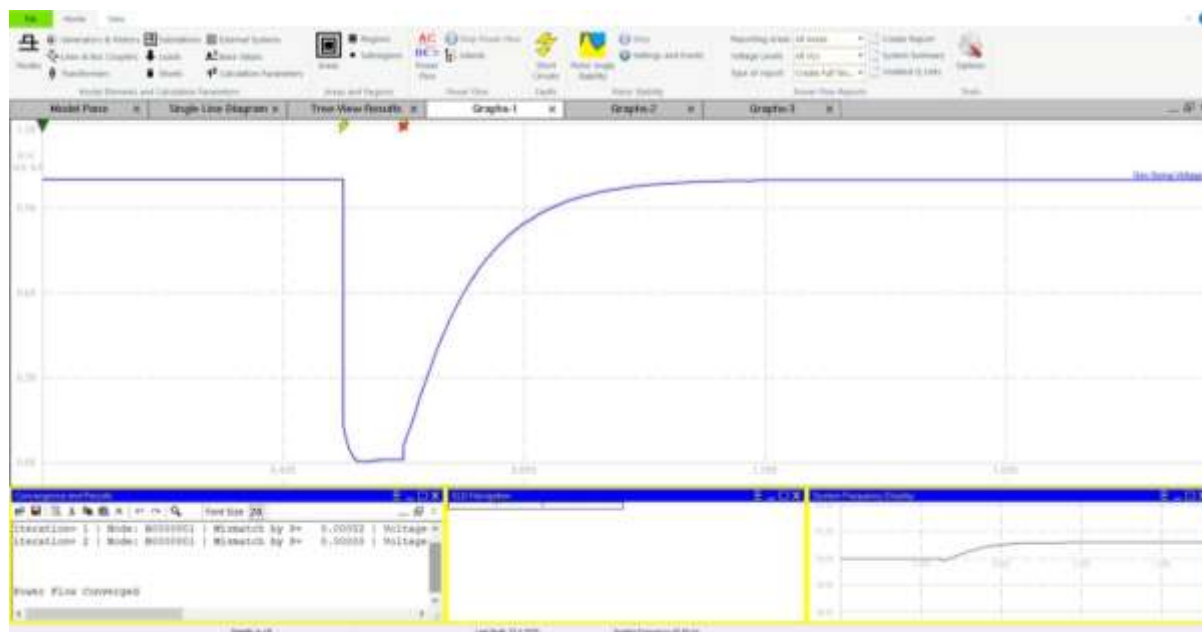
Model statičkog generatora za sve tri vrste proračuna je prikazan na sledećoj slici. Model ovog tipa generatora je znatno jednostavniji od modela asinhronne i naročito sinhronne mašine.



Slika 3: Modelovanje statičkog generatora za različite vrste proračuna

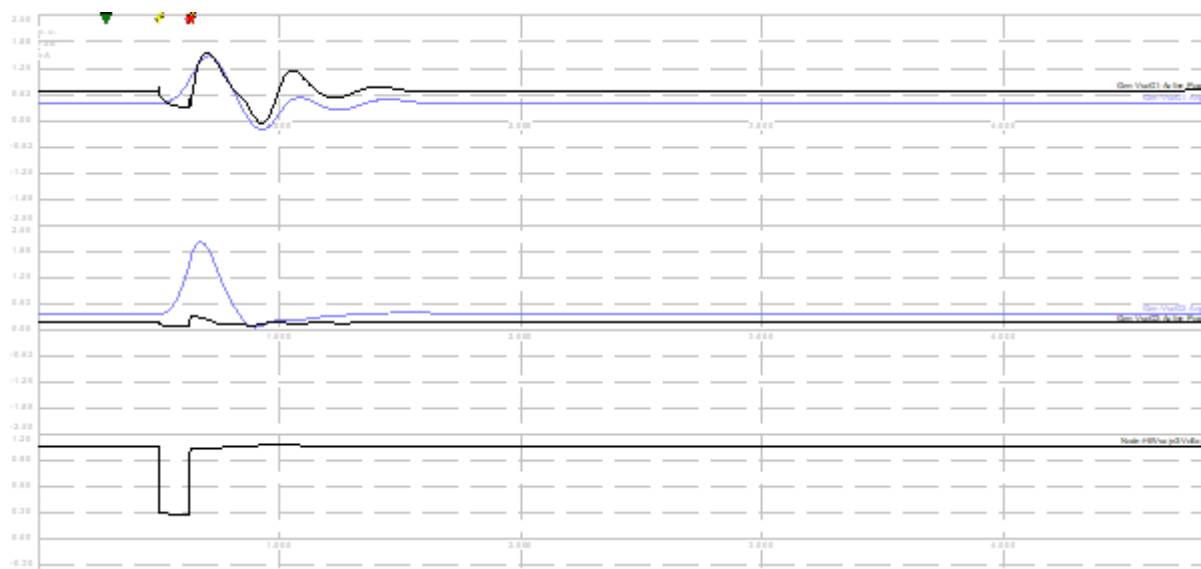
a) tokovi snaga b) kratki spojevi, c) tranzijentna stabilnost (Izvor: Đekić S., (2023). Značaj simulacije ponašanja distributivnih generator pri kvarovima u mreži, CIGRE Srbija)

3. PRIKAZ MODELA ZA POTREBE PRORAČUNA STABILNOSTI DG



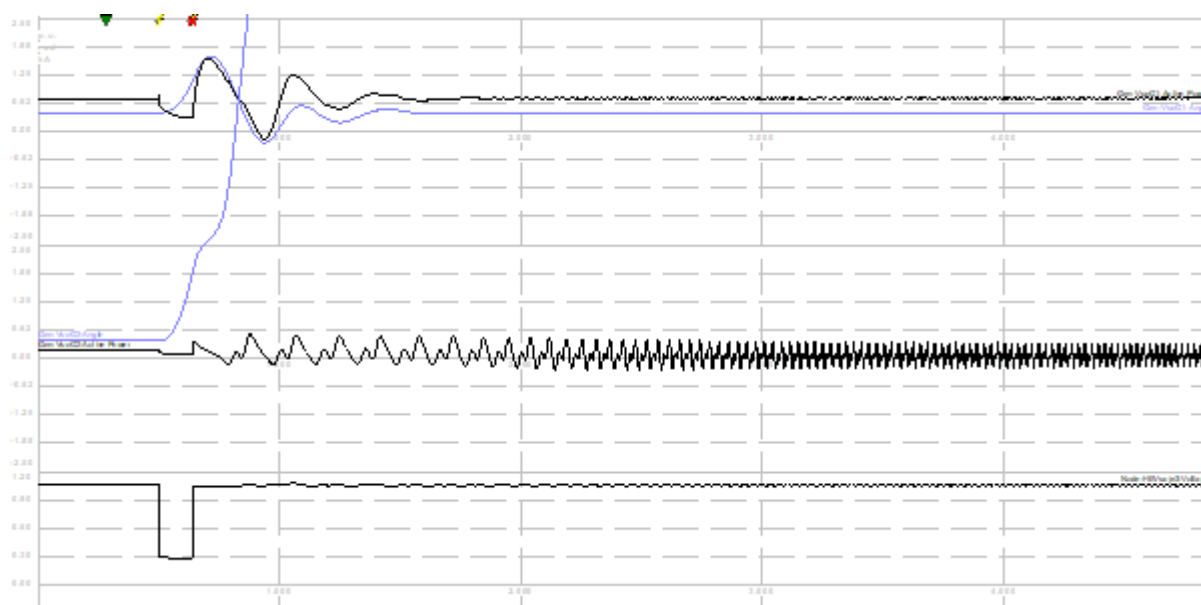
Slika 4: Primjer simulacije napona na priključcima generatora za predmetne svrhe uz primjenu softvera CASE

Na praktičnom primjeru demonstriraće se pravilan pristup provjere tranzijentne stabilnosti generatora na većem i jednom manjem generatoru u jednoj MHE sa tri generatorske jedinice. Vrijeme događaja kvara je 0.5 s a vreme čišćenja kvara 0.63 s od početka simulacije. Drugim riječima, vrijeme trajanja kratkog spoja je 130 ms. Posmatračemo ugao rotora i aktivnu snagu generatora na većem i jednom manjem generatoru, gdje su dva manja generatora istih karakteristika. Ugao rotora i aktivna snaga većeg i manjeg generatora su prikazani na sljedećoj slici.



Slika 5: Ugao rotora i aktivna snaga generatora G1 i G2 i napon u tački priključenja MHE za vrijeme trajanja kvara od 130 ms

Otklanjanje kvara na vodu se vrši tako što se vod isključuje na oba svoja kraja. Sa slike se vidi da za vrijeme trajanja kvara aktivna snaga generatora ima trend pada dok ugao rotora raste usljed neravnoteže na vratilu mašine. U trenutku čišćenja kvara javlja se prigušeni oscilatorni proces kod oba generatora. Kao što se sa naredne slike vidi, ovaj prigušeni oscilatorni proces traje relativno kratko, oko 1 s. U nastavku analize ćemo povećati vrijeme trajanja kvara na 140 ms, tako što definišemo da se događaj čišćenja kvara dogodi u trenutku $t=640$ ms. Na narednoj slici su prikazani ugao rotora i aktivna snaga oba generatora i napon u tački priključenja elektrane za vreme trajanja kvara od 140 ms.



Slika 6: Ugao rotora i aktivna snaga generatora G1 i G2 i napon u tački priključenja MHE za vrijeme trajanja kvara od 140 ms– nestabilan rad manjih generatora

Sa slike se vidi da manji generator nakon čišćenja kvara ulazi u nestabilan režim rada, što se posebno vidi iz trenda naglog rasta ugla rotora. Ugao rotora većeg generatora G1 se nakon čišćenja kvara i prelaznog procesa vraća na vrijednost koja je bila prije poremećaja. Na talasnom obliku aktivne snage generatora G1 se vide oscilacije male amplitude. Ove oscilacije nisu posljedica nestabilnog rada generatora G1 već generatora G2 koji se nalazi u njegovoj neposrednoj električnoj okolini i čiji nestabilan rad izaziva oscilacije male amplitude kod generatora G1. Upravo na prikazanom primjeru na najbolji način se oslikava značaj decidne primjene provjere kriterijuma tranzijentne stabilnosti DG i uticaja potencijelne nestabilnosti u radu jednog DG na rad drugih DG i rad ED sistema predmetnog područja i to kako je jedino moguće, primjenom modela i simulacije sistema.

ZAKLJUČAK

Odgovorno primenjivanje ENTSO-E Network Code for Requirements for Grid Connection Applicable to all Generators, zajedno sa Uredbom Komisije EU o uspostavljanju mrežnih pravila za zahtjeve za priključenje proizvođača električne energije na mrežu, osigurava transparentan i dosledan postupak priključenja na elektrodistributivnu mrežu i preduslov je za stabilnost rada EES. Implementacija navedenih standarda, na koje se BiH prethodno obavezala, zahteva visok nivo stručnosti i resursa od strane ODS. Predmetno zahtijeva adekvatnu kadrovsku strukturu sa stručnjacima koji su obučeni za sprovođenje složenih procedura priključenja i analizu tehničkih zahteva. Pored toga, ODS treba da ima pristup specijalizovanim softverskim rešenjima koja

olakšavaju procenu i upravljanje zahtevima za priključenje, omogućavajući brzu i efikasnu obradu zahteva sa minimalnim rizikom od grešaka.

Primjena modela i simulacija u elektroenergetskim sistemima ima ključnu ulogu u podršci primeni ENTSO-E Network Code i Uredbe Komisije EU. Kroz korišćenje modela, inženjeri mogu detaljno analizirati ponašanje sistema pod različitim uslovima i proceniti kako će se distribuirani generatori integrisati u postojeću elektrodistributivnu mrežu. Osim toga, simulacije omogućavaju ODS-u da unaprijed proceni kapacitete i potrebe mreže, što olakšava planiranje i upravljanje resursima. Na taj način, primjena modela i simulacija pomaže u efikasnom i ekonomičnom priključenju novih distribuiranih generatora na EDM. Odnosno, korišćenje modela i simulacija preduslov je za stvaranje stabilnog, pouzdanog i održivog EES.

LITERATURA

7. EIHP i drugi, (2008). Studija elektroenergetskog sektora u BiH, MODUL 4
8. Elektroprenos BiH, (2023). Dugoročni plan razvoja prenosne mreže 2023-2033
9. Đekić S., (2023). Integration of solar photovoltaic power plants into the power transmission system of Bosnia and Herzegovina load and voltage conditions analysis, B&H Electrical Engineering Volume 17 Issue 2,
10. ENTSO-E, (2020). Ten-Year Network development plan
11. Rajaković N., (2008). Analiza elektroenergetskih sistema, Akademska misao, Beograd
12. Đekić S., (2023). Značaj simulacije ponašanja distributivnih generator pri kvarovima u mreži, CIGRE Srbija