

УТИЦАЈ ПРИКЉУЧЕЊА ВЕЛИКОГ БРОЈА ДИСТРИБУИРАНИХ ИЗВОРА НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ И ПРЕГЛЕД СОФТВЕРСКИХ АЛАТА ЗА ЊИХОВО УПРАВЉАЊЕ

Наташа Петровић¹ Божо Илић²

Резиме: Проблем са квалитетом, пораст цене електричне енергије су једни од узрока који наводе све већи број корисника на потражњу других извора поуздане и квалитетне енергије. Дистрибуирани извори енергије (ДИЕ) су извори електричне енергије, који се налазе близу места потрошње и пружају алтернативу за побољшање електричне мреже. У све сложенијим дистрибутивним системима који представљају модерне дистрибутивне мреже данашњице и сутрашњице напредни енергетски софтвери за управљање дистрибутивним системима и микромрежама са ДИЕ представљају главни предмет научних истраживања. У циљу обезбеђивања вишег нивоа стабилности, поузданости и сигурности комплетног система, неопходни су развој, потврда и примена сложенијих техника управљања. У раду ће бити описани алати који се користе за управљање ДИЕ, као и њихов утицај на дистрибутивну мрежу.

Кључне речи: дистрибутивна мрежа, дистрибуирани извори енергије, електрична енергија, софтверски алати, квалитет енергије

THE INFLUENCE OF INTEGRATION A HIGH PENETRATION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ON DISTRIBUTION NETWORK AND OVERVIEW OF THE SOTWARE TOOLS FOR THEIR MANAGEMENT

Abstract: The problem with quality, rasing electricity prices are one of the reasons that causes more number of users to look for the other sources of reliable and quality energy. Distributed energy sources are sources of electricity, which are located near the point of consumption and provide an alternative for improving the electricity grid. In the distribution systems that represent the modern distribution networks of today and tomorrow, advanced energy software for managing distribution systems and microgrids with distributed renewable energy sources is a major subject of scientific research. In order to ensure a higher level of stability, reliability and security of the complete system, the development, validation and application of more complex management techniques are required. This paper represent the tools used to manage distributed energy sources as well as their impact on the distribution network.

Key words: distribution network, distributed energy sources, electricity, software tools, energy quality

1. УВОД

Улога у управљању данашњим системима и њиховом прилагођавању различитим условима у реалном времену је изазов данашњице због великог броја ДИЕ који су прикључени на дистрибутивну мрежу и све динамичније природе дистрибутивних система. Смањење зависности од фосилних горива, и предности које нуде обновљиви извори енергије допринели су све већем броју прикључења ДИЕ на дистрибутивну мрежу који захтевају нове софтвереске алате за њихово управљање. Кључни проблем ових софтверских алата је потреба за пружањем свесности о ситуацији и узимањем у обзир утицај ДИЕ на поузданост дистрибутивне мреже [1]. Систем за управљање дистрибуираним енергетским ресурсима намењен је да сервисира милионе

¹Асистент струковних студија, Бисока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, petrovic.n@vtsns.edu.rs

²Професор струковних студија, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, Школска 1, ilic@vtsns.edu.rs

дистрибуираних енергетских ресурса и да их презентује оператеру система као мањи и управљиви број виртуелних ресурса у циљу управљања мрежом уз минималне трошкове и максимални квалитет енергије.

Према врсти коришћења примарног енергента подела ДИЕ је на:

- Обновљиве (соларне електране, ветроелектране, мале хидроелектране, електране на биомасу и биогаз)
- Необновљиве – (електране на фосилна горива)

Основне предности производње из ДИЕ су:

- Енергија се производи у близини, односно на самом месту потрошње
- Сигурност снабдевања
- Мања емисија штетних материја у околину – очување околине и климе
- Боље искоришћење мреже (побољшање напонских прилика, смањење губитака)

Традиционални систем није дизајниран да задовољи велик број прикључених ДЕЕ на дистрибутивну мрежу. Савремене мреже морају имати могућност динамичке оптимизације рада, брзо откривање и ублажавање поремећаја, омогућавање потрошачима коришћење електричне енергије и учествовања на тржишту [2].

2. ДИСТРИБУИРАНА ПРОИЗВОДЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ

Дистрибуирана производња је производни систем електричне енергије који је директно прикључен на средњенапонску или нисконапонску дистрибутивну мрежу или је прикључен у инсталацији са потрошачке стране. Такође, у дисрибуиране изворе спадају и аутономни извори за резервно напајање потрошача у дистрибутивном систему. На сл. 1 се може видети концепт данашњег електро енергетског система.



Слика 1 – Концепт ЕЕС-а

Данас, применом наизменичних система, могућ је пренос изузетно великих количина електричне енергије на велике удаљености а релативно мала цена производње електричне енергије довела је до производње (самим тим и потрошње) великих количина електричне енергије.

Током последњих година, техничким иновацијама и променом економског и регулаторног окружења, нагло је порастао интерес за дистрибуирану производњу електричне енергије. Ово је потврдила и ИЕА (International Energy Agency) која је навела 5 главних фактора који су допринели све већем интересовању за дистрибуирану производњу:

- Развој у технологији дистрибуиране производње
- Смањење потребе за изградњом нових преносних мрежа
- Повећана потражња потрошача за поузданим снабдевањем електричном енергијом
- Либерализација тржишта електричне енергије
- Негативни утицај климатских промена [3].

У ДИЕ спадају соларне електране, ветроелектране, мале хидроелектране, електране на биомасу, постројења за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије која користе фосилна горива, електране које користе геотерманлу енергију и горивне ћелије. Од осталих врста обновљивих извора треба поменути електране које користе енергију морских таласа (плиме и осеке) и магнето-хидродинамичке генераторе [4].

2.1. Енергетски ресурси у дистрибутивној мрежи

Све већи број ДИЕ ће побољшати мрежне технологије, карактеристике перформанси које омогућавају бољу производњу енергије, управљање и до извесног степена способности складиштење, по цени која ће их учинити атрактивним све већем броју купаца.

ДИЕ могу да производе енергију (соларни панели, мале ветро-турбине или комбиноване јединице за топлотну и електричну енергију), складиште енергију (батерије, горивне ћелије или термичко складиште попут грејача за воду), а неки ДИЕ надгледају и управљају енергијом. Барем у раним фазама еволуције, планирање све већег броја ДИЕ у дистрибутивном систему треба да се усредреди на то да се ДИЕ инсталирају у довољним количинама, локацијама, временским оквирима и атрибутима да би се осигурало да ДИЕ могу да дају еквивалентну функционалност [5].

Будући да су ДИЕ зависни од временских услова и имају одређени број несигурности остаје питање како предвидети количину енергије коју ће произвести. Као такав, потребно је пажљиво размотрити интеграцију ДИЕ у електричну мрежу. Зато постоји хитна потреба за симулације како би се разумео утицај високе концентрације ДИЕ на електроенергетску мрежу, с обзиром на ефикасност и оперативну поузданост електроенергетске мреже, као и економски утицај.

3. АКТИВНА ДИСТРИБУТИВНА МРЕЖА

Јасно је да висока пенетрација ДИЕ има за потенцијал релокацију значајног дела енергија произведене од централних електрана, али тренутни пасивни приступ система неће бити у могућности да обезбеди потребну флексибилност и управљивост. Због тога ако се ништа не подумне, велике конвенционалне електране остају извори управљања и рада електричном енергијом осигуравајући сигурност и интегритет система. Великом пренетрацијом ДИЕ у мрежу биће омогућено релоцирање не само енергије произведене у централном систему, већ ће бити и побољшана флексибилност и управљивост у критичним ситуацијама. Да би се ово постигло пасивне дистрибутивне мреже ће се заменити активним, захтевајући промену традиционално централно управљање са новим дистрибуираним контролама.

Основни проблем код интеграције дистрибуираних генератора у постојећу мрежу јесте у томе што су дистрибутивни системи планирани као пасивне мреже које преносе енергију од високонапонског нивоа до средњенапонског/нисконапонског нивоа. Заштитни системи су конципирани тако да одговарају средњенапонским и нисконапонским мрежама пасивне структуре, тј. не претпоставља се појава генератора у мрежи. Са ДИЕ, мрежа постаје активна, тако да конвенционална заштита може постати непоуздана.

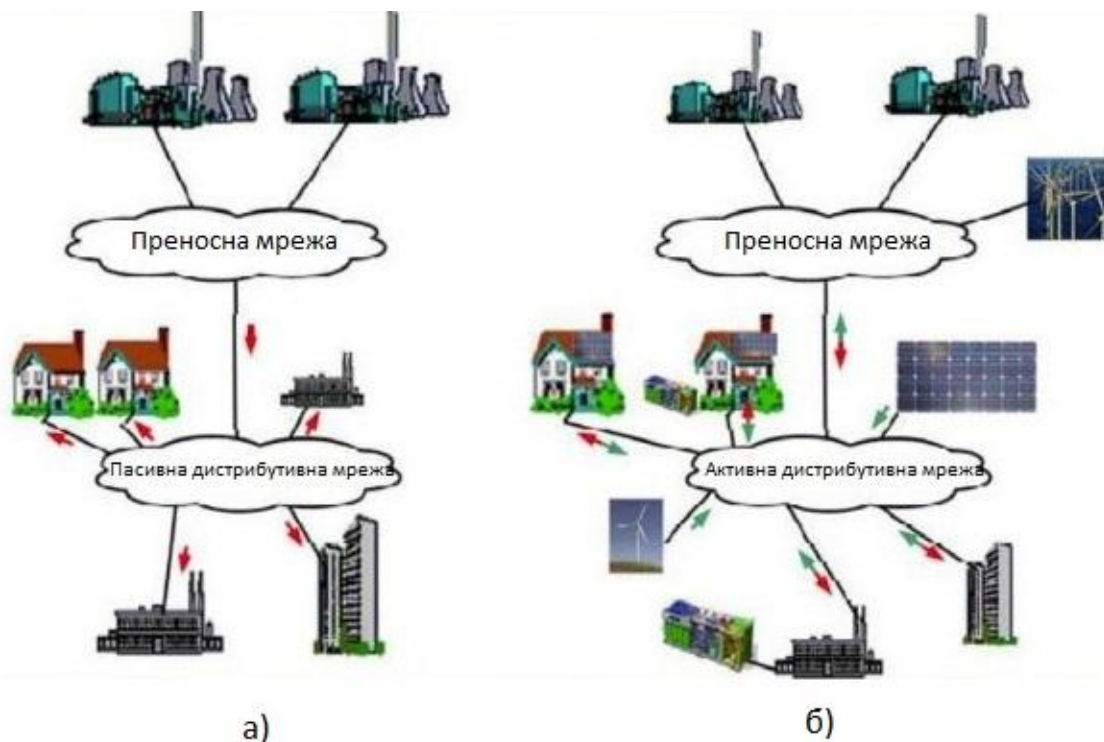
Оператори преносног система су били одговорни за сигурност, квалитет и поузданост система. Велика пенетрација ДИЕ ће захтевати од оператора система да развију могућности управљања активним мрежама са циљем учествовања у пружању сигурности система.

Дистрибутивне мреже су се као што се може видети на слици 2 састојале искључиво од пасивних потрошача, трансформатора, батерија кондензатора, секција водова, итд. Токови активних снага у дистрибутивним мрежама искључиво су били усмерени од напојних трансформатора ка потрошачима.

У последње време долази до промене овог концепта све већом пенетрацијом ДИЕ чија примена постаје нужна пре свега због веће потребе потрошача, и заоштроног проблема биланса електричне енергије произведене традиционалним електранама великих снага. Због тога традиционалне дистрибутивне мреже (пасивне) постају активне код којих је ток снага двосмеран као што се види на сл. 2.

Проблеми који се јављају након прикључења ДИЕ на мрежу су:

- - проблем селективности,
- - скраћење досега релеја,
- - губитак координације између осигурача и реклосера
- - острвски рад. - проблем селективности,
- - скраћење досега релеја,
- - губитак координације између осигурача и реклосера
- - острвски рад.



Слика 2 – а) пасивна, б) активна дистрибутивна мрежа

4. СОФТВЕРСКА РЕШЕЊА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ АКТИВНЕ ДИСТРИБУТИВНЕ МРЕЖЕ

Коришћење дистрибуираних извора доноси цели низ изазова који треба узети у обзир приликом одређивања саме заштите пре свега. Неки од њих су: струје кратког споја, смер енергије, промењени напонски профил, утицај на регулацију напона, аутоматско поновно укључење. Дистрибутивни менаџмент систем (ДМС) постаје незаобилазан део вођења ових мрежа. ДМС је интегрисани софтверски пакет за мониторинг и управљање електроенергетским системом и био би од велике користи инжењерима који е баве анализом и одређивањем оптималног места прикључења дистрибуираног генератора.

Напредна софтверска решења су све потребнија да би се системи прилагодили променама које изазивају ДИЕ. ДИЕ морају бити распоређени тако да буду оптимално обједињени, оптимизовани и контролисани за мрежне сервисе који су потребни-тачно када и где су потребни. У наставку је описано неколико врста софтверских решења за управљање великом пенетрацијом ДИЕ.

4.1. Виртуелна електрана

Виртуелна електрана је концепт који обједињује многа достигнућа у погледу управљања потрошњом и производњом, а у исто време отвара могућност за већим профитом, бољу интеграцију дистрибуираних генератора, самим тим и ефикасније управљање и бољу поузданост система. Основна идеја за развој концепта виртуелне електране је да мале електране постану вудљиве на тржишту и/ или од стране оператора система, а као последица тога стварају се и препоставке за остваривање већег профита и ефикасности. Такође се и смањује утицај непредвиђених промена снаге у односу на укупну уговорену снагу. Виртуелна електрана зависи од софтвера и

комунацијских веза и дефинише се као скуп (дистрибуираних) генератора, система за складиштење електричне енергије и флексибилних потрошача, којима се управља као целином. Сврха комерцијалне виртуелне електране је учествовање на тржишту електричне енергије, односно остваривање максималног профита, док је сврха техничке виртуелне електране подршка дистрибутивном и преносном систему са циљем одржавања квалитета електричне енергије, поузданости и сигурности система. Управљање виртуелном електраном обухвата прикупљање података, процену цена електричне енергије, потрошње и производње као и оптимизацију (Слика 3.) [6].



Слика 3 – Основни принцип виртуелне електране

4.2. Агрегатори ДИЕ

Будући да су корисници дистрибутивне мреже мањих инсталираних снага у односу на електране прикључене на преносну мрежу њихов наступ на тржишту електричне енергије може бити предвиђен посредством агрегатора дистрибуираних извора. Агрегатори ДИЕ се појавио на тржиштима електричне енергије са функцијом која омогућава локалну интеграцију ДИЕ. Понаша се као енергетски агрегатор, који управља енергетском и финансијском интеракцијом између тржишта и ДИЕ организованих у локалним енергетским системима [7].

Агрегатор ДИЕ има следеће главне функције:

- Састави и мобилизира флексибилност ДИЕ и уговором пружи понуде услуга највишем могућем понуђачу.
- Пошто добро познаје тржиште електричне енергије, стави одговарајућу цену на услуге флексибилности и представљање ДИЕ за трговање на тржишту.
- Плаћен је од стране оператора дистрибутивног система за пружање флексибилних услуга. Од ове уплате агрегатор ће платити повезаним ДИЕ према својим уговорним уговорима.

4.3. ДЕРМС софтвер

ДЕРМС је интелигентно софтверско решење са специфичном функцијом за предвиђање, надгледање, контролу и координацију ДИЕ. Пошто мора бити у потпуности свестан тачног модела система и његових ограничења, услужни програм ДЕРМС може предвидети кршење капацитета и самим тим и оптимизирати ДИЕ да задовоље ограничење мреже. Прикупљање података у реалном времену и просторна визуализација побољшавају способност услужног ДЕРМС-а за сигурно и поуздано руковање динамичнијом мрежом са високом пенетрацијом ДИЕ. ДЕРМС омогућава операторима система да брзо и ефикасно ублаже ограничења мреже [8].

5. ЗАКЉУЧАК

У овом раду описана су софтверска решења која помажу при решавању проблема активне дисрибутивне мреже са великом пенетрацијом ДИЕ. Проблеми несигурности у раду мреже, од мобилности електричних возила са прикључком до различитих тачака повезивања до повећане варијабилности која произлази из обновљивих извора зависних од временских услова су знатно умањени. Помоћу ДЕРМС софтвера омогућено је оператеру да надгледа све ДИЕ мреже и прави одлуке о информисаној контроли. Помоћу ових софтверских решења смањују се напонски испади, а на крају се избегавају капитални издаци за централизовану производњу оптималним коришћењем малих и великих ДИЕ.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Distributed Energy Resource Management System (2019)*. Преузето 28. новембра. 2019, са <https://www.oati.com/Solution/Smart-Energy/distributed-energy-resource-management>
- [2] *An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities. Chapter 3: Enabling Modernization of the Electric Power System.* (2015). Преузето 20. Новембра. 2019, са <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2017/03/f34/qtr-2015-chapter3.pdf>
- [3] Pepermans, G., Driesen, J., Haeseldonckx D., D'haeseleer, W., Belmans, R. (2003). *Distributed Generation: Definition, Benefits and Issues*, University of Leuven Energy Institute, Belgium.
- [4] Elmubarak, S. E., Ali, M. A. (2016). *Distributed Generation: Definition, Benefits Technologies & Challenges*, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 5 Issue 7.
- [5] Javier Campillo. "From Passive to Active Electric Distribution Networks". (2016). Преузето 30. Новембра. 2019, са <https://www.oati.com/Solution/Smart-Energy/distributed-energy-resource-management>
- [6] Saletović, J., Salkić, H., Softić, A. *Virtualne elektrane - koncept, perspektive i izazovi.* (2017). Преузето 1. децембра. 2019, са https://www.researchgate.net/publication/321944713_Virtual_power_plants-concept_perspectives_and_challenges
- [7] Marialaura Di Somma, Graditi, G., Siano, P. (2019). *Optimal Bidding Strategy for a DER Aggregator in the Day-Ahead Market in the Presence of Demand Flexibility*

- [8] Ardani, K., O'Shaughnessy, E, Schwabe, P. (2018). *Coordinating Distributed Energy Resources for Grid Services: A Case Study of Pacific Gas and Electric*