

REŠENJE SPOJA DISTRIBUIRANOG IZVORA

Josip POPOVIĆ, HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Bjelovar, Hrvatska
Zvonimir POPOVIĆ, HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Bjelovar, Hrvatska
Dejan ĆULIBRK, HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Bjelovar, Hrvatska

KRATAK SADRŽAJ

U radu je opisan priključak distribuiranih izvora električne energije na srednjenaponsku mrežu. Spajanje elektrana na srednjenaponsku mrežu uvjetovano je njihovom lokacijom u odnosu na elektroenergetski sistem u njihovom okruženju. Tehničko rešenje spoja dobiva se temeljito analizom. Spoj mora osigurati optimalno korištenje tog dela elektroenergetskog postrojenja jer srednjenaponska mreža postaje aktivna pa mogućnost pojave međusobnih nepovoljnih pogonskih prilika treba smanjiti i onemogućiti otočni pogon elektrane i mreže. Geotermalna elektrana spojena je na 35 kV mrežu, a bioplinska na 10 kV mrežu.

Ključne reči: Distribuirani izvor električne energije, geotermalna elektrana, bioplinska elektrana, optimiranje priključka na mrežu

SUMMARY

This paper describes the connection of distributed power sources to the medium-voltage network. Connecting power plants to the medium-voltage network is conditioned by their location in relation to the power system in their surrounding. Detail analysis precedes the technical solution of the power plant connection. The connection should be placed in order to ensure the optimum usage of this part of the power grid since the medium-voltage network becomes active. The possibility for the fault occurrence is therefore greater, so all unwanted states must be reduced including island operation of power plants. A geothermal power plant is connected to a 35 kV network and a biogás power plant to a 10 kV network.

Key words: distributed energy source, geothermal power plant, biogás power plant, optimal connection to grid

Josip.popovic.bj@gmail.com
Zvonimir.popovic@hep.hr
Dejan.culibrk@hep.hr

UVOD

Izvedbu optimalnog priključenja distribuiranih izvora električne energije na srednjenaponsku elektroenergetsku mrežu uvjetuje lokacija na kojoj su izgrađeni. Distribuirani izvori grade se na mjestima uz nalazišta ili skladišta sirovina za proizvodnju električne energije. To su mesta u ruralnim područjima gdje je otkriveno nalazište geotermalne vode i mesta uz skladišta biomase. Distribuirane izvore električne energije treba spojiti, priključiti i uklopiti u srednjenaponsku elektroenergetsку mrežu tako da se omogući trajna, sigurna i pouzdana distribucija proizvedene električne energije u elektroenergetski sustav, a da pri tom njihovi međusobni nepovoljni pogonski utjecaji budu minimalni. Zato su u većini slučajeva potrebna ulaganja i u razvoj srednjenaponske mreže. Pogonski događaji u elektroenergetskoj mreži ne smiju bitno utjecati na kontinuitet proizvodnje električne energije u distribuiranom izvoru. Elektroenergetski sustav mora biti koncipiran da svu proizvedenu električnu energiju preuzme u svim uvjetima svoga funkciranja. Zato se osim priključku novog distribuiranog izvora električne energije pažnja mora posvetiti i novom raspletu okolne srednjenaponske distribucijske mreže.

DISTRIBUIRANI IZVORI I SREDNjenaponska mreža

Srednjenaponska mreža u okolini novih distribuiranih izvora električne energije je slabije razvijena, radikalna je, s rijetkim mogućnostima rezerve, nadzemna i udaljena od čvornih transformatorskih stanica 35/10(20) kV. Za distribuirani izvor pretpostavlja se da trajno radi i proizvodi električnu energiju u nivou svoje instalirane snage i nesmetano ju predaje u elektroenergetski sustav, koji ima dva srednjenaponska nivoa i to 10 kV i 35 kV. i jasnom vizijom prelaska na naponski nivo biti 20 kV.

Ako je distribuirani izvor izgrađen na području gdje je postojeća srednjenaponska elektroenergetska mreža razvijena i ima zahtjevan konzum, stalnih i velikih potreba potrošnje električne energije, onda je njegovo priključenje relativno jednostavno i izvodi se u neku odabranu točku postojećeg elektroenergetskog postrojenja.

SREDNjenaponska distribucijska mreža

Srednjenaponsku 35 kV mrežu čine 35 kV nadzemni dalekovodi i 35 kV podzemni kabeli. Ta mreža je radikalna s tim da svaki vod ima zadovoljavajuću pogonsku rezervu.

Srednjenaponska nadzemna 10(20) kV mreža je rasprostranjena i razgranata po izlazima, ponekad s dugačkom glavnom trasom i pojedinim dugačkim odcjepima od nje. Pogonsko stanje je radikalno napajanje, dok u petlji, kao princip dvostranog napajanja, može biti kratkotrajno i u posebnim pogonskim slučajevima kad su ispunjeni svi uvjeti za takvo stanje. Svaki pogonski događaj na bilo kojem mjestu dalekovoda utječe na pogonsko stanje cijelog dalekovoda.

U gradskom i prigradskom području srednjenaponska mreža je kabelska i konfigurirana da ima rezervu u svim točkama i u blizini je čvornih transformatorskih stanica 35/10(20) kV.

VARIJANTE SPAJANJA DISTRIBUIRANOG IZVORA

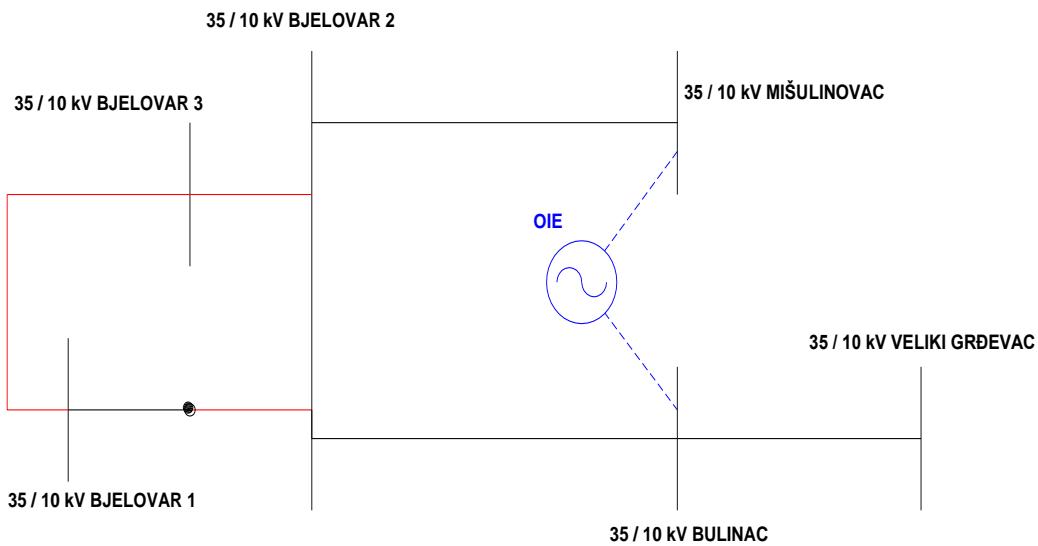
Novi distribuirani izvori električne energije u znatnoj mjeri utječu na funkcioniranje srednjenaponske elektroenergetske mreže u njihovom okruženju. Uvažavajući kapacitet i smještaj distribuiranih izvora, položaj i ulogu elektroenergetskog postrojenja u njihovom okruženju, treba napraviti analizu optimalnog priključenja u srednjenaponsku elektroenergetsku mrežu. To se posebno odnosi na proračune tokova snage, izračun struja kratkog spoja i odstupanja napona u pojedinim točkama za sve predvidljive režime rada.

Distribuirani izvor postaje aktivni član u srednjenaponskoj elektroenergetskoj mreži i ne smije svojim pogonskim događajima narušavati njeno pravilno funkcioniranje. U takvom pristupu mora se otkloniti i svaka mogućnost trajnog otočnog rada distribuiranog izvora u dijelu mreže.

Za pouzdan i siguran međusobni rad novih distribuiranih izvora i srednjenaponske mreže u okruženju treba planirati priključak na obližnje srednjenaponske dalekovode, ali i izravni priključak na sabirnice čvorne 35/10(20) kV transformatorske stanice i tako otkloniti niz još nepoznatih problema koji se iznenada pojavljuju.

Spajanje geotermalne elektrane

Na nalazištu geotermalne vode izgrađena je geotermalna elektrana instaliranog kapaciteta proizvodnje električne energije snage 10 MW. Prema kapacitetu geotermalne elektrane i njenom smještaju prema elektroenergetskom postrojenju u okruženju napravljena je analiza optimalnog spajanja na srednjenaponsku elektroenergetsku mrežu.



Shema spojeva 35 kV mreže

U slučaju priključenja geotermalne elektrane na 35 kV naponsku razinu analizirane su tri mogućnosti. Izravno radikalno priključenje novim 35 kV vodom prema TS Bulinac najpovoljnija je opcija s okvirnim troškovima priključka oko 890.000 eura. Priključak prema TS Bulinac uzrokuje značajno manje gubitke od postojećih, a i jestimiji je u odnosu na priključak prema TS Mišulinovac. Ukoliko se želi postići mogućnost evakuacije proizvedene električne energije i u slučaju neraspoloživosti jednog od dva buduća 35 kV voda (kriterij sigurnosti n-1 za upetljane mreže), potrebno je geotermalnu elektranu Velika Ciglena povezati s dvije TS (Bulinac i Mišulinovac) što iziskuje okvirne troškove priključka oko 1,84 milijuna eura.

Rasplet je na kraju predviđen izgradnjom dva 35 kV kabela i njihovo spajanje u susjedne transformatorske stanice čije je takvo povezivanje dalo sasvim novu kvalitetu u pogonskom funkcioniranju 35 kV mreže i postrojenja.

Izgradnjom novih 35 kV kabela dobiva se kvalitetna veza između transformatorskih stanica Bulinac i Mišulinovac, čime je ova potonja zapravo dobila dvostrano napajanje, a transformatorska stanica Bulinac dodatnu sigurnost i važnost u elektroenergetskom sustavu.

Međutim, najvažniji utjecaj uklapanja geotermalnog izvora na razvoj i funkcioniranje ostalog dijela 35 kV mreže je u tome da će 35 kV mreža morati biti spojena u zatvorenu petlju što je potpuno novi moment na dosadašnji radikalni pogon. Uz izvedbu 35 kV mreže kabelski i spajanjem njenih dijelova u zatvorenu petlju otklanja se opasnost od potpunih ispada u slučaju kvara na radikalno napajanom vodu ili kojem drugom dijelu mreže.

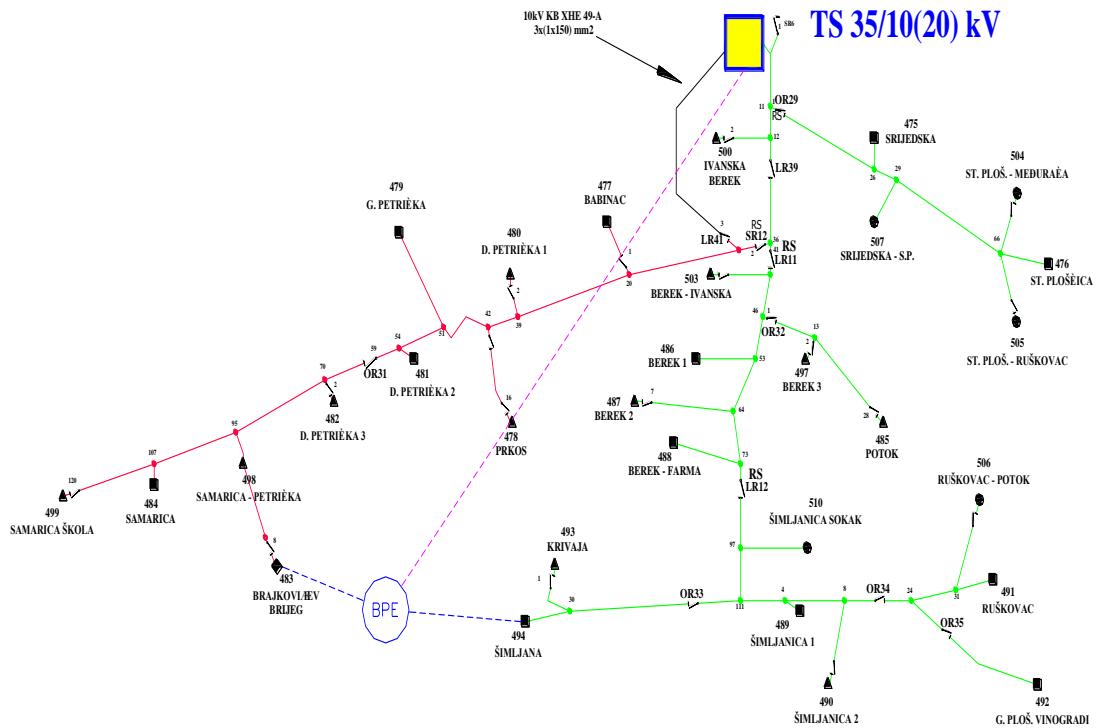
Zbog relativno jednostavne konfiguracije, 35kV mreža nije automatizirana, već se sve daljinske operacije svode na upravljanje prekidačima u transformatorskim stanicama,

Spajanje bioplinskih elektrana

Bioplinske elektrane kao distribuirani izvori električne energije grade se na nekim mjestima gdje je srednjenaponska 10 kV mreža u njihovoј okolini slabije je razvijena, a mora preuzeti i distribuirati proizvedenu električnu energiju.

Zato distribuirane izvore električne energije treba spojiti i uklopiti u srednjenaponsku elektroenergetsku mrežu tako da se omogući trajna, sigurna i pouzdana distribucija proizvedene električne energije u elektroenergetski sustav, a da pri tom njihovi međusobni nepovoljni pogonski utjecaji budu minimalni, a to iziskuje ulaganja u izgradnju novih vodova, koje opet rezultira i višestruko korisnim proširenjem srednjenaponske mreže.

Distribuirani izvor je aktivni član u srednjenačkoj 10(20) kV elektroenergetskoj mreži i ne smije svojim pogonskim događajima narušavati njeno pravilno funkcioniranje. U takvom pristupu mora se otkloniti i svaka mogućnost trajnog otočnog rada distribuiranog izvora u dijelu mreže.



Shema spojeva 10 kV mreže

U praksi se novi distribuirani izvor električne energije spaja na najbliži dalekovod. Takav radijalni spoj s obližnjom srednjenaponskom mrežom je najjednostavniji, najbrže izvediv i uz najmanje finansijske troškove. Ipak takav spoj je tretiran kao privremeno stanje do izgradnje trajnog i optimalno riješenog spoja. Međusobni utjecaji elektrane i mreže su pogonski složeni.

U situaciji kad se na terenu u blizini elektrane nalazi i drugi radijalni dalekovod može se drugi spoj i prema njemu. Tako distribuirani izvor dobiva dvostrani spoj i pogonski niz novih pogodnosti u upravljanju srednjenaponskom mrežom.

Za pouzdan i siguran rad novih distribuiranih izvora kao aktivnih elemenata u srednjenaponskoj mreži bilo bi ih najbolje planirati i spojiti na sabirnice najbliže vodne transformatorske stanice.

U 10 kV mreži tek se uvode nove značajke koje će omogućiti fleksibilnije vođenje sustava, poput daljinski upravljenih rastavnih sklopki, reclosera ili indikatora kvarova, što obično bude potaknuto pojmom zahtjeva i određivanjem lokacije distribuiranog izvora u odnosu na mrežu. Na taj način, osim planiranja optimalnog položaja distribuiranog izvora, postiže se i modernizacija dijela postrojenja te je na kraju najveći izazov pravilno planirati i iskoristiti sve nove mogućnosti kako bi krajnji kupci imali što kvalitetniju opskrbu električnom energijom uz istovremeno maksimalno iskorištenje distribuiranog izvora odnosno energije koje predaje tom dijelu mreže.

ZAKLJUČAK

Ulaganja u spojeve elektrane i mreže moraju biti prilagođeni planovima razvoja mreže radi kvalitetnijeg upravljanja i pouzdanije opskrbe kupaca. Sa svojim pogonskim specifičnostima elektrana distribuiranog izvora i postojeća srednjenaponska mreža čine jednu mješovitu mrežu u kojoj su svi pogonski događaji mogući. Osim toga dva su izvora napajanja. Postojeći snažni elektroenergetski sustav i distribuirani izvor električne energije. Mogućnost spajanja dva radijalna dalekovoda, iz iste ili različitih transformatorskih stanica, omogućava daljnje tehničke pripreme i postupke čiji bi krajnji cilj bio spajanje srednjenaponske mreže u pogonsko stanje zatvorene petlje.

Neke od spomenutih rješenja već su implementirane u stvarnom pogonu i na primjenu spoja geotermalne elektrane na 35kV mrežu dokazuju da ekonomski faktor ne može biti presudan za odluku oko spoja elektrane, već je potrebno uzeti u obzir sve benefite poput pouzdanijeg pogona, olakšanog vođenja sustava i slično koji se dobivaju skupljom varijantom izvedbe.

LITERATURA

1. Popović J., Popović Z.: "Optimal connection of geothermal power plant Velika Ciglena to distribution network", IEEE Region & Conference EuroCon 2013, Zagreb
2. Popović J., Popović Z., Ćulibrk D., Padovan M.: "Jedan praktični pristup povećanju raspoloživosti vanjske srednjenaponske mreže", 13. Savjetovanje HRO CIGRE, Šibenik, 5.-8. studenoga 2017. (C6-08).
3. Popović J., Popović Z., Ćulibrk D., Padovan M.: "Optimiranje rasplate iz novog distribuiranog izvora električne energije", HRO CIGRE, 12. simpozij o sustavu vođenja EES_a, Split 14. – 16. studenog 2016. (T1_12)
4. Popović Z., Popović J., Ćulibrk D., Đurović B.: "Položaj i uloga bioplinske elektrane u srednjenaponskoj distribucijskoj mreži", 4(10). Savjetovanje HO CIRED, Seget Donji/Trogir, 11.-14. svibnja 2014. (SO 5 – 13)
5. Popović J., Popović Z., Ćulibrk D., Gajger J., Ilić I., Nikolić I.: "Optimiranje dijela mreže", 3. savjetovanje HO CIRED, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012. (SO 5 – 07)
6. Ćulibrk D., Popović J., Popović Z., Gajger J.: "Potreba zamjene srednjenaponskih vodova u podzemne kabelske", 3. savjetovanje HO CIRED, Sveti Martin na Muri, 13.-16. svibnja 2012. (SO 5 – 08)
7. Popović J., Popović Z., Nikolić I., Ćulibrk D., Bilek A., Gaiger J., Đurović B.: "Sadašnje stanje, obnova i mogući razvoj 35 kV mreže", 9. simpozij o sustavu vođenja EES-a, Zadar, 8.-10. studenoga 2010. (3 – 13)
8. Nikolić I., Popović J., Popović Z., Ćulibrk D., Bilek A., Gajger J., Đurović B.: "Utjecaj geotermalne elektrane na funkcioniranje srednjonaponske mreže", 9. simpozij o sustavu vođenja EES-a, Zadar, 8.-10. studenoga 2010. (3 – 22)
9. Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja na elektroenergetsku mrežu: Geotermalno postrojenje Velika Ciglena (4,71 MW), Institut za elektroprivredu i energetiku d.o.o. Zagreb, Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, studeni 2009.
10. Šimić J., Tomasović A., Lasić M., Barukčić D., "Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja elektrane na distribucijsku elektroenergetsку mrežu", "Bioplín Rovišće (999 kW)" KONČAR – Institut za elektrotehniku, Zagreb, ožujak 2011.