

Mr.sc.Marina Čavlović, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektroslavonija Osijek
marina.cavlovic@hep.hr

RAZVOJ NOVE KONCEPCIJE KONFIGURACIJE SUSRETNOG POSTROJENJA ZA PRIKLJUČAK KORISNIKA MREŽE NA 10(20) kV NAPONSKOJ RAZINI

SAŽETAK

Sve je učestalija pojava potrebe za priključkom većeg broja korisnika mreže (kupaca i/ili proizvođača) na 10(20) kV razini u zajedničkom susretnom postrojenju. Uobičajena koncepcija sa spojnim i mjernim poljem primjenjiva je za najviše dva obračunska mjerna mjesta u jednom susretnom postrojenju. Ovaj referat razrađuje novu koncepciju konfiguracije susretnog postrojenja napuštajući pristup sa posebnim „spojnim i mjernim poljem“ za priključak svakog korisnika mreže, uvodeći jedno zajedničko naponsko mjerno polje za sva obračunska mjerna mjesta u susretnom postrojenju, dok se strujni mjerni transformatori obuhvatne izvedbe nalaze u vodnom polju u odlazu prema svakom korisniku mreže. Ovaj pristup smanjuje broj polja, pojednostavljuje susretno postrojenje i omogućava jednostavno priključenje većeg broja 10(20) kV korisnika mreže u jednom susretnom postrojenju, a izrazito je prikladan za etapnu izgradnju jer omogućava jednostavnu dogradnju. U referatu je razrađen novi pristup od ideje, ciljeva, tehničkog rješenja, prednosti i nedostataka, do shematskih prikaza njegove primjene, kao i usporedna analiza primjenjivosti u odnosu na dosadašnji pristup. Primjenjivost prijedloga ilustrirana je i primjerom iz prakse.

Ključne riječi: konfiguracija susretnog postrojenja, spojno-mjerno polje, obračunsko mjerno mjesto, strujni mjerni transformatori, naponski mjerni transformatori,

DEVELOPMENT OF NEW SUBSTATION FACILITY CONFIGURATION FOR CONNECTION OF 10(20) kV NETWORK USERS

SUMMARY

Requests to connect a number of network users (consumers and/or producers) to 10(20) kV level in one substation appeared recently. Usual approach based on connecting-measuring field is applicable for up to two network users in one substation. This paper develops a new substation facility configuration without connecting-measuring field for connecting each network user, introducing common voltage measurement field for all 10(20) kV network users in one substation, and placing window-type current transformers on the cable that connects user to the substation. This approach reduces the number of necessary fields, simplifies substation facility, enables easy connection a number of 10(20) kV network users to one substation and is very suitable for building in stages because it allows a simple facility extension. New approach is elaborated: the idea, goals, technical solution, benefits and shortcomings, new approach substation facility schemes as well as comparative analysis of the applicability in relation to the usual approach. Applicability of new approach is illustrated by real case scenario.

Key words: substation facility configuration, connecting-measuring field, calculation measuring site, current transformers, voltage transformers

1. UVOD

Broj obračunskih mjernih mjesta (OMM) kupaca na srednjenaponskoj razini čini manje od promila u ukupnom broju kupaca u distribucijskoj mreži (tablica I). Nasuprot tome, zastupljenost srednjenaponskih kupaca u ukupnoj potrošnji u distribucijskoj mreži je značajna (preko 18%). Iz toga proizlazi da prosječni kupac na srednjem naponu godišnje potroši cca. 1.190 MWh električne energije, dok prosječni kupac na NN potroši godišnje manje od 5 MWh. U ukupom broju kupaca na srednjem naponu (35, 30, i 10(20) kV) najzastupljeniji su kupci na 10(20) kV razini (96%). Ovdje će biti razmatrano priključenje korisnika mreže (kupaca i proizvođača) na 10(20) kV naponsku razinu (u daljnjem tekstu: SN).

Tablica I. Podaci iz godišnjeg izvješća HEP-ODS-a za 2008. godinu [7]

	Naponska razina		
	35-10(20) kV	0,4 kV	35-0,4 kV
Broj kupaca	2.056	2.280.937	2.282.993
Udio u ukupnom broju kupaca	0,09 %	99,91 %	100,00 %
Godišnja potrošnja kupaca (MWh)	2.446.231	10.976.818	13.423.050
Udio kupaca u godišnjoj potrošnji	18,22 %	81,78 %	100,00 %
Prosječna godišnja potrošnja po OMM (MWh)	1.190	4,8	5,9

Ova statistika ukazuje na značaj svakog od kupaca na SN zbog čega svaki od njih zaslužuje individualni pristup i pronalaženje optimalnog tehničkog rješenja priključenja za svaki pojedinačni slučaj.

Važno je napomenuti da optimalno tehničko rješenje priključenja podrazumijeva optimalno rješenje i za korisnika mreže i za Operatora distribucijskog sustava (u daljnjem tekstu: ODS).

Iako se, kao i većinom u distribucijskoj mreži, radi o priključcima na koje je primjenjivo jedno od ustaljenih tehničkih rješenja priključenja, važno je ne zaboraviti da zbog značaja svakog pojedinačnog korisnika mreže na SN treba pri razmatranju priključenja svakog novog korisnika mreže preispitivati postojeća tehnička rješenja i tražiti nova s ciljem optimiranja, kako tehničkog rješenja priključka, tako i postrojenja, pogona i održavanja svakog od elemenata mreže, a time i mreže, te distribucijskog sustava u cjelini.

Od ukupnog broja OMM na SN mali je broj onih koji dijele zajedničko susretno postrojenje (obično je to transformatorska stanica (TS)). Pojava povećanog broja zahtjeva za većim brojem OMM na SN u istoj TS novijeg je datuma. Takvi su se zahtjevi pojavili s raspadom negdašnjih tvrtki na više njih, gdje je učestala praksa da se ukupna zakupljena snaga dijeli među tvrtkama nasljednicama, a mjerna se mjesta u načelu smještaju u SN postrojenje postojećeg susretnog postrojenja (TS) uz postojeće (jedino dotadašnje) mjerno mjesto. Kako su zbog važećih zakona u doba nastanka ovih TS one najčešće u tuđem vlasništvu, tehnička rješenja, pa stoga i konfiguracije susretnih postrojenja su šarolika i na njih se teško može utjecati zbog različite starosti (tehnologija) postojeće opreme (a time i ograničenih mogućnosti intervencije u konfiguraciju SN postrojenja) kao i vlasničkog statusa. To je i objašnjenje zašto se do sada ovoj problematici nije mogao unificirati pristup.

2. POSTOJEĆE STANJE

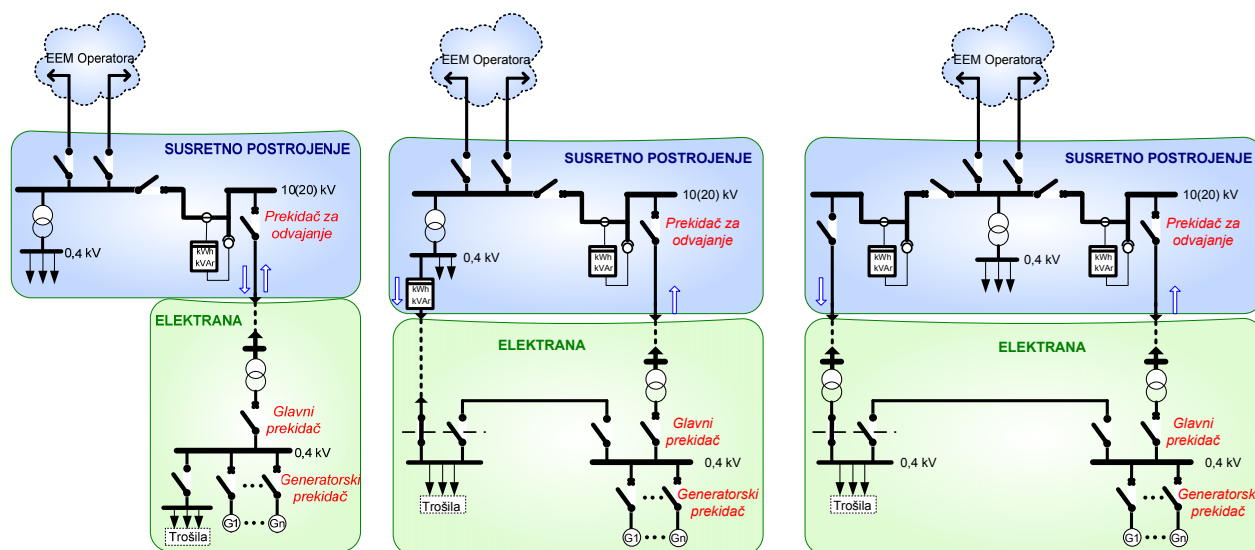
2.1. Ishodište problema

Donošenjem u ljeto 2007. podzakonskih akata za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije otvoreno je novo poglavlje elektroenergetike koje je postavilo ODS pred nove izazove. Ovi su podzakonski akti pisani s namjenom poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije, i u potpunosti su orijentirani prema potencijalnom proizvođaču, zanemarujući činjenicu da se svaki proizvođač mora priključiti na elektroenergetsku mrežu operatora sustava kako bi ostvario poticaj za proizvedenu električnu energiju. Obveza uvažavanja i ovih podzakonskih akata postavlja velike zahtjeve pred ODS jer su ovi zakoni u svojim pojedinim segmentima gotovo nepomirljivi s ostalim važećim podzakonskim aktima iz područja elektroenergetike [3], kao i temeljnim zakonima struke.

Među ovim podzakonskim aktima poseban utjecaj na koncepciju širenja distribucijske mreže donio je Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije [5]. Ovaj tarifni sustav prepoznaje tarifne razrede podijeljene po priključnoj snazi, tako da se npr. za

proizvedeni kWh električne energije u bioplinskom postrojenju s priključnom snagom (Pv) do uključivo 1 MW ostvaruje cijena od 1,20 kn/kWh, dok se za proizvedeni kWh u bioplinskom postrojenju s Pv većom od 1 MW može ostvariti samo cijena od 1,04 kn/kWh, što daje razliku od 15%. Dakako da iz ovakvog sustava tarifiranja proizlazi interes potencijalnih proizvođača za ostvarivanjem većeg broja OMM s manjom priključnom snagom (npr. Pv do 1 MW). Kako su ova OMM često smještena na jednoj lokaciji (riječ je zapravo o jednoj elektrani), optimalno je formirati zajedničko susretno postrojenje (na razgraničenju vlasništva proizvođača i elektroenergetske mreže ODS-a) za sva ova OMM, koja su, sukladno priključnoj snazi, najčešće na 10(20) kV naponskoj razini.

Kako se spomenutim zakonima potiče samo energija predana u mrežu, a ne i ona potrošena u elektrani, svaki potencijalni proizvođač želi svu svoju proizvedenu energiju predati u mrežu, a za svoje potrebe preuzimati energiju iz mreže na drugom OMM. To znači da se često proizvođač priključuje na mrežu ODS-a s dva priključka: jednim za OMM proizvođača, a drugim za OMM kupca, što, izuzev poticajne tarife, nije ničim opravdano, a najmanje strukom (slike 1 do 3). Dakle, broj OMM se dodatno povećava, a i ova OMM kupca su, vrlo često također na SN, i to u istoj TS.



Slika 1. Priključak proizvođača na EEM ODS-a - očekivani

Slika 2. Priključak proizvođača na EEM ODS-a stimuliran poticajnim zakonima (varijanta a)

Slika 3. Priključak proizvođača na EEM ODS-a stimuliran poticajnim zakonima (varijanta b)

Teoretski je moguća i pojava proizvođača električne energije koji na istoj lokaciji koriste različite obnovljive izvore (npr. sunčana i vjetroelektrana, dok je npr. u Sloveniji već zabilježena hidro i sunčana elektrana). Zbog tarifnog sustava svakoj od ovih elektrana potrebno je prema važećim zakonima posebno OMM radi različite tarife za otkup električne energije, u uvjet da svako OMM mora biti na mjestu predaje energije u mrežu, dakle, u susretnom postrojenju - priključnoj TS koja je, radi smještaja elektrana na jednoj lokaciji, logično – zajednička za sve elektrane. Nema razloga ne pretpostaviti da će i u tom slučaju OMM biti na SN te da ih može biti više u jednoj TS.

Dok se izmjenom ovih zakona, ili barem tarifnog sustava, ne zatvori ova Pandorina kutija, zakonska je obveza ODS-a priključivati nove korisnike mreže tražeći optimalna tehnička rješenja za priključenje svih korisnika koji za to podnesu zahtjeve, ma koliko ti zahtjevi s aspekta ODS-a bili nelogični. Dakle, predstoji nam pojava sve većeg broja zahtjeva za više (2 i više) OMM na 10(20) kV razini u istoj (novoj) TS 10(20)/0,4 kV.

Ovo je nova situacija za koju do sada nisu razvijane konfiguracije SN postrojenja, jer za to u praksi donedavno nije niti postojala potreba. Postojeći pristup sa „spojnim i mjernim poljem“ [1] za priključak svakog korisnika mreže na SN pokazao se teško primjenjivim za SN postrojenja u ovakvim TS.

2.2. Dosadašnja praksa

2.2.1. Jedno OMM na SN

U najvećem broju slučajeva priključuje se jedan korisnik mreže (jedno OMM) na SN u jednoj distributivnoj TS 10(20)/0,4 kV. Konceptcija uobičajenog rješenja temelji se na dostatnom broju vodnih polja (uobičajeno dva ili tri), spojnomo i strujno-naponskom mjernom polju, a ovisno o SN postrojenju korisnika mreže, obično i vodnom polju prema korisniku mreže. Čest je slučaj ugradnje i distributivnog energetskog transformatora zbog interpolacije ove TS u NN mrežu, ili zbog napajanja NN kupaca na mikrolokaciji.

U slučaju priključka jednog proizvođača (elektrane) na SN, koji, standardno, traži i priključak za potrebe elektrane kao kupca, razlikuju se dva slučaja: elektrana je kupac na NN (slika 2.) ili je kupac na SN (slika 3.) (poglavlje 2.2.2.).

Ako je elektrana proizvođač na SN a kupac na NN, konfiguracija SN postrojenja je slična postrojenju za priključak kupca na SN, uz dodatni uvjet ([4], [6]) da ili u spojnomo polju ili (što je bolje) u vodnom polju prema proizvođaču bude prekidač za odvajanje koji za proizvođača priključenog na SN treba biti daljinski upravljiv. Konfiguracija s prekidačem u vodnom polju prema proizvođaču (i sklopkom u spojnomo polju) je bolje rješenje jer je i u slučaju otvaranja prekidača za odvajanje raspoloživ podatak o mjereno naponu na SN sabirnicama u TS, što u slučaju prekidača za odvajanje u spojnomo polju nije slučaj. Budući neki proizvođači SN opreme nemaju u svojoj ponudi spojno polje opremljeno sklopkom (već samo varijantu s prekidačem), njihove uobičajene konfiguracije za ovakve slučajeve u konačnici su nešto skuplje.

Opisano tehničko rješenje prema uobičajenoj konceptiji optimalno je i za korisnika mreže i za ODS. Jedina zamjetna razlika u odnosu na uobičajene TS je postojanje sekundarnog postrojenja zbog prekidača za odvajanje proizvođača koji mora biti u sustavu daljinskog vođenja.

2.2.2. Dva OMM na SN

Postoje slučajevi priključenja dva kupca (dva OMM) na SN u jednoj distributivnoj TS 10(20)/0,4 kV. Konceptcija uobičajenog rješenja temelji se na dostatnom broju vodnih polja (uobičajeno dva ili tri), te dva spojna i strujno-naponska mjerna polja (za svakog kupca po jedno), a ovisno o SN postrojenju kupca, obično i vodnom polju prema svakom kupcu. Moguće je ugraditi i energetski transformator zbog interpolacije ove TS u NN mrežu ili radi napajanja NN kupaca na mikrolokaciji.

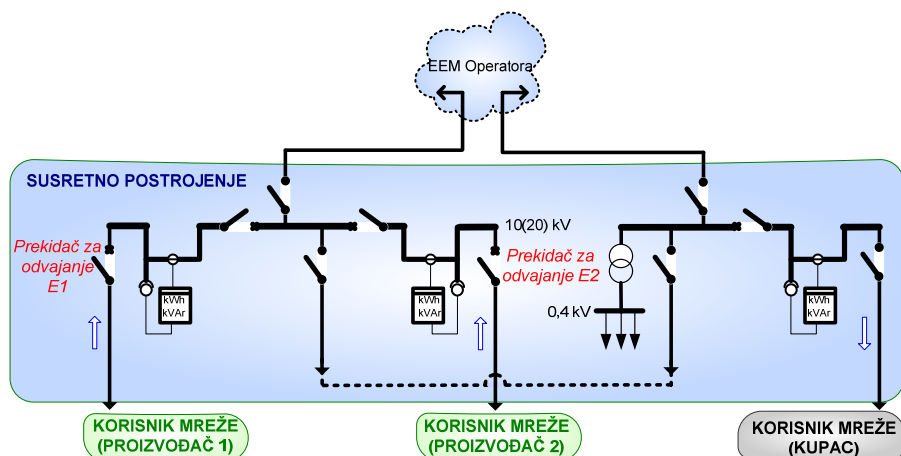
U novije se vrijeme pojavljuju i zahtjevi za priključenje dva proizvođača na SN, koji su najčešće kupci na NN. Logika primjenjena kod priključenja dva proizvođača na SN (koji su kupci na NN) sukladna je već objašnjenom u poglavlju 2.2.1. za priključak jednog proizvođača.

U ovu kategoriju (dva OMM na SN) ubrajaju se i proizvođači na SN koji su ujedno i kupci na SN, što je zapravo kombinacija prve i druge varijante opisane u ovom poglavlju.

2.2.3. Tri OMM na SN

U najnovije se vrijeme (unazad godinu dana) češće pojavljuje potreba za priključenjem više od dva OMM na SN u istoj TS 10(20)/0,4 kV (susretnom postrojenju).

Jedan je takav primjer priključenje proizvođača na SN koji je ujedno i kupac na SN, ali je susretno postrojenje interpolirano u SN mrežu na razgraničenju dva distribucijska područja (DP), pa se u jednom vodnom polju (VP) ove TS treba ugraditi i obračunsko mjerenje prema susjednom DP-u. Dakle, u TS treba formirati tri OMM na SN.



Slika 4. SN postrojenje s tri OMM na SN po dosadašnjem pristupu

Drugi je primjer priključenja dva proizvođača na SN, od kojih jedan traži i priključak kupca na SN (slika 4).

Sva tehnička rješenja prema dosadašnjoj koncepciji spojnog i mjernog polja, iako tehnički korektna, ne daju zadovoljavajuće rezultate. SN postrojenje je komplicirano i skupo, što nije optimalno niti za korisnika mreže (skupo) niti za ODS (komplicirano – zahtjevno za vođenje i za održavanje). Primjer jednog takvog SN postrojenja je na slici 4.

3. NOVA KONCEPCIJA KONFIGURACIJE SUSRETNOG POSTROJENJA ZA PRIKLJUČAK KORISNIKA MREŽE NA 10(20) KV NAPONSKOJ RAZINI

3.1. Ideja i ciljevi

Kada primjena ustaljenih pristupa u odabiru optimalnih tehničkih rješenja rezultira rješenjem koje ne zadovoljava, zdrava inženjerska logika nalaže da se mora pristupiti traženju novih puteva. Ovaj referat donosi jednu od ideja za rješavanje nastalog problema, bez pretenzija da postane jedino rješenje, čak i bez očekivanja da bude najbolje. Cilj je referata inicirati razvoj novih tehničkih rješenja, potaknuti na inventivnost, širenje pogleda, oslobađanje od inercije i vraćanje poezije u struku. Stvaranje novog, bila to pjesma ili novo tehničko rješenje, kreativan je čin koji obogaćuje onoga tko se u njega upušta, dajući toj osobi, kao i poslu kojeg radi, novu dimenziju, neponovljiv treptaj ushita koji hrani dušu i daje snagu za nastavak... Ne smije se dopustiti da struka postane inertna, slijepa repeticija dosadašnjeg, jer za to ne treba struka, ne treba čak niti zanat, treba samo slijepa pokornost. A pokornost je ubojica svih ideja. Uz pokornost kao glavni uzor ne idemo nikamo. Stojimo u mjestu. Ali svijet, i sve oko nas, se kreće, napreduje. Bez težnje ka usavršavanju bit ćemo pregaženi. U početku. U konačnici jednostavno – nećemo biti.

Ideja je razviti novi pristup u kreiranju konfiguracije susretnog postrojenja (TS) za priključak većeg broja korisnika mreže na 10(20) kV naponskoj razini. Ovaj pristup treba dati novu koncepciju koja će na prihvatljiviji način od dosadašnjeg omogućiti priključenje većeg broja OMM u zajedničkom 10(20) kV susretnom postrojenju.

Cilj je pronaći tehničko rješenje konfiguracije SN postrojenja u distribucijskoj TS 10(20)/0,4 kV koje zadovoljava slijedeće zahtjeve:

- konfiguracija mora biti jednostavnija od dosadašnjih
- SN razvod treba biti sastavljen od plinom izoliranih sklopnih modula raspoloživih na tržištu
- treba moći sadržavati više od 2 OMM na SN
- OMM mogu biti i za kupca i za proizvođača
- mjerni transformatori moraju biti u propisanoj klasi točnosti s propisanim faktorom sigurnosti
- u slučaju OMM za proizvođača predvidjeti daljinski upravljiv prekidač za odvajanje
- omogućiti etapnost opremanja postrojenja (dogradnja novih OMM, VP, TP)
- predvidjeti i OMM na NN u istoj TS

- i) minimizirati gabarite SN postrojenja
- j) u slučaju rada SN postrojenja na 10 kV razini omogućiti jednostavan prelazak na 20 kV
- k) osigurati zamjenu, tj. rad na mjernoj opremi svakog OMM (dakle i mjernim transformatorima) bez dovođenja TS u beznaponsko stanje (isključivanja cijelog SN postrojenja)
- l) način konfiguriranja postrojenja mora zadovoljavati važeće zakone i granske norme

3.2. Razvoj nove koncepcije

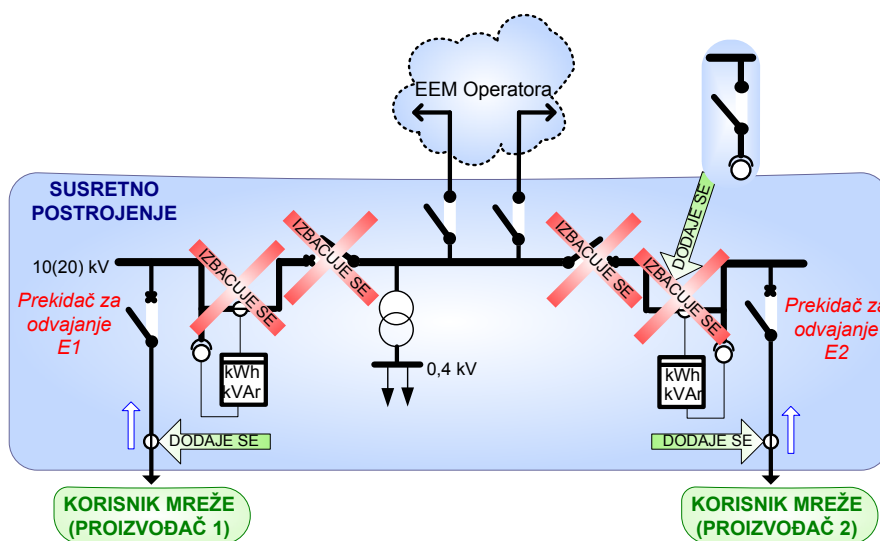
Poglavlje 2.2.3. pokazalo je da dosadašnji pristup za više od dva OMM na SN u zajedničkoj TS pada na ispitu optimalnosti.

Na pitanje što najviše smeta u dosadašnjem pristupu odgovor se sam nametnuo: ako je za svako obračunsko mjerno mjesto na SN potrebno „potrošiti“ jedan kraj sabirnica, a uobičajena konfiguracija ima samo dva kraja sabirnica, nužno je razviti koncepciju u kojoj odlaz prema korisniku mreže ne mora biti na kraju sabirnica. To znači da sabirnice ne smiju biti u mjerenom dijelu, odnosno struja kroz sabirnice ne smije biti predmet obračunskog mjerenja. Dakle, ni strujni mjerni transformatori (SMT) za obračunsko mjerenje ne smiju biti u uobičajenom strujno-naponskom mjernom polju (na sabirnicama).

3.2.1. Smještaj mjernih transformatora za obračunsko mjerenje

Rješenje problema dosadašnjeg pristupa su obuhvatni (natični) SMT koji se trebaju postaviti u vodnom polju (VP) u odlazu prema korisniku mreže. Za smještaj obuhvatnih SMT ne treba posebno mjerno polje – oni se nalaze na odlaznom kabelu u odlazu iz VP prema korisniku mreže. VP preuzima funkciju spojnog polja i dijelom mjernog polja (mjerenje struje).

Ako se SMT mogu ugraditi i bez mjernog polja, ostaje pitanje smještaja naponskih mjernih transformatora (NMT). Oni se mogu (i trebaju) nalaziti u naponskom mjernom polju, dakle, mjeriti napon na sabirnicama. Poezija je u činjenici da se za sva OMM na SN u istoj TS može koristiti mjerena vrijednost napona iz jednog NMT [9], dakle, dovoljno je jedno mjerno polje (naponsko) za sva OMM na SN u toj TS.



Slika 5. Logika nove koncepcije

U novoj koncepciji obračunsko mjerenje temelji se na mjerenju napona na SN sabirnicama susretnog postrojenja i struje koja odlazi prema kupcu, odnosno dolazi od proizvođača.

To znači da se za konfiguraciju s na primjer dva OMM na SN iz konfiguracije po dosadašnjem pristupu mogu izbaciti dva spojna polja i jedno strujno-naponsko mjerno polje, a drugo se treba zamijeniti naponskim mjernim poljem, uz ugradnju SMT obuhvatne izvedbe u svakom VP u odlazu prema korisniku mreže (u ovom slučaju dva proizvođača), kao što je prikazano na slici 5.

Mjerni uređaji (SMT i NMT) trebaju biti na takvom mjestu u konfiguraciji SN postrojenja da je moguće zamijeniti SMT i NMT bez isključenja čitave TS (SN sabirnice moraju biti raspoložive za distribuciju energije). Dostupnost naponskom mjernom transformatoru riješena je tropoložajnim

rastavljačem u naponskom mjernom polju, dok je pristup strujnim mjernim transformatorima koji se nalaze na odlaznim kabelima i nisu na SN uvijek moguć, a za zamjenu SMT treba isključiti VP prema korisniku mreže, odnosno kabel u odlazu iz ovog VP dovesti u beznaponsko stanje. Dakle, za intervencije na SMT i NMT nije potrebno umanjiti raspoloživost SN sabirnica TS.

Pozitivno je i da ne treba održavati onoliko NMT koliko je u TS OMM, nego smo jedan komplet NMT. Jedini je nedostatak što u slučaju neraspoloživosti NMT nedostaje podatak o mjerenoj naponu za veći broj OMM. No ova se situacija lako rješava linearnom interpolacijom [8].

U slučaju kada OMM za kupca i OMM za proizvođača dobivaju podatke s istog NMT može se postaviti pitanje vlasništva nad NMT (koji se smatra dijelom opreme OMM), jer je prema [1] proizvođač vlasnik svog OMM, dok je ODS vlasnik OMM kupca. Ne postoji mogućnost da proizvođač bude vlasnik dijela opreme OMM kupca za čiju ispravnost odgovornost nosi ODS, iz čega proizlazi da u ovakvom slučaju NMT treba biti u vlasništvu HEP-a. Budući da vlasništvo nad opremom podrazumijeva i obvezu održavanja, dakle, dodatnih troškova, malo je vjerojatno da bi se neki proizvođač suprotstavio prijedlogu ODS-a da HEP bude vlasnik NMT-a. Pitanje vlasništva nad NMT postoji i u slučaju NMT koji daju podatke za više OMM proizvođača, jer je upitno potencijalno vlasništvo jednog proizvođača nad mjernom opremom drugog. Vlasnički odnosi nad opremom OMM trebaju biti jasni, a uređenje ovih odnosa treba biti predmet ugovora između ODS-a i korisnika mreže. Za očekivati je da će ova problematika biti detaljnije riješena izmjenama Općih uvjeta za opskrbu električnom energijom [1].

3.2.2. Mjerni transformatori i prijelaz s 10 kV na 20 kV

Naponski mjerni transformatori mogu biti prespojivi 10(20) kV, ukoliko nisu s dva sekundarna i tercijarnim namotom (za obračun i zaštitu). No, problem neprespojivosti NMT s tercijarnim namotom nije vezan uz koncepciju SN postrojenja, nego uz sam NMT.

Budući su natični SMT na 0,72 kV, prijelaz sa 10 kV na 20 kV nazivni napon ne utječe na SMT. Treba uvažiti da će na 20 kV iznos očekivane struje biti 50% iznosa struje na 10 kV razini za istu snagu, te stoga treba mudro odrediti prijenosni omjer SMT ako se očekuje prijelaz na 20 kV. Pri dimenzioniranju SMT valja obratiti pozornost i na očekivanu struju kratkog spoja, posebice ako se pri prijelazu na 20 kV promijeni pojna točka (TS X/10(20) kV) uvažavajući i doprinos proizvođača u ukupnoj struji kratkog spoja.

3.2.3. Mjerni transformatori - ograničenja

Teoretsko ograničenje novoj koncepciji (po pitanju broja OMM na SN, odnosno mogućeg sekundarnog tereta NMT) je nazivna snaga NMT, jer obračunska brojila, pogotovo ona s ugrađenim GSM modemom, imaju određenu vlastitu potrošnju naponskih grana (do 2,5 W). Kako je nazivna snaga NMT za traženu klasu točnosti 30 VA ili više, ovo je ograničenje uistinu teoretsko.

Natični (obuhvatni) SMT najosjetljiviji su dio ove koncepcije. Problem postoji kod malih prijenosnih omjera (malih primarnih struja). Za traženu klasu točnosti i faktor sigurnosti (0,5(S)FS5) potrebne za obračunsko mjerenje [6] te očekivani sekundarni teret (2,5 VA, od čega je vlastita potrošnja strujnih grana elektroničkog brojila manja od 0,1 VA po fazi) nema strujnih mjernih transformatora obuhvatne izvedbe nazivne primarne struje ispod 100 A, dok se za SMT nazivne primarne struje ispod 150 A treba ugraditi SMT s nazivnom sekundarnom strujom 1 A.

Iako je u distribuciji uobičajena osnovna struja obračunskih brojila 5 A, nema niti zakonske niti praktične zapreke da se uobičajena elektronička brojila podese za osnovnu struju 1 A.

U slučaju potrebe za mjerenjem primarnih struja manjih od 5 A treba koristiti umjesto SMT tražene klase točnosti 0,5 strujne mjerne transformatore klase točnosti 0,5S (opseg mjerenja u traženoj klasi točnosti umjesto 5%-120% In iznosi 1%-120% In). Ostaje „nepokriveno“ u traženoj klasi točnosti područje tako malih snaga korisnika mreže na SN i u slučaju rada na 20 kV (za očekivane struje ispod 1 A, odnosno snage ispod 35 kW) kojima je i sama svrsishodnost priključka na SN dvojben.

Pri odabiru SMT treba uvažiti i karakter korisnika mreže. Primjerice, nije svejedno radi li se o elektrani - bioplinskom postrojenju koje zbog nezaustavivog procesa rada svog fermentora teži kontinuirano proizvoditi nazivnu snagu ili je riječ o vjetro ili sunčanoj elektrani koja samo teoretski dostiže svoju nazivnu snagu, u kojem će se slučaju dakako drugačije pristupati odabiru SMT (odabirom primarnih nazivnih struja SMT manjih od struje za priključnu snagu, ali s proširivim opsegom i sl.).

Pitanje raspoloživog prostora za ugradnju SMT u dolazu kabela u VP ima smisla postaviti samo u slučaju potrebe za ugradnjom dva seta SMT na isti kabel (npr. jedan set za obračunsko mjerenje a drugi za zaštitu). Do sada provedene analize pokazuju da je moguće smjestiti dva seta SMT u jedno podnožje sklopnog bloka vodnog polja. U slučaju da se ipak pojave problemi, jedno od rješenja je podizanje tipskih

sklopnih blokova na platformu čime bi se povećala visina podnožja sklopnog bloka, a time i raspoloživi prostor za ugradnju SMT bez ikakvih izmjena sklopnog bloka.

3.2.4. Spojno polje

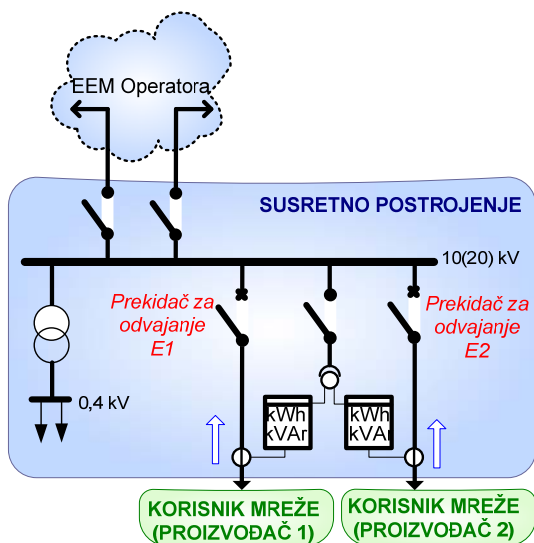
Nova koncepcija vraća pravu namjenu spojnom polju, a to je sekcioniranje sabirnica, s ciljem formiranja više sekcija koje mogu jedna neovisno o drugoj funkcionirati kao sabirnice. U dosadašnjem pristupu spojno je polje (kao dio spojnog mjernog polja) služilo za odvajanje mjernog mjesta od ostatka sabirnica, što je zapravo pretvaranje dijela sabirnica (sekcije) u radijalni odlazni vod prema korisniku mreže. Dakle, u novoj se koncepciji spojno polje neće pojaviti ako nije potrebno sekcionirati sabirnice, od kojih svaka sekcija dakako treba ostvarivati distributivnu funkciju (omogućavati prolaz energije preko sekcije sabirnica i u slučaju otvorenog prekidača u spojnom polju).

Pitanje koje je predmet brojnih diskusija u dosadašnjoj koncepciji: „Je li uopće uz spojno polje potrebno i VP u odlazu prema korisniku mreže (ako on ima rastavnu napravu na svojoj strani dolaznog voda i sl.), i ako da, kojom rastavnom napravom opremiti VP ako već postoji prekidač u spojnom polju?“ više uopće ne postoji, jer nema spojnog polja, pa tako niti prekidača koji bi mogao biti u seriji s rastavnom napravom u vodnom polju prema korisniku mreže.

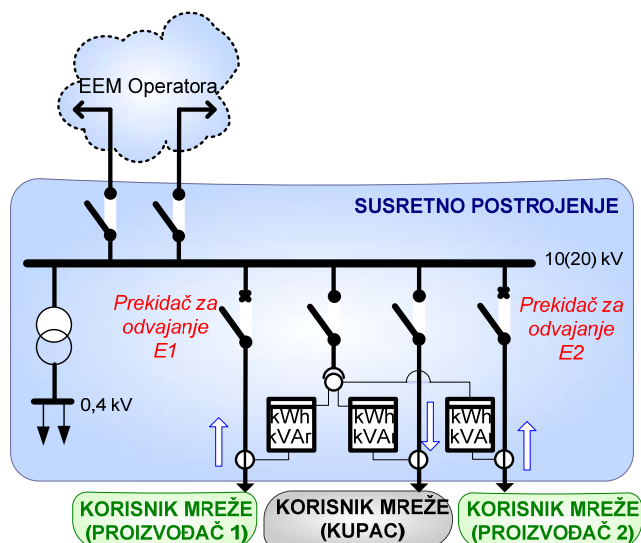
4. PRIMJENA NOVE KONCEPCIJE

4.1. Nova koncepcija postrojenja s dva OMM na SN

Iako je dosadašnji pristup prihvatljiv za donošenje tehničkog rješenja priključenja dva OMM na SN u istoj TS, u usporedbi dosadašnje i nove koncepcije nova je i u ovom slučaju optimalno tehničko rješenje, što je odmah uočljivo usporedbom slike 3. (uobičajeni pristup - 9 polja) i slike 6 (novi pristup - 6 polja).



Slika 6. Nova koncepcija SN postrojenja s dva OMM na SN



Slika 7. Nova koncepcija SN postrojenja s tri OMM na SN

Koncepcija sa slike 6 svakako treba biti prvi izbor u slučaju ograničenog raspoloživog prostora za SN postrojenje, zbog ušteda koje donosi (manji broj SN polja) u odnosu na uobičajeni pristup (slika 3).

4.2. Nova koncepcija postrojenja s tri OMM na SN

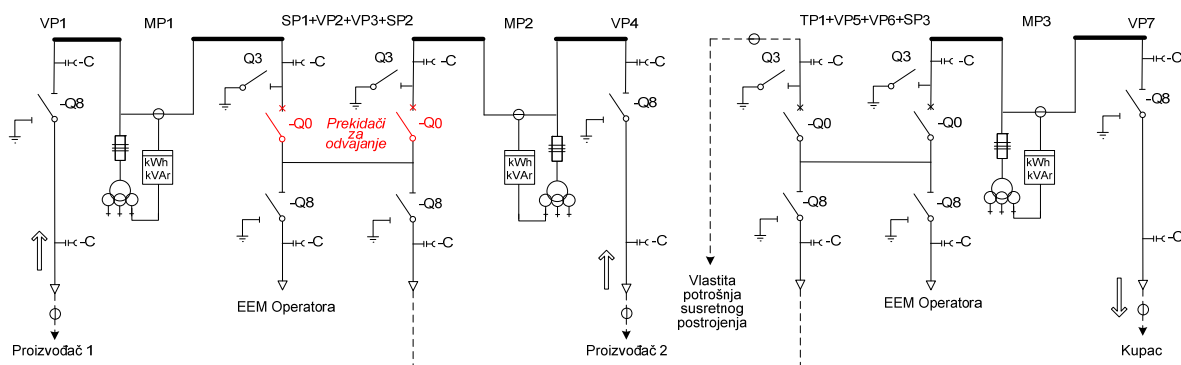
Postrojenje s tri OMM može se jednostavno konfigurirati.

Na slici 7. prikazan je primjer SN postrojenja s dva OMM proizvođača i jednim OMM kupca. Ova je konfiguracija značajno jednostavnija (i jeftinija) (7 polja) od SN postrojenja kreiranog prema dosadašnjem pristupu (14 polja) (slika 4).

Konfiguracija SN postrojenja može se proširivati po potrebi novim OMM, novim trafo poljima, kao i novim vodnim poljima koliko je god to potrebno. Dakako, uvijek je moguće povezati staru i novu koncepciju, pa na jednom kraju sabirnica formirati spojno i strujno-naponsko mjerno polje s VP prema jednom korisniku mreže, a ostala OMM po novoj koncepciji i sl. Kombinacije su brojne, a mogućnosti takve da mogu zadovoljiti sve zahtjeve koji se mogu realno očekivati.

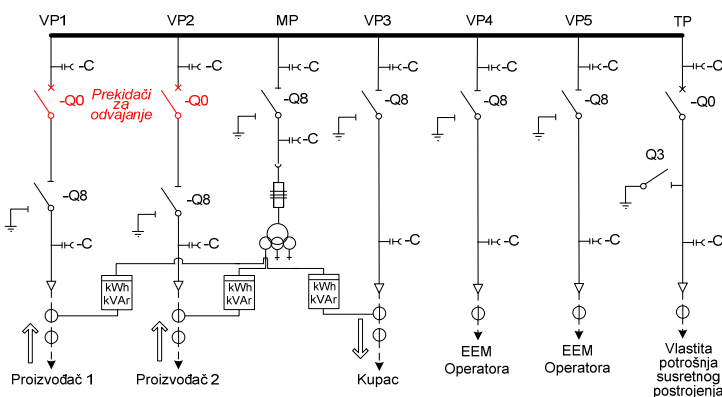
5. PRIHVATLJIVOST NOVE KONCEPCIJE KONFIGURACIJE SUSRETNOG POSTROJENJA ZA PRIKLJUČAK KORISNIKA MREŽE NA 10(20) KV NAPONSKOJ RAZINI

Nova je koncepcija nastala iz potrebe jednostavnijeg rješavanja priključenja više od dva korisnika mreže na SN u zajedničkoj TS. Nova koncepcija ostvarila je ciljeve postavljene u poglavlju 3.1. U konačnici se pokazala isplativijom već i u slučaju dva korisnika mreže (poglavlje 4.1.2).



Slika 8. Primjena dosadašnjeg pristupa u SN postrojenju s tri OMM na SN

Usporedni prikaz jednopolne sheme SN susretnog postrojenja za 3 OMM na SN po dosadašnjem (slika 8) i novom pristupu (slika 9) očit je pokazatelj nužnosti primjene nove koncepcije.



Slika 9. Primjena novog pristupa u SN postrojenju s tri OMM na SN

Kada ne bi postojala ograničenja SMT (poglavlje 3.2.3.) ova bi koncepcija davala rješenja za sve situacije. Ipak, nova koncepcija nije isključiva i fleksibilno omogućava u istom SN postrojenju kombinaciju dosadašnjeg i novog pristupa. Ovaj pristup implicira da odluku o optimalnoj konfiguraciji susretnog SN postrojenja koja treba ovisiti o karakteristikama svakog pojedinog korisnika mreže nije moguće donijeti bez pojedinačne analize, ne samo svakog korisnika mreže na SN, nego i svake kombinacije korisnika mreže na nekoj mikrolokaciji. Ovakav pristup omogućava grupiranje SN korisnika mreže u zajedničko susretno postrojenje, što smanjuje broj susretnih postrojenja, kao i širenje SN mreže u slučaju kada za to ODS nema interesa.

Primjerice, u jednoj gospodarskoj zoni u kojoj se planira pojava više korisnika mreže na SN moguće je u planiranom težištu konzuma predvidjeti zajedničko susretno postrojenje koje bi se interpoliralo u postojeću SN mrežu (po principu ulaz-izlaz), a u kojem bi se nalazila sva OMM za SN

korisnike mreže koji gravitiraju tom težištu konzuma, čime bi se izgradnjom jednog ovakvog postrojenja (sa SN interpolacijom) riješila elektrifikacija velikog dijela (ako ne i čitave) gospodarske zone. Etapna pojava novih korisnika mreže rješavala bi se dogradnjom samo jednog vodnog polja (po SN korisniku mreže) u postojećem susretnom postrojenju. Opremanjem ovog postrojenja odgovarajućim energetske transformatorom (ili transformatorima) iz istog bi se postrojenja mogli napajati i kupci na NN koji gravitiraju ovoj TS u smislu težišta konzuma. Pravilnim odabirom odgovarajuće veličine građevine TS moguće je izgradnjom jednog susretnog postrojenja (TS) po zoni elektrificirati svaku od većine gospodarskih i poslovnih zona (i to ne samo onih manjih). Ovakav pristup, osim što smanjuje gubitke u mreži, smanjuje troškove ulaganja u elektrifikaciju zone, skraćuje i vrijeme izgradnje, u potpunosti je prilagođen etapnoj pojavi korisnika mreže, minimizira vrijeme do priključenja, a smanjuje i broj elektroenergetskih objekata ODS-a čime dugoročno umanjuje i troškove održavanja.

Ova koncepcija mijenja dosadašnji način razmišljanja, uvodi raznolikosti koje razbijaju rutinu i postavljaju dodatne zahtjeve na angažman djelatnika ODS-a, uvodeći više opcija za odabir optimalnog tehničkog rješenja, drugačiju opremu (naponsko mjerno polje i natične SMT za obračunsko mjerenje na SN) i nove nazivne vrijednosti (pojavljuje se po prvi puta u distribuciji osnovna struja obračunskog brojala 1 A umjesto dosadašnjih 5 A). U osnovi promjena koje unosi ova koncepcija je proširivanje obzora povećavanjem broja opcija, što, kao i svako povećanje slobode, nosi sa sobom dodatnu odgovornost. Jednostavnost postojanja jednog pravila koje treba bez iznimke slijediti lagodno je rješenje, ali kada se počnu pojavljivati zahtjevi za koje ovo pravilo ne daje zadovoljavajući odgovor, vrijeme je za napuštanje lagodnosti puta bez opcija.

6. ZAKLJUČAK

Za razliku od drugih područja elektrotehnike, u elektroenergetici su značajne promjene uzrokovane napretkom znanosti rijetkost. Ipak, pojava naglog širenja distribuirane proizvodnje kao posljedica poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora donosi tihi revoluciju u elektroenergetiku. Ustaljeni načini razmišljanja odjednom više ne vrijede. Tokovi energije u elektroenergetskoj mreži, čak i u radialnoj, odjednom mijenjaju smjer. Energetske razrade kao temelj za planiranje razvoja mreža odjednom postaju nesuvisle jer „pojna točka“ nije više samo napojna TS, nego i novi proizvođač(i) u mreži. Starije generacije zaštitnih uređaja odjednom postaju nepouzdanje jer ne prepoznaju promjene smjera energije. Odjednom ustaljena logika opremanja susretnog postrojenja više ne može udovoljiti zahtjevima za priključenje novih korisnika. Došlo je vrijeme promjena. Uspavani div elektroenergetike treba se pokrenuti, protegnuti svoje goleme noge i požuriti za malenim izvorima koji unose promjene i žustro razmišljati - drugačije nego do sada...

Predložena nova koncepcija konfiguracije susretnog 10(20) kV postrojenja daje rješenje za situacije za koje dosadašnji pristup nije mogao dati zadovoljavajući odgovor. Dijelom su ove situacije umjetno stvorene novim poticajnim podzakonskim aktima, kojima zasigurno nije bio cilj poticati nastanak takvih situacija. Ipak, pojava upravo ovih zakona stvorila je kritičnu masu problema koja je pokrenula traženje rješenja za situacije koje su, još do nedavno, zbog svoje malobrojnosti ostale nezapažene. Neka nam i u buduće problemi budu izazov i poticaj za iznalaženje novih rješenja.

U konačnici se pokazalo da su rješenja po novoj koncepciji jednostavnija od uobičajenog pristupa čak i za dio situacija koje su zadovoljavajuće rješive uobičajenim pristupom, što novoj koncepciji daje neočekivanu dimenziju svrsishodnosti. Ipak, najveći je doprinos nove koncepcije uvođenje još jednog pristupa (uz dosadašnji) u kreiranju optimalne konfiguracije susretnog postrojenja za priključak više korisnika mreže, jer više se neće moći slijepo slijediti uobičajeni put – svaki put, nego će se prvo morati preispitati kamo vode oba puta, te uspoređujući moguća rješenja po svakoj od koncepcija zasigurno doći do kvalitetnijeg zaključka, a time i izbora optimalnog rješenja.

LITERATURA

- [1] Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom, Narodne novine (NN), br. 14/06
- [2] Pravilnik o naknadi za priključenje na EEM i za povećanje priključne snage, NN, br. 28/06
- [3] Mrežna pravila elektroenergetskog sustava, NN, br. 36/06
- [4] Tehnički uvjeti za priključak malih elektrana na elektroenergetski sustav Hrvatske elektroprivrede, klas. br. 4.25/97, N.073.01, Bilten Vjesnika Hrvatske elektroprivrede br. 66 od 04. veljače, 1998.

- [5] Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije, NN, br. 33 /07
- [6] HEP-ODS, HEP-OPS, "Naputak za primjenu važećih zakona i pravilnika glede uspostavljanja priključka obnovljivih izvora električne energije i kogeneracije na distribucijsku i prijenosnu mrežu", 2009.
- [7] HEP-ODS, Godišnje izvješće 2008. HEP-ODS d.o.o, 2009.
- [8] HEP-ODS, Pravila o mjernim podacima, 2008.
- [9] Upute za opremanje i ispitivanje obračunskih mjernih mjesta na NN i SN, klas. br. 4.27/98, N.222.04, Bilten Vjesnika Hrvatske elektroprivrede br. 73.
- [10] Tehnički uvjeti za sklopne aparature u metalnom kućištu (RMU) za nazivne napone 12 kV i 24 kV, klas. broj 4.38/04, N.012.06, Bilten Vjesnika Hrvatske elektroprivrede br. 138 od 28. prosinca, 2004.