

Diskusija na temu: Razmatranje kvalitete električne energije u distribucijskim mrežama

PRIMJENA NEINVESTICIJSKIH MJERA U PODIZANJU KVALITETE NAPONA U DISTRIBUCIJSKIM NISKONAPONSKIM ELEKTRIČNIM MREŽAMA

Sukladno "Pravilniku o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (NN 20/00)", svako distribucijsko područje bilo bi obvezno donositi i provoditi godišnje planove mjera na sustavnom isporučivanju kvalitetne el. energije u skladu s navedenim propisima.

Jedna od mjera u kompleksu primjene novonormiranih napona pripada kategoriji neinvesticijskih ulaganja. To znači, treba planirati da se postojeći energetske kapaciteti SN/NN kao izvori snadbjevanja el. energijom niskonaponskih javnih mreža podvrgnu mjernim analizama i kriterijima o kvaliteti u cilju optimalnog iskorištenja performansi, kako bi se krajnjem korisniku isporučio propisani nivo kvalitete.

Rješenje se nalazi u sistematizaciji regulacije napona na transformatorima VN/SN i SN/NN. Na području DP Elektra Zagreb, grupa visokonaponskih transformatora VN/SN 110 i 30 kV koji opskrbljuju srednjenaponsku mrežu imaju uglavnom automatsku regulaciju sa namještenim predpodešenjem izlaznog napona. Opseg i odabrani položaj regulacije na transformatorima VN/SN trebao bi biti usklađen sa lokalitetom područja i karakterom konzuma.

Druga, red niža kategorija transformatora SN/NN sa biranjem pet položaja naponskih preklopki daje zadovoljavajuće efekte koji se trebaju iskoristiti i u praksi potvrditi mjerenjima.

Mjerenja napona kod krajnjih korisnika treba također postati uobičajena praksa u vidu kontrole, a analize rezultata zbog opsežnosti i raznolikosti strukture potrošnje, ograničiti samo na one slučajeve gdje će rezultati biti ispod dozvoljenih donjih granica od 207 V.

Pilot projekt na mikro području napajanja jedne TS VN/SN

Smisao tog projekta je obuhvatiti jedno geografsko područje aktivne SN mreže u kojemu bi se izvela opsežnija mjerenja napona i opterećenja sa analizom rezultata. Temeljem dobivenih vrijednosti steklo bi se iskustvo za daljnje aktivnosti na utvrđivanju sekundarnog napona na transformatorima VN/SN i na prepodešavanju regulacijskih preklopki.

Mjerenje napona i opterećenja su međusobno ovisne veličine i kao takove ulaze u svaki račun. One su ujedno varijabilne i raznolike po konzumnom području.

Za konformnije analize iz tih razloga treba bezuvjetno imati na raspolaganju odgovarajući software, gdje će se te varijable iskušavati u varijantama do ciljanih rezultata.

Ono što se može u početnoj fazi izvesti je formirati posebno prilagođenu bazu podataka sa fizikalnim vrijednostima ("toplim i hladnim" impedancijama) za cjelokupnu srednjenaponsku mrežu. Potom mrežu segmentirati po strujnim krugovima točno u skladu s redovnim i uobičajenim pogonskim razdvojenjima.

Baze podataka o SN mrežama i transformatorima SN/NN uglavnom već postoje, te je samo potrebno izvršiti spomenute prepravke i prilagođenja za primjenu.

U tom cilju svaki strujni krug bi imao svoj posebni dosje sa fizikalnim podacima od izvorišne točke VN/SN do točke razdvojenja, a to stanje bi se proglasilo kao "referentno" za svaku daljnju analizu i proračune.

1. Osnovno polazište je definicija "fiksno pogonskog stanja SN mreže" pod kojim se podrazumijevaju pogonska razdvojenja na strujnim krugovima, a vrijedila bi tako dugo dok se ne proglasi neko drugo stanje.

U ovom segmentu, zbog ponegdje strukturne kompliciranosti mreža treba očekivati otežano utvrđivanje "čvrstog" uklopnog stanja. Činjenice, kao što su događaji prekapčanja, zatim ispadi i održavanje, jesu glavni uzročnici u fiksiranju pogonskog stanja. Iako one stoje, ipak razlike u broju na uobičajena održiva fiksna stanja su u manjini, a to znači da s te strane nebi smjelo biti većih zapreka u proglašavanju takovih točaka.

Definicija čvrstog uklopnog stanja je rezultat opsežnije energetske analize opterećenja, pouzdanost i sigurnost vršenja manevara, daljinsko upravljanje i prometna dostupnost tim točkama.

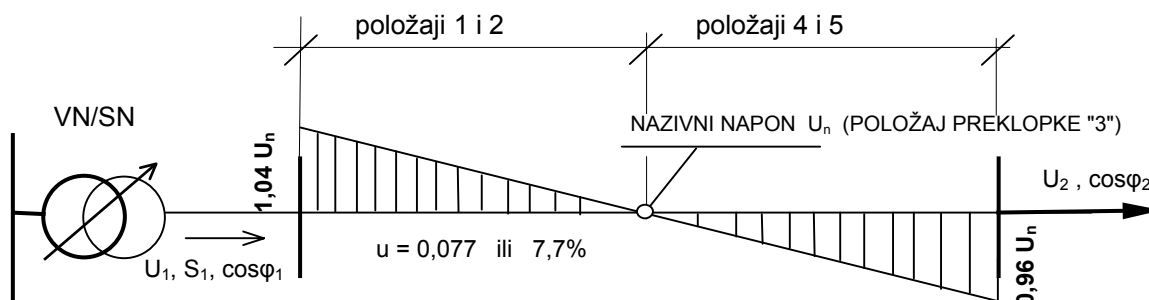
Što se tiče kraćih promjena uklopnih stanja uzrokovanih kvarovima i održavanjima, one se nebi trebale uzimati kao promjene, jer prema zakonskim odredbama to se smatra "izvanrednom situacijom" zbog karaktera privremenog statusa, do ponovne uspostave redovnog stanja. Time se ne

podliježe odgovornostima u eventualnim odstupanjima napona, u ovom slučaju regulacijske naponske preklopke na transformatorima SN/NN (čl.64. NN 8/91).

2. Drugo važno pitanje je utvrđivanja položaja naponske automatske ili ručne regulacije na transformatorima u 3 i 4 TS VN/SN. Ovdje se događaju promjene koje su ovisne o opterećenju strujnih krugova i o naponu gornje superponirane mreže. Podatak gornjeg ulaznog napona kao veličine je nepohodan za iskoristivost efekta regulacije napona iz proste jednadžbe voda:

$u \cong R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi$ ili preuređeno za uzdužni gubitak napona uvodu :

$$u \cong m \cong (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \frac{S}{U^2} = \frac{1,0x \cdot U_n - 0,9x \cdot U_n}{1,0x \cdot U_n} \quad \text{na pr. } \underline{x} \text{ se bira } 1,0\underline{4} \cdot U_n \text{ ili } 0,9\underline{6} \cdot U_n$$



Pretpostavljeni uvjeti gubitka napona mogu se postrožiti ako se zahtjeva povišenje nužne rezerve radi popravaka, prekapčanja ili nekih drugih izvanrednih događaja, a što će utjecati na smanjenje raspona "naponske elastičnosti" u dužini voda.

Gradske SN mreže koje se napajaju iz jakih i stabilnih izvora direktne transformacije, a imaju ujedno relativno kratke strujne krugove i zadovoljavajuće presjke vodiča, nema potrebe za pretjerivanjem povišenja nazivnog napona iznad 4% ($1,04 \cdot U_n$), jer bi se moglo ući u područje previsokih vrijednosti, koje se nebi mogle u početnom dijelu strujnog kruga dovesti u zonu dozvoljenih odstupanja.

Strujni krugovi vanjskih područja su mnogo osjetljiviji na oscilacije napona energetskih izvora iz višestupanjske transformacije, zato u tom području bi trebalo računati u nekim situacijama i do 10% povišenja nazivnog napona. To zahtjeva opsežniju analizu kako bi se utvrdili mogući razlozi.

Unos vrijednosti napona u računske operacije treba se temeljiti s jedne strane na mjerenoj komponenti, a na drugoj prema karakteru strujnog kruga. To znači da se mora s jedne strane mjeriti strujne krugove da se prikupe spoznaje konzuma, a s druge napon dotjerati do nivoa koji će dati zajedničke optimalne rezultate. Temeljem analize rezultata zatražiti od nadležnog "Prijenosnog područja" namještanje i držanje položaja naponske regulacije na sabirničkim sekcijama transformatora VN/SN.

Činjenica stoji, da napon u izvorišnoj točki varira obrnuto proporcionalno sa opterećenjem, zbog čega su izražene razlike i do 400 V tijekom 24 h ciklusa. Automatska regulacija napona reagira sa vremenskim zatezanjem, a to je red veličine regulacijskog opsega transformatora SN/NN ili 40% dozvoljenog povišenja nazivnog napona za srednjenaponske mreže po normama EN, IEC.

Mjerni instrumenti tipa Squirell, Dranetz i sl. vrlo precizno svakih 10 min očitavaju max, min i srednje vrijednosti napona po fazama, te se procjenjuje da bi u prvom približenju u proračune valjalo ući sa srednjim mjerenim vrijednostima, u nadi da će rezultati biti bliži stanju u naravi.

3. Tijek postupka za mjerenje napona i opterećenja

- Izabrati sekciju sabirnica koju napaja jedan transformator VN/SN i postaviti instrumente za mjerenje napona na sabirnicima SN sekcije.
- U isto vrijeme postaviti instrumente za mjerenje opterećenja barem na najkraćem i najdužem izlaznom srednjenaponskom strujnom krugu
- U prvim i zadnjim točkama SN strujnih krugova postaviti u TS SN/NN instrumente za mjerenje napona na NN strani transformatora.

Ukoliko je dovoljan broj instrumenata na raspolaganju, dobro bi bilo provesti kontrolu napona i u sredini SN strujnih krugova, a također u TS na NN strani.

Ne ispustiti provjeru vrijednosti napona na kućnom transformatoru !

- Mjerenje bi trebalo vršiti do 7 dana uzastopce, a u tom razdoblju se očekuje da se zabilježe prvi rezultati nakon prepodešavanja preklopki na trafoima SN/NN.

U koje doba godine provoditi mjerenja je posebni izbor, jer su isključene sve metodologije koje se baziraju na pojavi vršnih opterećenja, stoga preostaje za zagrebačko područje razdoblje konac veljače, ožujak i dio travnja. Za priobalna područja vrijede drugi kriteriji.

4. Analiza rezultata mjerenja i unos u software za određivanje položaja preklopki

Rezultati iz analize mjerenja imaju izravan utjecaj na regulacijske položaje naponskih preklopki, pa se mogu efikasno implementirati u software koji će dati konačni podatak za svaki transformator.

Podrazumijeva se, da se je u međuvremenu pripremila baza podataka za transformatore, kableske i nadzemne vodove iz koje se izvlače određene komponente nužne u proračunu.

Konačni se rezultati očekuju takovi da za svaki transformator SN/NN bude prikazan optimalni gornji položaj naponske preklopke.

Postupak unosa čvrstih parametara iz baze podataka treba biti organiziran da se jednim unosom broja kabela, nadzemnog voda ili transformatora povuku sve relevantne komponente u računsku shemu, te da se pritom odmah prikažu traženi rezultati.

4.1. Izbor vrijednosti napona u TS VN/SN kao varijabile

Spomenuti mjerni instrumenti s kojima se mjere max, min i srednje vrijednosti napona i struja trebaju olakšati donošenje odluke. No i to ne mora biti presudno, jer software mora biti tako koncipiran da se sa promjenom ulaznog napona odmah prikaže novo stanje.

Ulaz u proračun sa srednjim maksimalnim veličinama može dati podcijenjenje vrijednosti za položaje naponskih preklopki SN/NN, dok minimale srednje vrijednosti donose mogućnost od previsokih položaja preklopki na transformatorima SN/NN.

Prema tome, preostaje samo iznuđeno rješenje – prvo probati sa aritmetičkom sredinom svih srednjih vrijednosti, pa nakon temeljitih mjerenja i analize cijelog omrežja sekcije donijeti zaključak na koju vrijednost se mora regulirati ulazni napon koji bi se prijavio Prijenosnom području.

4.2. Izbor opterećenja transformatora SN/NN kao varijabile

Slijedeća dubioza je unos opterećenja transformatora SN/NN. Za to ne vrijede metode o prognozama opterećenja ili mjerene vrijednosti u sezoni vršnih opterećenja. Razlog je u dnevnom i sezonskom variranju tereta što utječe na rezultate opterećenja izlaznih kabela u pojnim točkama. U području urbanog naselja relevantno opterećenje transformatora bi bilo zabilježeno koncem drugog, te tijekom 3 i dijelom 4. mjeseca.

Primjeri iz naselja tipa Špansko, Malešnica i sl. pokazuju da se tereti svedeni na opterećenje izlaznih SN kabela kreću u okvirima 50-55 % instaliranih snaga transformatora SN/NN, a u zonama sa energentom plinom 40-50 %.

S time u svezi u ovom trenutku preporučuje se kontrolno uzimanje mjerenih podataka na izlaznim kabelima iz tog razdoblja, a sa faktorom redukcije instaliranih snaga transformatora dovesti teret na izlaznim kabelima do razine izmjerenih vrijednosti.

U tom postupku može se dogoditi najmanja pogreška, dok se ne istraži neka druga prikladnija numerička metoda na osnovi statističkih podataka.

5. Što se još mora uzeti u račun?

Ako poštujemo dosljednost uvažavanja malih vrijednosti (veličina), a u bitci za 10-15 V viši napon po novim normama, slijedi zaključak da su sve komponente u igri i da nema dovoljno prostora za zabušavanje radi pojednostavljenja računa. Prema tome, sve otežavajuće okolnosti moraju se ubaciti u igru, na način kako su ugrađene u HRN (EN, VDE norme) ili IEC preporuke.

- Unutarnji pad napona u namotu transformatora nije zanemariva komponenta !

Pri 60%-tnom opterećenju prosječnog transformatora 630 kVA SN/0,42 kV, unutarnji pad napona iznosi 4 - 5 V, što je 25-30% u bitci "za višak vrijednosti". Stoga ova komponenta opravdano ulazi u račun.

- Preračunavanje radnog otpora u vodovima pri 20 °C na pogonsku temperaturu vodiča u kabelu ili nadzemnom vodu

Radni otpor se povećava prosječno za 20%, a točne vrijednosti se izračunavaju prema katalogima proizvođača materijala i priručnicima. Također ulazi u račun, jer proporcionalno utječe na gubitak napona. Osobito je to izraženo kod dugačkih srednjenaponskih strujnih krugova malog presjeka vodiča.

- Faktor snage ulazi u račun jer o njemu proporcionalno ovisi gubitak napona

O uspješnosti kompeziranog područja ovise dobiveni rezultati, a imaju ozbiljne posljedice na ekonomiju gradnje.

- Iz ispitnih listova transformatora ulaze komponente u_k , u_r , prenosni omjer sa postojećim položajem preklopke, instalirana snaga i mogućnost za dvije kategorije mjerenja opterećenja trafa.

6. U kojem formatu pospremati podatke i organizirati sučelje ?

Svakako stručnjaci iz informatičkog područja bi trebali dati konačnu riječ o prikladnosti povezivanja baze podataka iz "background-a" sa aktivnim sučeljem, koji bi prikazivao konačne rezultate, spremao u arhivu i printao.

U to bi trebalo uključiti konfiguraciju srednjenaponskih mreža u dva osnovna modela:

- jednostavna radijalna kabelska gradska mreža
- radijalna mreža sa granama i brojnim podgranama

Za izvršenje postavljenih ciljeva rješenje je u izradi raznovrsnog softverskog paketa pomoću kojega se bi se mogli dobiti traženi rezultati. Budući su situacije srednjenaponskih mreža razlikuju od DP-a do DP-a, to se moraju izraditi odgovarajuća posebna prilagođenja.

- Propisati proceduru osvježavanja, kolanje podataka sa konačnim rezultatima" na informatičkom stupnju sigurnosti.

Propisati pravila izmjene referentnih uklopnih stanja, pravo unošenja podataka i korištenja softverskog programa radi promjena stanja u mreži koja mogu biti posljedica novog uklopnog stanja SN mreže, interpolacija, ili produženja SN strujnih krugova.

7. Ekipe koje izlaze na teren temeljem dobivenih rezultata vrše intervenciju na transformatorima, a nakon ponovnog ukopčanja provjerava se napon na sekundarima da nebi došlo do većih odstupanja. Osobitu pažnju obratiti na prve transformatore do izvora da na njima ne dođe do prekoračenja gornjih vrijednosti iz čega bi mogla proizaći odgovornost isporučitelja prema potrošaču za ev. nastale štete. Definitivna odluka o položaju preklopki ili konačnom podešavanju donosi se nakon obrade mjernih rezultata.

Također treba računati sa preseljenjem transformatora SN/0,42 kV prema krajevima SN strujnih krugova.

Što se tiče utjecaja na kućne transformatore, u nekim stanicama VN/SN u kojima će biti potrebno povećanje nazivnog napona iznad 5% , realno se može očekivati da bi nazivni napon sekundara trebao biti 380 V, što bi se već ušlo u područje investicija.