

Goran Šagovac
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb
goran.sagovac@hep.hr

UZEMLJENJA NEUTRALNE TOČKE U SN DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

SAŽETAK

Tretman neutralne točke bitno utječe na pogon i kvalitetu električne energije SN distribucijske mreže. Kako tretirati neutralnu točku u distribucijskim mrežama je tema kojom će se baviti ovaj članak.

Jedinstvenog stava o pitanju tretmana neutralne točke još za sada nema, a teško je vjerovati da će ubrzo biti i donesen kao tipsko rješenje, bez obzira na to da su dosada rađene studije o načinu uzemljenja neutralne točke SN distribucijske mreže HEP-a. U članku će biti obrađeno sadašnje stanje tretmana neutralne točke te osvrst na pojedine izvedbe tretmana neutralne točke.

Nadalje, biti će obrađeno pitanje povezanosti tretmana neutralne točke s kvalitetom električne energije.

Na kraju će se u članku dati prijedlog tretmana neutralne točke ovisno o SN mreži i njenom karakteru.

Ključne riječi: tretman neutralne točke, kvaliteta električne energije

NEUTRAL POINT GROUNDING IN MV DISTRIBUTION NETWORKS

SUMMARY

Neutral point treatment significantly affects the operation of MV distribution network and power quality. How to treat a neutral point of distribution networks is topic that is processed in this article.

There is no unified position regarding neutral point treatment at this point and it is hard to believe that it will soon be adopted as one, regardless of the fact that the studies have been done so far on how to ground neutral point in MV distribution network in HEP. This article will describe current practice regarding neutral point treatment and review individual performance of each neutral point treatment.

Furthermore, connection between the way neutral point is treated and power quality will be considered.

As a conclusion, this paper will suggest the way neutral point of MV network should be treated considering network characteristics.

Key words: neutral point treatment, power quality

1. UVOD

Tretman neutralne točke u distribucijskim postrojenjima bitno utječe na rad pripadne distribucijske mreže pri stanjima smetnji i kvarova. Osim problema sa SN opremom pri smetnjama i kvarovima, uočavamo i probleme s kvalitetom električne energije u pripadajućem dijelu distribucijske mreže. Od

posebnog interesa su jednofazne smetnje i kvarovi koji su i najzastupljeniji u SN mreži, a imaju značajan utjecaj na kvalitetu električne energije u pripadnoj SN mreži.

Prema podacima DP Elektre Zagreb udio jednopolnih kvarova u SN mreži u svim zabilježenim kvarovima je 70 % od čega je čak 85 % prolaznih kvarova. Dakle, radi se o velikom broju smetnji odnosno kvarova koji značajno utječu ili mogu utjecati na kvalitetu električne energije.

2. TRETMAN SN NEUTRALNE TOČKE

Do „sada“ je podloga za tretman neutralne točke proceduralno bio stari Pravilnik iz 1968.god.

Kako postupati s neutralnom točkom SN mreže dano je u Pravilniku o tehničkim mjerama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja iz 1968. g [1]. U članku 5.86 se navodi: „*Pogon mreže sa izoliranom nultom tačkom može se odvijati, ako kapacitivna struja zemljospoja te mreže nije suviše velika. Preporučuje se da kapacitivna struja zemljospoja ne prekorači slijedeće vrijednosti:*

Nazivni napon mreže kV	Kapacitivna struja zemljospoja A
6	30
12	20
20	15
35 i više	10

Ako kapacitivna struja zemljospoja prekorači navedene vrijednosti, treba mrežu razdvojiti ili primijeniti uzemljenje nulte tačke da bi se spriječile prenaponske pojave pri zemljospoju.“

Dakle, iznos kapacitivnih struja pripadne SN mreže je bio kriterij za tretman neutralne točke.

Nakon velike havarije 1981. g. na postrojenju 110/30 kV TS Jarun nalogom Inspektorata pristupilo se uzemljenju neutralnih točaka u Elektri Zagreb.

Prvo se izvodilo uzemljenje neutralnih točaka 30 kV mreža, a potom i 10(20) kV mreža.

Današnje stanje u DP Elektri Zagreb je sljedeće: sve 30 kV mreže su uzemljene, a mreže 10(20) kV su djelomično uzemljene. Sve 10(20) kV mreže koje su spojene na TS 110/10(20) kV su uzemljene. Sve 10(20) kV mreže koje su spojene na TS 30/10(20) kV su neuzemljene.

U DP Elektri Zagreb od 78 distributivnih transformatorskih stanica 30/10(20) kV i 110/10(20) kV, njih 45 tj. 58 % ih je s tretiranom neutralnom točkom. Prema gore navedenom tekstu i kriteriju kapacitivnih struja [1] sve trafostanice bi trebale biti uzemljene, jer kapacitivna struja prelazi iznos od 20 A.

Prema „Pravilniku o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih napona iznad 1 kV“ iz 2010. g. [2]. kriterij za tretman neutralne točke dan je člankom 10:

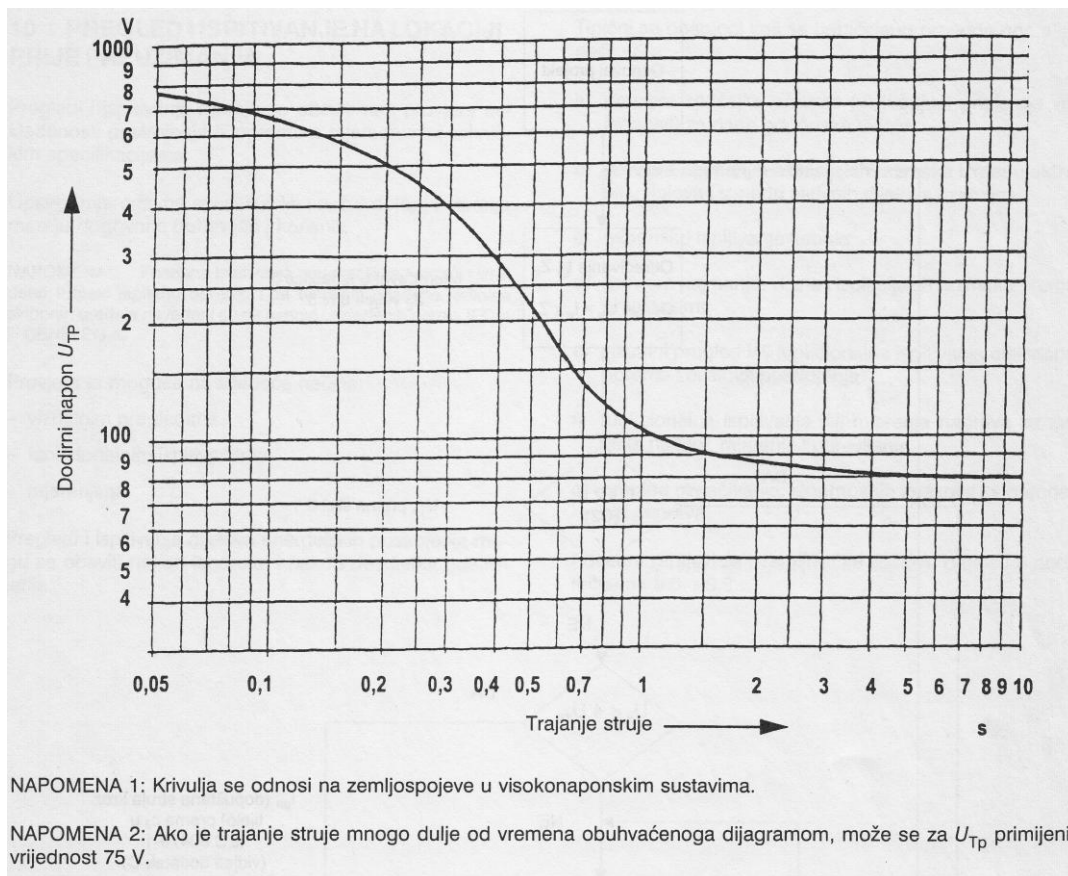
*„Električni zahtjevi
Načini postupanja s neutralnom točkom
Članak 10.*

(1) Elektroenergetsko postrojenje može se projektirati, izvoditi, biti u pogonu i održavati kao:

- sustav s neuzemljenom (izoliranom) neutralnom točkom,*
- sustav s rezonantno uzemljenom neutralnom točkom,*
- sustav s neutralnom točkom uzemljenom preko velikog otpora,*
- sustav s kruto uzemljenom neutralnom točkom ili neutralnom točkom uzemljenom preko male impedancije.*

(2) Metoda uzemljivanja neutralne točke elektroenergetskog postrojenja odnosno sustava mora biti sukladna odredbama norme HRN HD 637 S1.“

Dakle, više ne postoji kriterij iznos kapacitivne struje nego se postupa prema odredbama norme HRN HD 637 S1 [3]. U odredbama ove norme ne govori se o načinima tretmana neutralne točke već o potencijalima na uzemljivaču i naponu dodira. U normi je dana krivulja dopuštenih napona dodira u ovisnosti o trajanju struje kvara (slika 1).



Slika 1. Dopušteni napon dodira U_{TP} u ovisnosti o trajanju struje

Usporedba „starog“ i „novog“ pravilnika nema smisla već Pravilnik [2] treba akceptirati i pokušati zadovoljiti njegove odredbe.

U DP Elektra Zagreb neutralna točka tretira se u mrežama gdje imamo raspoloživo zvjezdište pojmih energetskih transformatora koje možemo uzemljiti. Uzemljenje zvjezdišta u DP Elektra Zagreb ostvaruje se uzemljenjem preko „malog“ otpornika ili preko rezonantne prigušnice. Uzemljenje preko „malog“ otpornika se izvodi otpornikom „1000 A“ za 30 kV mreže, otpornikom „300 A“ za urbane mreže 10(20) kV i otpornikom „150 A“ za ruralne mreže. Uzemljenje preko rezonantne prigušnice izvodi se regulacijskom prigušnicom podešenom na prekompenczaciju 5 A.

3. NAČINI TRETMANA NEUTRALNE TOČKE

U SN distributivnim mrežama najzastupljeniji su slijedeći tretmani neutralne točke:

- neuzemljena,
- uzemljeno preko malog otpora,
- uzemljeno preko prigušnice:
 - skokovito podesiva prigušnica,
 - kontinuirano podesiva prigušnica,
- kombinirana rješenja.

3.1. Neuzemljena neutralna točka

Najzastupljeniji način tretmana neutralne točke. Struje jednopolnih kvarova su ograničene kapacitetom mreže, tako da ovakvo rješenje može egzistirati u mrežama s malim kapacitetom mreže tj. za mreže s pretežito zračnom mrežom.

Ovakvo rješenje je najjeftinije no ima niz manjkavosti:

- relativno visoki prenaponi u SN mreži pri zemljospoju,
- mogućnost dvostrukih zemljospojeva,
- struja zemljospoja proporcionalna kapacitetu mreže,
- otežan rad zaštite od zemljospojeva,
- vrlo mala mogućnost gašenja zemljospojeva,
- loša kvaliteta električne energije.

Ovo rješenje se redovno koristilo do unatrag dvadesetak godina. Razvojem mreža i izgradnje velikog broja kablskih vodova ovakvo rješenje se polako napušta i prelazi se na alternativna rješenja tretmana neutralne točke.

3.2. Uzemljenje neutralne točke preko malog otpora

Rješenje koje se koristi u HEP ODS-u već dvadesetak godina. To se rješenje počelo primjenjivati s porastom SN mreža odnosno s porastom kapacitivnih struja. Osnovni uvjet ovakvog rješenja je omjer $IR:IC \geq 3:1$, a za terene s visokim specifičnim otporom tla omjer može biti $IR:IC \geq 1,5:1$. Poštivanje ovih uvjeta postaje problematično za velike SN mreže, a naročito kod prijelaza na 20 kV napon. Ovaj uvjet je postavljen radi smanjenja mogućih prenapona u mreži pri jednopolnim kvarovima.

Prvotno rješenje je s jednim otpornikom za uzemljenje neutralne točke po transformatorskoj stanici. Takvo rješenje je pokazalo niz nedostataka pa je sljedeći korak bio uzemljenje neutralne točke s po jednim otpornikom po transformatoru.

Dobre osobine ovakvog rješenju su:

- prenapon u mreži je u prihvatljivim granicama,
- olakšan rad relejne zaštite,
- struja jednopolnog kvara je pretežno radnog karaktera,
- smanjena mogućnost dvostrukih jednopolnih kvarova.

Manjkavosti ovakvog načina uzemljenja neutralne točke:

- skuplje rješenje,
- relativno visoke struje jednopolnih kvarova (dimenzioniranje uzemljivača),
- visokoomski kvar se teško detektira,
- svaki kvar se mora brzo isklopiti zaštitom,
- mala mogućnost samogašenja jednopolnog kvara,
- loša kvaliteta električne energije.

Do pojave zahtjeva na kvalitetu električne energije, za ovo se rješenje može reći da je bilo tipsko.

3.3. Uzemljenje neutralne točke preko prigušnice

Rješenje koje se koristi u HEP ODS-u zadnjih deset godina. To se rješenje počelo koristiti radi pojave visokih kapacitivnih struja SN mreže i radi povećanih zahtjeva potrošača na kvalitetu električne energije.

Dva su osnovna pristupa kod korištenja prigušnice za uzemljenje neutralne točke. Za kompenzaciju visokih kapacitivnih struja u mrežama s relativno visokim kapacitivnim strujama, a s visokim specifičnim otporom tla (kraški tereni), te za povećanje kvalitete električne energije u zahtjevnim distributivnim mrežama. Prema gornjem, skokovito podesive prigušnice se primjenjuju kod nas u ODS-u radi kompenzacije kapacitivne struje, a kontinuirano podesive u mrežama s povećanim zahtjevima na kvalitetu električne energije.

Dobre osobine ovakvog rješenju su:

- velika mogućnost samogašenja jednopolnog kvara,
- male struje jednopolnog kvara,
- kvar može trajati duže vrijeme,
- manji zahtjevi na uzemljivače,
- znatno povećana kvaliteta električne energije .

Manjkavosti ovakvog načina uzemljenja neutralne točke:

- skuplje rješenje,
- dodatni zahtjevi na relejnu zaštitu,
- visokoomski kvar se teško detektira.

3.4. Kombinirana rješenja uzemljenja neutralne točke

Pod ovim rješenjem se prvenstveno misli na rješenje sa shunt prekidačem. Ovo rješenje radi na principu uzemljenja faze u kvaru čime se ostvaruju preduvjeti za samogašenje kvara. Rješenje koje je imalo puno zagovornika radi predefiniраниh prednosti nad drugim rješenjima.

Ovo rješenje se koristi u mrežama uzemljenima preko velike impedancije ili u neuzemljenim mrežama. Naizgled je ovo rješenje najbolje bez očitih zamjerki, no pokazalo se da podosta korisnika odustaje od ovakvog rješenja. Ovakvo rješenje koristi jedan naš DP u ODS-u s dobrim iskustvima, no jedan korisnik u našem susjedstvu ima "loša" iskustva s shunt prekidačem jer mu je učinkovitost oko 55 %, te prelazi na druga rješenja uzemljenja neutralne točke.

Dobre osobine ovakvog rješenju su:

- velika mogućnost samogašenja jednopolnog kvara,
- znatno povećana kvaliteta električne energije.

Manjkavosti ovakvog načina uzemljenja neutralne točke:

- skuplje rješenje,
- zahtjevna izvedba,
- dodatni zahtjevi na relejnu zaštitu,
- visokoomski kvar se vrlo teško tretira,
- prisutnost prenapona,
- upitna iskustva.

4. NAČINI TRETMANA NEUTRALNE TOČKE I KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Razvojem tržišta električne energije i napretkom tehnologije postavljaju se dodatni zahtjevi na kvalitetu električne energije. Kako tretman SN neutralne točke bitno utječe na kvalitetu električne energije nužno je posvetiti dužnu pažnju rješenju tretmana uzemljenja neutralne točke.

Tablica I. Načini tretmana neutralne točke s obzirom na kvalitativne parametre

Način uzemljenja	Kvaliteta električne energije	Struja jednopolnog kvara	Prenaponi	Uvjeti na zaštitu	Samogašenje luka
neuzemljeno	loša	ovisno o dužini mreže	visoki	zahtjevno	nema
preko otpornika	loša	znatna	umjereni	niski	nema
preko prigušnice skokovito	dobra	umjerena	umjereni	zahtjevno	loše
preko prigušnice rezonantno	vrlo dobra	mala	umjereni	zahtjevno	vrlo dobro
preko shunt prekidača	vrlo dobra	zanemariva (velika)*	visoki**	zahtjevno	odlično***

* kada se govori o postrojenju gdje se nalazi shunt prekidač

** ovisno o kakvom je osnovnom uzemljenju riječ

*** nazivno bi trebalo biti izvrsno, no pokazatelji korisnika ne potkrepljuju ovu ocjenu

Prema Tablici I može se reći da je najbolje rješenje “preko prigušnice rezonanto“. Rješenje sa shunt prekidačem je izuzetno primamljivo, no egzistira činjenica da neki korisnici prestaju s korištenjem takvog rješenja (Italija, Francuska, Slovenija,...). U svakom slučaju trebalo bi istražiti koji su uzroci neprihvatanja ovog elegantnog rješenja.

5. ZAKLJUČAK

Ako je kvaliteta električne energije važna i ako trebamo težiti prema njenom povećanju, tada odabir tretmana neutralne točke ima veliku težinu. Mora se napomenuti da tipskog rješenja tretmana neutralne točke, kako u Europi tako i kod nas, nema. Primjenjuju se rješenja koja su tehno-ekonomski najprihvatljivija. Kod nas su rješenja vrlo šarolika i za sada još nije iznjedreno rješenje koje bi zadovoljavalo sve.

Nije zanemariva činjenica da su cijena i kompliciranost rješenja vrlo važna stavka u odluci o prihvatljivom rješenju. Zahtjev za primjerenom kvalitetom električne energije bit će sve dominantniji, tako da će rješenja s najboljom kvalitetom električne energije morati prevladavati.

Autor sugerira primjenu rješenja s rezonantnim uzemljenjem, te da se prihvaćaju sve ideje i rješenja koja će osiguravati povećanje kvalitete.

Bez obzira na činjenicu da je nedavno završena studija koja obrađuje problematiku tretmana neutralne točke SN mreže, mišljenja sam da u HEP ODS-u ima potencijala i kadra da se iznjedri kvalitetno tipsko rješenje na opće zadovoljstvo svih zainteresiranih.

LITERATURA

- [1] Pravilnik o tehničkim mjerama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja, List SFRJ, 1968. g.
- [2] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih napona iznad 1 kV, 2010. g.
- [3] HRN HD 637 S1