

Goran Šagovac
goran.sagovac.zg@gmail.com

MJESTA UGRADNJE UREĐAJA ZA MJERENJE KEE

SAŽETAK

Za ocjenu kvalitete električne energije pojedinog područja neke elektroenergetske mreže potrebno je imati što više podataka o predmetnoj mreži. Danas se trajna mjerenja kvalitete električne energije (KEE) uglavnom prikupljaju u pojnim točkama srednjonaponske mreže, tj. transformatorskim stanicama 110/10(20) kV ili 35(30)/10(20) kV. Takav način je dobar kao prvi korak u prikupljanju podataka o KEE. Za precizniju ocjenu stanja KEE poželjno je mjerno mjesto spustiti što bliže korisniku mreže.

Nažalost, određivanje mjesta mjerenja i prikupljanja podataka o KEE prepušteno je na izbor svakom distribucijskom području. Kako bi se dobili ujednačeni i usporedivi podaci o stanju KEE u distribucijskoj mreži, odabir mjesta trajne ugradnje bi trebao biti jednoznačno određen u cijeloj mreži HEP ODS-a.

Ključne riječi: mjerenje i kontrola KEE, mjesto ugradnje

PLACEMENT OF PQ MONITORS

SUMMARY

In order to evaluate power quality in a part of a network, it is necessary to have as much data as possible. Today, permanent PQ monitoring are mostly installed on distribution network's feed-in points, i.e. substations 110/10(20) kV or 35(30)/10(20) kV. This approach is a valid first step in collecting PQ data. To more precisely assess PQ state it is advisable to move measuring point as close as possible to network user's connection, i.e. point of delivery.

Regrettably, each distribution area (DP) is allowed by DSO to determine measuring points for PQ monitoring by themselves. In order to achieve standardized and comparable data of PQ in distribution network, selection of permanent PQ monitoring points should be unique in entire distribution network of HEP ODS.

Key words: monitoring and controlling PQ, selection of measuring points

1. UVOD

Kako odabrati mjesto trajne ugradnje uređaja za mjerenje kvalitete električne energije (KEE) u distribucijskoj mreži? Nažalost, ne postoji pravilo gdje i kako to izvesti. Mjesto trajne ugradnje uređaja za mjerenje KEE ovisilo je o politici svakog distribucijskog područja, a nažalost i danas je ostalo tako.

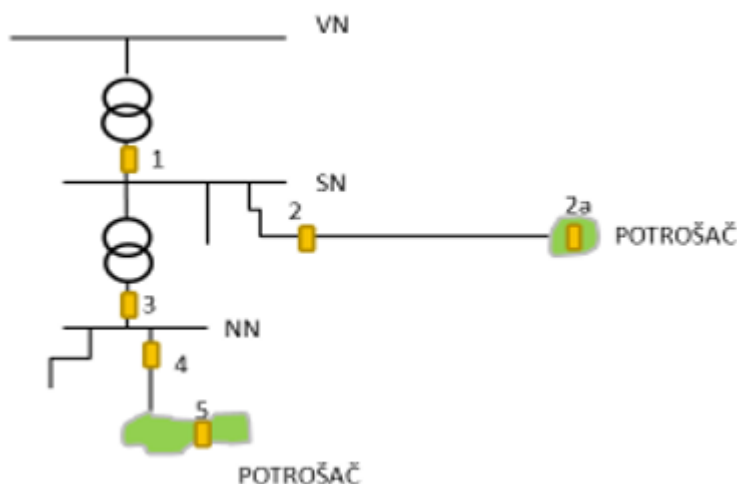
Kako je električna energija roba koju operator distribucijskog sustava isporučuje krajnjem korisniku, njeni parametri moraju poštivati zahtjeve normi koje definiraju njenu kvalitetu. U Europi i RH to je HRN EN 50160:2012 [1].

Dakle, roba koja se isporučuje korisniku mora biti u skladu s normom. Mjerno mjesto prema tome mora biti što „bliže“ korisniku. Kako je sada vrlo popularno govoriti o „naprednim mrežama“ nameće se zaključak da bi to mjesto trebalo biti na obračunskom mjernom mjestu, no da li je to moguće? Ta tema je vodilja ovog rada.

2. MJESTA UGRADNJE UREĐAJA ZA MJERENJE KEE

Postojeće lociranje mjernih uređaja je vrlo raznoliko: od mjerenja KEE na sekundaru transformacije 110/10(20) kV do mjerenja KEE na NN strani distribucijskih transformatora 10(20)/0,4 kV i/ili na sučelju sunčanih ili vjetroelektrana.

Moguća mjesta ugradnje uređaja za trajno mjerenje kvalitete električne energije (KEE) prikazana su na slici 1.



Slika 1. Raspored mjernih mjesta

Mjerna mjesta (sl. 1) mogu biti sljedeća:

- 1 – mjesto u točki napajanja SN mreže u TS 110/10(20) kV ili TS 35(30)/10(20) kV,
- 2 – mjesto na SN 10(20) kV odvodu,
- 2a – mjesto kod potrošača na SN ili na mjestu „malih“ proizvođača (vjetroparkovi i sl.)
- 3 – mjesto na NN strani transformatora SN/NN,
- 4 – mjesto na NN izvodu,
- 5 – mjesto kod NN korisnika mreže (kupaca ili „malih“ proizvođača).

Mjerno mjesto označeno brojkom 1 je pozicija s koje ODS preuzima i distribuira električnu energiju dalje u SN mrežu. U DP Elektri Zagreb je ta pozicija bila, i još je uvijek, osnovno mjesto ugradnje uređaja za trajno mjerenje KEE. Svi uređaji na ovoj poziciji su povezani u sustav za daljinski nadzor te se prikupljaju podaci o KEE i snimke naponskih poremećaja. Današnje stanje mjerenja KEE na poziciji 1 je takvo da su skoro sva mjesta pokrivena, te bi se trebali raditi mjesečni izvještaji o stanju KEE na mjestima primarnog preuzimanja električne energije. Zanimljivo je da djelatnici koji se bave vođenjem pogona često

traže podatke o kvarovima koji su se dogodili u SN mreži, kako bi ubuduće mogli brže reagirati na slične poremećaje u pojedinim djelovima mreže.

Mjerno mjesto 2 je vrlo rijetko zastupljeno. Takva situacija je razumljiva jer su, u principu, to slični podaci kao i na mjernom mjestu 1.

Na mjerno mjesto 2a bi oprema za mjerenje KEE trebala biti obavezno ugrađena, što i jest slučaj s proizvodnim postrojenjima. To su mjesta koja mogu bitno utjecati na KEE u cijeloj mreži, pa je bitno imati podatke s njih.

Mjerno mjesto 3 je pozicija iz koje je krenula cijela priča o mjerenju stanja u mreži. Prvo, kroz mjerenje opterećenja, što je kasnije prešlo u nešto složenija mjerenja većeg broja parametara. Praktički, sva mjerenja su se u prošlosti obavljala na ovoj razini. Izgrađene su baze podataka koja pohranjuju mjerenja iz ovih točaka, a koja imaju veliku važnost za djelatnike koji se bave razvojem mreže i priključivanjem novih korisnika. Put od bimetalnih ampermetara do najnovijih uređaja za mjerenje KEE bio je kompliciran, skup i vrlo zahtjevan u svakom pogledu. Nažalost, još ni danas nije uobičajeno da se na ovo mjesto ugrađuje oprema za trajno mjerenje KEE.

Mjerno mjesto 4 za sada nije obuhvaćeno mjerenjem KEE. Danas u eri „naprednih mreža“ je krajnji trenutak da se barem promišlja o ovoj varijanti mjerenja. Danas na tržištu postoji niz proizvođača mjerne opreme koji se bave s takvim izvedbama uređaja. Radi se o opremi koja sadrži set mjernih senzora, koji imaju mogućnost mjerenja svakog izvoda na NN strani, te pohrane tih podataka, kao i daljinski pristup istima. Mjerni uređaj nema vizualno sučelje (ekran) nego samo hardware s priključnim sučeljem. U principu, „napredne mreže“ nisu niti moguće bez ovakvog načina mjerenja. Ovakvo mjerenje nam daje potpunu sliku raspodjele tereta i parametara KEE po svakom NN vodnom polju, kao i NN transformatorskom izvodu.

Mjerno mjesto 5 se za sada ne koristi, osim za slučaj mjerenja prijenosnim instrumentom. Ova varijanta izvedbe trajnog mjerenja KEE je stvar budućnosti koja će omogućiti potpunu sliku o parametrima KEE. Danas se ugrađuju „napredna brojila“ koja imaju, osim mogućnosti obračunskog mjerenja, i mogućnost mjerenja nekih drugih parametara te mogućnost upravljanja. Trebalo bi inzistirati na razini HEP-a da se na obračunskim brojlilima, koja imaju mogućnost i mjerenja KEE, omogući upravljanje potrošnjom, npr. da se pri narušenoj KEE korisniku može isključiti napajanje.

2. KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

2.1. Norme vezane uz kvalitetu električne energije

Međunarodne norme i propisi koji pokrivaju područje KEE su:

- EN 50160 – propisuje kvalitetu napona u razdjelnim (distribucijskim) mrežama u normalnom pogonu,
- IEC 61000-3-2 [2] - daje dopuštene emisije strujnih harmonika za opterećenja od $I_n \leq 16$ A po fazi koja se priključuju na niskonaponsku razdjelnu elektroenergetsku mrežu,
- IEC 61000-3-4 [3] služi distributeru da procijeni trošila što se tiče emisije viših harmonika, te da odluči da li su trošila prikladna za priključak na elektroenergetsku mrežu, gledano s aspekta harmoničkog izobličenja. Preporuka daje dopuštene emisije strujnih harmonika za terete nazivnih struja većih od 16 A, koji se priključuju na niskonaponsku razdjelnu elektroenergetsku mrežu,
- IEC 61000-3-6 [4] daje principe kojima se treba voditi prilikom određivanja uvjeta priključenja kupca s velikim teretima, koji bi mogli izazvati harmonička i međuharmonička izobličenja u srednje i visokonaponskoj elektroenergetskoj mreži na koju se priključuju,
- IEEE 519 [5] je američki standard po pitanju viših harmonika i kvalitete električne energije općenito na svim naponskim razinama, od niskog napona pa sve do napona većih od 161 kV.

Kvalitetu električne energije procjenjujemo na temelju norme HRN EN 50160:2012. Ona promatra kvalitetu napona u elektrodistribucijskim mrežama u slučaju normalnog pogonskog stanja. Ne vrijedi za vrijeme kvarova u sustavu ili kad se provode mjere privremene opskrbe. Norma daje kvantitativne odlike kvalitete napona. Svrha joj je opisati i utvrditi obilježja distribucijskog napona. Preporuka vrijedi za

distribucijska postrojenja počevši od razine preuzimanja SN do mjesta preuzimanja energije na NN obračunskom mjernom mjestu.

Parametri koji po EN 50160 karakteriziraju kvalitetu napona su: mrežna frekvencija, amplituda napona, kolebanje napona (spore promjene), brze promjene napona, jakost treperenja (flikeri), propadi napona, kratkotrajni prekidi napajanja, dugotrajni prekidi napajanja, povremeni prenaponi mrežne frekvencije između faznih vodiča i zemlje, prijelazni prenaponi između faznih vodiča i zemlje, nesimetrija napona, naponi viših harmonika i signalni naponi superponirani opskrbnom naponu.

2.2. Mjerenje kvalitete električne energije

Da bi operator distribucijskog sustava osigurao kvalitetnu opskrbu električnom energijom on treba posjedovati pravovremenu informaciju u narušavanju kvalitete kako bi mogao reagirati. Rješenje koje daje najbolju informaciju je trajna ugradnja uređaja za mjerenje na mjestima na kojima korisnik preuzima električnu energiju. Za procjenu parametara kvalitete električne energije mogu se koristiti podaci prikupljeni i različitom mjernom opremom:

- daljinske stanice sustava nadzora i upravljanja (RTU),
- digitalni multimetri za pogonska mjerenja (DMM),
- digitalni zaštitni releji,
- digitalni integrirani signalno-upravljački uređaji polja (bay controller),
- digitalna elektronička brojila s automatskim daljinskim očitanjem (AMR),
- posebni uređaji za praćenje kvalitete el. energije (monitori KEE).

Monitori KEE su uređaji dizajnirani da omogućuju prikupljanje i obradu podataka prema zahtjevima normi za KEE. U početku su građeni da ispunjavaju zahtjeve A klase (prema IEC 61000-4-30 [6]) da zadovoljavaju mjerenja za potrebe rješavanja ugovornih sporova. Postavljani su na dodirne točke operatora prijenosnog i distribucijskog sustava.

Osnovu za razvoj jeftinijih uređaja prikladnih za širu primjenu predstavljaju DMM-i.

Novi uređaji zadovoljavaju S klasu (nadzor kvalitete, otklanjanje kvarova).

3. PRIMJENA I VIZIJA RAZVOJA KONTROLE KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Važnu ulogu u postizanju kvalitete ima osiguranje kvalitete. Osiguranje kvalitete je dio sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. Osiguranje kvalitete znači planirane i sistematične aktivnosti ugrađene u sustav, dok kontrola kvalitete označava tehnike i aktivnosti opažanja koje se koriste da bi se zadovoljili zahtjevi za kontrolom. Dakle, kao prvo i osnovno moramo prihvatiti da je električna energija roba koja se nudi i prodaje na tržištu pa stoga mora zadovoljavati norme prema kojim je deklarirana.

Stanje tržišta, tj. elektroenergetske mreže je sve složenije i kompliciranije pa je stoga zadaća kontrole kvalitete izuzetno važna, a nažalost i neophodna.

Stoga je nužno promišljati i donositi odluke koje će osigurati da isporučena roba bude u skladu s normama koje ju definiraju. Upravo radi toga je potrebno odrediti o unificirane metode provjere kvalitete električne energije i graditi sustav provjere KEE.

Početak primjene normativnog mjerenja i provjere kvalitete električne energije datira s početkom ovog stoljeća. Smisleni okvir provjere kvalitete električne energije završit će se kada će biti moguće praćenje kvalitete kod svakog korisnika mreže. To u, principu, znači da će uređaji za obračunska mjerenja biti izvedeni tako da, između ostalog, mogu i mjeriti i kontrolirati kvalitetu električne energije.

Ovdje se nameće pitanje cijene takvih uređaja. Danas su uređaji klase A za mjerenje KEE izuzetno skupi što je rezultat „malog“ broja jedinica koja se ugrađuju. Sa znatnim povećanjem ugrađenih jedinica cijena će nužno padati, a za varijantu ugradnje mjernog hardware u obračunski uređaj, cijena bi trebala prihvatljiva.

4. ZAKLJUČAK

Primjena mjerenja KEE je neupitna i potrebno ju je proširiti na što više mjesta. Da bi se to provelo, potrebni su neki podzakonski akti koji bi tu mjeru regulirali. Za te podzakonske akte trebala bi biti odgovorna HERA.

Kada se zapitamo kome je, osim korisnika mreže, od ključnog interesa nadzor KEE, onda dolazimo do zaključka da su to distribucijska područja. Dakle, distribucijska područja moraju provoditi definiranu politiku mjerenja KEE. Tko će definirati tu politiku provođenja nadzora, a samim tim i mjerenja KEE, je glavno pitanje.

Danas se provodi politika na način da svako distribucijsko područje ima svoju politiku što, u svakom slučaju, nije dobro. Po mom mišljenju politiku nadzora i mjerenja KEE mora donositi ODS. Važan dio te politike je i odabir mjernih točaka s kojih će se trajno prikupljati podaci o KEE. Ne manje važno je i koja organizacijska jedinica će te podatke obrađivati i donositi prijedloge za poboljšanje mogućih slabijih mjesta u distribucijskoj mreži. Po mom mišljenju ta organizacijska jedinica ne bi trebala biti u Službi za vođenje već u Službi razvoja ili slično. Razlog tome je izbjegavanje moguće subjektivnosti.

Razvojem „naprednih mreža“ i novog karaktera potrošača i proizvođača, javlja se potreba za mjerenjem KEE, kao i za obradu prikupljenih podataka.

Politika nadzora i provođenja mjerenja KEE, po mom mišljenju, mora ići u smjeru što direktnijeg nadzora krajnjeg korisnika.

5. LITERATURA

- [1] “Naponske karakteristike električne energije iz javnih distribucijskih mreža,” HRN EN 50160:2012, 2012.
- [2] HRN EN IEC 61000-3-2:2019 Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) -- Dio 3-2: Granice -- Granice za harmoničke strujne emisije (za ulazne struje uređaja ≤ 16 A po fazi) (IEC 61000-3-2:2018; EN IEC 61000-3-2:2019)
- [3] IEC TS 61000-3-4:1998 Electromagnetic compatibility (EMC), Part 3: Limits, Section 4: Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
- [4] IEC TR 61000-3-6:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-6: Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems
- [5] IEEE 519-2022 IEEE Standard for Harmonic Control in Electric Power Systems
- [6] HRN EN 61000-4-30:2015 Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 4-30: Ispitne i mjerne tehnike - Metode mjerenja kvalitete električne energije (IEC 61000-4-30:2015; EN 61000-4-30:2015)