



HRVATSKI OGRANAK
HRVATSKI OGRANAK
MEĐUNARODNE ELEKTRODISTRIBUCIJSKE KONFERENCIJE
HO CIRED
Studijski odbor SO 2

STUDIJSKI ODBOR SO2 - KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE I ELEKTROMAGNETSKA KOMPATIBILNOST

Predsjednik: Goran Šagovac, dipl.ing.

Tajnica: Irena Šagovac, dipl.ing.

Stručni izvjestitelji: Irena Šagovac, dipl.ing.
Denisa Galzina, dipl.ing.

1. UVOD

Na pripremnim sastancima za 8. savjetovanje HO CIRED, 2020. g. usvojene su preporučene teme kako slijedi:

1. Kvaliteta električne energije:

Kvaliteta električne energije

- stalnost značajki napona, naponski propadi, prenaponi, treperenje, harmonici i međuharmonici, prijelazne pojave, nesimetrija...
- praktična upotreba rezultata mjerenja u dijagnostici smetnji i rješavanju problema kvalitete
- metode i postupci za smanjenje smetnji
- sustavi za trajni nadzor kvalitete električne energije
- smartgrids i kvaliteta električne energije
- mjerenje kvalitete električne energije u distribucijskim mrežama (mjerna oprema, mjerni postupci i metode)
- iskustva iz prakse
- normizacija

Regulacija kvalitete električne energije

- regulacija kvalitete
- novi regulatorni aspekti
- pokazatelji kvalitete
- nadzor i izvještavanje o kvaliteti
- edukacija

Ekonomске značajke

- utjecaj dereguliranog tržišta na kvalitetu električne energije
- troškovi uzrokovani nedovoljnom razinom kvalitete električne energije
- troškovi povećanja razine kvalitete električne energije
- uporaba pokazatelja kvalitete električne energije u ekonomskom odlučivanju
- utjecaj energetske učinkovitih uređaja na kvalitetu električne energije
- utjecaj planiranja i razvoja mreže na kvalitetu električne energije

2. Sigurnost:

Sustavi uzemljenja i sigurnost

- atmosferski prenaponi i zaštita od groma
- potencijali uzemljivača
- naponi dodira i iznošenje potencijala
- praksa uzemljenja neutralne točke

3. Elektromagnetska kompatibilnost:

Električna i magnetska polja

- mjerenja
- normizacija
- metode za smanjenje razine izloženosti
- elektromagnetski utjecaj

Za 8. savjetovanje HO CIRED-a za SO2 prispjelo je 18 prijava referata, od čega je 14 referata predano u roku, svih 14 je pozitivno recenzirano te time i prihvaćeno i raspoređeno po preporučenim temama:

R.br.	Preporučena tema	Broj referata
1.	Kvaliteta električne energije	11
2.	Sigurnost	2
3.	Elektromagnetska kompatibilnost	1

Radovi podjeljeni preporučenim temama

SO2: Kvaliteta električne energije i elektromagnetska kompatibilnost

Preporučena tema 1: Kvaliteta električne energije

SO2-01	Denisa Galzina, HOPS Benchmarking kvalitete električne energije
SO2-02	Irena Šagovac, Marijan Lukač, HEP ODS d.o.o., Elektra Zagreb Utvrđivanje uzroka kvarova pomoću zapisa s uređaja za mjerenje KEE
SO2-03	Erika Šehić, Dragan Mučić, Vedran Nakić, HEP ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split AMR sustav kao dio sustava za praćenje kvalitete električne energije u distribucijskoj mreži
SO2-04	Matija Babić, Danijel Dobutović, Marko Perišić, HEP ODS d.o.o., Elektra Vinkovci Integrirani sustav kontrole kvalitete energije distribucijskog područja
SO2-05	Dora Mešić, Damir Pirić, Dorjan Močinić; HEP ODS d.o.o Prilagodba DISPO aplikacije zahtjevima Uvjeta kvalitete opskrbe električnom energijom
SO2-06	Goran Licul, Tin Jakonišić, HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula Sanacija naponskih prilika u niskonaponskoj mreži ugradnjom automatskog regulatora napona
SO2-07	Zvonimir Klaić, Matej Žnidarec, Damir Šljivac, Dario Došen, FERIT Osijek Analiza viših harmonika fotonaponske elektrane na temelju trajnog nadzora kvalitete električne energije
SO2-08	Mario Samardžija, Silvio Preglej, ECCOS inženjering d.o.o.

	Ispunjavanje specifičnih korisničkih zahtjeva vezanih uz kvalitetu električne energije primjenom programabilnih i adaptivnih mjernih instrumenata
SO2-09	Borna Juriša, Inginspekt - Opatija d.o.o. Naponski propadi u distribucijskom sustavu
SO2-10	Jürgen Blum, A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany Simultaneous charging of electric vehicles and evaluation of supraharmonics up to 150 khz in electric vehicles (Simultano punjenje električnih vozila i ocjenjivanje supraharamonika do 150 khz u električnim vozilima)
SO2 -11	Ian Watson, 7Com Ltd., Goran Šagovac, Industrooprema, Ivan Sokac ml., Elektron Erma, Zvonimir Petrovic, HEP ODS d.o.o. Poveznica nadzora kvalitete napajanja nn mreže i punionica električnih vozila te pametnih gradova

Preporučena tema 2: **Sigurnost**

SO2-12	Milan Zdilar, Dragan Mučić, Petar Pujić, HEP ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split, Tonko Gama, FESB Opasnost od napona koraka kod domaćih životinja
SO2-13	David Tomáš, Petr Vančata, EGE spol. s r.o, Czech Republic Experiences with resonantly grounded networks (Iskustva s rezonantno uzemljenim mrežama)

Preporučena tema 3: **Elektromagnetska kompatibilnost**

SO2-14	Josip Pavleka, HEP ODS d.o.o., Elektra Zagreb, Lovro Vrus, ZIRS Mjerenje jakosti električnog polja, gustoće magnetskog toka te razine buke distributivnih trafostanica radi pribavljanja Rješenja o uporabi nepokretnih izvora elektromagnetskih polja
--------	---

2 IZVJEŠĆE O RADOVIMA

Preferencijalna tema 1 Kvaliteta električne energije

SO2-01 dr. sc. Denisa Galzina, HOPS: „*Benchmarking kvalitete električne energije*„

Izvešće recenzenta:

Tijekom nekoliko desetljeća, kvaliteta električne energije postajala je sve važniji čimbenik u opskrbi električnom energijom. To je proizašlo iz razloga što su kupci postajali sve svjesniji kvalitete električne energije i zato što su električna trošila postajala sve sofisticiranija i osjetljivija na naponske smetnje.

Rad prikazuje kvalitetu električne energije kao proizvod koji se može usporediti kod različitih operatora sustava u različitim dijelovima Europe. To je moguće zbog toga što Vijeće europskih energetske regulatora, CEER (Council of European Energy Regulators) redovito provodi istraživanje i analizu kvalitete opskrbe električnom energijom u svojim zemljama članicama. Rezultati se objavljuju u obliku benchmarking izvještaja, čime se olakšava pristup informacijama o kvaliteti opskrbe i utjecaju regulatora na samu kvalitetu.

Prema zadnjem izvješću u istraživanju kvalitete napona sudjelovalo je 27 zemalja, a Hrvatska se spominje kao jedna od zemalja u kojoj je obavezno mjerenje parametara kvalitete električne energije.

Dan je pregled graničnih vrijednosti parametara kvalitete električne energije prema EN 50160:2010 kao i odstupanja graničnih vrijednosti od norme koje su usvojene u određenim državama, te pregled stanja u Hrvatskoj po pitanju kvalitete električne energije.

Pitanja recenzenta i odgovori autora:

Pitanja za raspravu:

- (1) Imate li saznanja kako na Cipru održavaju vrijednosti kratkotrajne (Pst) i dugotrajne (Plt) vrijednosti flikera na $\leq 0,35$ u 95% vremena? Zbog čega su te vrijednosti ograničene na tako niske vrijednosti ako prema normi EN 50160:2010 mogu imati i više dozvoljene granične vrijednosti?
- (2) U radu je navedeno da od 27 zemalja koje su sudjelovale u istraživanju kvalitete napona, 18 ima ugrađene uređaje za mjerenje parametara kvalitete napona. Na koji način je provedeno istraživanje u preostalim 9 zemalja?
- (3) Gdje bi svrstali Hrvatsku u odnosu na druge zemlje po pitanju praćenja parametara kvalitete električne energije, broju stalno nadziranih točaka u elektroenergetskom sustavu kao i sadržaju izvješća o kvaliteti električne energije?

Odgovori na pitanja:

- (1) Na Cipru nema velikih industrijskih postrojenja koja bi generirala flikere. Pretpostavljam da je niska razina postavljena kako bi se ograničio negativni utjecaj flikera uzrokovanih obnovljivim izvorima energije koji se masovno grade na Cipru.
- (2) Ostale zemlje sudjelovale su sa statističkim podacima o prekidima napajanja električnom energijom – njihovim trajanjima, i količinom neisporučene energije. Također, promatrale su se i primjedbe korisnika mreže upućene operatoru sustava u vezi kvalitete napajanja.
- (3) Hrvatska je dosta visoko pozicionirana s obzirom na praćenje parametara kvalitete električne energije. Hrvatskim propisima je određeno da se na visokonaponskoj razini sva obračunska mjerna mjesta moraju opremiti uređajima za trajno praćenje parametara kvalitete, i to nas svrstava uz bok npr. Francuske. Izvješća o kvaliteti se većinom odnose na količine neisporučene energije, duljine

trajanja prekida napajanja, odzivu operatora sustava na primjedbe korisnika, a manje na same parametre kvalitete. U tom dijelu postoji dosta mjesta za poboljšanje.

SO2-02 mr. sc. Irena Šagovac, Marijan Lukač HEP ODS d.o.o., Elektra Zagreb:
„Utvrđivanje uzroka kvarova pomoću zapisa s uređaja za mjerenje KEE“

Izvješće recenzenta:

Referat na zanimljiv način kroz primjere prikazuje mogućnost primjene rezultata dobivenih za potrebe kontrole kvalitete električne energije kod određivanja vrste i mjesta kvara u elektroenergetskom sustavu. Autori nas upoznaju s primjenom i rezultatima napravljenih analiza čime je svim zainteresiranim ukazano na koji način postojeću infrastrukturu ugrađenu u pojnim točkama (TS 110(30)/x kV) iskoristiti za analizu događaja u mreži s ciljem osiguravanja sigurnije i pouzdanije isporuke električne energije. Ovime već ugrađena oprema u elektrodistribucijsku mrežu dobiva dodatnu vrijednost, što je zasigurno itekako značajno za operatora distribucijskog sustava.

Osim što kroz primjere pokazuje primjenu, referat otvara mnoge teme za buduće referate jer su spomenute moguće primjene i ostale već postojeće infrastrukture (hardver i softver) za još bolje praćenje stanja mreže sa znatno većim mogućnostima za dobivanje brzih informacija o mjestu i vrsti kvara od onih koje pružaju uređaji za praćenje kvalitete električne energije i neautomatizirani proračuni detektiranih kvarova.

Daljnja digitalizacija i automatizacija po dubini mreže, uz adekvatnu primjenu SCADA i ostalih geo/tehničkih sustava omogućit će velike iskorake u vođenju mreže, prvenstveno iz perspektive brzog lociranja mjesta kvara, te posredno izoliranje dijela mreže u kvaru, što svakako treba biti obrađeno u budućim referatima (u temama drugih studijskih odbora). Ono što ovaj referat čini izuzetno vrijednim je momentalna primjenjivost iznesenog u vođenju mreže, a dodatno na značaju dobiva činjenicom da sva znanja stečena i dobivena kroz analizu kvarova na navedeni način mogu u budućnosti biti primijenjena kroz automatizirane procese, što u smislu metoda, što u smislu kategorizacije tipičnih pojava u elektroenergetskom sustavu.

Zbog svega navedenog, referat ocjenjujem izuzetno korisnim za sve dionike elektroenergetskog sustava, te preporučujem prihvaćanje istog.

Pitanja recenzenta i odgovori autora:

Pitanja za raspravu:

- (1) Mogu li vrijednosti izmjerene uređajima za praćenje KEE biti iskorištene kao indikator za analizu pojedinih strujnih krugova prije pojave prvog ispada u SN mreži?

Na žalost ne, jer se ovakvi uređaji ugrađuju na trafo polja i bilježe ukupnu struju koja prolazi kroz transformator. To bi bilo moguće ako bi se istovremeno analizirali podaci sa zaštitnih releja po vodnim poljima, zapisi iz SCADA-a sustava i podaci iz uređaja za KEE.

- (2) Koji su preduvjeti za implementaciju funkcije SCADA sustava koja bi omogućila automatizirano lociranje mjesta kvara temeljem proračuna

parametara mreže, tj. u mrežama bez značajnog broja ugrađenih indikatora kvara?

Da bi proračuni mjesta kvara u SCADA sustavu mogli funkcionirati, potrebno je imati ažurna uklopna stanja, točne podatke o tehničkim parametrima mreže (npr. vrsta voda, impedancija, duljina) i podatke o struji kvara. U Elektri Zagreb je ta mogućnost SCADA sustava (Network manager) isprobana, ali zbog veličine i kompleksnosti mreže nije dala zadovoljavajuće rezultate.

- (3) Jesu li autori kod analize kvarova koji u referatu nisu obrađeni uočili podudarnost različitih vrsta kvarova u smislu snimljenih oscilograma struja i napona ili svi promatrani slučajevi imaju jedinstveni "otisak" koji jednoznačno sugerira vrstu kvara?

Referat je nastao temeljem uočenih sličnosti u izgledu strujno-naponskih prilika na transformatorima za vrijeme kvarova u mreži koji su zabilježeni uređajima za KEE. Dodavanjem informacije o uzroku kvarova dobivenih od terenskih ekipa, došlo se do zaključaka da bi se za određene strujno-naponske slike kvara moglo zaključiti što ga je uzrokovalo, sa dosta velikom sigurnošću. Dakle, za neke kvarove se može reći da imaju jedinstveni "otisak".

SO2-03 Erika Šehić, Dragan Mučić, Vedran Nakić, HEP ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split: „AMR sustav kao dio sustava za praćenje kvalitete električne energije u distribucijskoj mreži“

Izvešće recenzenta:

Prijavljeni rad ugrubo opisuje koncept sustava koji bi prikupljao podatke iz više izvora širom distribucijske mreže, te bi se pomoću njega mogla pratiti i kvaliteta električne energije.

Budući da je na prvoj recenziji dano dosta primjedbi, rad je preoblikovan na način da je promijenjen naslov i zaključak, pojavio se još jedan autor, dodano je proširenje u vidu opširnih tehničkih podataka brojila na američkom tržištu, i primjera korištenja AMR sustava u svrhu indikativnog praćenja kvalitete električne energije, sanacije naponskih prilika, kompenzacije faktora snage i praćenja broja propada napona. Novi rad nosi naslov AMR SUSTAV KAO DIO SUSTAVA ZA PRAĆENJE KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI, i više se ne bavi konceptom objedinjavanja mjerenja parametara kvalitete kroz razne uređaje i sustave, već automatskim prikupljanjem podataka iz brojila. Prikazi slika su nejasno i nedovoljno detaljno opisani, tako da se ne vidi konkretna korist od navedenog sustava u vidu poboljšanja naponskih prilika u distribucijskoj mreži.

To ostavlja prostora da autori kroz prezentaciju pojasne.

Pitanja recenzenta i odgovori autora:

- (1) Na koji način brojilo mjeri amplitudu i fazni kut svih harmonika do 255-og za sve struje i napone u realnom vremenu?
- (2) Koriste li se podaci o poremećajima napona za kontrolu neovlaštene potrošnje ili kvalitete električne energije? Postoji li alarm u sustavu koji se aktivira ako izmjereni parametri padnu ispod neke granice, i je li to znak za intervenciju na terenu?

- (3) Koja je prednost dnevne analize izmjerene jalove energije za izračun mjesečne vrijednosti prekomjerno preuzete jalove energije? Obavještava li se korisnika mreže da je dnevna vrijednost jalove energije previsoka?

Odgovori:

1. Prilikom pisana članka se pogriješilo Nexus 1272 mjeri amplitude do 255 harmonika, a fazni kut harmonika se ne prikazuje u realnom vremenu.
2. Podaci se koriste za kontrolu neovlaštene potrošnje i kvalitete električne energije. U sustavu postoji alarm u sustavu koji se aktivira ako izmjereni parametri prijeđu dozvoljene granice.
3. Prednost dnevne analize izmjerene jalove energije je da se jednostavno može kontrolirati rad uređaja za regulaciju jalove energije. Ne obavještavamo korisnike o razini jalove energije.

SO2-04 Matija Babić, Danijel Dobutović, Marko Perišić, HEP ODS d.o.o., Elektra Vinkovci: „*Integrirani sustav kontrole kvalitete energije distribucijskog područja*“

Izvješće recenzenta:

U referatu je opisan sustav za kontrolu kvalitete električne energije distribucijskog područja Elektre Vinkovci. U sustav su, osim uređaja za mjerenje kvalitete električne energije, integrirani i podaci s mjernih terminali za mjerenje energetske parametara mreže i kontrolnih brojala električne energije koja su ugrađena u transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV.

Kvaliteta električne energije se prati od točke ulaska u distribucijsku mrežu na sučelju s postrojenjima HOPS-a (35 kV transformatorska polja), na niženaponskoj strani transformatora u 35/10(20) kV transformatorskim stanicama, na priključku distribuiranih izvora snaga 100-500 kW i na 0,4 kV strani transformatora u transformatorskim stanicama 10(20)/0,4 kV.

Svi prikupljeni podaci se objedinjavaju u sustavu koji zatim automatski generira izvještaje.

Referat daje detaljan opis strukture sustava za praćenje kvalitete električne energije na području Elektre Vinkovci. Bilo bi zanimljivo da je u referatu na konkretnom primjeru prikazana korist ovakvog sustava.

Pitanja recenzenta i odgovori autora:

(1) U tablici IV. je navedeno da je komunikacija prema uređajima za mjerenje KEE modemska. O kakvom se modemu radi? GPRS modem? Kako se često prikupljaju podaci i koliki je prosječan data promet mjesečno?

(2) Da li u opisanom sustavu postoji automatsko alarmiranje ukoliko neki od parametara koji se prate prijeđe granicu (npr. pojava propada napona) i ako da, na koji je način to realizirano?

(3) U referatu se spominje da se uz izvještaj o usklađenosti kvalitete napona s HRN EN 50160 prilažu i snimke tranzijenata. Molim pojasniti što se misli pod pojmom “snimke tranzijenata”?

Odgovori:

(1) Tipičan mjesečni podatkovni promet ovisi o tipu uređaja i iznosi 30 do 150 MB po jednom uređaju. Količina podatkovnog prometa značajno ovisi o broju zapisa događaja u mreži, tj. ukoliko postoji veći broj zapisa događaja promet se povećava.

(2) U sustavu PQ VISA postoji programsko alarmiranje pri prijelazu granica HRN EN 50160:2012. Druge modova alarmiranje moguće je dodati u program.

(3) Naziv aktualne norme je HRN EN 50160:2012. Snimka tranzijenta odnosi se na snimku valnog oblika prijelazne pojave mjerenih veličina pri pojavi propada napona, nadvišenja napona ili

SO2-05 Dora Mešić, Damir Pirić, Dorjan Močinić; HEP ODS d.o.o: *“Prilagodba DISPO aplikacije zahtjevima Uvjeta kvalitete opskrbe električnom energijom”*

Izvešće recenzenta:

U referatu je prikazana prilagodba aplikacije DISPO zahtjevima definiranim u Uvjetima kvalitete opskrbe električnom energijom (Narodne novine, br. 37/17, 47/17). Opisan je način vođenja elektroničke evidencije o pouzdanosti napajanja. U radu je naglašeno da se posebna pozornost posvetila točnosti unosa i kontroli podataka o prekidima napajanja te ažurnosti matičnih podataka.

Također, intenzivno se radi na automatizaciji unosa podataka i povezivanju s ostalim informatičkim sustavima HEP-ODS-a poput SCADA-e i aplikacije Informator koja se koristi za praćenje podataka o napajanju OMM-a.

Nadalje, novi web preglednik DISPO aplikacije na Oracle APEX platformi poboljšao je mogućnost praćenja unosa podataka i izrade izvještaja. Značajna pozornost posvetila se upravo izradi izvještaja sa podacima koji se koriste za izradu godišnjeg izvještaja HEP-ODS-a o kvaliteti opskrbe električnom energijom ili izvještaja koji moraju biti dostupni korisnicima mreže. U radu je navedeno da se izrađuje i izvještaj s popisom korisnika mreže koji bi potencijalno mogli ostvariti pravo na isplatu novčane naknade.

U završnom dijelu referata, naglašeno je da će se nastaviti s razvojem, poboljšavanjem funkcionalnosti te posebno preglednosti podataka u aplikaciji DISPO, koja je ključna za praćenje kretanja parametara pouzdanosti napajanja.

U radu je dan kvalitetan pregled prilagodbe aplikacije DISPO, te poboljšanja koja su postignuta njenom primjenom unutar HEP ODS-a, stoga se predlaže prihvatiti referat.

Pitanja recenzenta i odgovori autora:

- (1) Da li su uočeni problem prilikom razvrstavanja prekida prema uzroku i uzročniku te da li su u tom smislu potrebna neka poboljšanja klasifikacije uzroka i uzročnika?

S obzirom na to da je u DISPO aplikaciji ranije postojala klasifikacija uzroka i uzročnika, objavom Uvjeta kvalitete opskrbe električnom energijom ista je provjerena

te je smanjen broj mogućih uzročnika kako bi se maksimalno prilagodio onim definiranim Uvjetima kvalitete opskrbe električnom energijom. Postojeća klasifikacija uzroka i uzročnika je zadovoljavajuća te trenutno nisu potrebne dodatne izmjene.

- (2) Da li se razmišljalo o mogućem daljnjem povezivanju aplikaciju DISPO s drugim aplikacijama namijenjenim korisnicima mrže poput aplikacije "Moj račun" a u kojoj bi mogao dati npr. prikaz općih pokazatelja pouzdanosti napajanja?

Trenutno su aktivnosti usmjerene na povezivanju internih aplikacija HEP ODS-a s ciljem poboljšanja i automatizacije poslovanja. Preduvjet za daljnje povezivanje je točnost i ažurnost svih podataka unutar HEP ODS-a.

Trenutno u planu nije ostvarivanje takvog povezivanja, ali je zanimljiva ideja koja bi omogućila korisnicima pristup podacima te će se svakako razmotriti.

- (3) Da li je moguće napraviti usporedbu isplate naknade po stanicama ili izvodima, npr. stanica s najvećim brojem novčanih naknada?

U DISPO aplikaciji je trenutno napravljen izvještaj o broju potencijalnih korisnika mreže koji bi ostvarili pravo na novčanu naknadu za odabrano vremensko razdoblje u slučaju kada bi svi korisnici mreže imali ugrađeno brojilo definirano Uvjetima kvalitete te bili priključeni na NN napon za pojedinačne pokazatelje pouzdanosti napajanja pojedinačnih dugotrajnih prekida napajanja. Izvještaj je napravljen na razini distribucijskog područja i tipu SN izvoda. Isti izvještaj moguće je napraviti i po transformatorskim stanicama i izvodima, ovisno o naponskoj razini.

Izvještaj koji se odnosi za pojedinačne pokazatelje pouzdanosti napajanja svih dugotrajnih prekida napajanja je, zbog uvjeta da se u trajanje ili broj prekida ne ubrajaju prekidi napajanja za koje je korisnik mreže tokom godine već ostvario pravo na novčanu naknadu, malo kompliciraniji za napraviti. Prva verzija prikazivat će, kao i za pojedinačne prekide, broj korisnika mreže koji bi ostvarili pravo na razini godine u slučaju da svi korisnici mreže imaju ugrađeno brojilo definirano Uvjetima kvalitete.

Ograničenje u izradi kompleksnijeg izvještaja predstavlja činjenica da se podaci koji su potrebni za izradu takvih izvještaja nalaze u različitim aplikacijama HEP ODS-a koje međusobno nisu povezane.

SO2-06 Goran Licul, Tin Jakonišić, HEP ODS d.o.o. Elektroistra Pula: „Sanacija naponskih prilika u niskonaponskoj mreži ugradnjom automatskog regulatora napona“

Izvešće recenzenta:

Članak obrađuje vrlo važnu problematiku sanacije naponskih prilika u distribucijskim mrežama koristeći odgovarajući programski paket i odgovarajuća mjerenja prije ugradnje i nakon ugradnje regulatora napona. Zbog toga je koristan za buduće sanacije naponskih prilika u distribucijskim mrežama.

Bilo bi korisno usporediti doprinose povećanja presjeka vodiča i doprinos samog regulatora napona u konačnim rezultatima, te analizirati eventualne negativne popratne utjecaje kao što su viši harmonici ili buka samog uređaja ako postoji.

Pitanja za raspravu:

- (1) Usporedba doprinosa sanaciji naponskih prilika povećanjem presjeka vodiča i ugradnje samog automatskog regulatora napona
- (2) Prednosti i nedostaci odabranog automatskog regulatora napona u odnosu na druge regulatore na tržištu
- (3) Da li su izvršena mjerenja kvalitete električne energije (THD, flikeri,)

SO2-07 Dr.sc. Zvonimir Klaić, Matej Žnidarec, Damir Šljivac, Dario Došen, FERIT Osijek: „*Analiza viših harmonika fotonaponske elektrane na temelju trajnog nadzora kvalitete električne energije*“

Izvešće recenzenta:

Očekivano povećanje broja fotonaponskih (PV) sustava integriranih u mrežu moglo bi izazvati probleme u pogledu zaštite, sigurnosti sustava i kvalitete električne energije. Stoga su važna dosadašnja iskustva vezana za utjecaj fotonaponskih elektrana na pokazatelje kvalitete električne energije u distribucijskoj mreži.

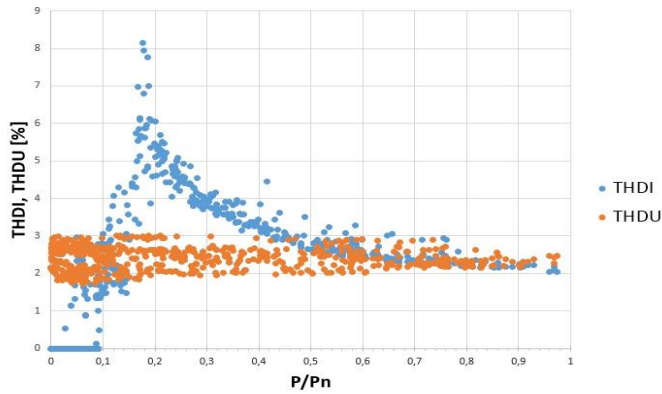
Iskustva autora su se do sada temeljila na mjerenjima kvalitete električne energije u trajanju od 7 dana, a u ovom radu su prikazani i analizirani rezultati dugotrajnog mjerenja kvalitete električne energije (6 mjeseci) na fotonaponskoj elektrani snage 10 kWp koja je priključena na NN mrežu. S gledišta kvalitete električne energije, izmjenjivač je najvažniji dio FN elektrane po pitanju kvalitete električne energije jer zbog energetske elektronike njegova izlazna struja nije čisti sinusoidni val, već izobličena struja koja sadrži više harmonika. Zbog toga su u radu razmatrane struje viših harmonika i njihova ovisnost o jačini sunčevog zračenja i temperaturi okoliša.

Pitanja za raspravu:

- (1) Imate li podatak o snazi kratkog spoja na mjestu priključka fotonaponske elektrane na mrežu i kolika je?
- (2) Kako priključak i rad ove FNE utječe na kvalitetu napona u točki priključka na mrežu? Možete li prikazati korelaciju struje (odnosno snage) koju u mrežu daje FNE u odnosu na ukupno harmonijsko izobličenje napona u točki priključka za sunčani dan prikazan na slici 4?
- (3) Zašto su koeficijenti korelacije R za ovisnost iznosa strujnih harmonika u odnosu na sunčevo zračenje veći nego u odnosu na temperaturu okoline?

Odgovori autora:

1. *Snaga kratkog spoja na mjestu priključka fotonaponske elektrane na mrežu je 4,416 MVA.*
2. *Spomenuta FNE nema značajan utjecaj na kvalitetu napona na mjestu priključka na mrežu. Na sljedećoj slici prikazana je ovisnost THDU o THDI na spomenutoj FNE:*



Snimljene vrijednosti na dijagramu pokazuju da nema korelacije između naponskih harmonika i proizvodnje fotonaponske elektrane.

3. *Koeficijenti korelacije R za ovisnost iznosa strujnih harmonika u odnosu na sunčevo zračenje su veći nego u odnosu na temperaturu okoline jer sunčevo zračenje mijenja kut u odnosu na FN module. Pri tome izmjenjivač, zbog praćenja fotonaponskog pravca i traženja točke maksimalne snage, pri nižoj proizvodnji proizvodi više harmonike.*

SO2-08 Mario Samardžija, Silvio Preglej, ECCOS inženjering d.o.o.: „Ispunjavanje specifičnih korisničkih zahtjeva vezanih uz kvalitetu električne energije primjenom programabilnih i adaptivnih mjernih instrumenata“

Izvešće recenzenta:

U radu je opisana primjena ION tehnologije kod uređaja za praćenje kvalitete el. energije. Nadalje, u radu su opisane neke specifične mogućnosti koje se mogu postići posebnim podešenjem uređaja a prema specifičnim zahtjevima korisnika. Mogućnosti takovih uređaja u aktualnom okruženju distribuiranih izvora, punionica vozila s elektro pogonom te nadzor takovih mreža ostvariv je primjenom mjernih instrumenata sa ION tehnologijom. Primjena ovakove tehnologije u “Smart” mrežama je sigurno dobrodošla te će omogućavati jednostavna rješavanje eventualnih problematičnih događaja. Praćenje parametara kvalitete električne energije prema danim normama (EN 50160, IEC 61000-4-30,...) kod ovih mjernih uređaja je osnovna postavka no za specifične zahtjeve potrebna su posebna podešenja koja se redovno izvode od strane specijaliziranih stručnjaka ili isporučitelja.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Upravljiva potrošnja i primjena mjernih uređaja s ION primjenjenom tehnologijom?

Kombinacija visoke preciznosti (Class 0.1S prema IEC 62053-22 za radnu energiju), modularnosti i konfigurabilnosti programa te opremljenosti sa hardverskim ulazima i izlazima čine uređaje sa ION tehnologijom idealnima za primjenu za namjene upravljive potrošnje. Osim toga, postoji komunikacijska otvorenost prema drugim sustavima i velika paleta otvorenih komunikacijskih protokola.

Uređaji su standardno opremljeni sa 8 digitalnih ulaza (brojači ili statusi) s rezolucijom 1 milisekunde, 4 digitalna izlaza (Form A) za upravljanje, pulsiranje

energije ili sučeljavanje sa drugim sustavima i dodatno 2 releja (Form C) za upravljačku namjenu.

Dodatno je moguće pojedini ION uređaj proširiti sa 4 digitalna ili analogna modula. Digitalni modul je opremljen sa 6 digitalnih ulaza i 2 relejna izlaza. Analogni modul je opremljen s 4 analogna ulaza i 2 analogna izlaza.

(2) Mogućnosti korisnika pri kreiranju specifičnih (atipičnih) zahtjeva na mjerni uređaj?

Mogućnosti korisnika su brojne. Definiranje specifičnih ekranskih prikaza, sučeljavanje, prikupljanje, čuvanje (logiranje) te analiza podataka iz drugih sustava, upravljanje potrošnjom su samo neke od funkcija koje je moguće koristiti na mjernom uređaju.

(3) Koje su komunikacijske mogućnosti navedenih mjernih uređaja?

Komunikacijske opcije na ION uređajima nove generacije su mnogostruke i fleksibilne.

U hardverskom pogledu, uređaji nove generacija (ION9000) su opremljeni sa 2 RS485 porta koja omogućuju komunikaciju putem protokola Modbus (RTU), ION, DNP3, DLMS, 2 Ethernet 10/100BASE-TX porta (RJ45 konektor), CAT 5/5e/6/6a koja omogućuju komunikaciju putem protokola Modbus (TCP), ION, DNP3, DLMS, IEC 61850. 2 Ethernet porta omogućuju korištenje samog uređaja poput ethernet preklopnika na način da se više uređaja mogu povezati u seriju (daisy chain) pa u slučaju više ION uređaja nije potrebno zauzimati više portova na komunikacijskoj opremi u postrojenju. 2 ethernet porta mogu poslužiti i za stvaranje redundantne mrežne petlje korištenjem RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) i upravljivih ethernet switcheva.

Osim toga, uređaj može služiti kao gateway prema drugoj Modbus RTU ili ION opremi.

Dodatno, uređaj samostalno omogućuje notifikaciju alarma putem e-maila te integrirani web server koji na ekranu omogućuje čak i uvid u valne oblike te provjeru sukladnosti sa normama KEE. Nadzor nad uređajem je omogućen putem SNMP protokola sa mogućnosti korisničke konfiguracije MIB-a i SMTP email.

SO2-09 Referat Borna Juriša, Inginspekt - Opatija d.o.o.: „Naponski propadi u distribucijskom sustavu“

Izvešće recenzenta:

U referatu je obrađena problematika propada napona koji izazivaju smetnje u kvaliteti električne energije. Oni mogu uzrokovati i značajnu štetu korisnicima mreže, te ih je potrebno na neki način regulirati.

Dan je detaljan pregled propisa na tu temu, te navedena praksa u pojedinim europskim zemljama.

Kako propadi napona ovise o karakteristikama mreže, temelj za definiranje ograničenja je njihovo dugotrajno praćenje, te mjerenje dubine i trajanja u što više točaka mreže kako bi se mogli izvesti smisleni statistički pokazatelji.

Referat je vrlo interesantan jer potiče problematiku koja se kod nas vrlo slabo razmatra, a stvara velike probleme korisnicima mreže.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Da li autor možda zna da li je u zemljama koje imaju regulaciju naponskih propada predviđena odšteta ukoliko se propisane granice prijeđu?

Prema dostupnim informacijama, u državama koje su uvele regulaciju naponskih propada još nije predviđena odšteta u slučaju prekoračenja njihovih propisanih granica. Ipak, u većini europskih država su uvedeni načini odštete i penalizacije u slučaju nedovoljne kvalitete pojedinačnih parametara napona gdje postoji nekoliko pristupa: odšteta od strane operatora sustava u skladu s uvjetima ugovora sklopljenog između kupca i operatora (Njemačka, Francuska, Bugarska); odšteta u slučaju odstupanja općih pokazatelja kvalitete napona od propisanih granica (Slovenija, Mađarska, Finska, Litva) ili u slučaju nepravovremenog odgovora na zahtjev za mjerenje od strane kupca (Mađarska); te novčana penalizacija operatoru sustava u slučaju lošeg rukovođenja problema kvalitete napona, npr. nepravovremeno proveden postupak (Češka Republika, Irska), nerješavanje problema (Italija) ili neuvođenje metoda smanjena pojavljivanja problema donesenih od strane regulatorne agencije (Švedska).

- (2) Ima li autor neke prijedloge na koje se način može u mrežama smanjiti broj propada napona ili njihov utjecaj na korisnike mreže?

Iako su naponski propadi najčešće slučajni i nepredvidivi događaji, postoje načini za smanjenje njihova broja i utjecaja na korisnike mreže. Sa gledišta operatora sustava to mogu biti izmjene u topologiji, karakteristikama i metodama zaštite elektroenergetskih mreža. Primjerice, skraćivanje vremena isključenja kvara relejne zaštite će izravno utjecati na trajanje naponskih propada. Sekcionaliziranjem mreže mogu se odvojiti sabirnice na koje je priključen veliki broj potrošača od područja koja su izložena kvarovima, dok se nadzemni vodovi podložni kvarovima mogu zamijeniti kabelskim vodovima s ciljem smanjenja broja naponskih propada. Velike snage kratkoga spoja također pozitivno utječu na magnitudu nastalih naponskih propada (veći iznos preostale vrijednosti napona).

Sprječavanje nastanka kvarova će rezultirati i manjim brojem naponskih propada u mreži. Tako će, primjerice, redovito održavanje trasa dalekovoda, pranje izolatora i zaštita elemenata mreža od životinja doprinijeti manjem broju nastalih kvarova, a za povećanje pouzdanosti pojedinih područja umjesto klasičnih vodiča nadzemnih vodova mogu se koristiti oni poluizolirani ili izolirani. Atmosferska pražnjenja su česti uzrok nastanka naponskih propada gdje zaštitno uže na dalekovodima pomaže spriječiti izravne udare munja u strujne vodiče, a niže vrijednosti otpora sustava uzemljenja dalekovoda ograničavaju povratni preskok. Primjena odvodnika prenapona je također uobičajena prenaponska zaštita dalekovoda.

Ovi prijedlozi se odnose na smanjenje broja i utjecaja naponskih propada u elektroenergetskim mrežama. Gotovo ih je nemoguće u potpunosti eliminirati zbog čega se dio odgovornosti svodi i na kupce da zaštite svoje uređaje i procese od naponskih propada te danas razlikujemo veliki broj opcija. Mogu se izdvojiti besprekidno napajanje (UPS-ovi), blok motor-generator, transformator konstantnog napona (ferorezonantni transformator), aktivni serijski kompenzator itd.

SO2-09 Jürgen Blum, A. Eberle GmbH & Co. KG, Germany „Simultaneous charging of electric vehicles and evaluation of supraharmonics up to 150 khz in electric vehicles (Simultano punjenje električnih vozila i ocjenjivanje supraharamonika do 150 khz u električnim vozilima)“

Izvešće recenzenta:

Rad je izvrsno napisan, od uvoda u područje, do analize konkretnih mjerenja.

Korekcije koje predlažem:

-Prikazati skicu sheme spoja punionice koja je u tekstu opisana, ali mislim da bi skica bila zornija, posebno sa stanovišta smjera i utjecaja opasnih harmonika.

- literatura koju autor navodi je dobra, ali na zadnjem savjetovanju je bilo kritika usmjerenih na korištenje zastarjelih podataka, pa autoru preporučam da uz ovu literaturu konzultira i novije radova (2017-2020)

Što se tiče teksta slika:

-u naslovu je zbog velikih slova jedinica napisana suprotni standardu (KHZ → kHz)

-tekst legende na slikama 9. 10. U trećem poglavlju kao I na slikama 3. I 4. U sedmom poglavlju (pregledati oznake svih slika I tablica !?!?!?) bi se trebalo ili povećati ili u potpunosti izrezati jer je bitnija slika nego vrijednosti.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Autor rada u uvodu polazi od studije iz 2013, te se poziva na mjerenja na realnoj punionici. Da li je moguće prikazati korelaciju vremenom kada je rađen projekt punionica, tadašnjih standarda, sa onim što bi bio sadašnji iskorak u proizvodima koji se nude na tržištu.
- (2) Ima li pomaka u standardu VDE po pitanju harmonika punionica EV u posljednjih 5 godina.
- (3) Da li nove punionice (grupne sa više mjesta za punjenje) koje se ugrađuju unazad 2 godine u Njemačkoj imaju takve filtere koji bi suzbili širenje štetnih harmonika koje se detektirali mjerenjima na 'staroj' infrastrukturi?

- (1) *This is really hard to say, all EV chargers were “on-board” systems, so the car manufacturer is responsible for the disturbances. But the disturbance levels strongly depend on the grid conditions around (PV plants, other EV chargers nearby). At the moment nobody can assure that an EV charger will work properly in any environmental conditions.*
- (2) *The latest standard update in concern of EV chargers came from IEC61000-2-2 in the year 2018. It regulates the voltage thresholds of the supraharmonic frequency bands at the point of common coupling.*
- (3) *We have not heard about charging stations to be planned with special filters. In some cases where problems occurred, it was tried to change the grid impedance ratio by changing swapping the phases or bringing additional inductive or capacitive elements into the grid. Charging stations with separate grid transformer show nearly no supraharmonic interferences with the rest of the grid. But this is the most expensive solution of course. And it does not avoid interactions between the vehicles, which are connected in parallel.*

SO2-11 Ian Watson, 7Com Ltd., Goran Šagovac, Industrooprema, Ivan Sokac ml., Elektron Erma, Zvonimir Petrovic, HEP ODS d.o.o. „Poveznica nadzora kvalitete napajanja nn mreže i punionica električnih vozila te pametnih gradova“

Izvješće recenzenta:

Autori u radu propituju način integracije i funkcioniranja punjača električnih vozila u NN elektrodistribucijsku mrežu. Primjećuju da današnja NN distribucijska mreža nije ni projektirana ni dimenzionirana za zahtjeve opterećenja električnih vozila. Prema autorima, brzi i vrlo brzi punjači trebali bi se priključivati na srednjenaponsku mrežu. Glede punjača niskih snaga, vrijeme potrebno za punjenje EV-a većinom nije prihvatljivo, a velik broj istovremeno priključenih takvih punjača nisu prihvatljivi za operatora distribucijske mreže koji je odgovoran za rad mreže. Stoga autori predlažu implementaciju mrežnog sustava za prikupljanje podataka koji bi uz komunikacijske veze i prikupljanje podataka potrebnih za razvoj i primjenu odgovarajućih algoritama za kontrolu i automatizaciju omogućio očuvanje kvalitete napajanja i integriteta NN mreže. Navedeni sustav moguće je širiti na aplikacije primjerene zahtjevima pametnih gradova.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Prijedlog autora je da se putem algoritma koji vodi računa o opterećenju SN/NN transformatora odlučuje o uključivanju, isključivanju ili snižavanju snage na pojedinim punjačima električnih vozila. Na koji način će to biti komunicirano s kupcima (u stvarnom vremenu) s obzirom da će to sigurno utjecati na planiranje punjenja?

Odgovor:

Uključivanje ili isključivanje ovakvih potrošača treba biti ugovorno riješeno s potrošačem. Naravno, na pozicijama mreže gdje postoji dovoljna zalihnost snage nije upitno uključivanje punionica no na područjima gdje trenutno nema dovoljno snage neće biti moguće uključivanje ili će biti dozvoljeno s reduciranom snagom. Sve te varijante trebale bi biti popraćene i sa tarifnim sustavom i primjenom upravljive potrošnje. Za sada takve mogućnosti još nisu dostupne no zasigurno će zaživjeti u budućnosti.

- (2) Pretpostavimo da se u sadašnjem trenutku naglo poveća broj osobnih električnih automobila. Koje kratkoročne mjere bi bilo najbolje poduzeti da bi se odgovorilo na povećanu (specifičnu) potražnju, a da bi se u isto vrijeme zaštitila NN elektrodistribucijska mreža?

Odgovor:

Važno je uočiti razlike u karakteru punjača električnih automobila te ostalih potrošača i izvora u NN mreži. Zahtjevnije brze punjače treba rješavati kroz povećano investiranje u punionice koje se mogu priključiti direktno na SN mrežu. S druge strane, čak i uz vrlo znatna ulaganja u NN mrežu u raspoloživom vremenu i uvjetima značajnije unapređenje mreže bi bilo nerealno za očekivati. Unatoč svega, po mišljenju autora, uvođenje krovnih solarnih generatora i spremnika energije predstavljalo bi optimalno rješenje.

Stoga je kao odgovor na povećanu potražnju najprimjerenija, po autorima, predložena mjera uvođenja nadzora, komunikacije te aktivnog upravljanja opterećenjem u NN mreži i to ponajprije u svrhu izjednačenja dnevnog opterećenja mreže, očuvanja frekvencije i naponskih prilika u NN mreži.

Srednjeročne i dugoročne mjere zahtijevaju povećanje propusnosti mreže, daljnje unapređenje provedenih izjednačavanja opterećenja kroz uvođenje nadzora, komunikacija i automatizacije NN mreže, korištenje solarnih i tamo gdje je to moguće drugih obnovljivih izvora energije uključivo spremnike energije značajnije većih kapaciteta.

Naravno, sve te aktivnosti moraju biti popraćene tarifnom i drugom potrebnom regulativom kao i primjenom upravljive potrošnje.

Preporučena tema 2 Sigurnost

SO2-11 Milan Zdilar, Dragan Mučić, Petar Pujić, HEP ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split, Tonko Gama, FESB „Opasnost od napona koraka kod domaćih životinja“

Izvešće recenzenta:

Ispitivanje naponskih prilika na uzemljivačkim sustavima je zakonska obaveza svakog vlasnika visokonaponskog postrojenja. No, budući da je napon koraka odnedavno isključen iz obaveze ispitivanja, tema utjecaja napona koraka na životinje je, iako vrlo interesantna, slabo istražena tema.

Napon koraka kod ljudi ne izaziva teže ozljede zbog ljudske navike nošenja obuće, te relativno malog koraka koji premošćuje naponski lijevak.

Kod životinja, pogotovo kod velike stoke, taj je korak veći i od 1,5 m, a noge životinje najčešće duboko ukopane u zemlju, tako da je prijelazni otpor zanemariv. Time postaju izložene opasnosti od stradavanja od napona koraka radi neispravno izvedene instalacije ili uzemljivačkog sustava u kojem se mogu naći.

Rad opširno opisuje teoriju napona koraka i dodira, djelovanje električne struje na čovjekovo tijelo, fiziološke učinke struje na čovjekovo tijelo, te faktore struje srca za različite putove struje kroz čovjekovo tijelo, te način mjerenja napona koraka i dodira.

Na kraju rada je kratko opisano djelovanje napona koraka ili dodira na krave. Također je opisan i nemio događaj kad su uslijed kvara na električnoj instalaciji štale smrtno stradala tri goveda i jedan jarac.

Rad bi bio puno kvalitetniji kad bi se veće težište stavilo na podatke o životinjama, kako i sam naslov kaže.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Na koji iznos bi se mogao procijeniti nadomjesni otpor krave i bi li on bio isti za mliječne i mesne pasmine?
- (2) Je li istraženo gdje se nalazio jarac prilikom stradavanja, i može li se smatrati da je njegov otpor veći od kravljeg budući da nije u laktaciji?

- (3) Ako je trajno dopušteni dodirni napon u nepovoljnim uvjetima za čovjeka 25V, koliko bi on iznosio za kravu, i ima li razlike ostvari li se dodir prednjim ili zadnjim krajem životinje?

Odgovori:

1. *Pitanje izlazi iz okvira članka i ne bih znao odgovoriti na njega. U članku je uveden nadomjesni otpor čovjeka da bi se objasnio različit utjecaj napona koraka čovjeka i domaćih životinja koji imaju četiri noge.*
2. *Sve životinje su nastradale na samom izlazu iz staje. Otpor pojedine životinje nije analiziran. Ideja članka je da se razjasni različit stupanj opasnosti napona koraka za čovjeka u odnosu na domaće životinje.*
3. *Iznos napona nije presudan kod procjene opasnosti, nego struja koja prolazi kroz čovjeka. Različiti ljudi različito reagiraju na dodirni napon, slična situacija je i vjerojatno kod životinja. Opasni napon koraka kod životinje nastaje kada se putanja ostvari s prednjom i stražnjom nogom tako da je srce ugroženo (prednja lijeva – stražnja desna noga i obrnuto).*

SO2-13 David Tomáš, Petr Vančata, EGE spol. s r.o, Czech Republic „Iskustva s rezonantno uzemljenim mrežama“

Izvešće recenzenta:

Referat pregledno prikazuje osnovne prednosti i mane uobičajenih tipova uzemljenja neutralne točke korištenih u Europskim distribucijskim SN mrežama. U referatu se navode prednosti rezonantnog uzemljenja u odnosu na ostale tipove uzemljenja, s naglaskom na dostignuća u poboljšanju kvalitete električne energije. Poboljšanja uvođenjem rezonantnog uzemljenja u SN mrežama Italije te zemaljama Njemačkog govornog područja organiziranih u tehničko-znanstveno udruženja VDE potkrijepljena su statističkim podacima iz njihovih SN mreža.

U drugom djelu referata prikazani su osnovni principi rezonantnog uzemljenja te su opisani tehnički zahtjevi za prelazak SN mreže na rezonantno uzemljenje. U zadnjem djelu referata je dan prikaz osnovnih metoda za detekciju zemljospoja u rezonantno uzemljenoj mreži.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Da li autori mogu pokazati primjer proračuna ili neke metode za izračuna ušteda (obzirom na smanjenja neisporučene električne energije, smanjenja materijalnih štete usljed kvarova na mreži te eventualnih ušteda pri izradi uzemljivačkih sustava) za slučaj prelaska sa izolirane nultocke ili nultocke uzemljene preko malog otpora na rezonantno uzemljenje?
- (2) Da li se prilikom zemljospoja na rezonantno uzemljenim SN mrežama koristi automatski ponovni uklop (APU)? Kako se tretiraju uspješni APU-ovi na zemljospoj u grafičkom prikazu statistika sa slike 4 iz referata?
- (3) Da li autori poznaju neke indikatore kvara koji se uspješno koriste na rezonantno uzemljenim SN mrežama? Kakva su iskustva u indikaciji zemljospoja po dubini SN mreže?

Odgovor autora:

1. There are a lot of aspects and it is not easy to calculate real savings. Generally it can be said, that thanks to the ASC, number of interruptions of power supply is significantly reduced. Therefore SAIFI, SAIDI and similar indexes are much better in comparison to other methods of neutral point treatment. Depending on the local regulations of reliability and quality of power supply there can be some fees or fines charged for non-compliance of this regulations.
Significantly limited earth-fault current also reduces scope of damages at fault point. There are also lower values of overvoltage in comparison to isolated networks and so the equipment stress is lower.
Data used for this calculation and evaluation are usually confidential and we don't have any data that could be published.
2. Automatic reconnection in case of earth fault is not usually used in resonantly grounded MV networks. It is not necessary. ASC reduces the fault current to minimum and it has active character. Therefore arc self-suppresses in case of transient earth-faults and there is no need of power line disconnection. In overhead lines about 70 % of all earth-faults are transient. In this case it is not necessary to trip the feeder and power supply is not interrupted.
Automatic reconnection can be used in resonantly grounded networks with transient protection relays. But it would be redundant.
Authors of the report (Figure 4), from which we draw the data, did not specify, if networks operators (from report) used automatic reconnection or not.
3. We don't have many personal experiences with indicators. These devices are still upgraded and their sensitivity is still better. Today's indicators don't need VTs or CTs, because they use sensors and their installation is much easier.

SO2-14 Josip Pavleka, HEP ODS d.o.o., Elektra Zagreb, Lovro Vrus, ZIRS „*Mjerenje jakosti električnog polja, gustoće magnetskog toka te razine buke distributivnih trafostanica radi pribavljanja Rješenja o uporabi nepokretnih izvora elektromagnetskih polja*“

Izvješće recenzenta:

U postupku recenzije referata uočena su manje neusklađenosti s Uputama za pisanje referata, koje je potrebno otkloniti:

- sažetak je pisan u „italic“ stilu, umjesto u „regular“ stilu,
- pozivanje na literaturu u referatu nije u skladu s točkom 2.4. Uputa za pisanje referata, koristeći uglate zagrade, potrebno je uskladiti,

- u sažetku, na hrvatskom i engleskom jeziku, kod prvog pozivanja na Pravilnik o zaštiti od elektromagnetskih polja potrebno je u zagradi dodati NN 31/19
- u referatu se kod navođenja broja Narodnih novina to iskazuje na više načina – N.N., Narodne novine broj, NN... – potrebno koristiti jedan način.

Osim navedenih primjedbi, u sažetku je navedeno da su rezultati mjerenja gustoće magnetskog toka preračunati na nazivno opterećenje. U tablici I, poglavlje 1.5. referata, dane su vrijednosti dobivene mjerenjem, iz kojih nije jasno da li se radi o izmjerenim vrijednostima ili o preračunatim vrijednostima. Ako se radi o preračunatim vrijednostima to je potrebno istaknuti u tekstu u poglavlju 1.5., a ukoliko se radi o izmjerenim vrijednostima potrebno je napraviti preračunavanje na nazivno opterećenje.

Referat je kvalitetno obradio tematiku zadovoljenja zakonskih propisa iz domene zaštite od elektromagnetskih polja i zaštite od buke tijekom izgradnje distributivne transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV te se predlaže prihvaćanje referata.

Pitanja za raspravu i odgovori autora:

- (1) Možete li procijeniti u kojem postotku se događa da transformatorske stanice 10(20)/0,4 kV ne zadovolje uvjete iz Pravilnika o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN 146/14, 31/19) tijekom izgradnje i koje mjere se tada poduzimaju?
Novoizgrađene TS, u vrlo rijetkom, iznimnom slučaju ne zadovolje naznačene uvjete iz Pravilnika, a u pravilu su mjerene vrijednosti dosta niže od propisanih.
U slučaju pak visokih izmjerenih vrijednosti, moguće je izvesti zaštitno oklapanje (Faraday-ev kavez) kako bi se unutar njega zatvorila inducirana polja te samim time i smanjili štetni utjecaji.
- (2) Pripada li predmetna transformatorska stanica u tipski izvor elektromagnetskih polja i kakva je procedura za tipske izvore elektromagnetskih polja tijekom njihove izgradnje?
Pripada, te je za sve takove objekte, od Ministarstva Zdravlja doneseno Rješenje kojim se Hep oslobađa obveze obavljanja proračuna i vršenja mjerenja razine elektromagnetskih polja za sve tipske, zatečene i novoizgrađene objekte i odobrava njihovu uporabu.
- (3) Na koji način se postiže smanjenje emisije buke transformatorskih stanica 10(20)/0,4 kV, nakon što se mjerenjem utvrdi da ne udovoljavaju propisima?
Moguće je izvesti zaštitno oklapanje, materijalima koji dobro apsorbiraju buku ili smanjiti razinu opterećenje TS.