

Zlatan Kos, dipl.ing.
Marko Šporec, dipl.ing.
HEP-Distribucija d.o.o., DP Elektra Zagreb

D 2.01

Diskusija na temu: Razmatranje kvalitete električne energije u distribucijskim mrežama

ODRŽAVANJE U SVJETLU OSIGURANJA KVALITETE ELEKTRIČNE ENERGIJE

1. UVOD

Održavanje je kombinacija svih tehničkih, administrativnih i menadžerskih postupaka tijekom vijeka trajanja nekog elementa s ciljem zadržavanja ili vraćanja elementa u stanje u kojem može izvoditi zahtijevanu funkciju. Kod elektroenergetskih postrojenja za pitanje kvalitete električne energije od presudne su važnosti tehnički postupci održavanja. Da bismo shvatili način na koji ta povezanost funkcionira moramo odrediti što se od održavanog elektroenergetskog postrojenja očekuje.

2. OČEKIVANJA OD ELEKTROENERGETSKOG POSTROJENJA

I isporučitelji i potrošači električne energije bez obzira na različitost motiva očekuju kvalitetnu isporuku, odnosno opskrbu električne energije. Kvalitetu opskrbe možemo definirati kao kombinaciju sljedećih elemenata:

1. Kontinuitet opskrbe: Određen je brojem prekida i trajanjem prekida napajanja potrošača. Prekid napajanja se smatra pad napona ispod 1% nazivne vrijednosti. Kratki prekidi se smatraju oni kraći od 3 minute, a svi ostali se klasificiraju kao dugi prekidi.
2. Kvaliteta električne energije: Određena je raznim harmoničkim poremećajima.
3. Zadovoljstvo potrošača: Određeno odnosom prema potrošaču, odnosno pogodnostima koje isporučitelj električne energije nudi potrošaču.

U početku izgradnje elektroenergetske mreže uglavnom se vodila briga oko kontinuiteta opskrbe potrošača, no kako se mreža povećavala tako je kvaliteta električne energije dobivala veće značenje uslijed sve većeg broja elemenata potrošnje osjetljivih na harmoničke smetnje. Kao posljedica deregulacije tržišta i procesa restrukturiranja energetskih kompanija, sve važnija stavka postaje i zadovoljstvo potrošača.

Kod buduće deregulacije tržišta električne energije u našoj zemlji, za očekivati je uvođenje sankcija (tzv. penala) isporučitelju radi nezadovoljavajuće kvalitete opskrbe potrošača električnom energijom s jedne strane, a s druge strane uvođenje sankcija potrošačima koji generiraju i distribuiraju u mrežu smetnje veće od dozvoljenih.

Postojeća postrojenja nisu niti projektirana niti izgrađena da bi u potpunosti bila spremna na takve tržišne uvjete, a većinom su i poodmakle životne dobi, tako da sam proces uvođenja sankcija vjerojatno neće biti u svom konačnom obliku aktiviran odmah nego će se ostaviti određeno vrijeme isporučitelju električne energije za prilagodbu. Možemo pretpostaviti sljedeću shemu uvođenja sankcioniranja (penalizacije) za pojedine elemente opskrbe potrošača. Za početak će se penali vjerojatno obračunavati samo na temelju kontinuiteta opskrbe (neisporučene električne energije potrošačima) jer se radi o najgrubljim oblicima nekvalitete opskrbljivanja potrošača električnom energijom. S obzirom na već postojeće tendencije u Europi, u tom smislu će biti moguće pojedinačne (ugovorom definirane) i zonske granice za prekid napajanja. Zonske granice će biti određivane na temelju broja potrošača, a najvjerojatnijom se nameće sljedeća podjela: urbana sredina, srednje urbana sredina, ruralna područja i ruralna raspršena područja.

Za očekivati je da će penalizacija nekvalitete električne energije biti također uvedena, ali ne odmah, jer su njeni sastavni elementi čak i u europskoj normi EN 50160, koja se bavi tom problematikom, definirani kao veličine unutar širokih granica, te je u tom slučaju potreban malo oprezniji pristup.

Zadovoljstvo potrošača električne energije je stavka koju će regulirati samo tržište, odnosno postojanje konkurencije u opskrbi električne energije (više isporučitelja).

3. CILJEVI ISPORUČITELJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Glavni cilj isporučitelja električne energije bit će ostvarenje profita pri čemu se podrazumijevaju minimalni troškovi za slučajeve penalizacije. Dugoročno gledano to znači ostvariti što kvalitetniju opskrbu potrošača električnom energijom.

4. POVEZANOST KVALITETE OPSKRBE I ODRŽAVANJA

Povećanje kvalitete opskrbe potrošača električnom energijom znači povećavanje zahtjeva na elektroenergetski sustav, odnosno njegovu raspoloživost i pouzdanost, a upravo je održavanje presudno za osiguranje navedenog. Kvalitetno održavanje će u budućnosti direktno utjecati na povećanje profita tvrtki isporučitelja električne energije. U tom smislu je potrebno osigurati provedbu profitno usmjerenog održavanja čiji je cilj projektiranje i implementacija takvog sustava za upravljanje održavanjem koji će omogućiti povećanje ukupne profitabilnosti sustava.

Međutim, osim toga održavanje je izvrnuto sve oštrijim zahtjevima zaštite na radu, zaštite od požara i zaštite okoliša. S obzirom na to možemo kao cilj održavanja odrediti pouzdanost pogona na zadovoljavajućoj razini i sigurnost ljudi, uz istodobno što dulju neprekidnost u opskrbi potrošača električne energije što veće kvalitete, sa što manjim ulaganjima. U praksi se to svodi na sljedeće:

- Smanjiti prekide napajanja uzrokovane kvarovima na opremi.
- Ograničiti i usporiti zastarijevanje opreme koje uzrokuje smanjenje kvalitete opskrbe.
- Pratiti rad opreme, te predlagati i provoditi modernizaciju i rekonstrukciju u cilju poboljšanja radnih karakteristika.
- Pratiti i usavršavati sigurnost opreme po okolinu i rukovatelje.
- Uvesti i provoditi moderne principe upravljanja znanjem u cilju poboljšavanja kvalitete opskrbe (odabir kadrova, stručnost, informatička obrazovanost, edukacija, upravljanje informacijama).

5. UTJECAJ ODRŽAVANJA NA KVALITETU OPSKRBE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Raspoloživost je sposobnost elementa da bude u stanju obavljati traženu funkciju (ispravno raditi) pod danim uvjetima u danom vremenu ili tijekom danog vremenskog intervala, pod pretpostavkom da su osigurani potrebni vanjski izvori.

Raspoloživost ovisi o kombiniranim aspektima pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i pružanja podrške održavanju.

- Pouzdanost: Vjerojatnost da će neki uređaj zadovoljavajuće raditi unutar predviđenog vremenskog razdoblja uz definirane radne uvjete.
- Pogodnost za održavanje: Sposobnost nekog elementa da se pod danim uvjetima uporabe održi ili vrati u stanje u kojem može obavljati zahtijevanu funkciju. Ista je određena u iznosu 95% već prilikom dizajniranja proizvoda. U tom smislu je za kvalitetno održavanje potrebno u samom početku odabirati kvalitetna projektna rješenja, a ne poslije pokušavati popraviti već učinjeno štetu.
- Podrška održavanju: Mogućnost korištenja raznih pratećih servisa, uz neophodno razumijevanje od strane menadžmenta.

Održavanje se u osnovi bazira većinom na planiranim aktivnostima čime su prekidi isporuke električne energije potrošačima u cilju održavanja uglavnom planirani i najavljeni. Time se smanjuje raspoloživost postrojenja, odnosno prvenstveno utječe na kontinuitet isporuke električne energije potrošačima. Zalihost u održavanom sustavu povećava raspoloživost postrojenja za napajanje potrošača, ali i povećava neiskorištenost elemenata postrojenja čime se gubi na profitabilnosti. Način uporabe postrojenja, odnosno njegova iskoristivost i zalihost će u budućnosti biti sve više predmet ekonomskih analiza.

Međutim, planirano održavanje nije jedina aktivnost, već tu postoje i neplanirane radnje koje se provode u cilju otklanjanja kvarova koji su stohastičke prirode, dakle nepredvidivi i slučajni. Kvalitetnim održavanjem je moguće smanjiti pojavu kvarova (neplaniranog održavanja) na nekakav realan minimum, tako da udio planiranog u odnosu na ukupno održavanje iznosi oko 85-90%, što bi bio vrlo zadovoljavajući rezultat. Prethodno navedeno je zapravo sinonim za povećanje pouzdanosti postrojenja

čime direktno utječemo na poboljšanje kontinuiteta isporuke električne energije, odnosno smanjenje penalizacije, a time i povećanje profita.

Konačni trošak održavanja mora biti optimum između rizika kvarova (utjecaj na kontinuitet opskrbe) i mogućih novčanih sredstava za održavanje u nekom vremenskom periodu, te jedino takvo uspostavljanje ravnoteže može osigurati dugoročno zadovoljstvo i isporučitelja električne energije i potrošača.

6. DIREKTNI I INDIREKTNI UTJECAJI ODRŽAVANJA NA KVALITETU ELEKTRIČNE ENERGIJE

6.1. Direktni utjecaji i primjeri:

Uzroci smetnji u mreži vrlo često su prijelazni prenaponi. Oni su kratkotrajni, uzroci njihove pojave mogu biti udari groma, sklopne operacije prekidača i rastavnih sklopki (sklopni prenaponi) te kvarovi u mreži.

Sklopni prenaponi su izazvani sklopnim operacijama u sustavu. Indirektno se ovoj grupi prenapona mogu pridružiti i prenaponi uslijed kvarova u mreži, kao npr. zemljospoj ili kratki spojevi jer se u konačnici njihova eliminacija obavlja sklopnim operacijama. Amplitude prenapona ovise o naponskim prilikama u mreži, karakteristikama mreže i opterećenja te stanju sklopnih aparata. Ono na što se može utjecati putem održavanja odnosi se na stanje sklopnih aparata, i na sprječavanje pojave nekih kvarova.

Suvremeno održavanje počiva na trajnom praćenju kritičnih parametara sustava te pravovremenom djelovanju u slučajevima prekomjernih odstupanja. Kritični parametri mogu biti veličine dobivene mjerenjem i ispitivanjem, a mogu biti vizualna i slušna zapažanja i slično.

Kao primjere uzroka neželjenih sklopnih prenapona i načina njihove eliminacije uobičajenim periodičkim održavanjem te praćenjem kritičnih parametara možemo izdvojiti sljedeće:

a) Sklopne operacije prekidačem koji nije u potpunosti ispravan:

1. Otežane sklopne operacije uslijed mehaničkih poteškoća u radu pogonskog mehanizma – rješava se redovnim periodičkim čišćenjem i podmazivanjem.
2. Otežane sklopne operacije uslijed neispravnosti uklopnog i/ili isklopnog strujnog kruga – moguće otkrivanje periodičkim mjerenjem poteznih struja isklopnog i uklopnog kruga.
3. Produženo trajanje električnog luka među polovima uslijed povećanja prijelaznog otpora na kontaktima – određuje se periodičkim mjerenjem padova napona na polovima prekidača, a rješava otvaranjem prekidača i čišćenjem istih (moguće samo kod malouljnih prekidača, dok se kod vakuumskih prekidača mijenja vakuumska komora).
4. Nesimetrično uklapanje odnosno isklapanje faza uslijed nesimetrije polova – moguće određivanje periodičkim mjerenjem brzine sklopnih operacija po fazama.

Kao što je vidljivo, pravovremenim i redovnim održavanjem možemo spriječiti pojavu neželjenih veličina sklopnih prenapona koji se putem mreže prenose potrošačima i time utječu na kvalitetu električne energije.

b) Kratki spojevi na zrakom izoliranim postrojenjima srednjeg napona čiji su bliski dijelovi na otvorenom:

1. Prolazni dvopolni i jednopolni kratki spojevi nastali premoštenjem uslijed pristupa malih životinja – moguće rješavanje ostvarivanjem većih razmaka ili izoliranjem čitavih dijelova postrojenja specijalnim izvedbama i materijalima.
2. Prolazni dvopolni i jednopolni kratki spojevi nastali premoštenjem putem drveća, odnosno granja – moguće rješavanje redovitim rezidbom krošnji drveća, ili, u krajnjem slučaju, uklanjanjem drveća.

Pravovaljanim praćenjem stanja postrojenja i promišljanjem o mogućim nedostacima možemo na vrijeme ustanoviti, kako potencijalnu, tako i stvarnu opasnost po tehničku ispravnost postrojenja, te pravovremeno poduzeti popravne akcije. U suprotnom možemo očekivati pojavu čestih prolaznih kvarova koje direktno osjeća potrošač kroz smetnje napajanja.

6.2. Indirektni utjecaji i primjeri

Pod indirektnim utjecajima spadaju strateške odluke koje mogu kao posljedicu imati poteškoće u održavanju sustava. Primjeri takvih odluka su: uvođenje pogonskog 20 kV-nog napona, umjesto dosadašnjeg 10 kV-nog, zatim ukidanje izoliranog i uvođenje nekog od drugih oblika uzemljenja zvjezdišta transformatora, veće zamjene tehnološki zastarjelih elemenata postrojenja (malouljnih s vakuumskim prekidačima), ugradnja zaštitnih uređaja najnovije generacije i slično.

S problemom uvođenja pogonskog 20 kV-nog napona, kao i uvođenjem kruto uzemljene mreže (preko malog otpornika) javlja se problem odgovarajuće koordinacije izolacije, odnosno pravovaljana

D 2.01

priprema elemenata postrojenja (kroz planirane modifikacije i revizije) na novonastale uvjete. U tim slučajevima je uobičajena velika početna pojava kvarova dok se ne eliminiraju sva slaba mjesta mreže, odnosno postrojenja. Kod ostalih navedenih primjera problematična je nužnost velikih modifikacija u postrojenju, te potreba za adaptacijom održavatelja u smislu edukacije za primjenu novih tehnoloških rješenja.

Sve strateške odluke na koje se održavatelji nisu na vrijeme pripremili predstavljaju stalni izvor mogućih kvarova i ostalih poteškoća koje mogu utjecati na kvalitetu isporučene električne energije. Čak bi i ugradnja modernih sustava za praćenje kvalitete električne energije mogla uzrokovati prvobitno nesnalaženje u pristupu problemima otkrivenih tim sustavima.

7. NAČIN OSTVARIVANJA KVALITETNOG ODRŽAVANJA

Stalno praćenje kritičnih parametara postrojenja putem stabilnih i mobilnih sustava za ispitivanje i mjerenje omogućuje nam provedbu znatno kvalitetnijeg preventivnog održavanja uslijed poznavanja podataka o stvarnom stanju pojedinih postrojenja i njihovih dijelova. Jedino takvom dijagnostikom stanja (primjerice kod transformatora, prekidača i slično) moguće je u najvećoj mjeri predvidjeti nepravilan rad, otkaz ili moguće havarije postrojenja ili dijelova postrojenja, te pravodobno poduzeti potrebne preventivne aktivnosti, odnosno povećati pouzdanost i raspoloživost, te znatno smanjiti troškove održavanja.

Sustav daljinskog upravljanja i nadzora postrojenja, kao jednostavan oblik on-line monitoringa omogućava nam, pored svojih osnovnih zadaća, da trenutno ili u vrlo kratkom vremenu otkrijemo pojedine nepravilnosti i poremećaje, te da pravodobno poduzmемо potrebne aktivnosti.

Uz već postojeću strategiju održavanja koja se unatoč uhodanosti uvijek može unaprjeđivati, nužna je i integracija postojećih sustava monitoringa s novim sustavima za mjerenje kvalitete električne energije. Uvođenje novih uređaja za analizu stanja mreže će omogućiti statističko praćenje važnih parametara, te donošenje zaključaka i odluka koje će, između ostalog, omogućiti i bolju kvalitetu održavanja. Već sada je razvijeno nekoliko teorijskih modela za složene analize parametara kvalitete električne energije uz primjenu vremenskog i prostornog sažimanja navedenih podataka u smislu ostvarivanja automatiziranog praćenja stanja mreže i otkrivanja potencijalnih slabih mjesta sustava.

8. ZAKLJUČAK

Najbrži, a ujedno i najveći učinak kvalitetnog održavanja može se očitovati u poboljšanju kontinuiteta opskrbe (smanjenje količine i trajanja prekida napajanja potrošača), a puno manje u poboljšanju kvalitete električne energije jer je ista uglavnom uvjetovana vanjskim događajima, odnosno događajima u mreži a ne u samim elektroenergetskim postrojenjima. No, kako je u već navedenom rečeno, ni utjecaj održavanja na kvalitetu električne energije nije zanemariv, te će se u budućnosti, težeći sve većoj kvaliteti opskrbe, i najmanji utjecaji početi vrednovati i optimizirati, pa tako i svaki doprinos održavanja.

9. LITERATURA

- (1.) A. Pavić, D. Orešković, G. Šagovac, J. Jozić: Nužnost novog pristupa održavanju elektrodistribucijskih postrojenja, Zbornik Cigre – Treći simpozij o elektrodistributivnoj djelatnosti
- (2.) A. Pavić: Nadzor temeljnih parametara pogona opreme u funkciji definiranja strategije održavanja prema stvarnom stanju, Zbornik Cigre – Drugi simpozij o elektrodistributivnoj djelatnosti
- (3.) T. Jolevski, S. Angelevska, Profitabilnost – jedan o osnovnih ciljeva suvremenog održavanja, Zbornik HDO – 6. međunarodno savjetovanje – Održavanje 2000
- (4.) N. Majdandžić: TQM ili reinžinjerin – vrijeme je za promjene u održavanju, Zbornik HDO – 8. međunarodno savjetovanje – Održavanje 2002
- (5.) S. Bojić, I. Uglešić, I. Dolić: Vrlo brzi prenaponi u metalom-oklopljenim i plinom SF6 izoliranim visokonaponskim rasklopnim postrojenjima, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zavod za visoki napon i mjerenja – Elaborat 620/02
- (6.) J. R. Saenz, P. Eguia, E. Torres, F. Jurado, J. Arceluz: The impact of the new quality of supply regulatory framework in Spain on the network user, Zbornik CIRED – 17th International conference on electricity distribution
- (7.) J. Braun, V. Gosbell, D. Robinson: XML schema for power quality data, Zbornik CIRED – 17th International conference on electricity distribution
- (8.) M. Jakovčić, J. Horvat: Upravljanje održavanjem, seminar i raspravljaonica – HDO 2003