

Kristijan Jurilj
HEP ODS d.o.o. Elektroprimorje Rijeka
kristijan.jurilj@hep.hr

Ivan Crnković, mag.ing.el.
HEP ODS d.o.o. Elektroprimorje Rijeka
Ivan.crnkovic@hep.hr

PROVEDBA NADZORA I KONTROLE OBRAČUNSKIH MJERNIH MJESTA

SAŽETAK

Imajući u vidu da je problematika gubitaka električne energije uvijek vrlo aktualna, a određuje se temeljem mjerenja električne energije na obračunskim mjernim mjestima, u referatu se obrađuje provedba nadzora i kontrole mjernih mjesta na kojima se pokušavaju detektirati prouzročene aktivnosti izvan elektroenergetskog sustava kojima je za cilj namjerno utjecanje na izmjerene vrijednosti isporučene el. energije. Između ostalog u radu su prikazane uobičajene metode nadzora i kontrola obračunskih mjernih mjesta kao i pojedini slučajevi utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije, te se ukazuje na bitne činjenice i preporučaju odgovarajuće radnje za rješavanje predmetne problematike.

Glavne riječi: (gubici električne energije, mjerna oprema, kontrola mjerne opreme, neovlaštena potrošnja električne energije)

IMPLEMENTATION OF SUPERVISION AND CONTROL OF MEASUREMENT PLACES

SUMMARY

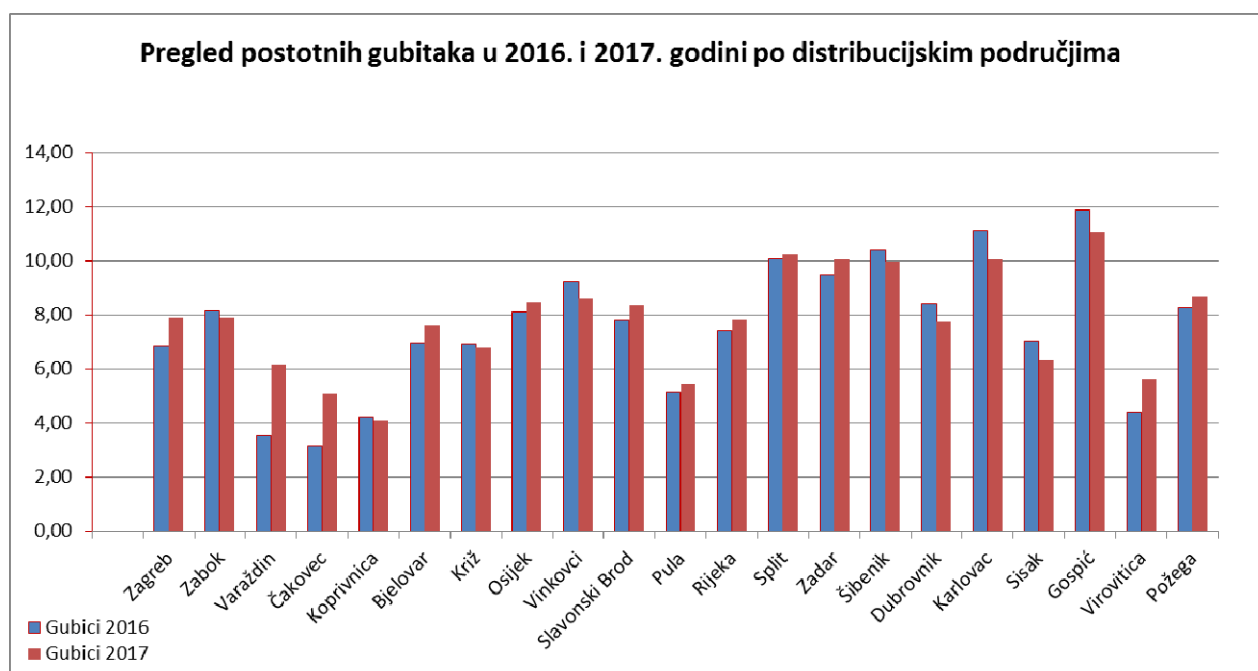
Bearing in mind that the issue of electric power losses is always very timely and determined based on the measurement of the electricity at the billing points, the report deals with the implementation of the monitoring and control of the measuring points that are trying to detect caused activities outside the power system which are intended to be intentionally impact on measured values delivered el. energy. Among other things, the paper presents the usual methods of controlling and controlling metering points as well as individual cases of identified unauthorized electricity consumption, and points out important facts and recommends appropriate actions to address the issue.

Key words: (electric power losses, measuring equipment, metering equipment control, unauthorized consumptions of electrical energy)

1. UVOD

Gubici električne energije u mrežama svakog operatora prijenosnog i distribucijskog sustava predstavljaju znatan udio u ukupnim gubicima, pa tako i u HEP – Operatoru distribucijskog sustava koji navedenom problemu već dugo posvećuje posebnu pozornost jer su oni jedan od ključnih čimbenika i pokazatelja poslovanja tvrtke, te kvalitete obavljanja predmetne djelatnosti. Ukupni gubici u distribucijskoj mreži u relativnom iznosu po definiciji su omjer svih gubitaka (tehničkih i netehničkih) prema ukupnoj ulaznoj energiji u distribucijsku mrežu (iz prijenosne mreže i iz manjih elektrana priključenih na distribucijsku mrežu) [1].

Netehnički gubici električne energije predstavljaju znatan dio gubitaka koji prema se ovisno od distribucijskog područja kreću u prosjeku skoro 50%. Prema izvješću godišnjem izvješću za 2016. godinu HEP operatora distribucijskog sustava, ukupni gubici su iznosili 1.234,7 GWh što je u odnosu na ukupnu nabavu električne energije za distribucijsku mrežu koja je iznosila 16.159,8 GWh predstavljalo u postotnom iznosu gubitke od 7,64% [2], dok su za 2017. godinu gubici iznosili 8,07% u odnosu na nabavljenu el. energiju koja je iznosila 16.703 GWh. Analizirajući dostavljeno izvješće o gubicima operatora distribucijskog sustava za 2016. i 2017. godinu, vidljive su značajne razlike u postotnim iznosima između distribucijskih područja, gdje najmanji iznos gubitaka 2016. godine ima Elektra Čakovec s 3,15%, dok 2017. godine najmanji iznos gubitaka ima Elektra Koprivnica s 4,11% u odnosu na Elektroliku Gospić koja ima višestruko veće gubitke kako 2016. tako i 2017. godine (slika 1).

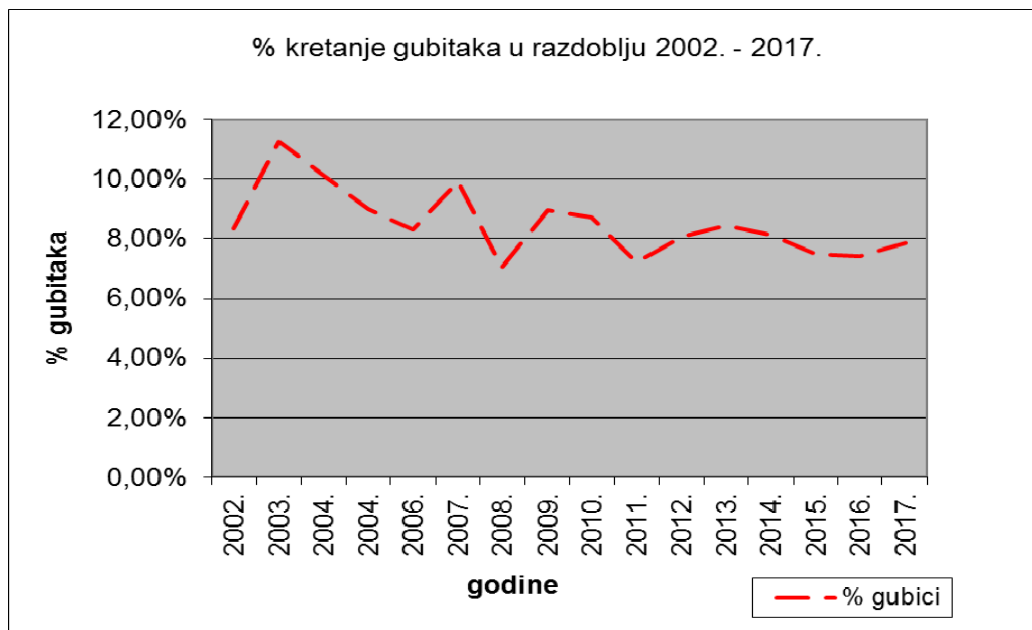


Slika 1. Prikaz kretanja gubitaka po distribucijskim područjima 2016. godine

Naravno, navedeno ne treba uzeti strogo kao mjerilo nego je potrebno sagledati iz više aspekata pripadajućeg DP-a, tj. treba uzeti u obzir cijeli niz čimbenika poput zemljopisne položaja i površine, stanja mreže, gustoću naseljenosti.

Gledajući samo područje Elektroprimorja Rijeka, tijekom proteklog razdoblja, sustavnim poduzimanjem niza aktivnosti radi smanjenja gubitaka u mreži, postignut je trend smanjenja gubitaka u odnosu na planirane gubitke u tekućim godinama i njihovo održavanje unutar zadanih ciljeva. Nastavno na spomenuto, bitno je za napomenuti kako su mjere poput: pojačanih kontrola isključenih mjernih mjesta, kontinuirane aktivnosti na utvrđivanju potencijalnih NPEE, kontrole opterećenosti mjernih transformatora, smanjenje broja neočitanih mjernih mjesta u poduzetništvu, uvrštavanje nedostupnih mjernih mjesta u sustav daljinskog očitavanja, ponovni izlasci na teren u slučaju neočitivosti, zaslužne da se uspijela zadržati relativno zadovoljavajuća razina gubitaka s ciljem daljnjeg smanjenja za 1% tijekom naredne 4 godine.

Na slici br. 2 prikazan je trend kretanja gubitaka u razdoblju od 2002. – 2017. godine gdje je vidljivo kako su se posljednjih godina u samom trendu izgubile uobičajene oštre „pile“.



Slika 2. Prikaz kretanja gubitaka na području Elektroprimorja u periodu od 2002. – 2017. godine

Gubici električne energije u distribucijskoj mreži po karakteru se mogu podijeliti na:

- I. tehničke,
- II. netehničke.

U radu će se pokušati pokazati značajniji netehnički gubitci, a kao najčešće i najznačajnije gubitke iz te kategorije gubitaka izdvojiti će se neovlaštena potrošnja električne energije i kvarovi na obračunskim mjernim mjestima.

2. KONTROLE MJERNIH MJESTA

2.1. Neovlaštena potrošnja električne energije

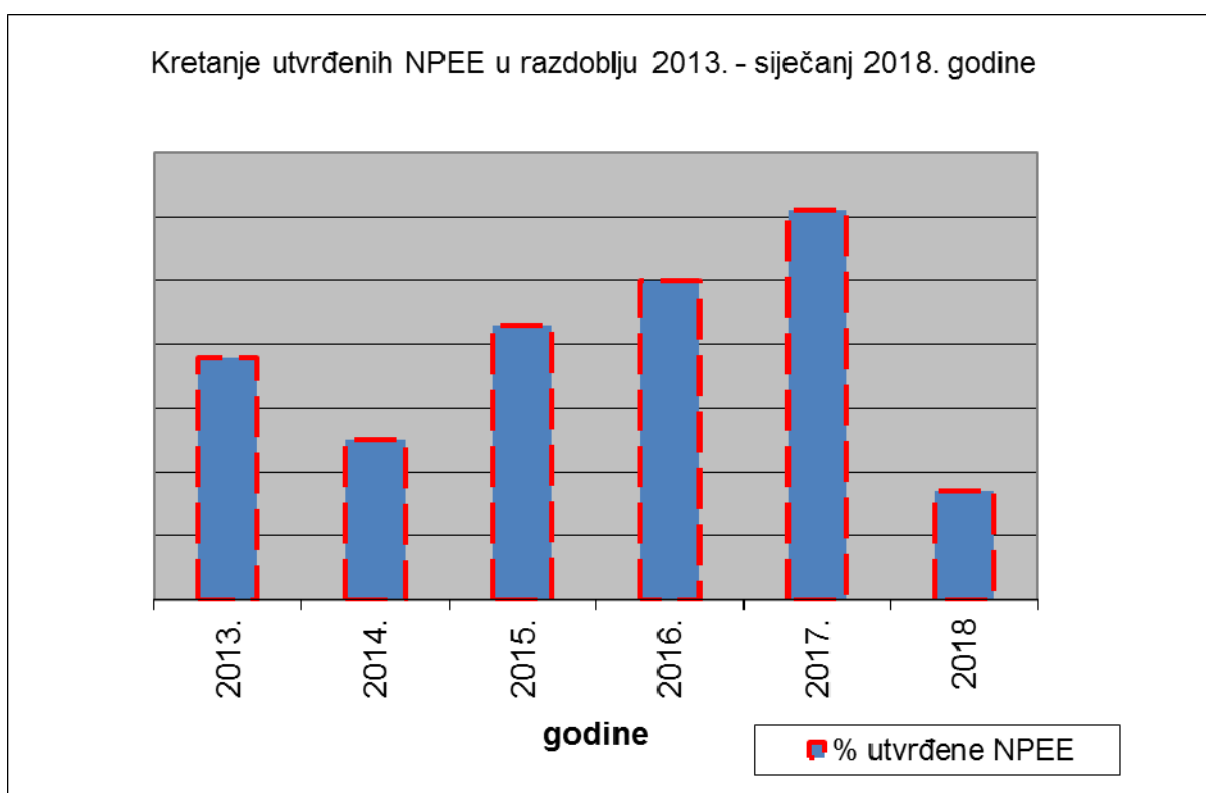
Donošenjem Općih uvjeta [3] od strane Hrvatske energetske regulatorne agencije definirani su novi slučajevi (kategorije) neovlaštene potrošnje i propisana je nova metodologija obračuna naknade za neovlaštenu potrošnju električne energije.

Neovlaštena potrošnja električne energije regulirana je člankom 83. Općih uvjeta i podrazumijeva sljedeće slučajeve kada:

- krajnji kupac troši električnu energiju bez mjerne opreme operatora sustava ili mimo postojeće mjerne opreme ili kada je mjerna oprema onesposobljena za ispravan rad,
- krajnji kupac troši električnu energiju na način da je neovlašteno utjecao na rad uređaja za upravljanje tarifama,
- krajnji kupac troši električnu energiju preko brojila ili ostale mjerne opreme s kojih je skinuta ili oštećena plomba, osim ako je smještaj mjerne opreme takav da krajnji kupac to nije mogao nadzirati niti spriječiti,
-

- je krajnji kupac na niskom naponu bez mjerenja snage utjecao na ograničavalo strujnog opterećenja koje je bilo plombirano ili na glavne osigurače koji su bili plombirani omogućujući time korištenje snage veće od priključne snage,
- se pravna ili fizička osoba koja nije stekla status krajnjeg kupca priključi na mrežu,
- krajnji kupac troši električnu energiju preko brojila ili ostale mjerne opreme nakon privremene obustave isporuke električne energije

Kako bi se smanjile potencijalne neovlaštene potrošnje od izuzetne važnosti je konstantna nazočnost na mjernim mjestima kako kroz kontrole mjernih mjesta tako i kroz provedba obračunskog očitavanja brojila sa radnicima stručnog znanja. Takva praksa nazočnosti i pojačane aktivnosti na utvrđivanju i sprječavanju neovlaštene potrošnje električne energije na području Elektroprimorja, rezultiraju stalnim porastom utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije kao što je vidljivo na slici br. 3 iz koje je također razvidno veliki broj utvrđenih NPEE u samo jednom mjesecu 2018. godine.



Slika 3. Prikaz trenda utvrđivanja NPEE na području Elektroprimorja Rijeka

Najčešći slučajevi utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije su potrošnja električne energije bez mjerne opreme operatora sustava ili mimo postojeće mjerne opreme ili kada je mjerna oprema onesposobljena za ispravan rad i potrošnja električne energije preko brojila ili ostale mjerne opreme nakon privremene obustave isporuke električne energije, a što su ujedno i slučajevi koji najviše utječu na gubitke el. energije.

Naime, u slučajevima kada se korisnik mreže sam uključi nakon privremene obustave isporuke el. energije, isti ne omogućava pristup mjernim mjestu kako bi se utvrdila potrošnja i očitalo brojilo, a čime se ne može doći do podatka o isporučenoj električnoj energiji zbog čega uz potrošnju mimo mjernog uređaja izravno utječe na gubitke.

2.2. Slučajevi utvrđenih neovlaštenih potrošnji

Tijekom proteklog perioda znatno se posvećivala pozornost kontrolama mjernih mjesta koja su smještena unutar objekta u doseg kupca za razliku od mjernih mjesta na stubištima i fasadama objekata jer se smatralo da je to izravno najlogičnije za neovlaštenu potrošnju. Također, sva mjerna mjesta na kojima se nije utvrdila neovlaštena potrošnja, a postojale su indicije za u NPEE premještane su na fasade objekata. Zadnje vrijeme, iskustvo sa terena je pokazalo da to baš i nije tako jer je u veoma kratkom periodu utvrđen određen broj neovlaštenih potrošnji kod korisnika kojima su mjerna mjesta na fasadama objekata i to na način da su ilegalni odvojeci spajani na glavni vod kod zračnih priključaka u dijelu između mjesta priključenja i mjernog ormara na fasadi objekta (slika 4a) ili na priključnom podzemnom kabelu između spoja na mrežu i mjernog ormara na fasadi objekta (slika 4b).



Slika 4a. Ilegalni odvojak na glavnom vodu



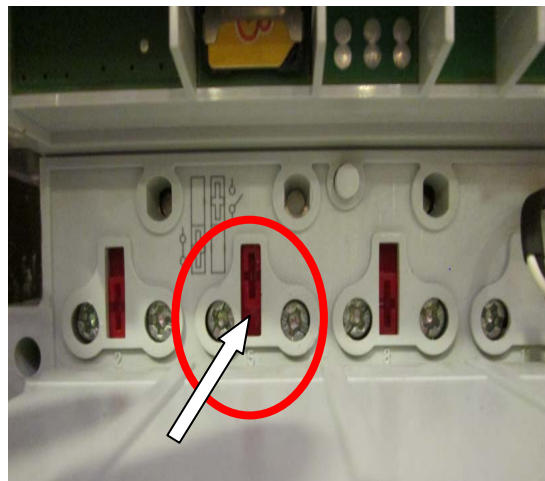
Slika 4b. Ilegalni odvojak na priključnom pod. kabelu

Na slici 4b. koja prikazuje ilegalni spoj na priključnom kabelu prije mjernog ormara na fasadi objekta vidljivo da je riječ o „*stručnom*“ odvojkju sa spojnicima i izoliranom spojevima.

Postoje slučajevi na kojima je vidljivo da korisnici koji imaju namjeru neovlašteno trošiti električnu energiju su sve „*drskiji*“ i ne biraju način na koji će to napraviti ulažući znatne napore u način i izvedbu za koju smatraju da neće biti otkrivena, a najzanimljivije od svega je to kako je riječ o tehnički zahtjevnim zahvatima.

Svakako je bitno za napomenuti da je dolazak nove tehnologije u određenoj mjeri omogućio otkrivanje „*naivnih*“ korisnika koji pokušavaju utjecati na smanjenje računa za el. energiju pristupajući određenim mjerama ne imajući saznanja o tehničkim mogućnostima novih mjerila. Tako je na slici br. 5a prikazan način detekcije sumnje u neovlaštenu potrošnju, odnosno na slici 5b prikazana je utvrđena neovlaštena potrošnja detektirana sustavom praćenja knjige događaja na brojilu korisnika. Nakon utvrđene neovlaštene potrošnje na tom sumnjivom mjernom mjestu, pregledana su i druga mjerna mjesta tog poslovnog korisnika i utvrđene iste vrste neovlaštene potrošnje kao što je prikazano na toj slici. Bitno je napomenuti da su na svim mjernim mjestima brojila električne energije bila smještena u mjerne ormare što korisnika nije spriječilo u njegovom naumu. Korisnik mreže je skinuvši poklopac priključnice brojila u fazi L₂ otvorio klizni naponski mostovi čime je jednostavno razdvojio naponsku granu od strujne grane brojila što je za posljedicu imalo da se na brojilu u toj fazi nije bilježila potrošnja električne energije.

05.01.2018 13:34:00	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:39:57	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:40:01	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:40:05	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:42:15	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:42:17	0x00008011	Terminal cover opened
05.01.2018 13:45:52	0x00008011	Terminal cover opened



Slika 5a. Zapis iz knjige događaja brojila

Slika 5b. Utvrđena NPEE nakon uvida u knjigu događaja

Iz svih navedenih primjera utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije razvidno je kako se ne može se sa sigurnošću definirati ciljana mjerna mjesta za kontrole u svrhu detekcije i sprječavanja NPEE, nego se istome treba pristupiti sustavno bez obzira na to da li je smještaj mjerne opreme u objektu ili na fasadama objekata. Svakako je nesporno i to da smještaj mjernog mjesta na fasadu objekta u mjerni ormar pod ključem operatora sustava više nije „sigurno mjesto“ za sprječavanje neovlaštenih potrošnji. S obzirom na prve prikazane primjere neovlaštenih potrošnji se vidi kako je način utvrđivanja neovlaštenih potrošnji sve zahtjevniji za utvrditelje i da sve više od njih traži konstantno ulaganju u znanje i praćenje tehnologija. Na slikama 6a i 6b prikazan je dio opreme koja uz standardnu opremu proteklog vremena, postaje sastavni dio za utvrđivanje neovlaštenih potrošnji.

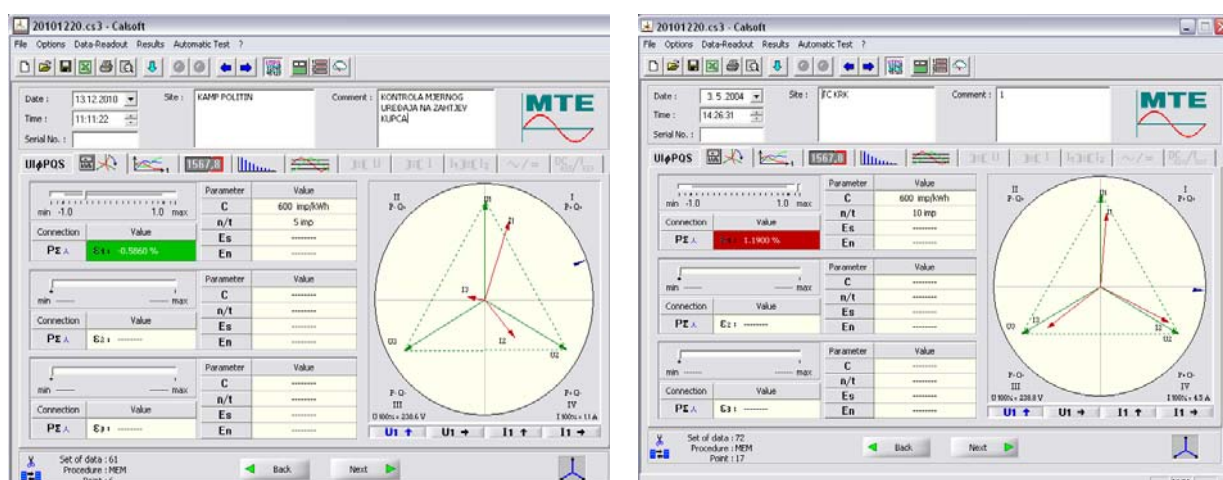


Slika 6a i 6b. Prikaz dijela opreme za utvrđivanje NPEE

2.3. Kontrole mjernih mjesta

Pod kontrola mjernih mjesta ne treba samo smatrati kontrole priključaka i mjernih mjesta koje su zadnjih godina postale redovan posao, nego i kontrole mjerne opreme na mjernim mjestima počevši od kontrola točnosti mjernih uređaja, kontrola ispravnosti mjernih uređaja, kontrola stanja opreme [4]. Neke od tih kontrola su kontrole brojala ispitnim uređajem višeg razreda točnosti za vrijeme dok je brojilo ugrađeno na mjernom mjestu gdje se nerijetko zna utvrditi kako brojilo odstupa od deklariranog razreda točnosti (slika 7).

U svrhu smanjenja gubitaka potrebno je vršiti i usklađivanje mjerne opreme na mjernim mjestima, prespajanje strujnih mjernih transformatora na mjernim mjestima srednjeg napona, praćenjem potrošnje i maksimalno angažirane snage tijekom dužeg prethodnog razdoblja vršiti zamjene ugrađenih strujnih mjernih transformatora novim mjernim transformatorima optimalnog prijenosnog omjera. Kod budućih novih mjernih mjesta vršiti uvid u projekte mjernih mjesta zbog optimizacije mjernih vodova jer je bilo slučajeva da se za strujne mjerne transformatore proširenog opsega do 200% projektiraju presjeci kao i za uobičajene strujne mjerne transformatore ne uzimajući u obzir potencijalne maksimalne struje do 10 A.



Slika 7. Prikaz rezultata ispitivanja točnosti brojila ispitnim uređajem na mjernim mjestima

Kako bi se sve navedeno uspješno obavljalo i kao bi davalo rezultate prije svega je potrebno uvesti praksu trajnog ulaganja u radnike, točnije trajnog školovanja (obuke) i upoznavanja sa novim tehnologijama, nadopuniti distribucijska područja opremom koja nedostaje, te mjerna mjesta i mjerne uređaje koja su temelje poslovanja operatora distribucijskog sustava držati isključivo pod svojim nadzorom.

2.4. Redovna ispitivanja za vrijeme pogona

Iskustveno se pokazalo da se dosta veliki broj utvrđenih nepravilnosti i nedostataka pronašao na mjernim mjestima u poluizravnom i/ili neizravnom spoju, te na mjernim mjestima sa važećom EES > 30 kW, iako je riječ o mjernim mjestima koja mjere ukupno 42% isporučene električne energije krajnjim kupcima (6,09 TWh).

U Biltenu br. 73 iz 1998. godine, pod nazivom „Upute za opremanje i ispitivanje obračunskih mjernih mjesta na niskom i srednjem naponu“ za mjerna mjesta u poluizravnom i neizravnom spoju bila je definirana obveza ispitivanja mjernih uređaja i kontrola jedanput godišnje mjernih svih mjesta koja su u pogonu, a što govori o prepoznatoj važnosti istih.

U istom dokumentu su navedena točno sva ispitivanja koja je potrebno napraviti na pojedinom uređaju, a gledajući sa aspekta današnje mjerne opreme koja se koristi svakako obvezatno treba vršiti sljedeće preglede i ispitivanja na pojedinom mjernom slogu tih mjernih mjesta kako slijedi:

Strujni mjerni transformatori

- provjera plombi operatora sustava,
- provjera ovjernog žiga,
- provjera sekundarnih stezaljki (kontakata),
- provjera neprekinutosti mjernih vodova,
- ispitivanje otpora izolacije,

Naponski mjerni transformatori

- provjera plombi operatora sustava,
- provjera ovjernog žiga
- provjera sekundarnih stezaljki (kontakata)
- mjerenje sekundarnih napona,
- provjera neprekinutosti mjernih vodova,
- ispitivanje otpora izolacije,

Brojila električne energije

- provjera plombi operatora sustava,
- provjera ovjernog žiga
- provjera razreda točnosti: odgovarajućim instrumentom višeg razreda točnosti
- provjera opterećenja po fazama

Stupanjem na snagu novog Biltena br. 246, „*tehnički uvjeti za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a*“ sama obveza kontrole navedenih mjernih mjesta je nestala nego je postala preporuka prema kojoj bi se mjerna mjesta u poluizravnom spoju pregledavala jednom u četiri godine dok bi mjerna mjesta u neizravnom spoju pregledavala jedanput godišnje.

3. NADZOR MJERNIH MJESTA

3.1. Nadzor mjernih mjesta

HEP ODS d.o.o. je tijekom proteklih 10 godina sva mjerna mjesta na srednjem naponu i niskom naponu sa priključnom snagom > 30 kW opremio intervalnim brojilima i stavio u sustav daljinskog očitavanja, a tijekom protekle dvije godine povećana je aktivnost na opremanjima mjernih mjesta sa važećom priključnom snagom > 20 kW. Ta činjenica i podatak govori da HEP ODS svakodnevno ili u najgorem slučaju nekoliko dana (uobičajena dinamika očitavanja krivulje opterećenja je dnevno) može nadzirati sva mjerna mjesta koja su u sustavu daljinskog očitavanja koristeći veći predefinirana izvješća kojima raspolaže, a sve u svrhu pravodobnog otkrivanja nedostataka na mjernim mjestima koji su spomenuti u ovom referatu. Na taj način se nikako ne smije dogoditi da na jednom od tih mjernih mjesta kvar bude duže od tekućeg tjedna.

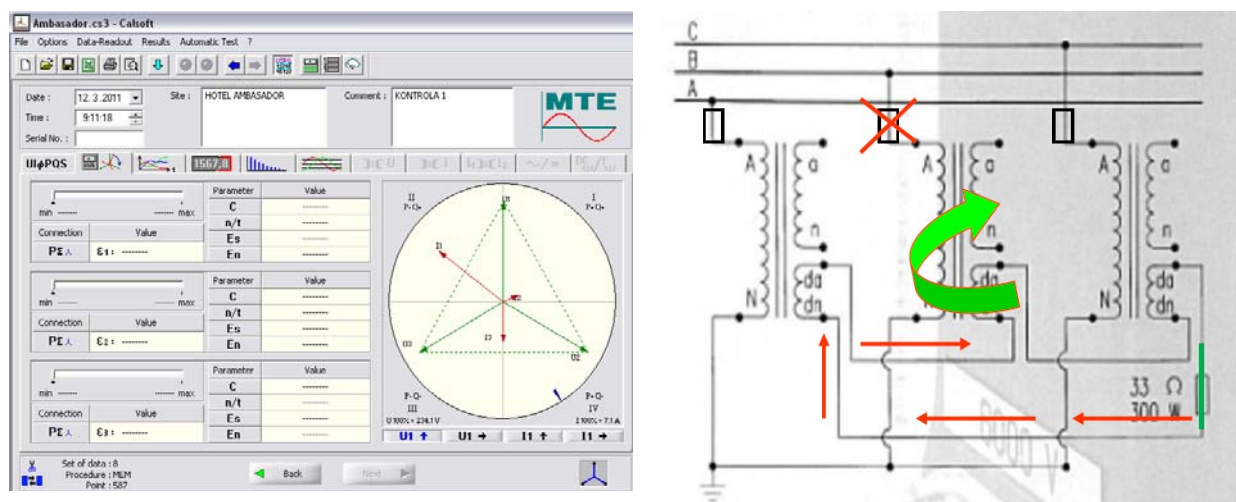
Iz navedenog je jasno kako u potpunosti treba iskoristiti trenutni sustav daljinskog očitavanja brojila kako bi se nedostaci na svim mjernim mjestima otkrili pravodobno i na taj način smanjili gubici operatoru. Također, sva brojila koja su ugrađena na obračunska mjerna mjesta potrebno je parametrirati na taj način da se preko njih u svakom trenutku otkriju problemi; negativan smjer kroz faze, struja kroz nulu, nedostatak napona, potrošnja po fazama, kutovi između napona i struja,.....

3.2. Kvarovi mjerne opreme

Najčešći kvarovi na mjernim mjestima koji svojim nastankom imaju bitan utjecaj na gubitke električne energije su kvarovi na obračunskim mjernim mjestima u poluizravnom i neizravnom spoju. Riječ je o kvarovima prigodom kojih dolazi do „*nestanka*“ naponskih i/ili strujnih grana na brojilu električne energije uslijed kojih korisnik mreže nema poremećaja u opskrbi električnom energijom, te o kvarovima nastalim ljudskim faktorom prigodom rada na mjernom mjestu; krivo spajanje mjernih vodova na priključno mjernim kutijama ili na brojilima.

Krivo spajanje naponskih i strujnih mjernih vodova, tj. neusklađenost naponski grana sa strujnim granama istovjetne faze nema uvijek za rezultat protok energije u negativnom smjeru čime bi se uočio

nedostatak, nego može uzrokovati mjerenje u smjeru predaje, ali ne u cjelokupnim količinama isporučene energije (slika 8a). Takav kvar se na novim mjernim mjestima nakon puštanja pod napon, ne može otkriti bez redovite kontrole usporedbom tok korisnika sa korisnicima sličnog karaktera. To su kvarovi koji ukoliko se ne otkriju pravodobno mogu imati za rezultat veliku količinu isporučene, ali neobračunate i nenaplaćene električne energije korisniku mreže. Također, u kategoriju kvarova ulaze i kvarovi koji su nastali na mjernim mjestima imaju, ali nisu prepoznatljivi na uobičajeni način nego se induciraju kao mali pad napona na mjernom mjestu (oko 10%) i česti su na srednjem naponu uslijed kvara na jednom VN osiguraču naponskog mjernog transformatora koji je sa ostalim povezan preko otpornika za ferorezonanciju (slika 8b). Tom prigodom naponi u ispravnim naponskim mjernim vodovima iznose oko uobičajenih $100/\sqrt{3}$ [V] dok je u „kvarnoj“ naponskoj grani napon oko 50-tak i malo više volti, ovisno o vrijednostima ugrađenog otpornika.



Slika 8a i 8b. Prikaz kvarova na mjernim mjestima

Na slici 8a prikazan je primjer sa jednog mjerenja gdje se može zaključiti kako je mjerno mjesto ispravno, ali sa izrazito lošim faktorom snage od $\cos \phi = 0,6$ što se vidi i na vektorskom dijagramu. Analizirajući ovog korisnika sa korisnicima sličnog karaktera uočeno je kako potrošnja i maksimalna angažirana snaga nisu u očekivanim granicama kakve imaju drugi. Kontrolom je utvrđeno da je došlo do sljedećeg problema; prigodom ožičenja strujne grane su u odnosu na naponske grane istovjetnih faza na brojilu pomaknute za jedno mjesto i još uz to okrenut smjer protoka struje kroz brojilo. Brojilo je na ovaj način od samog početka bilježilo potrošnju, ali oko 3,5 puta manju.

4. ZAKLJUČAK

U referatu je iznesen samo dio činjenica vezan uz provedbu nadzora i kontrola obračunskih mjernih mjesta u svrhu smanjenja pojava koje utječu na gubitke električne energije, čime se uopće nije zagrebalo po površini problema niti načinu kako doskočiti gubicima. Temeljem prikazanih podataka i izuzetno malog dijela analiza pokazana je potreba da se pristupi ozbiljno izradi programa i smjernica, te provedbi nadzora i kontrola obračunskih mjernih mjesta. Problematika gubitak i utjecaja na gubitke je veliko područje koje se u jednom referatu ne može obraditi u cjelokupno pogledu, nego je ovo dio gubitaka na koji se može utjecati bez investicijskih ulaganja,

Javlja se pitanje i često se razgovara o tome da li će napredna brojila riješiti ovaj problem? Da u jednom dijelu. Kod velikih kupaca su jako dobar nadzor, ali sadašnja napredna brojila koja se ugrađuju kod velikog broja kupaca, ne zadovoljavaju potrebe operator distribucijskog sustava s aspekta gubitaka i utvrđivanja neovlaštenih potrošnji u slučajevima kada se ne manipulira sa opremom. Važno je spomenuti još jednu opasnost koju nose napredna brojila, a to je nestanak radnika operatora sa mjernih mjesta, a jedna od ključnih mjera za smanjenje gubitaka je nazočnost na mjernim mjestima.

Tema smanjenje gubitaka nije jednostavna problematika, te je ne treba shvaćati olako i da se može obraditi kroz nekoliko redaka, nego treba kontinuirano provoditi mjere kroz smanjenje tehničkih gubitaka i smanjenje netehničkih gubitaka.

Sam rad, za krajnji cilj je imao pokazati potrebu stalnog angažmana radnika operatora distribucijskog sustava na provedbi nadzora i kontrola mjernih mjesta, te svakako je bitno za uočiti da kako bi se sve navedeno uspješno obavljalo i kao bi davalo rezultate prije svega je potrebno uvesti praksu trajnog ulaganja u radnike, točnije trajnog školovanja (obuke) i upoznavanja sa novim tehnologijama, nadopuniti distribucijska područja opremom koja nedostaje, te mjerna mjesta i mjerne uređaje koja su temelj poslovanja operatora distribucijskog sustava držati isključivo pod stalnim nadzorom.

5. LITERATURA

- [1] Ante Pavić, Kruno Trupinić, "Usporedna analiza gubitaka električne energije u Hrvatskoj sa državama u okruženju", 1. Savjetovanje HO CIRED, Šibenik, Hrvatska, svibanj 2008.,
- [2] HEP ODS d.o.o., Godišnje izvješće 2016.,
- [3] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/15),
- [4] Kristijan Jurilj, "Programi i mjere za smanjivanje gubitaka električne energije", 5(11) savjetovanje CIRED, Osijek, Hrvatska, svibanj 2016. SO6-27