

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

Vlatko Horaček, dipl.ing.el.
HEP ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka
vlatko.horacek@hep.hr

Tea Vukšić, struč.spec.ing.el.
HEP ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka
tea.vuksic@hep.hr

REDOVITI NADZOR OBRAČUNSKIH MJERNIH MJESTA U SVRHU SMANJENJA GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

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 greške unutar elektroenergetskog sustava koje izravno imaju utjecaj na izmjerene vrijednosti isporučene el. energije. Referat je za cilj ima pokazati uobičajene metode nadzora i kontrola obračunskih mjernih mjesta gdje se s bez investicijskih ulaganja ili s izuzetno malim, zanemarivim ulaganjima mogu spriječiti znatni gubici, a će se spomenuti pojedini slučajevi utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije, te na kraju ukazuje na bitne činjenice i preporučaju odgovarajuće radnje za rješavanje predmetne problematike.

Ključne riječi: gubici električne energije, mjerna oprema, kontrola mjerne opreme, neovlaštena potrošnja električne energije

IMPLEMENTATION OF SUPERVISION AND CONTROL OF MEASURING POINTS FOR THE PURPOSE OF REDUCING ELECTRICITY LOSSES

SUMMARY

Considering that electricity loss is always very topical and is determined based on the measurement of electricity at the metering points, the paper deals with the supervision and control of measuring points on which faults within the power system that directly affect the measured values of the delivered electrical energy are being detected.

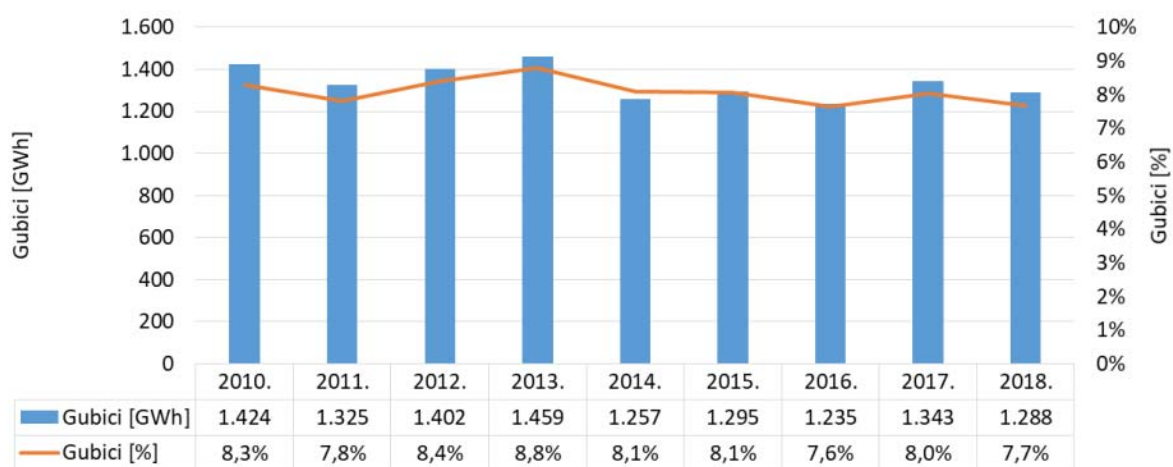
The objective of the paper is to demonstrate common metering points supervision and control methods where significant losses can be prevented with no investment or with very small, negligible investments. The paper also mentions cases of identified unauthorized electricity consumption, and finally points to the relevant 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 sustava, neovisno da li prijenosnog ili distribucijskog, predstavljaju znatan udio u ukupnim gubicima, pa tako i u HEP – Operatoru distribucijskog sustava koji navedenom problemu već dugi niz godina posvećuje posebnu pozornost i koji je već dugo jedan od glavnih tema i temelja za smjernice poslovanja, jer sami gubici su 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 većih i manjih elektrana priključenih na distribucijsku mrežu) [1].

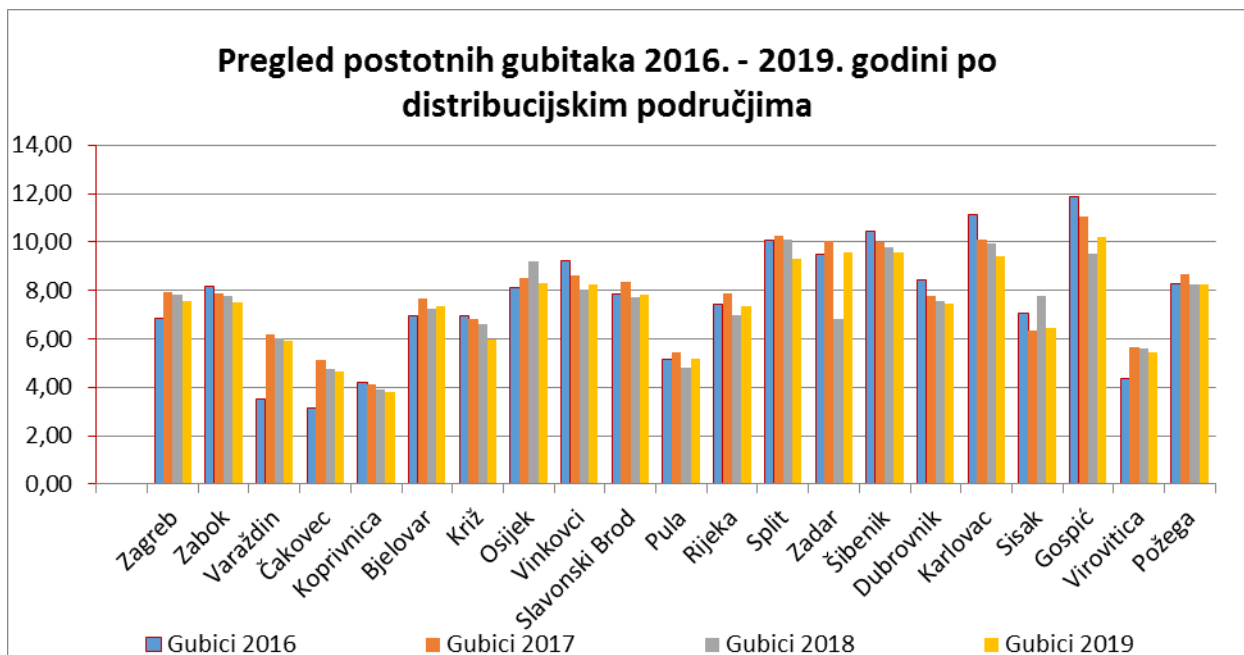
Netehnički gubici električne energije predstavljaju znatan dio gubitaka koji prema se ovisno od distribucijskog područja kreću u prosjeku 49%. Prema godišnjem izvješću Hrvatske energetske regulatorne agencije za 2018. godinu, ukupni gubici u distribucijskoj mreži iznosili su 1.288 GWh što je u odnosu na ukupnu nabavu električne energije za distribucijsku mrežu predstavljalo u postotnom iznosu gubitke od 7,7% [2], dok su za 2017. godinu gubici iznosili 8 % u odnosu na nabavljenu el. energiju [2].



Slika 1. Gubici električne energije u distribucijskoj mreži u razdoblju 2010. do 2018. godine

Nabava potrebnih količina energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži je provedena putem javnog nadmetanja u obliku dva dugoročna proizvoda – temeljni i promjenjivi. Iznos temeljne energije je stalna vrijednost energije u svakom satu tijekom jednog mjeseca, dok je promjenjivi dio razlika između ostvarenih gubitaka u prvom izračunu ostvarenja u jednom mjesecu i iznosa temeljne energije. Sam podataka da je procijenjeni ukupni trošak 1.287,6 GWh energije za pokriće gubitaka u distribucijskoj mreži iznosio oko 536 milijuna kn (416 kn/MWh) dovoljan je sam za sebe. U prosincu 2018. godine HEP ODS je proveo javno nadmetanje za nabavu energije za gubitaka za prvih šest mjeseci 2019. godine u vidu jednog dugoročnog proizvoda. Okvirna ugovorena količina iznosila je 614 GWh, uz cijenu od 536,57 kn/MWh. Razlike u cijeni nabave energije za pokriće gubitaka ovisi o cijeni temeljne energije na mađarskoj burzi el. energije HUPX po kvartalima, uz dodanu procjenu troškova isporučitelja. Trošak energije za pokriće gubitaka HEP ODS-u je viši od troška HOPS-u je iz razloga što HEP ODS nabavlja veće količine energije za pokriće gubitaka od onih koje su stvarno potrebne u mjesecima kada je energija najskuplja, čime se olakšava položaj opskrbljivača, jer nabavlja i dio energije i za njihove krajnje kupce, ali što poskupljuje jedinični trošak energije za pokriće gubitaka.

Analizirajući podatke o gubicima operatora distribucijskog sustava za 2018. i 2019. godinu, vidljive su značajne razlike u postotnim iznosima između distribucijskih područja, gdje najmanji iznos gubitaka i 2018. i 2019. godine ima Elektra Koprivnica s 3,88%, odnosno 3,80% u odnosu na DP Elektrodalmacija Split koja je imala višestruko veće gubitke u 2018. godini (10,10%) dok 2019. godine najveće gubitke imala DP Elektrolika Gospić u postotnom iznosu od 10,20% (slika 2).

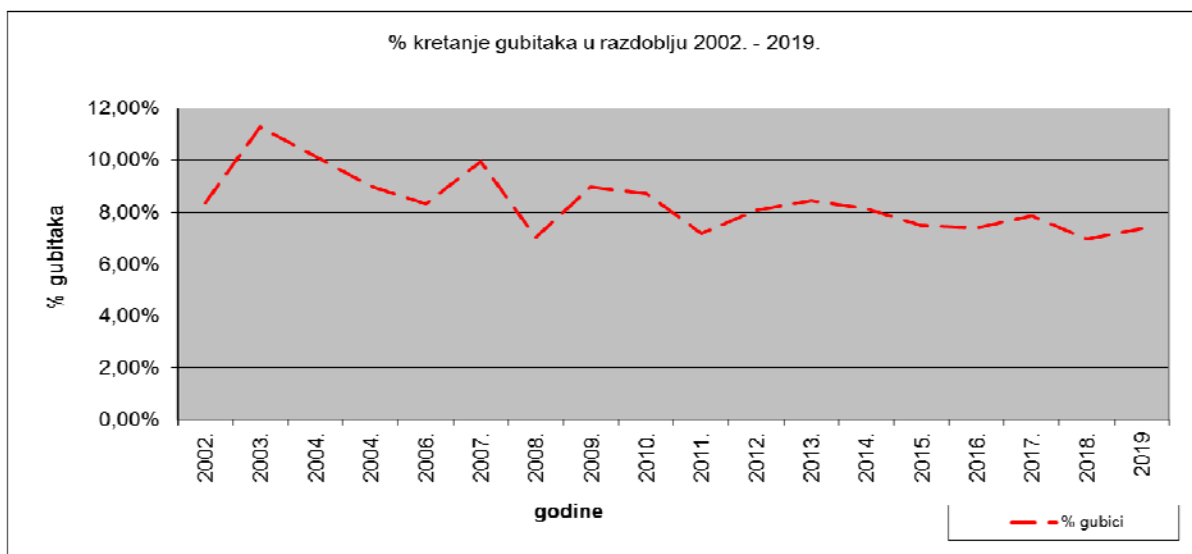


Slika 2. Prikaz kretanja gubitaka po distribucijskim područjima 2016. – 2019. godine

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 Elektroprimorje 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 uspjela zadržati relativno zadovoljavajuća razina gubitaka s ciljem daljnjeg smanjenja za 1% tijekom naredne 4 godine.

Na slici br. 3 prikazan je trend kretanja gubitaka u razdoblju od 2002. – 2019. godine gdje je vidljivo kako su se posljednjih godina u samom trendu izgubile uobičajene oštre „pile“.



Slika 3. Prikaz kretanja gubitaka na području Elektroprimorja u periodu od 2002. – 2019. godine

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

- I. tehničke,
- II. netehničke.

U radu će se pokušati pokazati detekcija značajnijih 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.

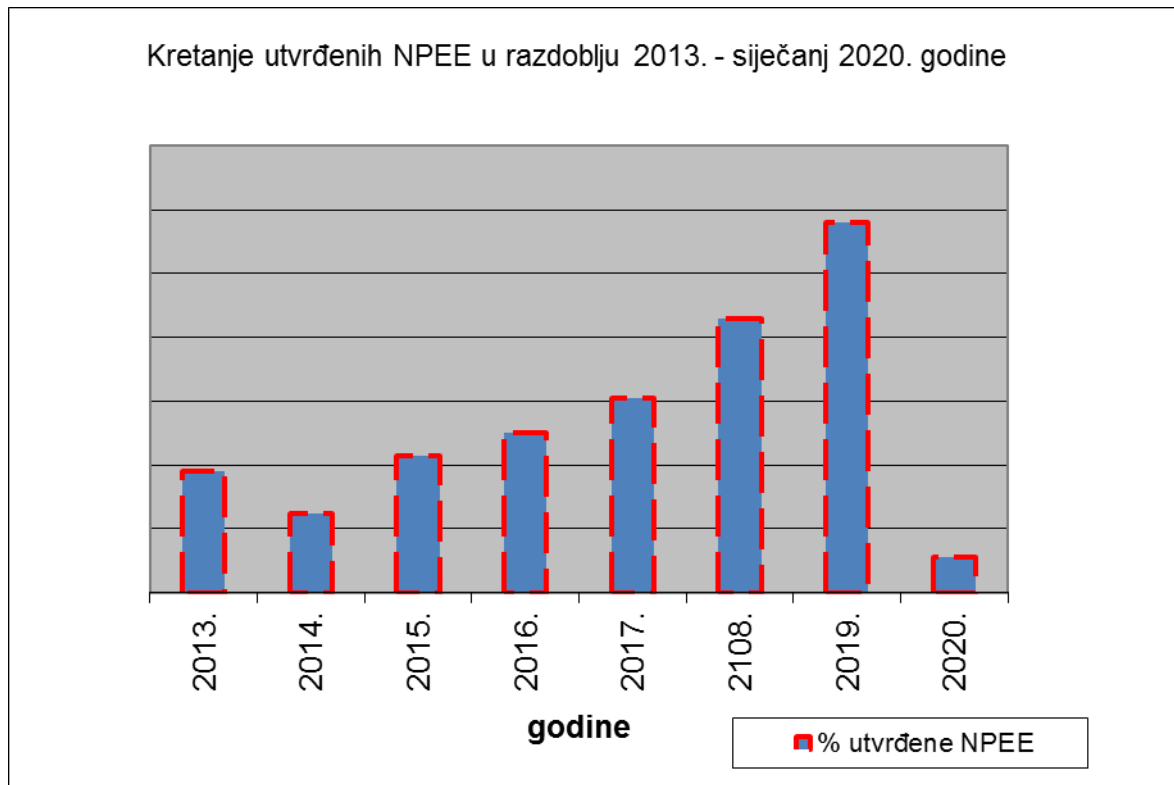
2. NEOVLAŠTENA POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Donošenjem Općih uvjeta [4] 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 za područje Elektroprimorje, rezultiraju stalnim porastom utvrđenih neovlaštenih potrošnji električne energije kao što je vidljivo na slici br. 4 iz koje je također razvidno veliki broj utvrđenih NPEE u samo jednom mjesecu 2020. godine (11 utvrđenih NPEE).



Slika 4. 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.

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.

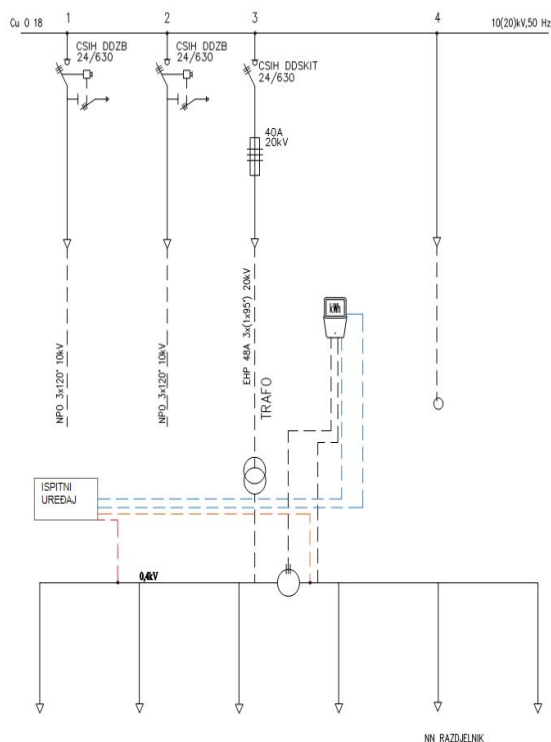
Iz navedenog je jasno kako u potpunosti treba iskoristiti trenutni sustav daljinskog očitavanja brojila kako bi se nedostaci na svim mjernim mjestima otkrili pravodobno i na taj način smanjili gubici operatoru. Također, sva brojila koja su ugrađena na obračunska mjerna mjesta potrebno je parametrirati 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. Kontrole mjerne opreme i mjernih mjesta

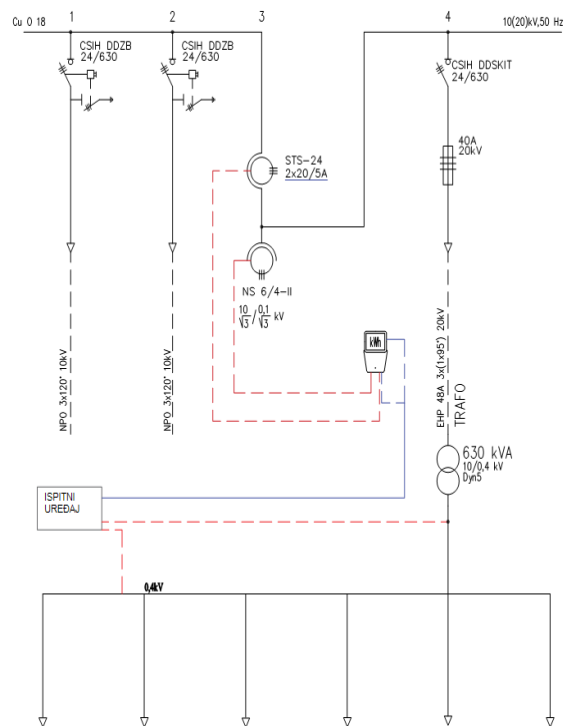
Pod kontrola mjernih mjesta ne treba samo smatrati kontrole ispravnosti priključaka i mjernih mjesta koje su zadnjih godina postale redovan posao, nego i kontrole mjerne opreme na mjernim mjestima počevši od kontrola točnosti mjernih uređaja, kontrola ispravnosti mjernih uređaja, kontrola stanja opreme [5]. Neke od tih kontrola su kontrole brojila ispitnim uređajem višeg razreda točnosti za vrijeme dok je brojilo ugrađeno na mjernom mjestu gdje se nerijetko zna utvrditi kako brojilo ili neka druga mjerna oprema iz mjernog sloga odstupa od deklariranog razreda točnosti, a što je moguće jedino mjerenjem ukupne greške.

Isto je moguće provoditi i na neizravnim i na poluizravnim mjernim mjestima čime možemo utvrđivati ukupnu pogrešku uključivši u izračunu i gubitke u transformaciji

Kako bi se mogla detektirati ukupna greška mjernog sloga, potrebno je mjeriti i raditi usporedbu mjernih veličina na početku i na samom kraju kako bi se vidjela ukupna odstupanja, a gdje su dva primjera prikazana na slici br. 5 (slika 5a poluizravno obračunsko mjerno mjesto, a slika 5b neizravno obračunsko mjerno mjesto)



Slika 5a. Poluizravno mjerno mjesto



Slika 5b. Neizravno mjerno mjesto

U naredna dva primjera biti će prikazani slučajevi kontrola mjernih mjesta u poluizravnom i neizravnom spoju rezultatom kontrole koji pokazuju da li su ili nisu gubici na mjernom mjestu prihvatljivi.

3.2.1. Provjera pogreške na mjernom mjestu u poluizravnom spoju

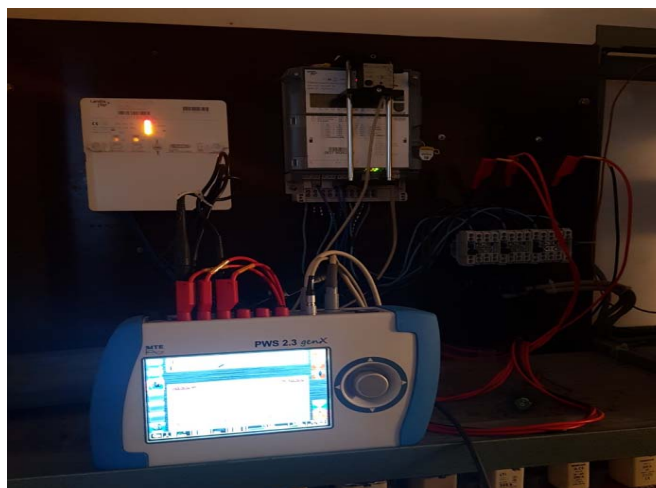
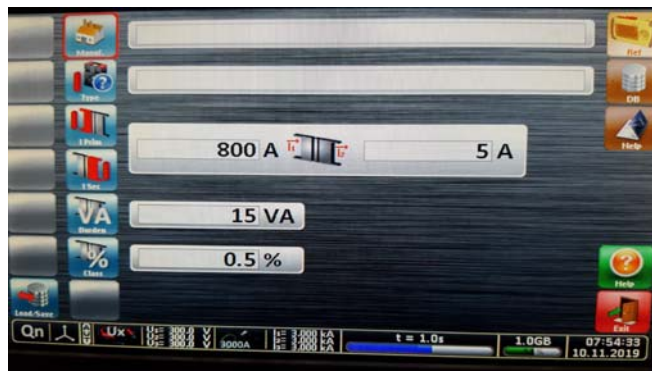
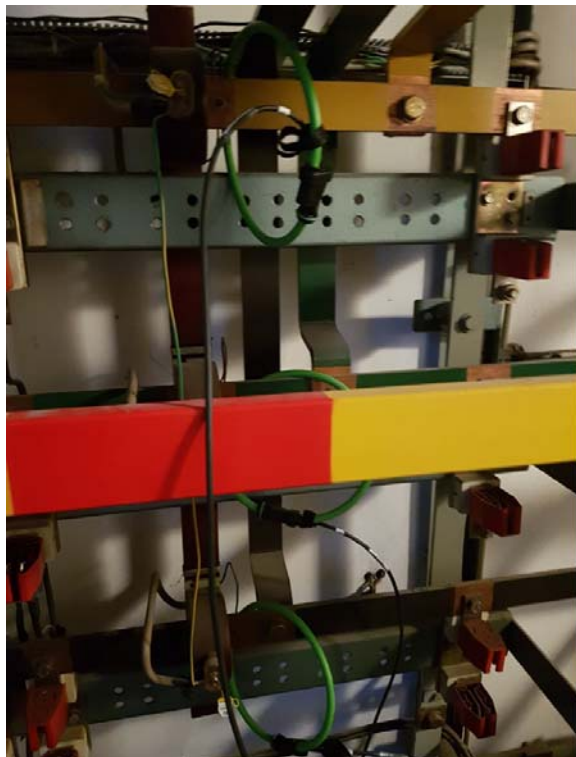
Kontrola cjelokupnog mjernog sloga je obavljena na mjernom mjestu u poluizravnom spoju s godišnjom potrošnjom od 944.388 kWh i prosječnom mjesečnom angažiranom snagom od 248 kW.

Mjerni slog se sastoji od:

- Strujni mjerni transformatori – tip STEN 061, prijenosni omjer 800/5 [A], nazivna snaga 15 VA, klasa točnosti 0,5
- Brojilo – univerzalno intervalno klase točnosti 0,5; konstanta kontrolne led diode : $C_k = 10.000$ imp/kWh

Za kontrolu mjernog mjesta korišteno je:

- Instrument (etalon) za ispitivanje točnosti brojila klase točnosti 0,2
- Fleksibilni strujni mjerni transformatori s korekcijom greške 3 kA
- Sučelje za priključenje etalona na impulsne izlaze brojila,
- Strujna kliješta 100A



Slika 6. Provedba kontrole mjernog mjesta u poluizravnom spoju

Kontrolom mjernog mjesta je od mjesta predaje do mjesta mjerenja provjerena su odstupanja strujnih mjernih transformatora od deklariranog razreda točnosti kao i točnost brojila unutar deklariranih granica, a sve korištenjem navedene opreme.

Rezultati kontrole su pokazali odstupanje točnosti mjernih transformatora u odnosu na deklariranu u dvije faze (L_1 i L_3), a strujni mjerni transformator u fazi L_2 bio je unutar deklariranog razreda točnosti, ali s negativnim otklonom (slika br. 7a). Kontrolora brojila pokazala je da se brojilo nalazi unutar deklariranog razreda točnosti, ali također s negativnim otklonom kao i strujni mjerni transformator u fazi L_2 (slika br 7b).

Kako bi se zornije prikazalo, rezultati kontrole odstupanja točnosti mjernog sloga su:

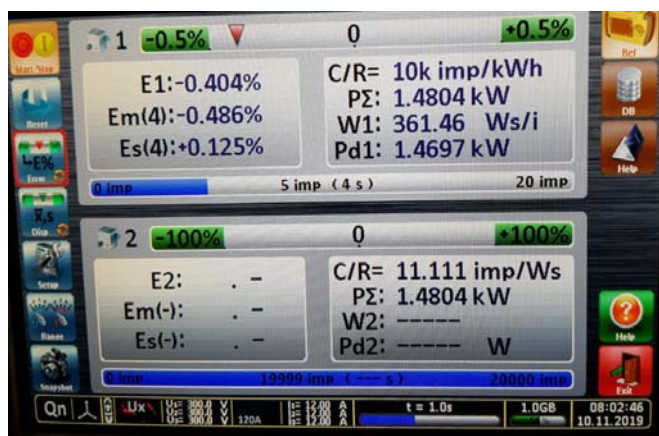
- Strujni mjerni transformator u fazi L_1 = -1,280%
- Strujni mjerni transformator u fazi L_2 = -0,131%
- Strujni mjerni transformator u fazi L_3 = -0,7945%
- Brojilo = -0,404%

Kao što je prije spomenuto godišnja potrošnja kontroliranog obračunskog mjernog mjesta je 944.388 kWh, dodatnim isčitavanjem podataka iz brojila utvrđena je opterećenost/potrošnja po fazama u odnosu na ukupnu potrošnju i to:

- Potrošnja u fazi $L_1 = 0,41$ % od ukupne potrošnje OMM
- Potrošnja u fazi $L_2 = 0,34$ % od ukupne potrošnje OMM
- Potrošnja u fazi $L_3 = 0,25$ % od ukupne potrošnje OMM



Slika 7a. Odstupanja kontroliranih SMT



Slika 7b. Odstupanje kontroliranog brojila

Kada sagledamo rezultate kontrole mjernih uređaja i uvrstimo odstupanja u potrošnju obračunskog mjernog mjesta dolazimo do podatka o neizmjenjenih i neobračunatih 11.054 kWh/godišnje što odgovara gubitku od 1,1705%.

Sam podatak od 11.504 kWh možda sam po sebi ne zvuči nešto zastrašujuće, ali uvrštavanjem vrijednosti troška gubitka po prosječnoj cijeni od 416 kn/MWh dolazimo i do financijskom gubitka od 4.784 kn za energiju i multipliciranjem na broj obračunskih mjernih mjesta možemo pretpostaviti koliki je iznos za područje cijelog operatora distribucijskog sustava.

Također je zanimljiv i za razmotriti podatak o gubicima od 1,1705% na mjernom mjestu, a za čije smanjenje nisu potrebna veća investicijska sredstva, a što je i prvenstveni cilj – detekcija i smanjenje gubitaka s minimalnim ulaganjem

3.2.2. Provjera pogreške na mjernom mjestu u neizravnom spoju

Kontrola cjelokupnog mjernog sloga je obavljena na mjernom mjestu u neizravnom spoj koja je obavljena na principu prikazanom na slici br. 5b.

Podaci energetskog transformatora :

- tip :3 TBN 630
- nazivna snaga : 630 kVA
- gubici u željezu : $P_{fe} = 1,3$ kW
- gubitci u bakru : $P_{cu} = 6,5$ kW

Podaci mjernih transformatora na srednjem naponu :

- strujni mjerni transformator : 40/5 A
- naponski mjerni transformator 10/ $\sqrt{3}$ /0,1/ $\sqrt{3}$ kV
- obračunska konstanta mjernog mjesta : $k = 800$

Podaci brojila

- Vrsta brojila: univerzalno intervalno brojilo
- Konstanta kontrolne led diode : $k_{br} = 10000$ imp/kWh

Postupak

- Postavljanje fleksibilnih strujnih mjernih transformatora s korekcijom greške 3 kA
- Uređaj spajamo prema shemi 5b

Iz brojila je očitano:

- $U_1 = 58,9$ V $I_1 = 0,49$ A

- $U_2 = 58,9 \text{ 120}^{\circ}$ $I_1 = 0,38 \text{ 131}^{\circ}$
- $U_1 = 58,9 \text{ 0}^{\circ}$ $I_1 = 0,43 \text{ 253}^{\circ}$

Očitana greška mjerenja $g = 3,35 \%$

Izračunamo :

- Radna snaga na primaru u trenutku mjerenja : $P = 60,761 \text{ kW}$
- Prividna snaga na primaru u trenutku mjerenja : $S = 61,25 \text{ kVA}$
- Gubici u željezu : $P_{fe} = (58,9/57,7)21,3 = 1,354 \text{ kW}$
- Gubici u bakru : $P_{cu} = (61,25/630)26,5 = 0,0614 \text{ kW}$
- Ukupni gubici : $1,411 \text{ kW}$
- Ukupni gubici u (%) $(1,411/60,761)100 = 2,32 \%$

Korigirana greška mjerenja $g = 3,35 - 2,32 = 1,03\%$

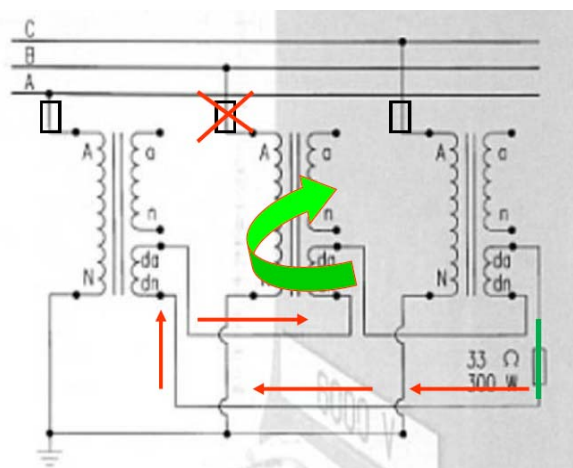
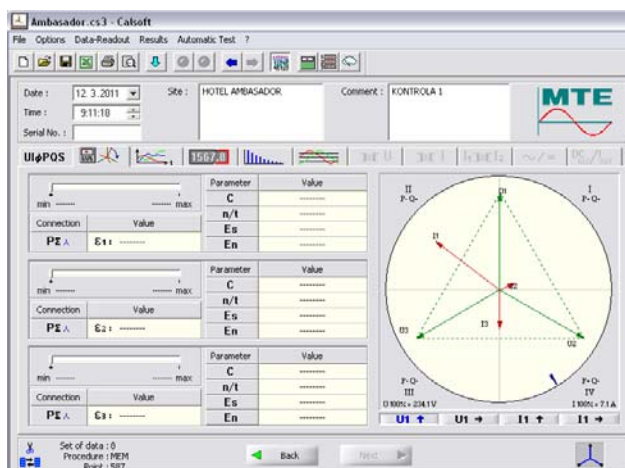
Kada obradimo izmjerene podatke kao i računске podatke, dobivamo rezultat koji nam potvrđuje:

- ✓ Prijenosni omjeri strujnih i naponskih mjernih transformatora su ispravni
- ✓ Ožičenje je ispravno
- ✓ Brojilo mjeri ispravno

3.3. 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 pravodobnom 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 $100/\sqrt{3} \text{ [V]}$ 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 9a prikazan je primjer sa jednog mjerenja gdje se može zaključiti kako je mjerno mjesto ispravno, ali sa izrazito lošim faktorom snage od $\cos\varphi = 0,6$ 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.

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.

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 CIREC, Šibenik, Hrvatska, svibanj 2008.,
- [2] Godišnje izvješće o radu Hrvatske regulatorne agencije za 2018. godinu,
- [3] Godišnje izvješće o radu Hrvatske regulatorne agencije za 2017. godinu,
- [4] Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/15),
- [5] Kristijan Jurilj, "Programi i mjere za smanjivanje gubitaka električne energije", 5(11) savjetovanje CIREC, Osijek, Hrvatska, svibanj 2016. SO6-27