

EFEKTI NEZAVISNE KONTROLE ISPRAVNOSTI REGISTROVANJA UTROŠENE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA TERITORIJI ED „JUGOISTOK“

M.Radić, Elektronski fakultet u Nišu, Republika Srbija
V. Ljubić, PD „Jugoistok“, Republika Srbija
D. Petrović, PD „Jugoistok“, Republika Srbija

UVOD

Rešavanje problema ekstremno visokih gubitaka u distribuciji električne energije je poslednjih godina definisano kao jedan od od prioritarnih ciljeva PD „Jugoistok“. U tom pravcu je načinjeno više koraka na različitim poljima, pri čemu su neke od ideja bile podržane i od strane Ministarstva nauke i zaštitne životne sredine kroz finansiranje projekata čija realizacija je imala jasan cilj: smanjiti tehničke i komercijalne gubitke u distribuciji električne energije. Razvoj merno-informacionog sistema (MIS) za praćenje i analizu potrošnje električne energije distributivnih trafo-stanica je jedan od podržanih projekata čiji je konačni rezultat višenamenski proizvod koji uz odgovarajuću softversku podršku, pored ostalog, može da bude veoma korisno sredstvo za detekciju žarišta tehničkih i komercijalnih gubitaka u distribuciji. U radu su sažeto prikazani najbitniji rezultati sistematske kontrole ispravnosti registrovanja utrošene električne energije na području celog potrošačkog konzuma PD „Jugoistok“, koja je sprovedena tokom realizacije projekta razvoja MIS (projekat MNZZŠ ev. broj 222001).

Ideja o sprovođenju masovne i sistematske kontrole se spontano nametnula već u početnim fazama realizacije projekta, nakon prvih nekoliko instalacija prototipa MIS-a na terenu i analize rezultata dobijenih pomoću njega. Uočeno je da se na velikom broju mernih mesta javljaju grube nepravilnosti u registrovanju utrošene energije koje u suštini mogu biti detektovane i na osnovu relativno kratkog ispitivanja. Kako je sam MIS funkcionalno pre svega namenjen praćenju potrošnje u dužem vremenskom intervalu, i kako je za njegovo instaliranje neophodno obezbediti isključenje napajanja kod potrošača ili u celom trafo reonu, prenosivi mrežni analizatori koji mogu da se montiraju i demontiraju pod naponom su se nametnuli kao logično i prihvatljivo rešenje za brzu kontrolu. U tom cilju je razrađena metodologija na osnovu koje je, korišćenjem prenosivih mrežnih analizatora različitih proizvođača, izvršena serija kratkih kontrola na čitavom području PD „Jugoistok“, sa ciljem da se u što kraćem vremenskom periodu uoči i otkloni što više grubih nepravilnosti u registrovanju utrošene električne energije, i tako doprinese smanjenju komercijalnih gubitaka. U početku je postojala ideja da se ispitivanja vrše merilima etalonske tačnosti, ali je ona odbačena zbog drastične razlike u ceni običnih i etalonskih merila, posebno imajući u vidu da je planirana nabavka većeg broja portabl mernih uređaja u cilju paralelnog rada na više lokacija istovremeno. Kako većina elektrodistribucija poseduje merila etalonske tačnosti sa žigom Saveznog zavoda za mere, dragocenosti i plemenite metale, ideja je bila da se odmah nakon detektovanja grube nepravilnosti običnim mrežnim analizatorom, izvrši još jedno merenje etalonskim merilom u cilju dobijanja validnih dokaza za eventualni sudski proces. Na žalost, to u većini slučajeva nije urađeno, tako da postignute pozitivne efekte treba sagledati pre svega u svetlu činjenice da su detektovane nepravilnosti otklonjene i da u budućnosti neće učestvovati u ukupnoj sumi komercijalnih gubitaka.

Kontrolu su izvodili isključivo učesnici i saradnici na Projektu 222001 u pratnji lica zaposlenih u PD „Jugoistok“, tako da se ceo proces može smatrati svojevrsnom „nezavisnom kontrolom“, što je nesumnjivo pozitivno uticalo na efekte i postignute rezultate. U periodu od aprila 2006. do decembra 2007. izvršena je kontrola na skoro 2700 mernih mesta u svih šest ogranaka Privrednog društva ED „Jugoistok“, pri čemu je najveći broj kontrolisanih potrošača bio sa poluindirektnim merenjem utrošene električne energije, ali su kontrolisani i određeni potrošači iz kategorije široke potrošnje. U referatu su pre svega prikazane nepravilnosti koje su se najčešće javljale i koje su kao posledicu imale grube greške u registrovanju utrošene električne energije i angažovane snage.

NAJČEŠĆE UOČAVANE GRUBE NEPRAVILNOSTI

Spektar neravilnosti koje su uočavane na terenu je jako širok i kreće se od lošeg podešenja tarife i nebaždarenosti brojila do najgrubljih grešaka u izvođenju strujnih i naponskih veza pri instaliranju merne grupe. U ovoj analizi loše podešenja uklopnog sata, blago odstupanje tačnosti brojila od fabrički definisane klase tačnosti i slične „sitnije“ nepravilnosti čak i nisu tretirane kao ozbiljni nedostaci, što ne znači da je njihov finansijski efekat u konačnom ishodu zanemarljiv, već da je primarni cilj obavljenih kontrola bio da se detektuju merna mesta na kojima se javljaju ekstremno grube greške koje dovode do toga da se znatan deo utrošene energije ne registruje. Među takvim nepravilnostima treba izdvojiti sledeće:

Paralelna veza strujnih priključaka brojila aktivne i reaktivne energije. Ovaj problem se javljao kod starijih tipova mernih grupa u kojima brojilo aktivne energije i brojilo reaktivne energije postoje kao zasebne funkcionalne jedinice. Na više mesta je uočena situacija da su sa sekundarnih priključaka strujnih mernih transformatora (SMT), po analogiji sa naponskim priključcima, izvedena po dva paralelna strujna kruga, tako da se približno polovina sekundarne struje zatvara kroz strujni kalem brojila aktivne a polovina kroz strujni kalem brojila reaktivne energije. Nije teško zaključiti da se na ovaj način dobija jako gruba greška u registrovanju i da su sve stavke obračuna umanjene na otprilike polovinu realne vrednosti.

Nedostatak nekog od naponskih ili strujnih signala na priključcima brojila. Ovo je u suštini najčešće uočavan problem, pri čemu su uzroci nedostatka nekog od signala bili različiti. Što se tiče naponskih signala, najčešće je u pitanju bio loš kontakt na nekoj od stezaljki (provodnik uvučen u stezaljku zajedno sa izolacijom), što daje povoda za sumnju da su greške bile namerno načinjene. Kod strujnih veza sekundarnih kola uočen je još veći broj potencijalnih nepravilnosti. Jedna varijanta je fizički prekid sekundarnog strujnog kruga usled koga je strujni merni transformator doveden u režim rada sa otvorenim sekundarom (ovakve slučajeve je često bilo moguće prepoznati i bez kontrolnog merenja, po karakterističnom intenzivnom zujanju samih SMT). Ovakva situacija je najčešće bila posledica loših kontakata na nekoj od stezaljki, ili vezivanja ampermetara u sekundarno kolo, pri čemu pregorevanje ampermetra automatski podrazumeva i prekid sekundarnog kola. U drugom karakterističnom slučaju, sekundarna struja se umesto kroz strujni kalem brojila zatvarala kroz kratku vezu, nenamerno ili namerno izvedenu u sekundarnom kolu (najčešće na merno-priključnoj kutiji). Posledica ovakvih grubih grešaka je neregistrovanje potrošnje u svakoj fazi brojila u kojoj nedostaje naponski ili strujni signal, tako da je redovno u registrovanju potrošnje nedostajala oko 1/3 realno utrošene energije (ili čak i 2/3, pošto nije bila retkost ni situacija da na 2 faze nije doveden neki od signala).

Neusklađenost napona i struja prilikom uvođenja u brojilo. Ovo je jedna od najneugodnijih nepravilnosti jer je postupak njenog detektovanja i identifikacije relativno složen. Prividno je sve u redu tako da rutinska kontrola kojom se samo proverava prisustvo napona i struja na priključcima brojila često ne daje nikakve rezultate. Upotrebom mernog instrumenta koji može da detektuje fazni stav električnih veličina i prikaže ga u vidu talasnog oblika ili fazorskog dijagrama rešavanje problema se pojednostavljuje. Indikativno je da je ovakav tip greške najčešće uočavan kod mernih grupa u kojima su strujne i naponske veze svih faza, suprotno preporukama, izvedene provodnicima kod kojih izolacija ima istu ili jako sličnu boju. Sa jedne strane, moguće je potražiti opravdanje za nepravilno izvedenu vezu upravo u tome, ali je isto tako činjenica da upotreba provodnika sa isto obojenom izolacijom omogućava da se lako prikrije namerno izazvana neregularnost. U pogledu efekta na grešku u registrovanju utrošene energije, ovakvu nepravilnost je malo teže definisati, jer efektivna greška varira u zavisnosti od stepena simetrije opterećenja, faktora snage u svakoj od faza i

kombinacije nepravilnog uvođenja provodnika u priključke merne grupe. Praksa je pokazala da su u pitanju jako visoki iznosi neregistrovane potrošnje i da se kreću od 85%, do čak 100%.

Inverzno povezani sekundarni krajevi SMT. Takođe veoma krupna nepravilnost koja je relativno često uočavana na terenu i koju je jako teško detektovati na prvi pogled, posebno kada ne postoji mogućnost da se vizuelnim putem izvrši inspekcija pravilnosti izvođenja sekundarnih strujnih krugova. Dovoljno je samo jedan SMT povezati tako da ulazni k priključak sekundara bude odveden u stezaljku u koju je inače trebalo dovesti 1 priključak i brojilo će imati pogrešnu informaciju o faznom stavu struje u toj fazi, "tumačeći" ga kao da potrošač u spornoj fazi zapravo generiše a ne troši energiju. "Generisana" energija se oduzima od utrošene energije u ostale dve faze, tako da u ukupnom skorbu brojilo registruje otprilike samo 1/3 stvarno utrošene energije (procenat neregistrovane energije zavisi od stepena uravnoteženosti opterećenja po fazama, tako da realno varira u toku vremena).

Fabrički loše označeni sekundarni krajevi SMT. Ova nepravilnost može da se shvati kao podvarijanta prethodno opisane nepravilnosti, čiji je efekat isti sa aspekta greške u registrowanju utrošene energije. Jedina razlika je u tome što se ovde opravdano može isključiti postojanje loše namere, jer su i strujne i naponske veze izvedeno potpuno propisno. Nažalost, loše označavanje homologih krajeva na sekundaru jednog od SMT pri ispravnom izvođenju veza u sekundarnom kolu daj isti efekat kao da su sekundarni priključci dobro označeni, a izvršena je inverzija priključaka u povezivanju. Greška je namerno istaknuta kao zaseban slučaj da bi se ukazalo na postojanje i te mogućnosti, iako bi po pravilu svi SMT morali da prođu komadno ispitivanje u smislu isparavnosti označavanja homologih krajeva, pre nego što napuste fabriku. Indikativno je da su kod svih nepravilnosti ovog tipa uočenih na terenu u pitanju bili SMT istog proizvođača.

Nepravilno instaliranje SMT (bez pune petlje primarnog provodnika). Ovaj tip greške je procentualno bio manje zastupljen u odnosu na ostale, s obzirom da je vezan za primenu određenog tipa SMT, ali svakako zaslužuje da bude pomenut. Naime kod nekih tipova SMT prilikom postavljanja provodnika kroz koji teče primarna struja nije dovoljno samo provući provodnik kroz otvor na SMT već je potrebno napraviti punu petlju oko jednog stuba (provodnik praktično treba 2 puta da prođe kroz otvor na SMT). Iako je ovo naznačeno na samim strujnim transformatorima i u uputstvu za instalaciju, često se u praksi ne poštuje čime se direktno utiče na prenosni odnos samog SMT. Naime, jedan SMT koji bi sa punom petljom primarnog provodnika imao odnos transformacije 100/5, u slučaju da je provodnik samo jednom provučen kroz otvor ima odnos transformacije 150/5 (provereno u praksi), tako da se u samom startu ne registruje 1/3 realno utrošene energije, i to pod uslovom da ne postoji nijedna druga greška.

Neusklađenost prenosnog odnosa SMT i obračunske konstante. Iako je je toliko trivijalna da je navedena na samom kraju, ova vrsta nepravilnosti se izuzetno često sreće. Treba imati u vidu da postoje slučajevi i kada je zbog neslaganja prenosnog odnosa i obračunske konstante oštećen potrošač, ali su daleko češće situacije u kojima je stvarni prenosni odnos SMT veći od obračunske konstante zavedene u bazi podataka elektrodistribucije. Ovo direktno umanjuje procenat registrovane i naplaćene energije u odnosu na realno utrošenu, i to utoliko većem iznosu ukoliko je neslaganje veće. Detektovanje ove vrste neregularnosti je relativno lako izvesti, posebno kada je na instaliranim SMT jasno naznačen njihov prenosni odnos, tako da se opravdano postavlja pitanje kako je uopšte moguće da se ovakav tip greške tako masovno sreće?

Nepravilnosti maksigrafa. Problemi u registrowanju srednje 15-minutne angažovane snage teško mogu da se posmatraju odvojeno od problema u registrowanju utrošene aktivne energije, jer se svaka greška u merenju energije u suštini odražava u istom procentu i na rad maksigrafa. Međutim, javljaju se i situacije u kojima je registrowanje srednje 15-minutne angažovane snage loše, iako se aktivna energija registruje sa zadovoljavajućom tačnošću. Kod maksigrafa mehaničkog tipa najčešći uzrok koji je uočavan u praksi jeste kvar na samom mehanizmu, pri čemu se reset radne kazaljke obavlja nekorektno tako da integraljenje aktivne energije u novom ciklusu počinje sa vrednosti koja je manja od nule. Takođe, često se javljala i situacija da radni ciklus maksigrafa ima znatno kraće ili znatno duže trajanje u odnosu na predviđenih 15 minuta, a kao posebno interesantno treba navesti slučaj merne grupe kod koje je na ulaz PEMAX-a doveden impulsni izlaz brojila reaktivne energije tako da je uređaj zapravo registrovao "srednju 15-minutnu angažovanu reaktivnu snagu" (koja je, uzgred, kod konkretnog potrošača znatno manja nego ista vrednost aktivne snage).

Posebno je zabrinjavajuća činjenica da je preko 80% uočenih grubih nepravilnosti bilo koje vrste otkriveno na mernim mestima gde su elementi merne grupe bili uredno obezbeđeni ispravnim

plombama, što može da ukaže ili na nedovoljnu stručnost osoba koje su učestvovala u prijemu i kontroli mernih grupa, ili sa druge strane, na nedovoljno odgovoran pristup istih.

REZULTATI

U cilju lakšeg sagledavanja, rezultati kontrola su prezentovani u vidu tabele.

U prvoj koloni tabele 1 naveden je naziv ogranka u kome je vršena kontrola dok druga kolona prikazuje ukupan broj kontrolisanih mernih mesta po ogranku. U trećoj koloni je naveden broj mernih mesta na kojima su uočene grube nepravilnosti a četvrtoj koloni je dat rezultat grube procene finansijskog efekta na godišnjem nivou (procenjena je "izgubljena" suma u dinarima usled isporučene a nenaplaćene energije i angažovane snage u toku jedne godine). Treba napomenuti da je analiza iz četvrte kolone izvedena na osnovu prirode grube greške (ili grešaka) detektovane na određenom mernom mestu i uvida u račune za utrošenu električnu energiju koje je potrošač sa lošim registrovanjem utrošene energije plaćao godinu dana unazad, počev od meseca u kome je izvršena kontrola. Cifre zražene u dinarima predstavljaju osnovne sume, bez uračunatog poreza na dodatu vrednost, a takođe treba imati u vidu da su proračun izveden na osnovu cena električne energije koje su važile u toku 2007. godine.

TABELA 1 – PRIKAZ REZULTATA PO OGRANCIMA

Naziv ogranka	Broj kontrolisanih mernih mesta	Broj mesta sa grubim nepravilnostima	Procenjen gubitak na godišnjem nivou [din]
ED Niš	581	98	27.900.000
ED Leskovac	300	50	7.500.000
ED Vranje	592	29	6.200.000
ED Zaječar	150	27	4.400.000
ED Pirot	450	14	5.900.000
ED Prokuplje	600	18	5.000.000
PD "Jugoistok" ukupno	2673	236	56.900.000

Napomena: u trenutku završetka ovog referata još uvek su u toku bile kontrole na dodatnih 300 mesta u ED Zaječar i 300 mesta u ED Leskovac, tako da rezultati tih kontrola nisu uzeti u razmatranje.

ZAKLJUČAK

Na skoro 10% kontrolisanih mernih mesta uočene su i otklonjene grube nepravilnosti u registrovanju utrošene električne energije i angažovane snage, usled kojih je PD "Jugoistok" na godišnjem nivou gubio skoro 57.000.000 dinara (prema cenama iz 2007. godine). Pomenuta suma višestruko premašuje iznos koji je kao dodatna participacija uložena u finansiranje nezavisne kontrole tokom realizacije projekta MNZŽS 222001, tako da je ostvaren pozitivan efekat nesumnjiv. Kako je najveći broj otkrivenih nepravilnosti bio uredno plombiran, nameće se zaključak da postojeći sistem kontrole ispravnosti uređaja za registrovanje potrošnje električne energije u elektrodistribucijama ima ozbiljne nedostatke i da treba razmisliti o uvođenju institucije nezavisnog kontrolnog tela koje bi periodično vršilo masovnu proveru ispravnosti rada mernih grupa na području neke elektrodistribucije.

LITERATURA

1. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Niš, Elektronski fakultet u Nišu, Niš, 2006.
2. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Niš, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, 2007.
3. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Prokuplje, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, 2007.
4. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Vranje, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Beograd, 2007.
5. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Pirot, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2007.
6. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Zaječar, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2007.
7. Izveštaji o kontroli mernih grupa u ED Leskovac, Fakultet zaštite na radu, Niš, 2007.