

## **PROGRAMSKO REŠENJE KARAKTERISTIČNOG PROBLEMA OTKRIVENOG U TOKU EKSPLOATACIJE MERNO-INFORMACIONIH SISTEMA**

S. Stanojević, RADIUS South East Europe, d.o.o., Republika Srbija  
D. Jelenić-Aleksandrova, PD "Jugoistok" d.o.o., Niš, Republika Srbija  
Z. P. Stajić, Elektronski fakultet, Niš, Republika Srbija

### **UVOD**

Dugo godina unazad preduzeća za distribuciju električne energije suočavaju se sa ozbiljnim problemima koji su u dobroj meri posledica višegodišnje krize u kojoj se naša Zemlja nalazi.

Na poslovnu efikasnost elektrodistribucija posebno značajno utiču dva problema, i to:

- visok iznos gubitaka električne energije (*u nekim reonima zbir komercijalnih i tehničkih gubitaka dostiže vrednost preko 20%, pa čak i do 35% ukupne isporučene energije*),
- nedovoljno visok stepen naplate električne energije.

Pri tome ne treba gubiti iz vida ni tesnu povezanost ovih problema. Naime, ukoliko Elektrodistribucije ne vode aktivnu politiku prema problemu gubitaka električne energije u smislu njihovog smanjenja i otkrivanja i sankcionisanja neregistrovane potrošnje, sa produblivanjem ekonomske krize i osiromašenjem potrošača, to će uticati stimulišuće i na ostale potrošače da smanjuju svoje finansijske obaveze prikrivanjem dela potrošnje energije ili neizmirivanjem finansijskih obaveza. Može se lako pokazati da iz ovih razloga iz godine u godinu dolazi do postepenog povećanja komercijalnih gubitaka, a ovaj trend utiče na dodatno osiromašenje elektrodistribucija i smanjenje njihove finansijske moći.

Pokušavajući da smanje troškove i da što pre povećaju efikasnost poslovanja pojedine elektrodistribucije sve češće koriste i stručne kadrove na poslovima očitavanja brojila ili prinudne naplate električne energije, tako da je uz poslove redovnog održavanja i otklanjanja kvarova u električnoj mreži, sve manje ljudskih resursa koji se ozbiljno mogu posvetiti dominantnim problemima detektovanja žarišta gubitaka električne energije i preduzimanja konkretnih mera za njihovo smanjenje.

Lako je pokazati da je u ovakvoj situaciji osnovni prioritet elektrodistribucija upravo brzo i efikasno detektovanje žarišta gubitaka i otkrivanje njihovih uzroka.

### **AKTIVNOSTI ELEKTRODISTRIBUCIJE NIŠ NA OTKRIVANJU ŽARIŠTA GUBITAKA**

Shvatajući svu kompleksnost prethodno opisanih problema ED Niš i ED Vranje su aprila 2005. godine inicirale realizaciju projekta čiji je cilj bio projektovanje i praktična realizacija različitih merno-informacionih sistema (MIS) koji bi prvenstveno bili namenjeni za brzo i efikasno otkrivanje žarišta gubitaka električne energije i automatsko generisanje izveštaja. Sa realizacijom ovog projekta se krenulo odmah, a kasnije je dobio i podršku Ministarstva nauke i zaštite životne sredine [2].

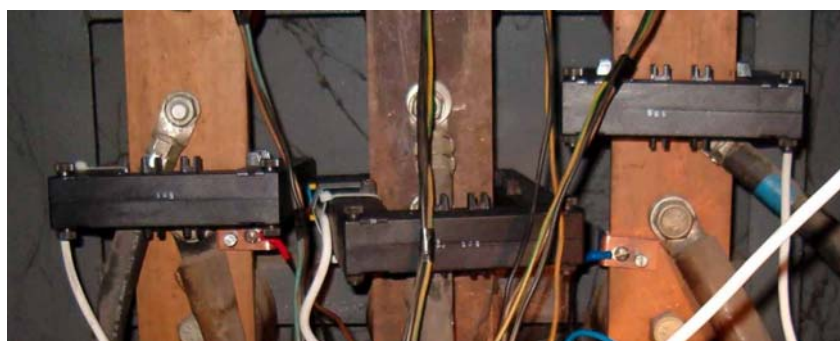
Prvi ovakvi MIS za praćenje i analizu potrošnje električne energije industrijskih potrošača instalirani su i potrošačkim konzumima ovih elektrodistribucija krajem avgusta, odnosno sredinom oktobra 2005. godine. Već nakon nekoliko dana njihove primene postignuti su izvanredni rezultati i otkriveni su uzroci gubitaka čiji ukupan godišnji iznos višestruko premašuje sredstva uložena u njihovu nabavku. Interesantno je istaći da su izveštaji o izvršenim kontrolama generisani automatski za svega par minuta, tako da su svi izveštaji bili jednoobrazni. Pored toga bila je izbegnuta svaka zavisnost od subjektivnog faktora, a ukupno angažovanje stručnih kadrova na instaliranju, prikupljanju podataka i deinstaliranju MIS svodilo su se na ne više od sat vremena po kontrolisanom potrošaču. Što je još važnije, kontrole su trajale između jedne sedmice i dva meseca, zavisno od broja radnih dana u periodu kontrole i redovnih obaveza inženjera koji su radili na njihovom instaliranju i deinstaliranju, a MIS su pružali sve informacije o promeni svih relevantnih veličina vezanih za potrošnju električne energije u periodu kontrole i to na svakih 12 sekundi (*najmanja vrednost 1 s*).

Ovakav pristup je bez sumnje dao odlične rezultate, a efekti primene MIS u ED Nis i ED Vranje su delom opisani u [1], pa se ovaj rad njima neće posebno baviti.

Tema ovog rada je jedan karakterističan problem koji je otkriven u toku eksploatacije MIS i čije je programsko rešavanje, na kome su zajedno radile istraživačke ekipe svih particijanata na projektu, u značajnoj meri doprinelo povećanju tehničkih mogućnosti ovih sistema.

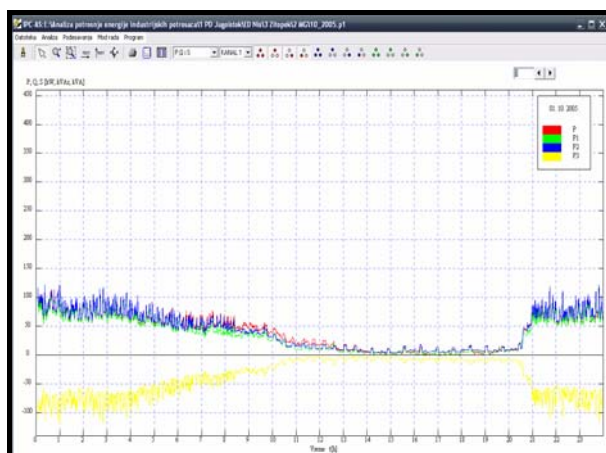
## OPIS KARAKTERISTIČNOG PROBLEMA U EKSPLOATACIJI

U toku brojnih instalacija MIS pojavio se najpre jedan slučaj u kojem je prilikom postavljanja MIS jedan od demontažnih strujnih mernih transformatora (SMT) pogrešno postavljen (*uprkos precizno definisanom uputstvu za upotrebu*), tako da je smer struje kroz njegov sekundarni namot bio suprotan u odnosu na pravilno postavljanje (*slika 1*).

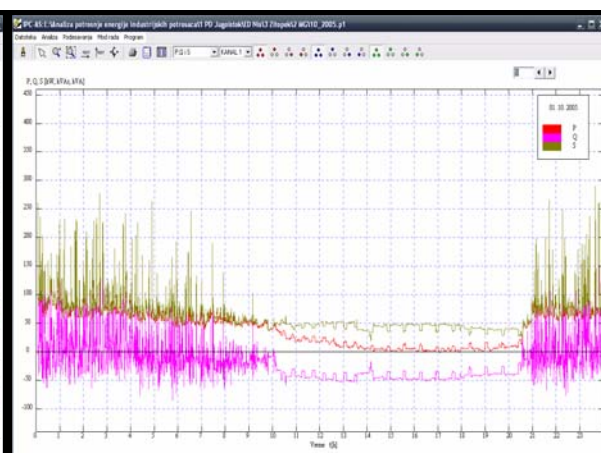


Slika 1. Primer pogrešnog postavljanja SMT (*treća sabirnica s leva na desno*)

U ovakvoj situaciji MIS je registrovao aktivnu snagu koju potrošač preuzima preko ove faze kao negativnu (*slika 2*), pa je pogrešno preračunavao i ukupnu aktivnu snagu (*slike 2 i 3*) i energiju.



Slika 2. Dijagrami promene aktivnih snaga



Slika 3. Dijagrami promene snaga

Zbog već postignute rutine u instaliranju ovakvih sistema greška nije otkrivena odmah, već nakon nekoliko dana prilikom analize podataka preuzetih sa MIS. Zbog ove se greške snimljeni podaci nisu

mogli iskoristiti za kontrolu potrošnje električne energije potrošača, jer su pokazivanja brojača električne energije koje meri moduli poseduju bila nekorektna (*snaga preuzeta preko treće faze tretirana je kao je negativna, pa su brojači kao ukupnu registrovali snagu koja približno odgovara snazi preuzetoj preko bilo koje od faza*). Sa druge strane, ni metoda integracije dijagrama ukupne aktivne snage koju su pomoćni softveri takođe omogućavali nije mogla da se upotrebi bez dodatnih preračunavanja, jer je dijagram ukupne aktivne snage očigledno bio pogrešan. Greška je mogla biti ispravljena zakazivanjem ponovnog isključenja potrošača sa mreže i pravilnim postavljanjem strujnog transformatora, ali bi pored nepotrebnih zastoja u proizvodnji koje se nameću potrošaču i dodatnog nepotrebnog angažovanja ekipe koja je vršila instalaciju, ovakav scenario značio i da bi u potpunosti bilo protračeno vreme u kome je sistem beležio potrošnju električne energije ovog potrošača, što bi predstavljalo krajnje nepovoljnu reklamu za uređaje koji su bili u početnoj fazi testiranja. Kako je bilo realno za očekivati da se slične situacije ponovo javljaju u praksi, to se pristupilo analizi i programskom rešavanju opisanog problema.

## ANALIZA PROBLEMA

Prilikom analize i programskog rešavanja opisanog problema moralo se prvenstveno voditi računa o osetljivosti odnosa između preduzeća za distribuciju električne energije i korisnika. Bilo kakva greška u nekoj od analiza bila je nedopustiva jer bi mogla je dovesti do izvođenja pogrešnih zaključaka, a ovakav razvoj situacije je mogao jako štetno uticati na odnos distributer-korisnik. Iz tih razloga i hardver MIS i svi prateći softveri morali su proći najstroža laboratorijska ispitivanja i testove u svim radnim uslovima koji se mogu predvideti i simulirati.

Polazna osnova u rešavanju opisanog problema morali su biti arhivirani podaci o svim električnim veličinama, a ključno pitanje koje se postavljalo pred istraživački tim bilo je: Ako već mora da se pristupi programskim preračunavanjima i korekciji određenih parametara, koje sve parametre treba korigovati? Kao što će se pokazati, na ovo pitanje nije bilo nimalo jednostavno pronaći odgovor.

Kada su u pitanju aktivne snage ovde je stvar očigledna i zaključak je lako doneti, bilo da se posmatraju dijagrami snaga (*slika 2*) ili tabele sa podacima o aktivnim snagama u numeričkom obliku koje je softver takođe nudio (*slika 4*).

P	1	Export u ASCII	Export u PUPIN	NEG	RECALC	SHIFT	Korekcija konstanti
RB	Vreme	Aktivna Snaga	Aktivna Snaga 1	Aktivna Snaga 2	Aktivna Snaga 3		
0	1:00:03:18	95.40	86.20	96.20	-87.00		
1	1:00:03:51	95.60	86.40	96.40	-87.20		
2	1:00:04:16	116.40	108.60	117.60	-109.80		
3	1:00:04:32	95.40	86.60	96.80	-88.00		
4	1:00:04:48	95.40	86.60	96.80	-88.00		
5	1:00:05:04	97.00	88.80	98.20	-90.00		
6	1:00:05:20	96.00	87.80	97.80	-89.60		
7	1:00:05:36	95.80	88.20	98.40	-90.80		
8	1:00:05:52	95.80	88.40	98.20	-90.80		
9	1:00:06:08	82.40	73.60	84.40	-75.60		
10	1:00:06:24	83.40	74.00	83.80	-74.40		
11	1:00:06:40	84.60	73.40	83.80	-72.60		
12	1:00:06:56	80.60	72.00	82.20	-73.60		
13	1:00:07:12	83.20	74.80	85.00	-76.60		

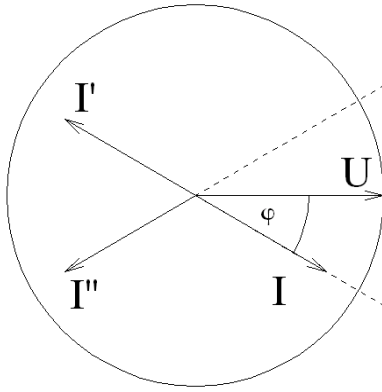
Q	1	Export u ASCII	Export u PUPIN	NEG	RECALC	SHIFT	Korekcija konstanti
RB	Vreme	Reaktivna Snaga	Reaktivna Snaga 1	Reaktivna Snaga 2	Reaktivna Snaga 3		
0	1:00:03:18	-5.80	1.20	3.20	-10.20		
1	1:00:03:51	-5.40	1.20	3.40	-10.00		
2	1:00:04:16	234.00	80.80	82.00	71.20		
3	1:00:04:32	7.00	5.40	7.00	-5.40		
4	1:00:04:48	7.80	5.60	7.40	-5.20		
5	1:00:05:04	12.00	6.80	8.80	-3.60		
6	1:00:05:20	9.20	5.60	8.00	-4.40		
7	1:00:05:36	10.60	5.60	9.00	-4.00		
8	1:00:05:52	11.60	6.00	9.20	-3.60		
9	1:00:06:08	-32.40	-8.40	-5.20	-18.80		
10	1:00:06:24	-38.60	-10.00	-8.00	-20.60		
11	1:00:06:40	-40.80	-11.00	-8.40	-21.40		
12	1:00:06:56	-8.00	0.00	2.20	-10.20		
13	1:00:07:12	-3.40	1.60	3.80	-8.80		

Slika 4. Tabelarni prikaz promene aktivnih snaga Slika 5. Tabelarni prikaz promene reaktivnih snaga

U postupku preračunavanja bilo je neophodno promeniti znak kolone u kojoj su smešteni podaci o aktivnoj snazi faze 3  $P_3$  i ukupnu aktivnu snagu ponovo sračunati sa ispravljenim podacima, po dobro poznatom izrazu:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad (1)$$

Kada su u pitanju reaktivne snage, informacije prikazane u tabelarnoj formi nisu mogle dati egzaktn odgovor na pitanje da li je preračunavanje neophodno, iz razloga što su vrednosti snaga u svim fazama često menjale znak zbog rada postrojenja za kompenzaciju reaktivne snage koje je bilo instalirano u ovom pogonu.



Slika 6. Vektorski prikaz promene smera struje

Fizička slika pojave nametala je logiku da je potrebno izvršiti i preračunavanje reaktivnih snaga kako je to učinjeno sa aktivnim jer je promena smera struje trebala da znači promenu položaja vektora za  $180^\circ$  (vektori  $I'$  i  $I$  na slici 6), što bi značilo da i aktivna i reaktivna snaga u ovom slučaju menjaju znak.

Ukoliko se ne bi izvršila promena smera reaktivne snage imala bi se situacija koja odgovara poziciji vektora  $I''$  (slika 6), što ne odgovara fizičkoj slici promene smera struje. Međutim, uprkos tome, oblik dijagrama promene ukupne reaktivne snage prikazan na slici 3 navodio je na zaključak da u ovom slučaju preračunavanje neće biti potrebno.

Dilemu bi bilo daleko lakše razrešiti u situacijama gde ne postoje postrojenja za kompenzaciju reaktivne snage, jer bi onda situacija bila jako slična onoj koja je opisana u slučaju aktivnih snaga.

Da bi se dobio precizan odgovor na ovo pitanje u okviru istraživanja na projektu 222001 napravljen je laboratorijski model pomoću kojeg je mogao biti ispitan veći broj nezavisnih mernih uređaja koji bi snimali identičnu potrošnju sa pravilno, odnosno nepravilno postavljenim strujnim mernim transformatorima.

Ovaj model mogao je da služi i za testiranje razvijenih softvera za korekciju različitih tipova grešaka, jer je poklapanje rezultata dobijenih nakon programskih korekcija izvršenih uz pomoć razvijenih softvera sa korektno snimljenim rezultatima predstavljalo nedvosmislenu potvrdu valjanosti primenjenih softverskih korekcija. Pored toga, ovo je bio jedini način da se sasvim pouzdano utvrdi da li su korigovane sve vrednosti na koje je mogao uticati određeni tip greške, jer su veličine koje se prate međusobno zavisne, a način njihovog preračunavanja zavisio je isključivo od firmvera koje su proizvođači implementirali u merne module i koji su bili nepoznati.

I pored toga, što je istraživački tim koji je radio na realizaciji projekta verovao da raspolaže svim potrebnim stručnim i tehničkim saznanjima da samostalno realizuje merne module, opredelio se za korišćenje mernih modula koji postoje na tržištu. Jedan od ključnih razloga za to je bio što su merni moduli poznatih proizvođača već posedovali odgovarajuće deklaracije, cetrifikate i ateste, dok je bilo za očekivati da bi proces, projektovanja, izrade nekoliko prototipova, ispitivanja, atestiranja i certifikovanja novog domaćeg proizvoda morao mnogo duže da traje. Sa druge strane, s obzirom da se radi o velikoserijskim proizvodima, i cena panelnih mernih modula stranih proizvođača je bila potpuno prihvatljiva i nije bila motivišuća za pokretanje sopstvene proizvodnje.

Međutim, primer koji je tema ovog rada je ukazao i na jedan od očiglednih nedostataka ovakvog pristupa, jer su načini preračunavanja velikog broja veličina koje su ovi merni moduli nudili bili nepoznati potencijalnim korisnicima ovih proizvoda, što ne bi bio slučaj kod mernog modula projektovanog od strane istraživačkog tima.

Naravno, proizvođači opreme su u uputstvima za upotrebu jasno definisali da u slučaju nepravilnog povezivanja strujnih ulaza, pokazivanja merenih veličina nisu validna, tako da oni nisu mogli snositi ni deo odgovornosti za ovakve situacije, ali je istraživački tim bio ubeđen da se performanse MIS kao znatno složenijih sistema (*čiji su samo jedan deo merni moduli*) mogu značajno unaprediti pronalaženjem rešenja za ovakve slučajeve.

Dalja analiza problema nastavljena je nakon serije testova na laboratorijskom modelu u kojima su merni moduli bili podvrgnuti ispitivanjima pod različitim radnim uslovima. U ovim eksperimentima proučavano je kako merni moduli vrše preračunavanje pojedinih električnih veličina koje su pored onih koje direktno mere nudili korisnicima. U okviru ovih testova ispitivani su merni moduli tri različita proizvođača. Nijedan od ispitivanih modula nije mogao da daje korektne rezultate prilikom pogrešnog povezivanja nekih strujnih ulaza (*što je bilo i za očekivati*), ali se pokazalo da na različite načine preračunavaju reaktivne snage. U toku ovih ispitivanja istraživački tim je došao do veoma dragocenih iskustava i metodologije kako da omogući korekciju ovakvih grešaka.

Kod mernog modula CVM-NRG koji je pokazao nekoliko prednosti u odnosu na ostale module (*zbog čega je odabran od strane istraživačkog tima za realizaciju mernog dela MIS*) ispitivanja su pokazala da se prilikom promene smera struje u određenoj fazi ne vrši promena znaka reaktivne snage koja se preuzima preko ove faze. Ovo nije bilo u saglasnosti sa fizičkom slikom pojave koja se u realnosti odigrava, ali je proizvođač odgovornost za pogrešno povezivanje mernog modula eliminisao na taj način što je u uputstvu za upotrebu jasno istakao da merni modul CVM-NRG nije predviđen za ovakve situacije, pa je promenu znaka u aktivnoj snazi neke od faza tretirao kao generatorski režim u toku

kojeg potrošač generiše aktivnu snagu, reaktivna ostaje nepromenjena (ovo odgovara položaju vektora I" na slici 6).

Iz ovih razloga, nije bilo potrebe za preračunavanjem reaktivnih snaga, pa se zadatak daljeg preračunavanja svodio na korekciju faktora snage u fazi u kojoj je došlo do promene smera struje

$$\cos \varphi_3 = P_3 / S_3 \quad (2)$$

promenu ukupne prividne snage

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3)$$

i ukupne vrednosti faktora snage

$$\cos \varphi = P / S \quad (4)$$

Pod uslovom da je u potpunosti bio snimljen dijagram promene aktivnih i reaktivnih snaga, sa periodom uzorkovanja ne većom od dvadesetak sekundi, sa zadovoljavajućom tačnošću je softverski moglo biti izvršeno i preračunavanje stanja brojača aktivne i reaktivne energije ukoliko se pojavi realna potreba za tim.

## PROGRAMSKO REŠAVANJE OPISANOG PROBLEMA

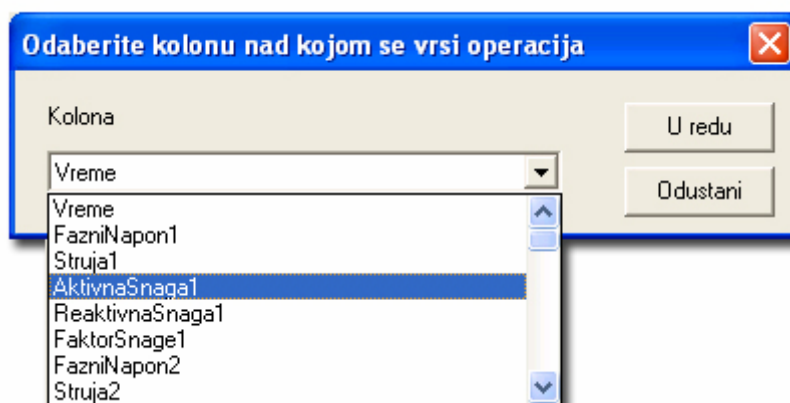
Uz prethodno izvršenu analizu nije bilo većih problema za programsko rešavanje opisanog problema. Štaviše, bilo je veoma jednostavno doći i do metodologije za automatsku korekciju rezultata prilikom pogrešnog povezivanja strujnih ulaza na jednoj ili na dvema fazama. U ovakvim situacijama ideja je bila da softver automatski detektuje greške u povezivanju mernih modula, koriguje parametre koje preuzima od njih prilikom svakog očitavanja i arhivira korigovane podatke.

Međutim, istraživački tim se u vezi ovog pitanja opredelio da podatke sa mernih modula snima u originalnom obliku, a da kroz prateće softvere korisnicima omogući da izvrše korekciju podataka. Na ovaj način, korisnicima su uvek na raspolaganje stavljani podaci u originalnom obliku u kakvom su preuzimani sa mernih modula, a pomoćni softveri su bili izvanredan alat da se potrebne korekcije naknadno izvrše. U suprotnom, u nekim ekstremnim situacijama, kada bi na primer došlo do greške u povezivanju naponskih priključaka (*što je slučaj za koji nije bila predviđena softverska korekcija*), korisnik ne bi mogao biti siguran kakvi su podaci očitani sa mernih modula.

Princip snimanja originalnih fajlova ostavljao je mogućnost da se nova programska rešenja za pojedine probleme kasnije razvijaju, i da se čak i nakon nekoliko godina od nastanka pojedinih grešaka ona mogu primeniti za njihovo korigovanje.

Prilikom projektovanja softvera koji omogućava korekciju podataka u prethodno opisanom smislu vodilo se računa i o tome da korisnik ima uvid u efekte izvršenih operacija. Iz tih razloga su alati koji omogućavaju korekciju i preračunavanja smešteni na dijalog za tabelarni prikaz podataka (*tasteri NEG i RECALC na slikama 4 i 5*).

NEG i RECALC se koriste kada je potrebno korigovati grešku nastalu prilikom instalacije MIS u fazi postavljanja SMT, i to na način da je pretpostavljeni smer struje kroz neki od postavljenih SMT pogrešan. U skladu sa analizom opisanom u prethodnom odeljku, za korekciju podataka je neophodno najpre izvršiti promenu znaka (negaciju) aktivnih snaga u onim fazama u kojima je došlo do promene smerova struja u odnosu na realne. U tom smislu, pritiskom na taster NEG otvara se dijalog za izbor kolone nad kojom se vrši operacija (slika 7).



Slika 7. Dijalog za promenu znaka kolona

RB	Vreme	Aktivna Snaga	Aktivna Snaga 1	Aktivna Snaga 2	Aktivna Snaga 3
0	1:00:03:18	95.40	86.20	96.20	87.00
1	1:00:03:51	95.60	86.40	96.40	87.20
2	1:00:04:16	116.40	108.60	117.60	109.80
3	1:00:04:32	95.40	86.60	96.80	88.00
4	1:00:04:48	95.40	86.60	96.80	88.00
5	1:00:05:04	97.00	88.80	98.20	90.00
6	1:00:05:20	96.00	87.80	97.80	89.60
7	1:00:05:36	95.80	88.20	98.40	90.80
8	1:00:05:52	95.80	88.40	98.20	90.80
9	1:00:06:08	82.40	73.60	84.40	75.60
10	1:00:06:24	83.40	74.00	83.80	74.40
11	1:00:06:40	84.60	73.40	83.80	72.60
12	1:00:06:56	80.60	72.00	82.20	73.60
13	1:00:07:12	83.20	74.80	85.00	76.60

Slika 8. Tabela sa slike 4 po promeni znaka kolone

Efekte promene znaka su vidljivi odmah, jer se praktično za manje od jedne sekunde izvršava promena znaka u traženoj koloni u toku čitavog meseca. Rezultat ove operacije je prikazan na slici 8 za slučaj promene znaka kolone "Aktivna snaga 3" u primeru prikazanom na slici 4.

Poređenjem sa tabelom na slici 4 uočava se da je nakon ove operacije izvršena samo promena znaka u traženoj koloni. Svi ostali parametri, uključujući i ukupnu aktivnu snagu ostali su identični, pa je potrebno izvršiti dalja preračunavanja. Postupak se nastavlja pritiskom na taster RECALC, nakon čega se pred korisnikom otvara dijalog prikazan na slici 9.



Slika 9. Dijalog za preračunavanje parametara

RB	Vreme	Aktivna Snaga	Aktivna Snaga 1	Aktivna Snaga 2	Aktivna Snaga 3
0	1:00:03:18	269.40	86.20	96.20	87.00
1	1:00:03:51	270.00	86.40	96.40	87.20
2	1:00:04:16	336.00	108.60	117.60	109.80
3	1:00:04:32	271.40	86.60	96.80	88.00
4	1:00:04:48	271.40	86.60	96.80	88.00
5	1:00:05:04	277.00	88.80	98.20	90.00
6	1:00:05:20	275.20	87.80	97.80	89.60
7	1:00:05:36	277.40	88.20	98.40	90.80
8	1:00:05:52	277.40	88.40	98.20	90.80
9	1:00:06:08	233.60	73.60	84.40	75.60
10	1:00:06:24	232.20	74.00	83.80	74.40
11	1:00:06:40	229.80	73.40	83.80	72.60
12	1:00:06:56	227.80	72.00	82.20	73.60
13	1:00:07:12	236.40	74.80	85.00	76.60

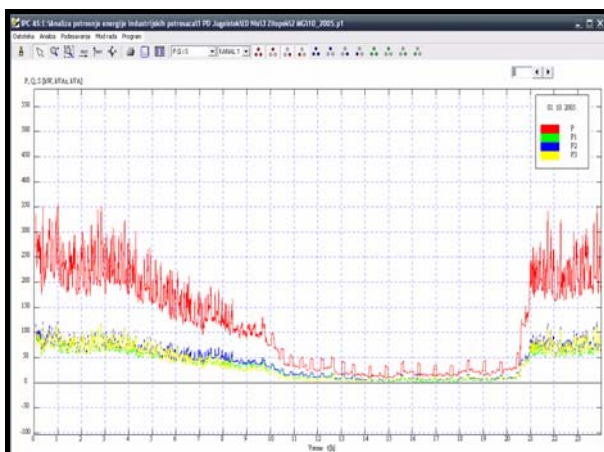
Slika 10. Tabela sa slika 4 odn. 8 po preračunavanju

Prilikom preračunavanja se automatski vrši preračunavanje aktivnih snaga po izrazu (1), odnosno ukupne prividne snage po izrazu (3).

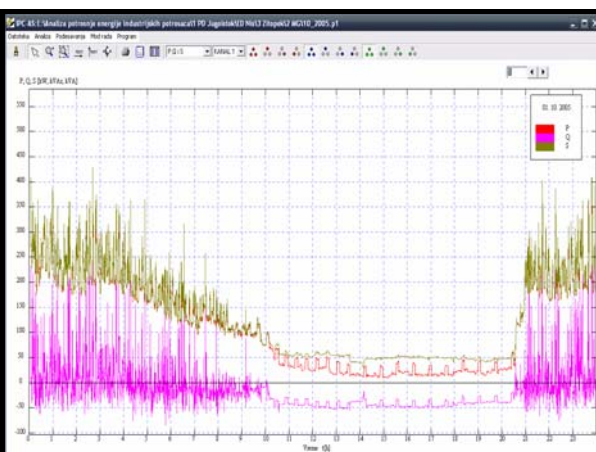
Međutim, korisniku je ostavljeno da bira da li želi i korekciju faktora snage, što je opcija koja je korišćena prilikom testiranja programa. Korisnik treba da čekira opciju za promenu faktora snage u kolonama u kojima je vršio promenu smera aktivne snage, nakon čega se vrše preračunavanja po formulama (2) i (4).

Nakon završenih preračunavanja koja traju svega par sekundi dobija se izgled tabele prikazane na slici 10, a korigovane vrednosti se prikazuju i prilikom grafičkog prikaza veličina. Dijagrami promene aktivnih, odnosno aktivnih,

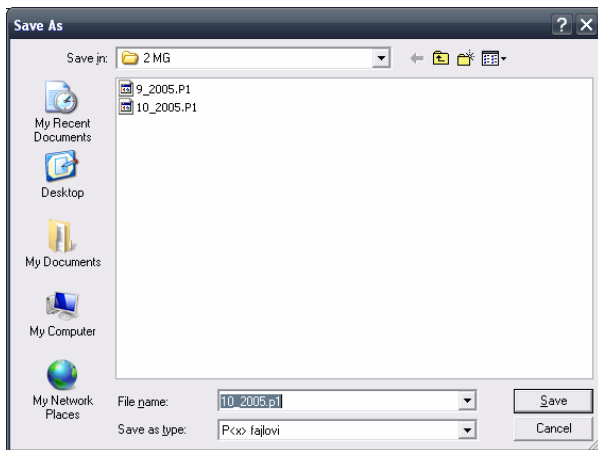
reaktivnih i prividnih snaga prikazani na slikama 11 i 12 predstavljaju zapravo dijagrame sa slika 2 i 3 respektivno, nakon izvršenih korekcija. Oni odgovaraju stanju kakvo bi se imalo da nije bilo greške u postavljanju strujnih mernih transformatora.



Slika 11. Dijagrami promene aktivnih snaga



Slika 12. Dijagrami promene snaga



Slika 13. Eksportovanje i snimanje korigovanog fajla neupotrebljive i da se do podataka o potrošnji dolazi integraljenjem odgovarajućih dijagrama promene snaga.

Da se procedura preračunavanja ne bi ponavljala prilikom svakog učitavanja parametara korisniku je omogućeno i da nakon jednom izvršene korekcije korigovani fajl izveze (*eksportuje*) i snimi ga u obliku u kakvom bi bio snimljen da nije bilo greške u postavljanju strujnih mernih transformatora.

Da se efekti korekcije parametara u ovakvim slučajevima mogu iskoristiti i za preračunavanje potrošnje električne energije potvrđuju podaci o potrošnji električne energije ovog potrošača pre (slika 14) i posle (slika 15) izvršene korekcije. Treba imati u vidu da su u ovakvim slučajevima informacije sa stanja brojača koji u mernim modulima beleže potrošnju električne energije

Analiza potrosnje elektricne energije													
Velicina		P [Ukupna aktivna snaga]		Redni broj kanale		KANAL 1		Analiza potrosnje energije u odabranom periodu				Kombinacije	
Dan	Min	Vreme Min	Max	Vreme Max	Srednja vre...	Maksigraf	Vreme Mak...	AV	AM	A	Vreme nest...		
1	-1.600	17:05:59	120.800	00:22:08	42.486	94.415	00:35:00	426.612	590.692	1017.322	00:03:18		
2	2.200	14:06:30	126.800	23:10:18	35.576	90.327	23:45:00	278.513	575.279	853.815	00:00:00		
3	-1.600	15:47:03	138.400	23:28:27	52.600	102.158	23:20:00	626.949	635.437	1262.409	00:00:00		
4	4.400	17:02:04	136.000	03:12:19	53.968	105.002	02:45:00	637.367	657.856	1295.242	00:00:00		
5	2.400	17:35:04	137.200	23:50:03	50.308	100.337	23:45:00	589.090	618.276	1207.396	00:00:00		
6	2.600	16:56:23	126.400	04:03:14	54.968	98.091	06:55:00	655.201	664.007	1319.236	00:00:00		
7	2.800	15:25:11	143.600	00:52:02	57.813	101.840	03:15:00	699.811	687.680	1387.517	00:00:00		
8	-2.000	19:31:20	127.800	02:42:58	42.829	95.411	03:40:00	387.802	640.063	1027.902	00:00:00		
9	-0.400	12:32:38	131.400	23:19:06	32.947	93.822	23:05:00	242.538	547.760	790.720	00:00:00		
10	32.000	11:48:48	126.000	00:55:30	71.088	92.335	02:55:00	392.893	354.541	747.433	13:29:09		
11	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
12	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
13	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
14	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
15	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
16	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
17	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
18	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
19	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
20	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
21	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
22	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
23	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
24	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
25	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
26	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
27	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
28	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
29	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
30	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
31	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
Dan	Min	Vreme Min	Max	Vreme Max	Srednja vre...	Maksigraf	Vreme Mak...	AV	AM	A	Vreme nest...		
Ceo...	-2.000	8:19:31:20	143.600	7:00:52:02	48.172	105.002	4:02:45:00	4937.18	5971.61	10908.99	21:37:32:27		

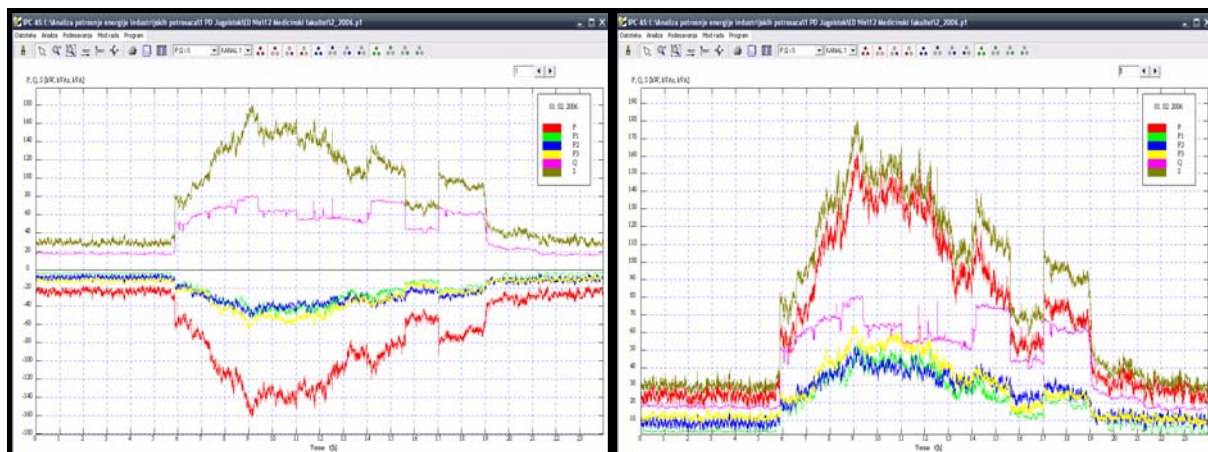
Slika 14. Podaci o dnevnoj i mesečnoj potrošnji aktivne električne energije pre korekcije

Analiza potrosnje elektricne energije													
Velicina		P [Ukupna aktivna snaga]		Redni broj kanale		KANAL 1		Analiza potrosnje energije u odabranom periodu				Kombinacije	
Dan	Min	Vreme Min	Max	Vreme Max	Srednja vre...	Maksigraf	Vreme Mak...	AV	AM	A	Vreme nest...		
1	9.200	15:09:42	356.200	00:59:29	116.521	263.197	00:35:00	1054.656	1735.398	2790.104	00:03:18		
2	8.000	16:19:51	380.400	23:10:18	94.320	253.715	23:45:00	614.219	1663.803	2278.089	00:00:00		
3	7.000	15:53:12	384.200	22:29:46	129.258	272.695	23:20:00	1368.307	1733.834	3102.201	00:00:00		
4	10.200	16:39:56	383.600	03:12:19	139.814	280.044	02:45:00	1517.650	1837.838	3355.543	00:00:00		
5	6.000	15:31:52	380.400	23:50:03	128.802	275.719	23:45:00	1337.591	1753.594	3091.260	00:00:00		
6	8.400	16:29:26	371.200	04:03:14	137.031	284.972	03:50:00	1449.915	1839.752	3283.744	00:00:00		
7	9.400	15:22:31	424.000	00:52:02	147.090	281.574	04:05:00	1631.984	1898.100	3530.158	00:00:00		
8	4.800	14:36:38	376.600	02:42:58	117.287	264.089	03:40:00	992.088	1822.753	2814.891	00:00:00		
9	5.000	13:35:02	372.200	23:19:06	89.643	296.952	23:05:00	528.207	1623.169	2151.440	00:00:00		
10	68.000	11:48:00	382.400	00:55:30	181.500	258.199	00:25:00	916.901	991.416	1908.316	13:29:09		
11	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
12	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
13	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
14	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
15	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
16	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
17	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
18	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
19	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
20	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
21	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
22	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
23	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
24	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
25	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
26	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
27	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
28	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
29	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
30	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
31	0.000	00:00:00	0.000	00:00:00	0.000	0.000	00:00:00	0.000	0.000	0.000	24:00:00		
Dan	Min	Vreme Min	Max	Vreme Max	Srednja vre...	Maksigraf	Vreme Mak...	AV	AM	A	Vreme nest...		
Ceo...	4.800	8:14:36:38	424.000	7:00:52:02	125.015	281.574	7:04:05:00	11410.51	16899.66	28310.75	21:37:32:27		

Slika 15. Podaci o dnevnoj i mesečnoj potrošnji aktivne električne energije nakon korekcije

Na ovaj način, mogućnost korigovanja snimljenih parametara u slučaju pogrešnog instaliranja MIS daje ovim uređajima dodatni kvalitet i jednu od prednosti u odnosu na sve slične proizvode koji se mogu naći na tržištu.

Dosadašnja Iskustva u eksploataciji MIS su pokazala da se opisana greška prilično često javlja i da ima primera pogrešnog postavljanja SMT u dve, pa čak i u sve tri faze (*pogrešno pretpostavljen smer struja*). Mogućnost za pojavu greške se značajno povećava u situacijama kada elektrodistribucije instaliraju MIS na postojeće SMT što je čest slučaj. Jedan primer u kojem je prilikom instaliranja MIS došlo do pogrešnog pretpostavljanja smerova struja u sve tri faze prikazan je na slikama 15 i 16.



Slika 15. Dijagrami promene snaga pre korekcije Slika 16. Dijagrami promene snaga posle korekcije

## ZAKLJUČAK

Tema ovog referata je problem nepravilnog postavljanja strujnih mernih transformatora prilikom instaliranja merno-informacionih sistema (MIS) usled kojeg dođe do promene smerova struja koje teku kroz pojedine ili sve faze mernih modula. U ovakvim situacijama pokazivanja mernih veličina nisu validna, što proizvođači mernih modula jasno definišu u uputstvima za upotrebu, tako da ne snose ni deo odgovornosti za ovakve situacije. Međutim, kako su MIS znatno složeniji sistem (*čiji su samo jedan deo merni moduli*) autori su kroz realizaciju projekta 222001 došli na ideju da mogu značajno unaprediti njihove performanse pronalaženjem rešenja za ovakve slučajeve.

U referatu je pored opisa nekoliko karakterističnih primera u kojima je došlo do pomenutog problema i opisa načina na koji se problem manifestuje u prikazivanju mernih veličina, prikazana i njegova detaljna analiza. Pri tome su, kroz detaljna laboratorijska ispitivanja u kojima su različiti merni moduli podvrgavani različitim uslovima rada koji se razlikuju od uslova rada koje su definisali proizvođači u uputstvima za upotrebu i analize ponašanja svih veličina koje su merili i obrađivali merni moduli, otkrivene funkcionalne zavisnosti između njih, što je otvorilo mogućnost za programsko rešavanje i korekciju pogrešno snimljenih veličina.

U referatu je opisan i softver koji je implementiran u programski paket koji se isporučuje uz MIS i kojim je omogućeno da u ovakvim situacijama korisnici samostalno izvrše potrebne korekcije svih pogrešno snimljenih parametara uključujući i podatke o utrošenoj energiji.

Mogućnost korigovanja snimljenih parametara u slučaju nepravilnog instaliranja MIS daje ovim uređajima dodatni kvalitet i jednu od značajnih prednosti u odnosu na slične proizvode koji se mogu naći na tržištu.

## LITERATURA

1. Z. P. Stajić, B. Petrović, V. Aleksić, D. Jelenić-Aleksandrova, 2008, "Povećanje energetske i poslovne efikasnosti distributivnih preduzeća primenom merno-informacionih sistema", rad prihvaćen za publikovanje u zborniku radova sa VI Savetovanja "CIRED".
2. Elaborat o realizaciji projekta 222001 u drugoj godini istraživanja koji je finansiran u periodu od 01.05.2005. do 30.04.2007. godine u okviru Nacionalnog programa energetske efikasnosti, Rukovodilac projekta: Doc. dr Zoran P. Stajić, Elektronski fakultet u Nišu, Niš, 2007.
3. Izveštaji o kontroli potrošnje električne energije potrošača na teritoriji PD "Jugoistok", Elektronski fakultet, Niš, 2005.-2007.