

PROVERA MERENJA PROTOKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DTS 20/0,4 kV NA PODRUČJU ED SOMBOR – ISKUSTVA I ZAPAŽANJA

V. Mijatović, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
M. Radunović, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Sistematska provera merenja protoka električne energije u DTS 20/0,4 kV na području Elektrodistribucije (ED) Sombor su se počela vršiti 2009. godine kada je težnja da se smanje netehnički gubici istaknuta kao primarni cilj naše bivše kompanije - Elektrovojvodine. Radilo se u nekoliko pravaca. Napravljena je ažurna baza potrošača u okviru aplikacije „Bilans tokova energije“ - BTE i intenzivirao se rad na njihovom pridruživanju njihovim transformatorskim područjima sa jedne strane, a sa druge strane je stavljen akcenat na tačnost očitavanja potrošnje kupaca i proveru merenja protoka električne energije DTS 20/0,4 kV. Svaki ogranak je dobio instrukciju da, u skladu sa svojim tehničkim mogućnostima, napravi proceduru po kojoj bi se na najbolji mogući način mogla proveriti ispravnost celog sistema merenja protoka električne energije i, po mogućnosti, na licu mesta otkloniti uočene nedostatke. Na ovaj način, sa ispravnim merenjem je, pre svega, proveravana ispravnost pridruživanja potrošača, što je bio preduslov za otkrivanje DTS na čijem se konzumu najverovatnije nalazi neovlašćena potrošnja električne energije. Od tada do danas je stručna služba Merenja i zaštite (MIZ) ED Sombor imala 685 provera merenja protoka u kojima je provereno 517 DTS 20/0,4 kV (mnoge su proveravane po dva i tri puta). U ovom radu smo opisali proceduru provere, ispitne liste, najčešće uzroke neispravnosti, procenu pouzdanosti brojila električne energije nekih domaćih proizvođača, kao i predloge kako da se poveća pouzdanost ovog merenja.

Ključne reči: merenje protoka električne energije, pridruživanje, neovlašćena potrošnja.

SUMMARY

Systematic verification of the flow of electricity measuring in substations DTS 20/0.4 kV in the area of ED Sombor began in 2009, when the tendency to reduce non-technical losses emerged as the primary goal of our former company - Elektrovojvodina. It was conducted in several directions. First it was creating correct database of consumers as a part of the application “Energy flow bilans” – BTE and the work on the correct association of consumers to their transformer stations. Second, emphasis is placed on accuracy of reading electricity meters at the final consumer and on the checking of the flow measurement of electricity DTS 20/0.4 kV. Each DSO branch was instructed, in accordance with its technical capabilities, to make the procedure which would check the validity of flow measurement in the entire system in the best possible way, and to remove the identified deficiencies on the spot if it is possible. In this way, with the correct measurement primarily checks the validity of association of consumers to their DTS, which is a prerequisite for the detection of DTS where consumption is possibly unauthorized. Since then, the professional service for measurement and protection (MIZ) ED Sombor has had 685 electricity flow measurement checks that checked 517 DTS 20/0.4 kV (many of them were checked twice or three times). In this paper, we have described the validation protocol, the test sheets, the most common causes of defects, the evaluation of reliability on electricity meters of some domestic manufacturers, as well as suggestions how to increase the reliability of measurement.

Keywords: electricity flow measurement, consumer assignment, unauthorized consumption.

UVOD

Provera merenja protoka električne energije distributivnih transformatorskih stanica (DTS) ranije se nije sistematski radila. Merenje protoka se kod nas, po pravilu, vrši poluindirektnom trofaznom mernom grupom. Po puštanju DTS uglavnom se proveravalo prisustvo napona sve tri faze i smer obrtanja diska brojila. U toku eksploatacije su se otklanjali samo vidni nedostaci tipa: ukočeno brojilo, uništen strujni merni transformator (SMT) ili njegovo izraženo brujanje usled prekida sekundarnih strujnih krugova, vidan kvar ampermetra, vidno pregoreo ili ispao osigurač u naponskim mernim kolima, vidno oštećenje brojila, oštećenje/prekid provodnika mernih krugova itd. Godine sankcija i lošeg održavanja dovele su do toga da se malo ulagalo i u samu distributivnu opremu, a u merenje protoka gotovo nikako. Kada su se stvorili uslovi da se ozbiljnije i sistematski uhvati u koštac sa neovlašćenom potrošnjom tj. netehničkim gubicima, jedan od prvih zadataka bilo je dovođenje merenja protoka DTS u korektno stanje. Kao izvršilac ovog posla odabrana je stručna ekipa službe za merenje i zaštitu - MIZ. U periodu od osam godina urađeno je 685 provera u kojima je provereno 517 od ukupno 833 transformatorskih stanica u užoj ED Sombor, bez Pogona Vrbas. Ovaj broj merenja je takav zato što su neke proverene dva, a neke i tri puta. Naloge za proveru izdavala je Služba energetike, u okviru koje je posebno formirana grupa za gubitke. Ova grupa je u našu distribuciju uvodila aplikaciju za kontrolu bilansa tokova energije - BTE i administrirala i ažurirala njenu bazu podataka. Kriterijum za proglašavanje nekog merenja kandidatom za proveru je veliko neslaganje u izmerenoj isporučenoj energiji u DTS i zbiru potrošene energije svih potrošača sa te DTS. Na ovom mestu dat je algoritam provere, iskustva prilikom popravke na licu mesta, zapažanja do kojih smo došli i predlozi kako merenje protoka električne energije DTS učiniti pouzdanijim i robusnijim.

ALGORITAM KONTROLE MERENJA PROTOKA

U cilju brze i efikasne provere merenja protoka napravili smo algoritam po kome se vrši provera svake trafo stanice. Na taj način se sistematično proveravaju svi mogući uzroci neslaganja izmerene i predate energije i svakoj trafo stanici pristupa na isti način. Algoritam je dat u sledećim koracima:

- popisivanje podataka brojila i SMT,
- provera ispravnosti povezivanja struja i napona na brojilo,
- provera prenosnog odnosa SMT,
- provera tačnosti brojila,
- popravke na licu mesta.

Ovaj algoritam je uobličen u ispitnim listama kreiranim za proveru merenja protoka DTS.

POPISIVANJE PODATAKA BROJILA I SMT

Od grupe za gubitke dobijamo listu DTS - kandidata za proveru. U toj listi je dat naziv DTS, broj brojila i prenosni odnos SMT, kako stoji u bazi. Za brojilo upišemo proizvođača, tip i klasu tačnosti, a za SMT proizvođača, prenosni odnos i klasu tačnosti. Proverom podataka o brojilu i prenosnom odnosu SMT najpre upoređujemo ispravnost tih podataka u bazi. U slučaju da prenosni odnos SMT na licu mesta ne odgovara onome u bazi, tada je vrlo verovatno da smo već u prvom koraku otkrili uzrok nekorektnog merenja. Ispravkom prenosnog odnosa SMT u bazi i korekcijom merenja unazad vrlo verovatno se može doći do korektnih merenih vrednosti.

PROVERA ISPRAVNOSTI POVEZIVANJA STRUJA I NAPONA

Za kontrolu brojila koristimo prenosni baždarni instrument koji ima niz funkcija. Jedna od njih je prikaz fazorskog dijagrama struja i napona. Prenosni baždarni instrument se priključi na samo brojilo tako što se mere naponi na priključcima brojila i struje koje teku kroz brojilo. Struje se mere strujnim kleštima koja su priložena uz instrument i koja su visoke klase tačnosti, na ulazu u brojilo ili direktno uvezivanjem u sekundarne strujne krugove. Pri povezivanju instrumenta se vodi računa o korektnom priključenju napona i smeru struja kroz brojilo tj. smeru proticanja struja kroz strujna klešta. Ako je sve u redu, fazori napona i struja su raspoređeni na odgovarajući način. Međutim, ako je jedan smer struja pogrešan ili nedostaje neka od merenih veličina, to se na

fazorskom dijagramu odmah i vidi. Dalji koraci algoritma se ne preduzimaju dok se ne reši anomalija sa naponima i strujama brojila.

PROVERA PRENOSNOG ODNOSA STRUJNIH MERNIH TRANSFORMATORA

Još jedna funkcija prenosnog baždarnog instrumenta je prikaz merenih veličina, direktnih i izvedenih. Ovaj uređaj prikazuje merenja sa brzinom osvežavanja na nivou jedne sekunde. Kako nama, konkretno, treba vrednost struje sekundara SMT koja ulazi u brojilo sa jedne strane i istovremena vrednost odgovarajuće primarne struje na sabirnicama trafo - polja, sa druge strane, potrebno je da i merni instrument na primaru ima slične karakteristike. To smo postigli pomoću univerzalnog mernog instrumenta i odgovarajućih strujnih klešta. Za ovaj posao su neophodna dva izvršioca. Potrebno je sačekati da se opterećenje u dve do tri sekunde ne menja više od dva do tri procenta i istovremeno očitati i zapisati merene vrednosti. Radili smo tri takva merenja po fazi. Naša iskustva su takva da ovom metodom sa prilično visokom tačnošću možemo proveriti ispravnost prenosnog odnosa. Upoređivanjem na licu mesta utvrđuje se da li prenosni odnos zadovoljava ili ne. Interesantni su nalazi koji su pokazali grešku prenosnog odnosa jednog ili više SMT u DTS između 5 i 10%. To je bilo u 20-ak slučajeva. Te DTS su posebno isključivane i radili smo posebnu proveru prenosnog odnosa sa 30, 50 i 100% nominalne struje pomoću snažnog strujnog izvora. Sva merenja su pokazala da su sumnjivi SMT u svojoj klasi tačnosti. Naše mišljenje je da ispitivanja u terenskim uslovima nosi svoja ograničenja tako da, zbog brzog menjanja struje i bezbednosnih ograničenja koja rad u blizini napona nosi nije uvek moguće dobiti pouzdane rezultate. Pokazalo se da greške i do 10% prenosnog odnosa otkrivene našom metodom daju prelaznu ocenu za te merne transformatore. Njih smo u početku proglašavali neispravnim ali smo ih nakon demontaže proveravali u laboratorijskim uslovima i svi su se pokazali ispravnim.

PROVERA TAČNOSTI BROJILA

Osnovna funkcija prenosnog baždarnog instrumenta je provera tačnosti brojila. Unosimo vrednosti konstante brojila (broj obrtaja ili impulsa po kWh) i klasu tačnosti brojila. Sa jedne strane brojilo uzima merenu električnu veličinu, a sa druge indikaciju protoka energije u vidu broja obrtaja diska brojila ili impulsa led indikatora. Očitavanje impulsa se može vršiti pomoću optičke glave ili manuelno, pomoću tastera kojim dajemo početni i krajnji impuls ili obrtaj. Zadaje se broj impulsa tokom kojih se vrši merenje. Posle zadatog broja impulsa instrument izbacuje grešku merenja koja se upoređuje sa klasom tačnosti brojila. Grešku brojila smo proveravali u dva merenja. U slučaju da bilo koje od dva merenja nije u klasi tačnosti instrumenta brojilo smo proglašavali netačnim i određivali ga za zamenu. Ukoliko je greška malo iznad klase, baždarenje se ponavlja sa povećanim brojem impulsa. U slučaju da iz nekog razloga nije moguće očitati impulsnu indikaciju ovaj prenosni baždarni instrument ima i mogućnost provere upisivanjem početnog i krajnjeg stanja brojača brojila u početnom i krajnjem trenutku perioda merenja. Razliku između ova dva stanja brojila instrument upoređuje sa izmerenom vrednošću i kao rezultat daje grešku brojila. Ukoliko je brojilo van klase označava se za zamenu.

POPRAVKE NA LICU MESTA

Kako su DTS raspoređene širom ne tako malog konzumnog područja ED Sombor, a dovođenje merenja protoka u korektno stanje bilo poprilično hitno, postavilo se pitanje koji su izvršioci sposobni da pouzdano utvrde nepravilnost i, ukoliko je to moguće, na licu mesta popravke neispravna merenja. Kao odgovor se nametnula stručna ekipa Merenja i zaštite (MIZ). Definisane su popravke koje se mogu na licu mesta izvršiti i to sa i bez isključenja i popravke koje se moraju detaljnije pripremiti i za čije je izvođenje potrebno duže isključenje DTS. Popravke koje se mogu na licu mesta da izvrše i to bez isključenja TS su: prekid struje na priključnoj stezaljci brojila (kontaktna greška), zamena patrone osigurača naponskih mernih kola, korekcija ukoliko struje nisu pridružene odgovarajućim naponima (sekundari SMT tokom prevezivanja bivaju premošteni), korekcija ukoliko naponi nisu pridruženi odgovarajućim strujama (samo ukoliko su naponski krugovi osigurani osiguračima). Popravke koje se obavljanju na licu mesta i sa isključenjem TS: prekid strujnih krugova na ampermetrima ili

bimetalu, prekid strujnih i naponskih provodnika, zamena osigurača i postolja osigurača. Za ove radove DTS biva telegramski isključena na kraći period vremena. Za radove kao što su zamena brojila, zamena strujnih

TABELA 1- PREGLED POPRAVKI MERENJA PROTOKA DTS

POPRAVKE MERENJA PROTOKA		
BEZ ISKLJUČENJA	SA ISKLJUČENJEM	
	Telegramski	Planirano
<ul style="list-style-type: none"> - prekid struje na priključnoj stezaljki brojila (kontaktna greška), - zamena patrone osigurača naponskih mernih kola, - pridruživanje struje brojila odgovarajućim naponima (sekundari SMT tokom prevezivanja bivaju premošteni), - naponi nisu na odgovarajućim priključcima brojila (samo ukoliko su osigurani osiguračima) 	<ul style="list-style-type: none"> - prekid strujnih krugova na ampermetrima ili bimetalu, - prekid strujnih provodnika, - prekid naponskih provodnika, - zamena automatskih osigurača, - zamena postolja osigurača. 	<ul style="list-style-type: none"> - zamena brojila, - zamena strujnih mernih transformatora, - ponovno šemiranje većeg dela merenja

mernih transformatora, ponovo šemiranje većeg dela merenja, neophodno je radove planirati, najaviti isključenje i posebno ih odraditi. Oni se mogu uklopiti u termin za remont DTS ili se posebno najaviti. Pregled radova na popravci merenja protoka dat je u TABELI 1.

Ove poslove obavlja po pravilu mobilna ekipa kojoj data DTS pripada. To je, pre svega, zbog trebovanja brojila, strujnih mernih transformatora i ostalog materijala koje mogu trebovati za dati objekat.

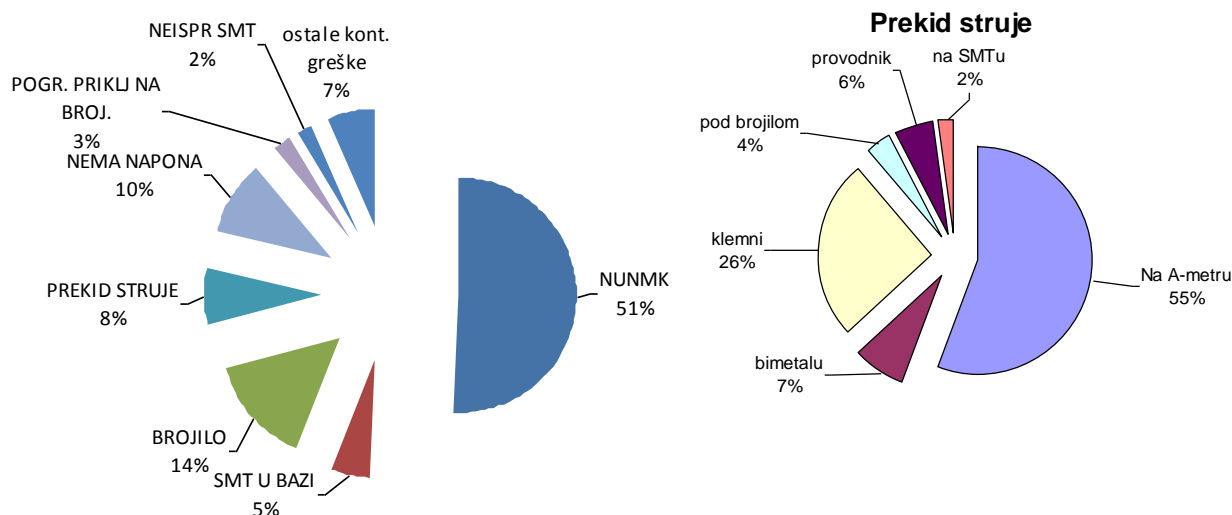
ANALIZA PROVERE MERENJA PROTOKA

Od 2009 godine do danas provereno je 685 merenja protoka. Analiza rezultata provere data je u TABELI 2.

TABELA 2 – ANALIZA NALAZA MERENJA PROTOKA DTS

NU NMK	SMT BAZI	BROJILO		PREKID STRUJE		NEMA NAPONA		POGR. PRIKLJ NA BROJ.		NEIS SMT	ostale kont. greš.
								struj	nap		
347	37	99		54		70		18		13	45
		greška	81	na amperm.	30	kont. greška, prek.prov.	8	struj	11		
		koči/ zaglavlj	7	bimetal	4	osigurač	62	nap	7		
		pregor/ proboj	5	stezalj.	14	toplj.	12				
				pod brojil.	2	auto.	23				
				provodnik	3	nepou z. aut	27				
				na SMT	1						

Vidi se da kod nešto više od polovine merenja nije utvrđena neispravnost mernih krugova. To znači da greška nije u merenju protoka već najverovatnije u pridruživanju potrošača određenom trafo području, ili prisustvo značajnije neovlašćene potrošnje. Neispravan prenosni odnos SMT u bazi otkriven je u 5% slučajeva, tako da su konstante merenja, a samim tim i merenja bila nekorektna.



SLIKA 1- ANALIZA REZULTATA MERENJA PROTOKA I POSEBNO SLUČAJA PREKIDA STRUJE

Brojilo je bilo neispravno u 14% slučajeva, od čega je kod 81 nađena velika greška merenja, u 7 slučajeva brojilo vidno kočilo pri obrtanju ili je skroz ukočeno i u 5 slučajeva je pregorelo, ili probilo prema kućištu. Neispravan ili vidno oštećen SMT je nađen u 2% slučajeva. Pogrešni smerovi struja i redosled napona na brojilu detektovani su u 3% slučajeva. Ostale kontaktne greške su zauzele 7% od ukupnog broja merenja. To mogu biti bilo koje greške koje su već gore navedene, ali izvršioци nisu uneli konkretnu lokaciju greške već samo uopšteno. Prekid struje merenja je nađen u 54 slučajeva što čini 8%. Pri tome je 55% prekid na ampermetru, 27% na priključnim stezaljkama, 7% na bimetalnom releu, 4% pod brojilom, 6% prekid provodnika na bilo kom mestu pri vezivanju i 2% prekid na priključku SMT-a. Odsustvo napona na brojilu je detektovano u 70 slučajeva (10%) od čega je prekid provodnika u 8, a ispad ili greška na osiguraču u 62 slučaja.

NEPOUZDANI AUTOMATSKI OSIGURAČI

Odsustvo merenog napona je u 62 slučaja uzrokovao osigurač. U 35 situacija osigurači su korektno reagovali i otklonili kvar iza sebe. Međutim, u 27 slučajeva u pitanju su bili automatski osigurači domaćih proizvođača kod kojih smo utvrdili nepouzdanost. Naime, radilo se o tome da oni, iako naizgled uključeni, nisu provodili, ili su ispadali iako nisu bili pod naponom, ili su pri manjim mehaničkim vibracijama gubili mehaničko držanje. Te osigurače smo u početku samo menjali tj samo one sa detektovanom neispravnošću ili uključivali ako je to moguće, ali smo već sledećeg meseca ponovo dolazili na istu lokaciju iz istog razloga. To su jako često bile udaljene lokacije, tako da troškovi angažovanja stručnih ekipa daleko prevazilaze troškove tri automatska osigurača. Stoga smo rešili da sve osigurače tog proizvođača zamenimo kada ih nadjemo na nekom objektu. O nalazu smo obavestili kolege iz Uprave preduzeća koje su se bavile gubicima, a u okviru naše distribucije smo i zabranili taj tip osigurača jer je utvrđena njihova velika nepouzdanost.

ELEKTRONSKA BROJILA DOMAĆE PROIZVODNJE

Kako se broj urađenih provera povećavao, tako se povećavala i naša baza podataka o urađenim merenjima, a samim tim i mogućnost za analizu nalaza merenja. Posebnu pažnju su nam privukla elektronska brojila domaćih proizvođača, godišta od 2004 na ovamo. Izdvojilo se pet proizvođača brojila koje ćemo obeležiti sa A, B, C, D i E. Svim ovim brojilima smo pristupili jer je postojala sumnja da na objektu gde su ugrađena postoji nepravilnost u merenju. Brojila A je bilo 3, brojila B je bilo 7, brojila C je bilo 32, brojila D 50, a brojila E 111. Nalaz je veoma indikativan. Brojila A su bila ispravna pri proveru. Kod brojila B su od 7 kod 3 uočene izuzetno velike greške merenja (43%), ali recimo da uzorak nije dovoljno veliki, ali nalaz je zabrinjavajući. Kod brojila C od 32 je jedno sa velikom greškom, jedno je pregorelo, a kod jednog je zaglavljen selekcion taster (kvar na oko 10%). Kod brojila D od 50 proverenih kod 12 je nađena velika greška merenja, kod jednog je prekinuta struja, a kod jednog napon u brojilu i u jednom slučaju je brojilo blokirano tj. neupotrebljivo. Dakle, 30% brojila D je neispravno. Brojila E je bilo 111. U 2 slučaja je uočeno da impuls davač ne radi, ali korektno meri i u dva navrata da je brojilo blokirano tj. iako je priključeno na napon displej ne pokazuje ništa. Dakle, procenat

neispravnosti je 1,8% i to po nama govori dovoljno o robusnosti i visokoj pouzdanosti ovih brojila u odnosu na sva ostala. Pokušali smo na nivou tadašnjeg preduzeća – Elektrovojvodine, da damo negativnu referencu za brojila proizvođača B i D i da damo visoke reference za brojila E, ali bez nekog većeg uspeha. Poređenjem naših rezultata sa rezultatima nekih ranijih, izuzetno detaljnih analiza u laboratorijskim uslovima, došli smo do zaključka da je procenat neispravnih elektronskih brojila i dalje izuzetno veliki i da „postoji velika nepouzdanost u radu ovih uređaja”. Kako su predmet pomenute analize bila elektronska brojila proizvedena do 2002. godine, a elektronska brojila koja su predmet naše analize su 2003. godišta i mlađa, uočava se da problemi sa pouzdanošću ovih brojila i dalje postoji. Greške ovih brojila su po pravilu takve da registruju manje energije od stvarno protekle. Ova brojila se, između ostalog, postavljaju i kao obračunska brojila kod potrošača i ona uzrokuju „pored finansijskih gubitaka koji se javljaju kao posledica izloženih problema”, [3] i „veliko i opravdano nezadovoljstvo potrošača”, [3].

ZAKLJUČAK

Proverom merenja protoka u ovako velikom obimu i formiranjem ispravne baze podataka došli smo u situaciju da možemo preporučiti određenu vrstu opreme, kako merne tako i priključne. Izdvojili bismo prednost topljivih osigurača nasuprot automatskih, iako su automatski komforniji i sa stanovišta uključenja i sa stanovišta indikacije ispada. Međutim, osobine topljivih osigurača kao što su neosetljivost na mehaničke potrese, pregorevanje samo u slučaju realnog kvara, dug vek trajanja itd. ih dugoročno, po našem mišljenju, favorizuje u odnosu na automatske osigurače. Takođe, preporučujemo intenzivnu zamenu oštećenih ampermetara u redovnim remontima trafo stanica. Usudujemo se da damo prednost određenim tipovima brojila koja svojom pouzdanošću to zavređuju, a da druge, sa kojima to nije slučaj, ne ugrađujemo. Intenzivnim radom na proveru merenja protoka i ažuriranjem baze BTE dobili smo sistem koji može na efikasan način da posluži u daljoj borbi sa neovlašćenom potrošnjom.

LITERATURA

- [1] G. Dotlić- „Elektroenergetika kroz standarde, zakone, pravilnike, odluke i tehničke preporuke“, SMEITS, 2001. godine,
- [2] V. Šiljkut- „Stanje mernih uređaja na konzumu Elektrodistribucije Beograd i uticaj na ukupne gubitke u mreži“, JUKO CIRED 2002. godine,
- [3] V. Vujičić - „Sistem za merenje i nadzor nad tokovima električne snage i energije“, ENEF, 2014. godine.