

ANALIZA UTJECAJA KLASA TAČNOSTI INDIREKTNIH BROJILA NA OBRAČUN ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU „ELEKTRODISTRIBUCIJE“ TUZLA

ANALYSES EFFECTS OF ACCURACY CLASS OF INDIRECTLY ELECTRICITY METERS ON ACCOUNT OF ELECTRICAL ENERGY ON AREA OF ELECTRODISTRIBUTION TUZLA

H. Salkić, JP EP BiH Podružnica „Elektrodistribucija“ Tuzla, Bosna i Hercegovina
A. Jahić, JP EP BiH Podružnica „Elektrodistribucija“ Tuzla, Bosna i Hercegovina
D. Bačinović, JP EP BiH Podružnica „Elektrodistribucija“ Tuzla, Bosna i Hercegovina

Sažetak: U radu je izvršena analiza utjecaja klase tačnosti mernih garnitura na obračun električne energije na području Elektrodistribucije Tuzla, u vremenskom periodu od jedne godine. S obzirom na tarifne stavove za prodaju električne energije, analiza je izvršena samo za jednu određenu kategoriju kupaca električne energije, sa indirektnim merenjem električne energije, a koji električnu energiju kupuju na 10 kV ili 35 kV naponskom nivou. Razlog zašto je vršena analiza za samo ovu kategoriju kupaca je taj što njih ima relativno malo u odnosu na ostale a njihov udeo u ukupnoj potrošnji električne energije je značajan. Također, potrebno je navesti da je u razmatranje uzeta samo aktivna električna energija, pošto svi kupci imaju ugrađene kondenzatorske baterije za kompenzaciju električne energije i faktor snage im je veći od 0,95. Propisana klasa tačnosti mernih uređaja za merenje aktivne električne energije kod ovih kupaca je $KT = 1$ što znači da greška u merenju može biti maksimalno $\pm 1\%$. Naime, ukoliko je greška blizu granice brojilo će registrovati ili znatno veći iznos energije ili pak znatno manji iznos energije. Za merenje električne energije kod ovih kupaca se koriste ili indukciona ili multifunkcijska elektronska brojila. Kontrola ispravnosti ovih brojila električne energije je izvršena na terenu, i to za vreme normalnog pogonskog stanja određenog kupca električne energije. Prilikom ove kontrole izvršeno je i određivanje greške brojila, uz pomoć kontrolnog mernog uređaja koji ima klasu tačnosti $KT = 0,2$. Na osnovu ove greške i ukupne godišnje potrošnje električne energije proračunat je manjak ili višak registrovane energije za svakog kupca iz navedene kategorije. Na osnovu toga se odredilo da li je suma aktivne energije koju su registrovala ova brojila veća ili manja i u kojim je granicama greška pokazivanja s obzirom na tačnost mjerenja, a za tačno merenje uzeto je ono koju je pokazivao instrument sa klasom tačnosti $KT = 0,2$. Na kraju je izračunato koliko je to novaca izgubila ili dobila Elektrodistribucija, s obzirom na cenu električne energije koja je važila u posmatranoj godini. Iz svih ovih analiza su proizašli zaključci, kao i predlozi za poboljšanje merenja električne energije, odnosno predlozi kako bi se kod ovih kupaca električna energija što preciznije mjerila, obračunavala a samim tim i naplaćivala.

Abstract: In this paper analysed effects of accuracy class of indirectly electricity meters on account of electrical energy on area of Electrodistribution Tuzla, for period of 1 year. According to tariff rates which implement on this area, analyses carried out for only one category of consumers of electrical energy, namely for consumers with indirectly electricity meters, and which buy electrical energy on 10 kV or 35 kV voltage. Reason of this analyses is relatively small number of this consumers, but they have big part in total consumption of electrical energy. Also, is necessary to notice that analyses carried out for only active energy, because all this consumers have capacitors, and they have power factor larger of 0,95. Required accuracy class for measurement of active electrical energy for this customers is $KT = 1$, which means that error of measurement can be $\pm 1\%$. Namely, if error of measurement is near of limits then electricity meter will register more or less amounts of electrical energy. For measurements of electrical energy of this customers used electromechanical or multifunction meters. Verification of this meters carried out when this customers had nominal operation, and verification carried out with control measurement unit which have accuracy class $KT = 0,2$. From this information and from total electrical consumption in 2007. calculated how many more or less electrical energy registered with electricity meters, and in which limits are errors of measurements. For correctly measurement considered measurement of control unit with accuracy class $KT = 0,2$. At the end of paper calculated how much money lost or profit for Electrodistribution Tuzla, according to price of electrical energy in 2007. From this analyses are get conclusions, as well as advices for better measurements of electrical energy, apropos there are get advices for accurately measurements and account of electrical energy for this class of customers electrical energy, in this conclusion.

UVOD

Indirektno merenje električne energije je merenje u kojem je brojilo ili pak brojila u strujni krug potrošača priključeno preko strujnih i naponskih mernih transformatora. S obzirom da su u radu analizirana samo indirektna merenja, to se neće navoditi ostale vrste merenja električne energije koje postoje. Prema važećim tarifnim pravilima na području „Elektrodistribucije“ Tuzla svi kupci koji imaju indirektno mjerenje se svrstavaju u grupu kupaca na visokom naponu (naponski nivo 10 kV i 35 kV). Dakle, oni električnu energiju kupuju na navedenim naponskim nivoima i plaćaju je po važećim cenama. Svaki od ovih kupaca je značajan potrošač električne energije, te ja jako bitno što tačnije registrovati njihovu utrošenu električnu energiju. Prema važećim Opštim uslovima za isporuku električne energije, klasa tačnosti brojila na indirektnim mjernim mjestima, odnosno indirektnih brojila treba da je najmanje $KT = 1$ (za potrošače koji troše do 24 miliona kWh godišnje), odnosno $KT = 0,5$ za potrošače koji troše više energije. Svi razmatrani kupci u radu imaju manju godišnju potrošnju od 24 miliona kWh, te je za registrovanje potrošnje električne energije kod njih potrebno koristiti brojila sa klasom tačnosti $KT = 1$ ili manjom. Također, i strujni i naponski merni transformatori kao i drugi elementi indirektnog mernog mesta trebaju da zadovolje odgovarajuće kriterije kako bi se imalo ispravno merenje električne energije. U radu je pretpostavljeno da ovi elementi zadovoljavaju sve tražene kriterije, te se pažnja usmjerila na uticaj klase tačnosti brojila, na tačnost obračuna električne energije. Na cjelokupnom području „Elektrodistribucije“ Tuzla koja ukupno ima cca 160 000 kupaca, trenutno ima 110 indirektnih mernih mesta. Jedan dio ovih mernih mesta se nalazi u firmama koje su u stečaju ili su u fazi zatvaranja ili pak iz nekih drugih razloga imaju smanjenu potrebu za električnom energijom, te u takvim situacijama postojeći strujni mjerni transformatori ne odgovaraju opterećenju, predimenzionisani su. Zbog toga a i zbog činjenice da imaju malu godišnju potrošnju ovi kupci nisu ni razmatrani u radu. S obzirom da je analiza vršena za 2007. godinu u razmatranje su uzeti samo oni kupci koji su cijelu godinu radili u približno nominalnog pogonskom režimu, a njih je 54. To su uglavnom kupcu na 10 kV naponu, ali jedan dio energiju kupuje i na 35 kV naponskom nivou. Potrebno je napomenuti da se kupci koji energiju preuzimaju na 6 kV naponskom nivou vode kao kupci na 10 kV naponu.

1. TARIFNI STAVOVI U JP EP BiH

U toku 2007. godine na području „Elektrodistribucije“ Tuzla su vrijedili tarifni stavovi dati u tabeli 1. U tabeli su prikazani podaci koji su korišteni za određene proračune u ovom radu. Od 01.01.2008. su na snazi novi tarifni stavovi, odnosno nove cijene električne energije, ali s obzirom da je u radu vršena analiza u toku 2007. godine to će se pri određenim proračunima u radu koristiti navedeni tarifni stavovi.

Tabela 1 Tarifni stavovi koji su vrijedili u 2007. godini na području „Elektrodistribucije“ Tuzla

Tarifni elementi	Jedinica mjere	Tarifni stavovi		Visoki i srednji napon			Niski napon					
		Sezonski	Dnevni	110 kV i više	35 kV	10 kV	Domaćinstva		Ostala potrošnja		Javna rasvjeta	
							I tarifna grupa	II tarifna grupa	I tarifna grupa	II tarifna grupa		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aktivna energija	pf/kWh	viši	veći		8,52	9,91						
			manji		4,81	5,51						
		niži	veći		6,81	7,88						
			manji		3,96	4,49						

Po nižim sezonskim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na području geografskog snabdjevanja JP EP BiH obračunava se električna energija tarifnim kupcima preuzeta u vremenu od 01.04. do 30.09., a po višim sezonskim tarifnim stavovima električna energija preuzeta u ostalim mjesecima u godini.

Po manjim dnevnim tarifnim stavovima za prodaju električne energije na području geografskog snabdjevanja JP EP BiH za tarifne kupce koji posjeduju dvotarifna brojila obračunava se električna energija preuzeta u vremenu od 13⁰⁰h do 16⁰⁰h i od 22⁰⁰h do 07⁰⁰h i nedjeljom u vrijeme zimskog računanja vremena, a u vrijeme ljetnjeg računanja vremena od 14⁰⁰h do 17⁰⁰h i od 23⁰⁰h do 08⁰⁰h i nedjeljom, a po većim dnevnim tarifnim stavovima električna energija preuzeta u ostalim satima tokom dana.

2. INDIREKTNO MJERENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kao što je već napomenuto, indirektno merenje električne energije je merenje u kojem je brojilo ili brojila u strujni krug potrošača priključeno preko strujnih i naponskih mernih transformatora. Indirektno mjerenje može biti realizovano kao trosistemsko ili pak dvosistemsko mjerenje (Aronov spoj).

2.1. Trosistemsko indirektno mjerenje električne energije

Kod trosistemskog indirektnog mjerenja električne energije, snaga, odnosno energija se mjeri u sve tri faze. Brojilo električne energije u tom slučaju se spaja preko sloga tri jednopolno izolirana naponska mjerna transformatora i preko tri strujna mjerna transformatora odgovarajućeg prenosnog odnosa. U slučaju neuzemljenih distributivnih mreža, indirektno mjerenje se može realizovati i sa dva strujna mjerna transformatora, a da ipak bude trosistemsko mjerenje. Naime, treća struja se dobija na osnovu relacije za struje trofaznih sistema:

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \quad (1)$$

odnosno iz relacije (1) se dobije:

$$i_3 = -(i_1 + i_2) \quad (2)$$

Što znači da je treća struja jednaka sumi preostale dvije struje, ali sa negativnim predznakom. Ovo se može lako praktično realizovati. Formiranje ovakvog mjerenja se vrši samo na onim mjernim mjestima gdje su već ugrađena dva strujna mjerna transformatora i naravno gdje postoji slog od tri jednofazna izolirana naponska mjerna transformatora. Prilikom formiranja novog indirektnog mjernog mjesta, prema tehnički m preporukama JP EP BiH vrši se ugradanja strujnih mjernih transformatora u sve tri faze.

2.2. Dvosistemsko mjerenje električne energije (Aronov spoj)

Radna energija definisana je relacijom:

$$W = \int p dt \quad (3)$$

Radna snaga određena je izrazom:

$$P = \int p dt \quad (4)$$

Trenutna snaga bilo kakvog višefaznog sistema određena je izrazom:

$$p = \sum_{k=1}^n u_k i_k \quad (5)$$

ili za trofazni sistem:

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_3 i_3 \quad (6)$$

Za trofazni trovodni sistem važi :

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \quad (7)$$

nezavisno od toga da li je potrošač simetričan ili nesimetričan.

Ukoliko se struja i_2 izrazi preko:

$$i_2 = -(i_1 + i_3) \quad (8)$$

dobijemo izraz za snagu:

$$p = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_3 i_3 \quad (9)$$

$$p = (u_1 - u_2) i_1 + (u_3 - u_2) i_3 \quad (10)$$

Ova formula je iskorištena za gradnju tzv Aronovog brojila koji ima dva mjerna sistema.

Kroz strujni svitak sistema I protiče struja i_1 a kroz strujni svitak sistema II teče struja i_3 . Naponski svitak I sistema je spojen na razliku napona $(u_1 - u_2)$, a naponski svitak II sistema na razliku napona $(u_3 - u_2)$. U teoriji se čine dalja uprošćenja, smatrajući da je sistem idealno simetričan, da su sve veličine sinusne i onda se dobije vrlo jednostavan izraz za snagu trofaznog sistema:

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi \quad (11)$$

Međutim, u stvarnosti egzistiraju nesimetrični tereti, različitih faktora snage i intenziteta i kao takvi u jednostavne prostoperiodične sinusoidalne veličine struje i napona vrše kojekakva "zaprljanja" ubacujući razne pikove koje registrujemo kao višeharmonične komponente. Aronovo brojilo treba da u granicama definisane tačnosti mjeri potrošenu energiju. U dosadašnjoj praksi najviše je i upotrebljavano Aronovo indukciono brojilo. Trofazno brojilo namijenjeno za trovodne električne sisteme u Aronovom spoju ima dva mjerna sistema. Rotor ovih brojila po pravilu ima dva aluminijumska diska, na svaki od njih djeluje po jedan pogonski sistem i trajni magnet za kočenje.

2.2.1. Moguće pogreške kod mjerenje električne energije Aronovim spojem

Iako u radu nisu razmatrane moguće pogreške pri mjerenju električne energije ipak u nastavku su navedene moguće pogreške kod mjerenje električne energije Aronovim spojem:

- konstrukcione pogreške
- pogreške usljed djelovanja promjenljivih parametara
- pogreške ukupnog mjernog sloga
- pogreške zbog neispravnih spojeva strujnih i naponskih transformatora i samog brojila

- pogreške subjektivne prirode, pogrešnog očitavanja, pogrešna prenosna konstanta i pogrešan obračun utroška električne energije, kao i pogreške zbog pogrešno odabranog brojila.

3. ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE KOD POTROŠAČA SA INDIRKETNIM MJERENJEM NA PODRUČJU ELEKTRODISTRIBUCIJE TUZLA U 2007. godini

U toku 2007. godine, na području Elektrodistribucije Tuzla su bila aktivna 54 potrošača sa indirektnim mjerenjem električne energije. To su ustvari oni potrošači koji su radili sa približno nominalnim opterećenjem u toku cijele godine, te je utjecaj strujnih i naponskih mjernih transformatora kao i mjernog opsega brojila na ukupnu grešku mjerenje sveden na minimalnu vrijednost. Potrebno je napomenuti da je na području Elektrodistribucije Tuzla aktivno još cca 50 potrošača sa indirektnom mjerenjem, ali oni nisu uzeti u razmatranje jer su imali smanjenu potebu za električnom energijom, te većinu perioda u 2007. godini su radili podopterećeno. S obzirom da su podaci o potrošnji električne energije "u vlasništvu kupca" te se bez saglasnosti kupca i preciznijih uputa dokumenta sistema kvaliteta JP EP BiH ne mogu koristiti u ovom radu neće biti navođena imena kupaca ili bilo kakve oznake koje bi navodile na kojeg se kupca odnosi utrošena električna energije. Radi jednostavnosti svi kupci će se označiti rednim brojevima od 1 do 54. U tabeli 2 su date potrošnje električne energije za analizirane kupce po tarifama, kao i registrovana greška brojila.

Tabela 2 Potrošnje električne energije po tarifama za analizirane kupce i registrovana greška brojila

Redni broj kupca	Registrovana potrošnja električne energije [kWh]				Cijena ukupne energije [KM]	Registrovana greška ili KT[%]
	Zimska tarifa		Ljetna tarifa			
	VT	NT	VT	NT		
1	104552	85952	76648	65664	24085,2344	0,64
2	67480	43176	39528	26008	13348,8312	-0,79
3	229830	156300	272940	169980	60528,057	-0,95
4	72232	91336	53584	70232	19566,6408	7,00
5	110364	68928	39456	24432	18941,1348	-0,98
6	228620	183300	311820	257060	68869,482	0,14
7	28236	30372	17700	18636	6703,2012	0,08
8	89190	112830	115755	151845	30994,9965	-0,08
9	214644	124404	34220	29340	32139,7828	-0,95
10	274688	172288	468176	330528	88447,6256	0,75
11	259875	178475	159675	219250	58014,3	0,32
12	1018540	1275760	1001500	1242820	305952,508	0,79
13	101460	56360	73479	38596	20683,2276	0,48
14	132408	133872	153872	150008	39358,4528	-1,00
15	156090	88920	168240	95700	37922,253	-1,00
16	131696	117832	95920	83592	30855,3936	0,13
17	208785	178842	223176	194745	56875,107	0,08
18	86352	71988	103320	99384	25127,9796	0,54
19	44621	33045	26804	23500	9410,0258	0,07
20	5539450	7940275	6968500	9358125	1699024,968	-0,08
21	896700	1341725	1332275	1815275	303548,63	-0,53
22	4506243	6333523	6950398	9679096	1545188,665	0,07
23	413180	358640	276860	279740	95084,096	0,95
24	134670	92840	57540	46220	25070,711	-1,57
25	49278	35358	33996	27276	10735,2528	-5,87
26	126896	93168	64208	58248	25383,876	-0,98
27	119220	115710	94155	87210	29525,466	-0,71
28	522495	758955	546555	787440	172022,265	0,19
29	232180	188400	243180	145660	59092,596	-0,97

30	918120	1982190	738465	1767990	293869,0335	0,54
31	323500	372540	174160	206690	75589,993	-0,53
32	106596	605808	51912	574224	64495,8216	-0,72
33	418180	254420	310420	160060	87107,97	0,25
34	60992	36632	43040	29144	12762,848	0,10
35	186976	27814	78656	53104	28644,3354	-0,11
36	1823780	2452730	1409800	1913520	512891,309	1,00
37	459444	503580	1103556	541020	159943,3824	0,81
38	945120	778160	1113980	862440	263043,188	-1,65
39	43192	41640	23096	22640	9411,192	-0,66
40	148811	133735	54236	58257	29005,5047	-7,2
41	452640	316696	509768	384384	119735,1336	-0,53
42	687492	409320	848232	528504	181254,5004	-0,4
43	243750	232600	239920	244220	66843,059	-0,16
44	260125	287750	277200	265325	75389,865	-1,01
45	565729	414381	492707	334687	114938,7888	0,00
46	756104	1579724	639240	1396815	239250,9032	0,27
47	66795	62240	24130	26925	13159,185	-0,27
48	363820	356640	334700	310120	96004,174	-0,44
49	157000	118180	88520	89700	33073,324	-0,67
50	186996	98535	232782	119718	47679,1419	-0,64
51	168270	112584	130842	88332	37155,3918	-0,27
52	118824	134322	119172	141780	34933,2762	-0,13
53	3421760	2211520	3243600	2143440	812787,304	0,13
54	2503290	3267510	2441100	3227910	765407,679	0,48
Ukupno	31487281	37253825	34726714	41066559	9086877,063	

Greška pokazivanja brojala, odnosno trenutna klasa tačnosti je određivana sa ispitnim uređajem proizvođača ZERA, čija je klasa tačnosti $KT = 0,2$ za aktivnu energiju. Klasa tačnosti se dobije iz relacije:

$$KT\% = \frac{X - X_{stv}}{X_{stv}} * 100 \quad (12)$$

gdje je:

$KT\%$ - klasa tačnosti u procentima

X -mjerena veličina (u konkretnom slučaju energija registrovana sa brojiлом električne energije)

X_{stv} -stvarna vrijednost mjerene veličine (u konkretnom slučaju energije koja je registrovana sa preciznim uređajem klase tačnosti $KT = 0,2$)

Na osnovu relacije (12) se jednostavno može izračunati stvarna vrijednost mjerene veličine, prema relaciji:

$$X_{stv} = \frac{100 * X}{100 + KT} \quad (13)$$

Koristeći relaciju (12), odnosno (13) i podatke iz tabele (1) i tabele (2) se mogu odrediti sljedeći podaci:

- električna energija koju bi registrovao precizni instrument kod analiziranih kupaca, koju u ovom slučaju uzimamo kao stvarno utrošenu energiju
- novčana vrijednost stvarno utrošene električne energije
- razlika u novčanoj vrijednosti registrovane i stvarno utrošene električne energije za svakog kupca
- ukupne vrijednosti registrovane i stvarno utrošene električne energije

- ukupna razlika u novčanoj vrijednosti registrovane i stvarno utrošene električne energije za svakog kupca

3.1 Registrovana i stvarno utrošene električne energija kod analiziranih kupaca

Zbog obimnosti podataka neće se navoditi stvarno utrošena električna energija za svakog pojedinačnog kupca, koja bi se dobila na osnovu relacije (13), nego samo sumarne vrijednosti.

U tabeli 3 su dati podaci o ukupnim vrijednostima registrovane i stvarno utrošene električne energije po tarifama.

Tabela 3 Sumarne vrijednosti električne energije

	Zimska tarifa		Ljetna tarifa	
	VT	NT	VT	NT
Ukupna registrovana energija [kWh]	31487281	37253825	34726714	41066559
Ukupna stvarno utrošena električne energija [kWh]	31486088	37229828,3	34719824	41043364,9
Razlika [kWh]	1193,2243	23996,6809	6889,98229	23194,1437
Procenat u odnosu na registrovanu električnu energiju	0,0037895	0,06441401	0,01984058	0,05647939

Iz tabele 3 se vidi da je kod analiziranih kupaca neznatna razlika između ukupnih vrijednosti registrovane i stvarne vrijednosti električne energije po svim tarifama. Naime, jedan dio brojila je imao pozitivnu grešku, a što znači da je registrovao nešto više električne energije nego što je utrošeno, a jedan dio brojila je registrovao manje električne energije nego što je utrošeno, odnosno imao je negativnu grešku. Sumiranjem ovih pozitivnih i negativnih razlika dolazi se do dobijenih vrijednosti u tabeli 3, odnosno na taj nači se dobijaju male razlike. Ove male razlike ne mora da znače da je kod svih kupaca razlika mala, to direktno zavisi samo od greške koja je registrovana kod datog kupca i njegove ukupno registrovane električne energije. To ustvari znači, da gledano sa strane gubitaka Elektrodistribucije, jedan kupac kompenzira drugog.

3.1.1 Ekonomska analiza registrovane i stvarno utrošene električne energija kod analiziranih kupaca

Uzimajući u obzir važeće cijene električne energije i podatke iz tabele 3, dobijaju se i ekonomski pokazatelji ovih razlika između registrovane i stvarne vrijednosti utrošene električne energije. Ovi ekonomski pokazatelji su dati u tabeli 4.

Tabela 4 Ekonomski pokazatelji razlika između registrovane i stvarne vrijednosti utrošene električne energije

Red.br.		Zimska tarifa		Ljetna tarifa		Novčana vrijednost ukupne energije [KM]
		VT	NT	VT	NT	
1	Ukupna registrovana energija [kWh]	31487281	37253825	34726714	41066559	9086877,063
2	Ukupna stvarno utrošena električne energija [kWh]	31486088	37229828,3	34719824	41043364,9	9084027,971
3	Razlika (1-2)	1193,2243	23996,6809	6889,98229	23194,1437	2849,092152
4	% u odnosu na 1	0,0037895	0,06441401	0,01984058	0,05647939	0,03135392

Iz tabele 4 se vidi da je, gledano sa strane Elektrodistribucije registrovano više energije nego što je to stvarna vrijednost, pa je samim tim i više naplaćeno. Međutim, to je tako neznatna vrijednost da se može zanemariti. Naime od ukupno naplaćenih 9 086 877, 063 KM samo je 2 849, 092 više naplaćeno zbog pogreške u pokazivanju brojila, što je svega 0,031%.

4. ZAKLJUČAK

Iz provedene analize se da zaključiti da klasa tačnosti $KT = 1$ kod indirektnih brojila ELEKTRODISTRIBUCIJE TUZLA zadovoljavajuća s obzirom na tačnost obračuna električne energije. Naime, dokle god je brojilo unutar dozvoljene klase tačnosti jedan dio kupaca će imati pozitivnu a jedan negativnu grešku, tako da će se oni međusobno „kompenzirati“. Pri tome je potrebno napomenuti da je veoma važno redovno kontroliranje ispravnosti indirektnih brojila, i bez obzira što se nalaze u baždarskom roku, kako bi greška mjerenja svih indirektnih brojila bila unutar $\pm 1\%$. Praksa u Elektrodistribuciji Tuzla je da se ovi kupci kontrolišu najmanje jednom godišnje. Prilikom sprovedene analize uočeno je i da kupci koji imaju veliku potrošnju električne energije i pri malim odstupanjima imaju pogrešno obračunatu veću količinu električne energije, te se preporučuje kod ovih kupaca korištenje multifunkcijskih elektronskih brojila $KT = 1$, ali kod kojih je stvarna greška jako mala. Također, kako je navedeno kupci koji godišnje preuzimaju više od 24 GWh trebaju imati mjerenje sa brojilima najmanje klase tačnosti $KT = 0,5$. Dakle, kod kupaca sa indirektnim mjerenjem i godišnjom potrošnjom manjom od 24 GWh zadovoljavajuća su brojila klase tačnosti $KT = 1$, ali je jako bitna redovna kontrola ispravnosti tih brojila, gdje veliki značaj ima i kontrola mjernog mjesta po logičkoj kontroli energetske kartice kupca. Potrebno je napomenuti i činjenicu da na tačan obračun električne energije kod ovih kupaca imaju utjecaja i mjerni transformatori, kako naponski tako i strujni. Naponski mjerni transformatori trebaju biti klase tačnosti najmanje $KT = 0,5$, kao i strujni mjerni transformatori. Također, veoma je bitan i pravilan izbor prenosnog odnosa strujnih mjernih transformatora s obzirom na opterećenje, te i ovdje veliki značaj ima logička kontrola i praćenje opterećenja, te eventualan prespajanja strujnih mjernih transformatora ili njihova eventualana zamjena. S obzirom, da je karakter ovih kupaca takav, da se strujni i naponski mjerni transformatori ne mijenjaju niti kontrolišu nakon ugradnje, već samo u slučajevima havarije, veoma je bitno da prilikom ugradnje mjernih transformatora oni posjeduju svu potrebnu dokumentaciju: ispitne listove, baždarski žig i svu ostalu prateću dokumentaciju ali i da se bez obzira na to izvrši njihovo ispitivanje sukladno mogućnostima, što zavisi od toga kakva se oprema za ispitivanje posjeduje.

Ključne riječi: indirektno mjerenje; klasa tačnosti; električna energija; tarifni stavovi

5. LITERATURA

1. „Odluka o tarifnim stavovima za prodaju električne energije nekvalifikovanim kupcima JP EP BiH“, www.ferk.ba
2. „Opći uslovi za isporuku električne energije“, www.ferk.ba
3. „Indukciona brojila I- Teorija i konstrukcija“, Zdravko Huklavec, Savezni zavod za mjere i dragocjene kovine, Beograd
4. „Indukciona brojila II- Primjena“, Zdravko Huklavec, Savezni zavod za mjere i dragocjene kovine, Beograd
5. „Indukciona brojila III- Pregled“, Zdravko Huklavec, Savezni zavod za mjere i dragocjene kovine, Beograd
6. „Tehničke preporuke“, JP EP BiH