

COST/BENEFIT ANALIZA UGRADNJE AMM (Advanced Meter Management) SISTEMA NA JEDNOM DISTRIBUTIVNOM TRANSFORMATORSKOM PODRUČJU

M. Lukić, MH ERS ZEDP „Elektro-Bijeljina“ A.D., Republika Srpska- BiH
M. Antić, MH ERS ZEDP „Elektro-Bijeljina“ A.D., Republika Srpska- BiH

UVOD

Način na koji se trenutno vrši očitavanje potrošnje električne energije daleko je od ekonomičnog i efikasnog. Očitavanje brojila na način da svakog mjeseca radnici distributivnog preduzeća obilaze kupce i manuelno očitavaju brojila, zatim prikupljene podatke donose u centar za obradu podataka ne zadovoljavaju potrebe modernog distributivnog preduzeća, gdje se inženjeri svakodnevno susreću sa sve većim zahtjevima za povećanje efikasnosti i smanjenje troškova i gubitaka. Ova konstatacije još više dobija na značaju ako se ima u vidu sve veći izbor raznih metoda za automatski prenos i obradu podataka. Iako je implementacija ovih metoda u smislu projektnih zahtjeva prilično složena, sam sistem je jako komforan i jednostavan za upotrebu. Savremene tehnologije omogućavaju da se na prilično jeftin način obezbijedi multifunkcionalno očitavanje i kontrola potrošnje električne energije.

Upotreba AMM sistema ima veliki značaj u smanjenju gubitaka i sprečavanju eventualnih krađa, jer nove tehnologije psihološki deluju na kupce, zatim brojila posjeduju mogućnost alarmiranja eventualnog skidanja poklopca brojila, eliminisana je mogućnost pogrešnog očitavanja i dr. Elektrodistributivna preduzeća pokrivaju jako velike regije i često je situacija nepovoljna u pogledu razuđenosti kupaca električne energije. Sam proces očitavanja električne energije u ovim preduzećima zahtijeva angažovanje velikog broja radnika i radnih sati na obavljanju tih poslova kao i troškove goriva i angažovanja vozila. Automatsko prikupljanje ovih podataka značajno utiče na smanjenje troškova očitavanja, što je detaljno opisano u radu kroz kompletnu trošak/korist analizu.

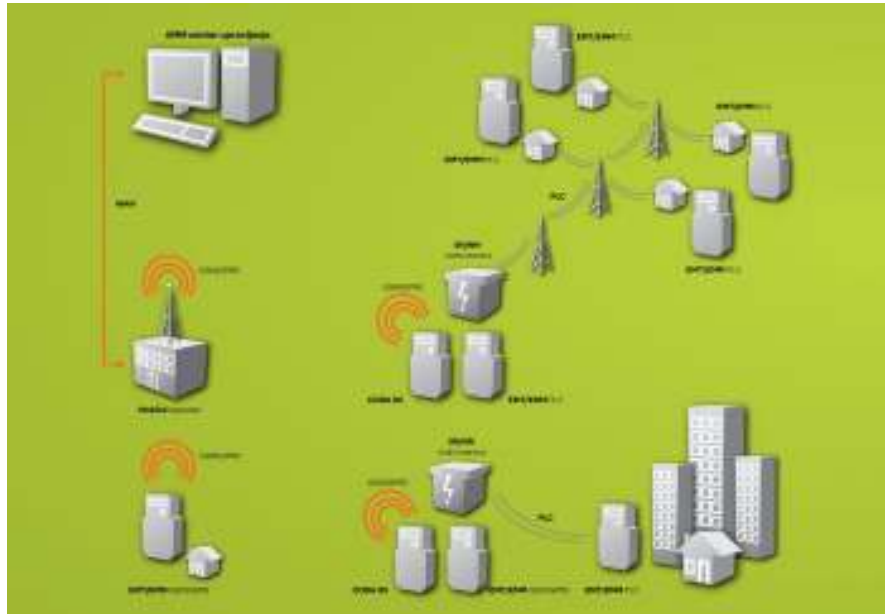
OSNOVNA AMM ARHITEKTURA

Sistem je koncipiran kao višeslojni mrežni sistem koji se sastoji od višefunkcionalnih brojila električne energije, modema za komunikaciju, koncentratora, kontrolnog centra i aplikativnog softvera. Osnovne funkcije sistema su očitavanje, podešavanje i upravljanje, aplikacijska podrška.

Uloga višefunkcijskog brojila je mjerenje električne energije (ili drugih energenata ili vode), prosleđivanje ovih podataka u kontrolni centar, kontrolisanje kupaca i ograničavanje vršnog opterećenja (upravljanje potrošnjom). Neophodno je da svako brojilo bude opremljeno odgovarajućim komunikacionim interfejsom kako bi se omogućila njegova komunikacija sa koncentradorom.

Postoje dva tipa koncentratora. Jedan tip ima samo ulogu skretnice za podatke dok je drugi tip, koji je u upotrebi u „Elektro-Bijeljini“, koncentrador koji sam vrši automatsko prikupljanje i memorisanje podataka sa brojila ili grupa brojila. Period očitavanja zavisi od broja brojila i tipa potrošnje, za domaćinstva i za

ostalu potrošnju nije isto, ali ne bi trebalo da bude duži od 60 min. Treba naći optimalno rješenje kako se ne bi pretjeralo sa zahtjevima. Prikupljeni podaci se čuvaju minimalno 72 sata, a obračunski podaci o utrošenoj energiji i vršnim opterećenjima se čuvaju i po 12 mjeseci. Koncentratori se sastoje od komunikacionog kontrolera – koncentratora, GSM/GPRS (3G) modema i više Power Line Comm modema. U komunikacionom smislu, koncentrador predstavlja „kapiju“ za prenos podataka između dvije mreže, sa jedne strane je spregnut sa kontrolnim centrom preko telekomunikacionih veza na bazi GSM/GPRS-a, a sa druge preko PLC modema sa određenim brojem brojila.



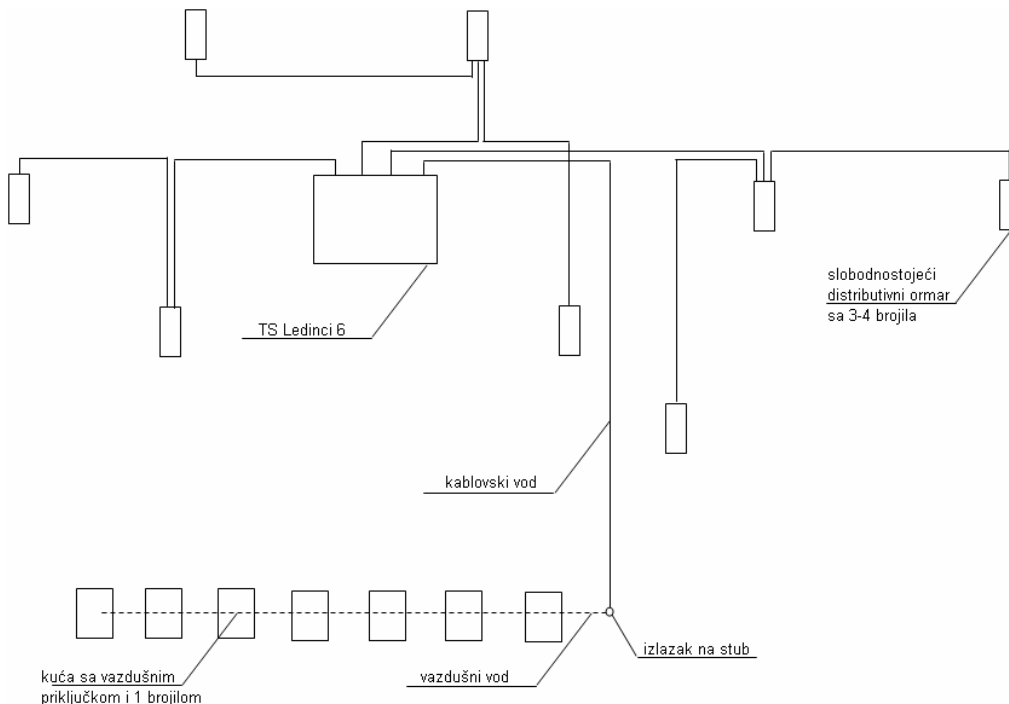
SLIKA 1 - PRINCIPI POVEZIVANJA BROJILA U SISTEMU

Za prenos podataka od potrošačkog brojila do koncentratora, u našem pilot projektu, koristi se postojeća niskonaponska električna mreža. PLC modemi, ugrađeni u brojila i koncentratore, koriste S-FSK modulaciju signala koji se šalju preko niskonaponske mreže, u CENELEC opsegu od 3kHz do 95kHz (EN 50065-1). Brzine prenosa podataka mogu da budu do 2,5Kb/s, u zavisnosti od pouzdanosti prenosa, koji je potreban. Od koncentratora do kontrolnog centra za prenos podataka se koristi telekomunikaciona veza na bazi GSM/GPRS-a. Pored ovog načina, koji smo implementirali, postoji i mogućnost da se podaci od koncentratora do kontrolnog centra prenose preko HV voda, odnosno PLC-a za visoki napon. PLC za visoki napon je skup, pa njegova ugradnja još uvijek ekonomski neopravdana. Treba očekivati da u narednom periodu cijena MV PLC-a opadne, pa će biti moguće realizovati kompletan prenos podataka po energetskej mreži.

UPOREDNA ANALIZA TROŠKOVA OČITAVANJA ENERGIJE PREKO MULTIFUNKCIONARNIH BROJILA I INDUKCIONIH BROJILA

Implementacija AMM sistema u elektrodistributivnom preduzeću „Elektro-Bijeljina“ je u toku i za sada je završena u nekoliko trafo područja u svakoj od 5 radnih jedinica. Trafo područja su izabrana na osnovu analize gubitaka, i birana su uvijek ona koja imaju prilično velike gubitke. Kao primjer za ovaj rad uzeto je trafo područje LEDINCI 6 sa područja RJ Elektrodistribucija Bijeljina, gdje je sistem pušten u rad među prvima i gdje je radi omogućavanja ove analize ostavljeno i mjerenje preko indukcionih brojila. Paralelno sa radom multifunkcionalnih elektronskih brojila potrošnju električne energije mjerili smo indukcionim brojljima, ranije korištenim kod ovih kupaca. Trafo područje je gradsko naselje, gdje su svi kupci domaćinstva nastanjena u porodičnim kućama. Napajanje većeg broja kupaca je kablovskim, a manji broj se napaja vazdušnim vodovima (SKS). Mjerna mjesta su postavljena tako da su u dvorištima porodičnih kuća postavljani slobodnostojeći distributivni ormari od poliestera i od njih se svaki kupac napaja

podzemnim kablovskim priključkom. U svaki ormar postavljena su po četiri brojila, što znači da su mjerna mjesta postavljena u svakom četvrtom dvorištu.



SLIKA 2 - TOPOLOGIJA SISTEMA

Na uvid dajemo tabelu očitane potrošnje električne energije sa indukcionih brojila kao i utrošenu energiju koja je očitana preko AMM sistema.

Posmatranje potrošnje vršeno je za vremenski period od 6 mjeseci i za 35 mjernih mjesta tj. kupaca. Iz priložene tabele (TABELA 2.) jasno se može vidjeti razlika izmjerene električne energije pomoću indukcionih brojila i elektronskih brojila. Neke od razlika nastaju kao posledica nejednovremenog očitavanja između starih i brojila iz AMM sistema ali te razlike (do 5%) su zanemarljive i ne utiču na ovu analizu.

Najuočljivije jesu razlike u izmjerenoj energiji kod kupaca sa brojem brojila 47002, 58004, 66009 i 79000 gdje je otkrivena razlika u korist elektrodistribucije, tj. otkrivena je neovlašćena potrošnja ili pogrešno mjerenje na štetu distribucije. Ukupno je spriječena neovlašćena potrošnja 34530 kWh samo kod ovih četiri potrošača za period od 6 mjeseci za koje je izvršena analiza, što u prosjeku iznosi 5755 kWh mjesečno i 69060 kWh na godišnjem nivou. Prema cijenama električne energije koje važe za 2010. godinu ukupna nenaplaćena energija (komercijalni gubici) bi iznosila 7161.52KM (3661.62€) na godišnjem ili 596.8KM (305.2€) na mjesečnom nivou samo na ovom trafo području, gdje je pogrešno mjerenje uočeno kod svega 14% kupaca od čega je neovlašćena potrošnja kod 11% kupaca. Pored otkrivene neovlašćene potrošnje uočeno je i jedno mjerno mjesto koje je mjerilo električnu energiju na štetu kupca, brojilo broj 40003 i to 226.66Wh što za godinu dana iznosi 453.33 kWh ili 37.77 kWh mjesečno (ova vrijednost je uvažena pri gore prikazanom računu). Ovakvi slučajevi trebalo bi da budu spriječeni redovnim baždarenjem brojila ali ipak, u svakodnevnom radu se dešavaju propusti a svakako nije u interesu distribucije da ošteti svoje kupce, tako da je i otkrivanje pogrešnih mjerenja ove vrste još jedna od prednosti AMM sistema! Na ostalim mjernim mjestima su razlike zanemarljive ili jako male i najvjerovatnije su posledica nejednovremenog očitavanja.

Moguće je izvršiti i analizu gubitaka za cijelo potrošačko područje, i to je prikazano tabelarno (TABELA 3.) gdje su gubici praćeni u periodu od 3 godine. Jasno se vidi procentualno smanjenje gubitaka na ovom trafo području za 2009. godinu u odnosu na prethodne dvije godine. Značajno je smanjenje gubitaka u poslednjih 6 mjeseci 2009. godine što je period kada je počeo sa radom AMM sistem na ovom području. U 2007. godini ukupni gubici na ovom trafo području su iznosili 16.38%, za 2008. godinu iznosili su

16.07% a u 2009. 10.09%. Pri analizi gubitaka u 2009. godini potrebno je obratiti pažnju da su gubici značajno smanjeni počevši od 4 mjeseca kada je i početak rada AMM sistema i u poslednjih 6 mjeseci iste godine iznose samo 3.22% što je na nivou najrazvijenijih evropskih distribucija i naše je mišljenje da ih nije ni moguće smanjiti ispod ovog nivoa. U prethodnim godinama uobičajeno je bilo da gubici u zimskom periodu budu značajni a posebno u decembru ili januaru mjesecu što je posledica očitavanja brojila koje se radi poslije ili prije novogodišnjih praznika. Automatskim očitavanjem brojila otklonjeni su ovi nedostaci i pored prazničkog perioda brojila su uvijek očitana u odgovarajuće vrijeme.

Uzimajući u obzir i troškove očitavanja brojila, koje se do početka rada AMM sistema vršilo uvidom na licu mjesta, treba imati u vidu i to da mi analizu vršimo za gradsko područje. U gradskim sredinama troškovi očitavanja su manji u poređenju sa ruralnim područjima koja znaju biti jako razučena što zahtijeva mnogo više vremena i troškova za očitavanje. Dnevnicar električara koji vrši očitavanje brojila je oko 36KM (19€) što za 6 mjeseci za koje vršimo analizu iznosi 216KM (110.5€) troškova za očitavanje 35 brojila na posmatranom trafo području. Pored troškova na dnevnicar radnika koji vrše očitavanje brojila moramo uzeti u obzir i dnevnicar radnika koji vrši unos očitanih podataka u centru za obradu podataka kao i dnevnicar koje su posledica ponovljenih očitavanja u slučaju uočenih grešaka pri očitavanju. Dnevnicar radnika u centru za obradu podataka iznosi 42KM (21,5€) i pod pretpostavkom da unos podataka, za posmatrano područje, traje jedan radni dan za šest mjeseci tri troškovi iznose 252KM (129€). Smatraćemo da troškovi ponovljenih očitavanja povećavaju osnovne troškove očitavanja i obrade podataka za 10% na polugodišnjem nivou! Iz navedenog slijedi da ukupni troškovi očitavanja i obrade podataka za posmatrani period od 6 mjeseci iznose 514.8KM (263€).

Radi potpune analize treba uzeti u obzir i troškove korištenja telekomunikacionih veza putem GPRS-a radi prenosa podataka. Ovi troškovi iznose 24KM (12.27€) mjesečno ili za posmatranih 6 mjeseci 144KM (73.62€). Znači samo na očitavanje brojila sa posmatranog trafo područja u periodu od 6 mjeseci, kroz dnevnicar radnika koji vrše očitavanje i obradu podataka, napravljena je ušteda od 370.8KM (189.61€) što na godišnjem nivou iznosi 741.6KM (379.2€). Ove vrijednosti na prvi pogled nisu značajne ali moramo ponoviti da se radi o malom trafo području u gradskoj sredini i ne treba previdjeti da u zavisnosti od vrste terena i broja kupaca troškovi očitavanja mogu značajno da se povećaju kroz prekovremeni rad ili troškove prevoza radnika do udaljenih kupaca a da troškovi očitavanja preko AMM sistema ostaju nepromijenjeni!

Uzimajući u obzir da je cijena jednog brojila koje je uključeno u AMM sistem, sa ugradnjom oko 300KM (153.38€) dolazimo do sledećih podataka. 35 brojila na posmatranom području elektrodistributivno preduzeće košta nekih 10500KM (5368.56€). Na ove troškove potrebno je i dodati troškove nabavke jednog računara, koncentratora, modema i SIM kartica koji su smješteni u kontrolnom centru i to je dodatnih 3000KM (1533.87€). Naravno moramo da navedemo i da se isti računar koristi za prozivanje svih koncentratora u sistemu a ne samo koncentratora analiziranog trafo područja ali mi ćemo u ovoj analizi to zanemariti. Dakle, ukupni troškovi implementacije AMM sistema za trafo područje sa 35 kupaca iznose 13500KM (6902.4€).

Trošak	6 mjeseci [KM (€)]	12 mjeseci [KM (€)]	24 mjeseca [KM (€)]
Implementacija AMM sistema	13500 (6902.4).	13500 (6902.4).	13500 (6902.4).
Očitavanje podataka preko GSM/GPRS	144 (73.6)	288 (147.3)	576 (294.6)
Ukupno	13644 (6976)	13788 (7049.9)	14076 (7196.9)
Ušteda			
Neovlaštena potrošnja	3580.8 (1830.8)	7161.5 (3661.6)	14323 (7323.3)
Očitavanje podataka	237.6 (121.4)	475.2 (243)	950.4 (485.9)
Obrada podataka	277.2 (141.7)	554.4 (283.5)	1108.8 (566.9)
Ukupno	4094.8 (2093.6)	8189.6 (4187.3)	16379.2 (8374.6)
Profit preduzeća	-9549.2 (-4882.4)	-5598.4 (-2862.4)	2303.2 (1177.6)

TABELA 1 - ANALIZA TROŠKOVA I UŠTEDE

	Pot. Broj	Mikroelektronika						Staro brojilo								UKUPNO		Razlika	
		Početno		Završno		Razlika		Proizvođač	Tip	Početno		Završno		Razlika		Razlika		kWh	%
		VT	NT	VT	NT	VT	NT			VT	NT	VT	NT	VT	NT	VT	NT		
1	1007	669	495	9864	4266	9195	3771	ME	TEB10A	55647	9443	68571	9443	12924	0	-3729	3771	42	0.32%
2	2008	907	943	11743	5299	10836	4356	Iskra	T22CD	51160	8409	66229	8409	15069	0	-4233	4356	123	0.82%
3	23003	253	240	10012	1539	9759	1299	EI	TE3d4R	20863	6	31693	6	10830	0	-1071	1299	228	2.11%
4	24007	706	0	14485	0	13779	0	Iskra	T22CD	40205	50898	46250	59364	6045	8466	7734	-8466	-732	-5.04%
5	25008	795	749	34710	4193	33915	3444	Iskra	T310F	12660	3873	49929	3873	37269	0	-3354	3444	90	0.24%
6	26009	180	229	9120	8122	8940	7893	ME	TEB10A	79645	5	97246	5	17601	0	-8661	7893	-768	-4.36%
7	27004	231	195	7932	3660	7701	3465	Iskra	T27CDV	97008	95101	108303	95101	11295	0	-3594	3465	-129	-1.14%
8	30002	117	235	7623	9967	7506	9732	Iskra	T22CD	61049	81936	68408	92139	7359	10203	147	-471	-324	-1.84%
9	34006	1289	1459	5102	5218	3813	3759	Iskra	T27CDV	66169	75827	69937	79862	3768	4035	45	-276	-231	-2.96%
10	35001	235	181	11305	1024	11070	843	Iskra	T22CD	88797	41496	101148	41496	12351	0	-1281	843	-438	-3.55%
11	36000	230	182	12389	824	12159	642	Iskra	T22CD	160	73369	12982	73369	12822	0	-663	642	-21	-0.16%
12	37009	303	267	11811	6705	11508	6438	Iskra	T22CD	92123	19942	110114	19942	17991	0	-6483	6438	-45	-0.25%
13	38001	425	421	11726	601	11301	180	Iskra	T310F	23853	2	35829	2	11976	0	-675	180	-495	-4.13%
14	39000	654	488	14157	782	13503	294	Iskra	T22CD	79450	45612	93829	45612	14379	0	-876	294	-582	-4.05%
15	40003	573	549	14493	795	13920	246	Iskra	T22CD	83503	63923	99709	63923	16206	0	-2286	246	-2040	-12.59%
16	42005	2246	2094	12509	6072	10263	3978	Iskra	T22CD	25542	48307	39684	48307	14142	0	-3879	3978	99	0.70%
17	44007	1824	1654	8868	8023	7044	6369	Iskra	T29CDU	71725	41355	85546	41355	13821	0	-6777	6369	-408	-2.95%
18	46004	293	460	10433	9424	10140	8964	Iskra	T310F	41764	4553	59731	4553	17967	0	-7827	8964	1137	6.33%
19	47002	391	506	8134	8621	7743	8115	Iskra	T22CD	8406	10515	18990	10515	10584	0	-2841	8115	5274	49.83%
20	49007	121	156	1702	1563	1581	1407	Iskra	T22CD	62673	97041	63939	98835	1266	1794	315	-387	-72	-2.35%
21	51007	198	260	12552	10070	12354	9810	ME	TEB10A	77835	85711	90462	95710	12627	9999	-273	-189	-462	-2.04%
22	52000	217	0	9895	57	9678	57	Iskra	T22CD	3644	12715	13388	12715	9744	0	-66	57	-9	-0.09%
23	53009	1161	1107	11946	5316	10785	4209	Iskra	T22CD	47002	4697	55693	10790	8691	6093	2094	-1884	210	1.42%
24	55006	847	1007	34291	7298	33444	6291	Iskra	T27CDV	78044	64285	118505	64285	40461	0	-7017	6291	-726	-1.79%
25	58004	1745	6971	7613	20024	5868	13053	Iskra	T22CD	50539	73511	52132	80756	1593	7245	4275	5808	10083	114.09%
26	61003	491	537	8351	7398	7860	6861	Iskra	T22CD	78899	69532	93728	69532	14829	0	-6969	6861	-108	-0.73%
27	62008	153	100	2994	2170	2841	2070	Iskra	T2BD	80502	98706	85467	98706	4965	0	-2124	2070	-54	-1.09%
28	63009	526	873	15970	3099	15444	2226	Iskra	T27CDV	79953	61526	96915	63125	16962	1599	-1518	627	-891	-4.80%
29	66009	611	551	13949	878	13338	327	ME	TEB10A	14455	0	21241	0	6786	0	6552	327	6879	101.37%
30	67000	577	420	8521	3537	7944	3117	Iskra	T310F	64834	3	76060	3	11226	0	-3282	3117	-165	-1.47%
31	71008	559	442	15673	613	15114	171	ME	TEB10A	47354	15482	62534	15482	15180	0	-66	171	105	0.69%
32	74002	339	296	9510	374	9171	78	ME	TEB10A	41411	25110	50534	25110	9123	0	48	78	126	1.38%
33	76009	279	0	9375	0	9096	0	ME	TEB10A	20177	0	29570	0	9393	0	-297	0	-297	-3.16%
34	77004	629	0	15686	0	15057	0	ME	TEB10A	43108	21889	58306	21889	15198	0	-141	0	-141	-0.93%
35	79000	961	789	18553	24210	17592	23421	Iskra	T310F	35659	2	62338	2	26679	0	-9087	23421	14334	53.73%

TABELA 2 – PRIKAZ IZMJERENE ENERGIJE NA TRAFU PODRUČJU LEDINCI 6

7.76%

Za ovo trafo područje troškovi ugradnje AMM sistema se isplatilo prilično brzo, jer su spriječeni gubici zbog neovlaštene potrošnje u iznosu od 3580.8KM (1830.8€) i troškovi očitavanja i obrade podataka u iznosu od 514.8KM (263.2€), što ukupno iznosi 4095.6KM (2094.8€) Ako izvršimo upoređivanje svih troškova jasno je da se automatizacija očitavanja isplatila za nekih 20 mjeseci rada.

LEDINCI 6	mjesec	2007.	2008.	2009.	2010.
	1	17.41%	29.56%	28.37%	3.87%
	2	28.07%	30.61%	29.16%	3.65%
	3	-13.4%	34.43%	31.19%	
	4	18.7%	1.61%	9.33%	Period povezivanja sistema
	5	13.6%	13.51%	4.36%	
	6	12.4%	-3.70%	1.41%	Period koji je obuhvaćen analizom
	7	4.3%	12.79%	1.97%	
	8	8.2%	-5.31%	1.57%%	
	9	16.3%	12.10%	3.26%	
	10	25.6%	18.00%	3.42%	
	11	30.5%	23.82%	3.80%	
	12	34.6%	25.45%	3.91%	
				Za posljednjih 6 mjeseci 3.22%	
		16.38%	16.07%	10.65%	3.76%

TABELA 3 - GUBICI U PROCENTIMA NA TRAFU PODRUČJU LEDINCI 6.

ZAKLJUČAK

U radu je data detaljna analiza opravdanosti ulaganja u AMM sistem. Analiza je izvršena za jedno manje trafo područje u gradskom okruženju i pokazala je da se ovi troškovi vrlo brzo vraćaju. U uslovima, još uvijek, prilično slabe svijesti kod sudskih organa o neophodnosti spriječavanja neovlaštene potrošnje i nemogućnosti distributera da istu naplati, implementacija AMM sistema značajno može da doprinese smanjenju gubitaka nastalih iz ovih ili sličnih razloga. Naša analiza je pokazala da je i značajno smanjenje troškova očitavanja i obrade podataka i ova ušteda iznosi oko 70% na godišnjem nivou, a analiza je rađena na malom gradskom području, što znači da bi ušteda bila još značajnija za neka veća ili razdušenija područja. Obzirom da je potreban samo jedan računar za više trafo područja, kao i da se za svako naredno trafo područje uzima po još jedna SIM kartica (a ne dvije, kao kod prvog reona), imaćemo još manje troškove od gore navedenih. Troškovi implementacije AMM sistema su kroz smanjenje distributivnih gubitaka vraćeni za period od 20 mjeseci eksploatacije istog.

LITERATURA

1. EN50065-1; CENELEC; Genevre, July 1993, „Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148.5kHz”,
2. Vujičić Igor, Gospić Nataša, Rajaković Nikola: Topologija širokopojasnih PLC mreža za pristup realizovanih na elektroenergetskim distributivnim mrežama niskog napona, telfor 2007.
3. Gospić, N., Vujičić, I.R. (2004) Učešće elektroprivrednih kompanija na evropskom telekomunikacionom tržištu *Tehnika - Saobraćaj*, vol. 51, br. 3,
4. Marinković D., Topalović J., Novi Sad, (2007) Automatizacija daljinskog očitavanja brojila