

UDC: 007.5:621.316

Info M: str. 41-47

**UTICAJ UVOĐENJA DALJINSKOG OČITAVANJA U POGLEDU  
ENERGETSKE EFIKASNOSTI I PREDNOSTI ZA KORISNIKA  
IMPACT OF THE INTRODUCTION OF REMOTE ENERGY READING  
IN TERMS OF ENERGY EFFICIENCY AND BENEFITS FOR USER**

mr Lilijana Đukić Petromanjanc

**REZIME:** U radu je prikazano uvođenje naprednih sistema upravljanja i merenja električne energije, njihov uticaj u pogledu energetske efikasnosti, pogodnosti za korisnika, smanjenje emisije gasova i obezbeđivanje transparentnosti i konkurentnosti energetskih tržišta. Uštede električne energije upotrebom pametnog brojila i kućnog terminala, koji nam omogućavaju dostupnost podataka o potrošnji električne energije u realnom vremenu i na jednostavan način. Proučavanje postojećeg modela koji sadrži kriterijume za naplatu električne energije, obezbeđenje ekoloških uslova i ekonomski doprinos u informacionom sistemu u elektrodistribuciji. Uvođenje green tehnologije u informacione sisteme elektrodistribucije doprinosi obezbeđenju efikasnijeg obračuna električne energije. Primena green tehnologija obezbeđuje bolje povezivanje sa podsistemima i aplikacijama poslovnog informacionog sistema u elektrodistribuciji, kao i uslove za praćenje isporuke kvalitetne električne energije kupcima i smanjenje CO<sub>2</sub>. Prikazani su rezultati analize isplativosti uvođenja AMM Sistema za konzum Novog Sada.

**KLJUČNE REČI:** AMM, AMI, MDM, Pametne napredne MREŽE

**ABSTRACT:** This paper describes the implementation of advanced systems of management and measurement of electricity, their impact in terms of energy efficiency, the benefits for the user, reducing emissions and ensuring transparency and competitiveness of energy markets. Saving electricity by using smart meters and home terminals, which allow us to access data on electricity consumption in real time and in a simple way. The study of the existing model, which includes the criteria for payment of electricity, the provision of ecological conditions and economic contribution to the information system of the power company. The introduction of green technologies in information systems of electric utilities provides efficient calculation of electricity. The application of green technology provides a better connection with subsystems and applications of business information system in the electric company and the conditions for monitoring the quality of delivery of electricity to customers and reducing CO<sub>2</sub> emissions. The results of the analysis of the cost-effectiveness of introducing AMM system for the consumption of Novi Sad.

**KEY WORDS:** AMM, AMI, MDM, Smart Grid

## UVOD

*Advanced Metering Management (AMM)* Centar je zasnovan na *AMM* konceptu koji podrazumeva daljinsko očitavanje i istovremeni efikasan nadzor i upravljanje drugim komponentama *AMI-Advanced Metering Infrastructure*, veliku brzinu obrade podataka u višekorisničkom okruženju (Client/Server arhitektura), vezu sa drugim informacionim sistemima (Sistem za obračun i naplatu utrošene električne energije, Sistem za podršku kupcima, itd) i transfer podataka u *MDM/R (Meter Data Management & Repository)* podsistem.

Obim *AMM* sistema je u rasponu od 30.000 do 1.000.000 brojila. Sistem je dovoljno fleksibilan da se lako nadograđuje i time pokriva promene unutar elektrodistributivnih informacionih sistema, bilo zbog promene broja kupaca, bilo zbog izmena u organizaciji.

Podaci su smešteni u bazu podataka standardnog i licenciranog sistema za upravljanje relacionim bazama podataka. Primenjeni model podataka mora biti takav da omogućava jednostavnu integraciju sa drugim informacionim sistemima i podsistemima (*IPS-Informationi Poslovni Sistem*). Model podataka *AMM* Centra mora biti realizovan i isporučen u standardnom formatu programa za modelovanje sa deskriptivnim nazivima i/ili jasnim opisom svih objekata baze podataka (entiteta, atributa, pogleda, relacija, procedura, itd).

U osnovi *AMM* Centra je odgovarajuća informatička i telekomunikaciona infrastruktura koja omogućava njegov ne-

smetani i efikasan rad (postojećim „fail safe“ sistemima je obezbeđena potrebna redundansa, nesmetan rad u slučaju nestanka napajanja i sl). Na serverima (*AMCC - Advance Metering Control Computer*) i klijentima *AMM* Centra je instaliran odgovarajući sistemski i aplikativni softver koji omogućava izvršavanje svih specifičnih funkcija. *AMM* Centar može da funkcioniše u uslovima zatečene informatičke i telekomunikacione organizacije elektrodistributivnog preduzeća. Poželjno je da administratorski i klijentski GUI (*Graphical User Interface*) bude realizovan na najnovijoj informatičkoj platformi koja ne iziskuje instalaciju posebnog softvera.

Komunikacija između *AMM* Centra i ostalih komponenta Sistema vrši se putem WAN. Svaki elektrodistributivni informacioni sistem u skladu sa svojim trenutnim stanjem telekomunikacione i informatičke infrastrukture definiše redundan-  
tne komunikacione pravce sa komponentama Sistema.

Obavezno je prisustvo opcije za export podataka u fajl (min. ASCII, i EXCEL tip fajla). Funkcije *AMM* Centra u pogledu očitavanja podataka i konfigurisanja izvršavaju se i na prenosnim računarima, koji se povezuju direktno na koncentrator ili brojilo.

*AMM* sistemi osim merenja i daljinskog očitavanja potrošnje električne energije, gasa, vode, itd imaju dodatne funkcije, oni predstavljaju jedan od osnovnih informatičkih tehnologija energetske infrastrukture *AMI*, koje, između ostalog omogućavaju:

– efikasno korišćenje energije,

- razvoj inovativnih energetske usluga, i
- izgradnja i funkcionisanje električne mreže budućnosti (*Smart Grids*).

Dizajnirani su za merenja i upravljanja u domaćinstvima, industriji a određene funkcionalnosti se takođe koriste za druge klijente.

European Union (EU) postavlja strateške ciljeve u pogledu energetske efikasnosti krajnjeg korištenja i efekat smanjenja emisije gasova staklene bašte. Posebno zbog klimatskih promena, u martu 2007, ministri EU su apelovali na realizaciji cilja, koji se sastoji od:

- smanjenje potrošnje energije od 20% do 2020. godine;
- smanjenje emisije gasova staklene bašte za 20% do 2020. godine, i
- povećanje akcije obnovljivih izvora energije od 20% do 2020. godine a sve u okviru šire *Smart Grids* platforme.

Direktiva EU što se tiče budućnosti za energiju će sigurno biti orijentisana ka postizanju ovih visoko postavljenih ciljeva. *AMM* sistemi mogu značajno doprineti njihovoj realizaciji, jer omogućavaju:

- smanjenje troškova očitavanja i povećanje broja očitanih brojila električne energije;
- povećanje tačnosti merenja i smanjenje broja reklamacija;
- ubrzavanje izdavanja računa i smanjenje vremena naplate;
- mogućnost daljinskog isključenja/uključenja kupaca i povećanje stepena naplate;
- smanjenje netehničkih gubitaka;
- realizacija tehnološke platforme za primenu kompleksnog tarifnog sistema
- poboljšanje upravljanja mrežom i opterećenjem (bolje korišćenje postojećih kapaciteta i odlaganje investicija u EEO);
- unapređenje planiranja razvoja mreže;
- smanjenje troškova održavanja;
- skraćivanje vremena trajanja prekida i povećanje pouzdanosti distributivne mreže;
- realizacija osnove za *Smart Grids*.

Ispunjenje ovih ciljeva će doneti mnogobrojne koristi, što će omogućiti brzi povratak uloženi sredstava, u nekim područjima i za 6 meseci. Sistem je zasnovan na sledećim principima:

- interoperabilnost<sup>1</sup>;
- pouzdanost;
- skalabilnost;
- fleksibilnost;
- modularnost;
- automatsko prepoznavanje i uvođenje komponenata u Sistem („*plug and play*“);
- dvosmerna komunikacija;
- sigurnost podataka;
- unifikacija i standardizacija funkcija i komandi Sistema.

<sup>1</sup> Interoperabilnost je sposobnost uređaja najmanje tri različita proizvođača da u okviru Sistema razmenjuju i koriste informacije automatski prepoznajući njihov obim, format i značenje.

Da bi uporediti troškove i koristi dva različita stanja elektroenergetske mreže, odnosno bez pametnih brojila i sa pametnim brojlama, ekonomska analiza se sastoji iz dva koraka :

- u posmatranom periodu, trenutno stanje bez pametnih merača
- u posmatranom periodu trenutno stanje sa pametnim meračima

U Evropi, *AMM* sistemi su već usvojeni od strane Italije (poslovanje se sprovodi od strane ENEL Kompanije) i Švedske (poslovanje se sprovodi od strane vlade). U ovom trenutku, usvajanje *AMM* Sistema su u toku u Holandiji zatim sledi u Velikoj Britaniji i Francuskoj.

## 2. AMM SISTEM

### 2.2. Arhitektura Sistema

Sistem se sastoji od:

- **AMI**
- **MDM**

U opštem slučaju *AMM* (slika 1) se sastoji od sledećih komponenata koje su opremljene odgovarajućim komunikacionim modulima:

- Višefunkcionalna elektronska brojila
- Koncentratori
- *AMM* Centar

između kojih se komunikacija odvija putem podsistema za prenos podataka.

Podsistemi za prenos podataka moraju da omoguće pouzdan i brz dvosmerni prenos podataka, alarma i komandi između komponenata *AMI*. Mora biti takav da ima kapacitet dovoljan da sve postavljene zadatke komponente *AMI* obavi u specificiranim vremenskim okvirima.

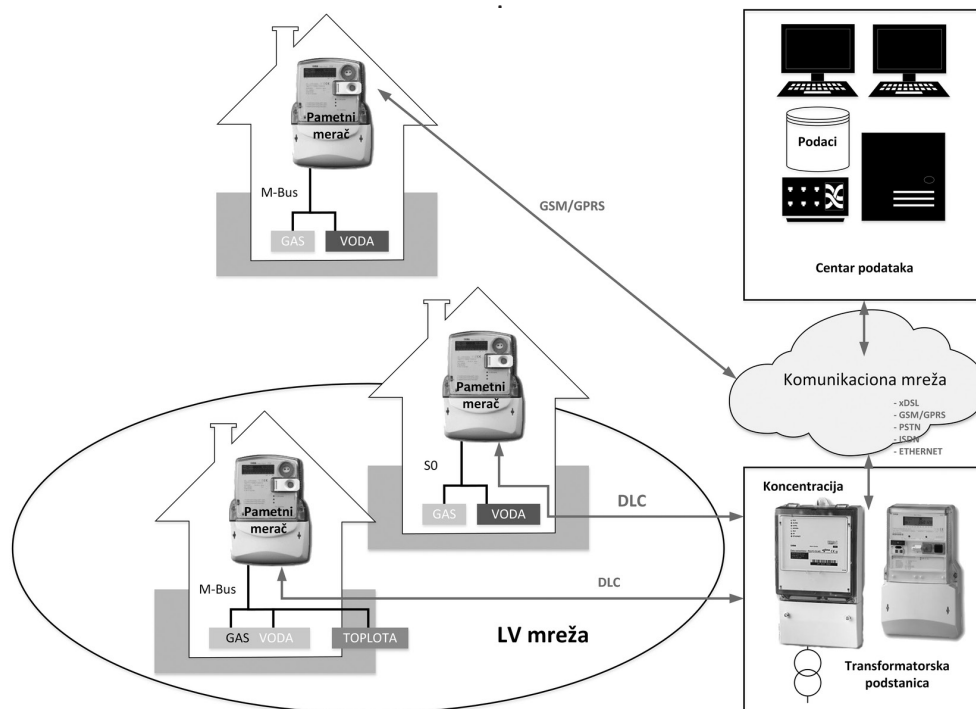
Podsystem za prenos podataka mora obezbediti odgovarajuću kodnu zaštitu prenošenih podataka (npr, zaštita od neovlašćenog očitavanja, neovlašćenog generisanja komandi, zlonamerne dostave lažnih podataka itd...).

Poželjno je da između *AMM* centra i koncentratora/GPRS mernih grupa postoje bar 2 komunikaciona puta za prenos podataka, jedan primarni i jedan sekundarni koji služi kao rezerva u slučaju da primarni komunikacioni put nije u funkciji.

Svaki elektrodistributivni informacioni sistemim će u skladu sa svojim trenutnim stanjem telekomunikacione i informatičke infrastrukture definisati redundantne komunikacione pravce prema komponentama Sistema.

Za merenje i očitavanje potrošnje i snage, evidenciju događaja i eventualno isključenje/uključenje na mernom mestu kupca se postavljaju višefunkcionalna elektronska brojila (*EMM/EMT PLC - Smart Meters*).

Koncentratori su autonomni uređaji koji automatski ili na zahtev izvršavaju funkcije očitavanja i parametrizacije brojila i predaje očitanih podataka *AMM* centru. Realizovani su kao industrijski računari, prilagođeni za uslove rada u Trafo Stanicama.



Slika 1: Arhitektura AMM [1]

U opštem slučaju postoje nekoliko nivoa koncentrataora u zavisnosti od koncepcije i realizacije sistema za prenos podataka. Tehničke karakteristike koncentrataora:

1. KONSTRUKCIJA: **Fanless Embedded PC** - Koncentrator je izveden kao industrijski PC računar bez pokretnih delova.
2. NAPAJANJE: **AC: 230V, 50Hz, Opciono, DC: 24V**
3. MONTAŽA: **vertikalna** (Wall mounted)
4. OPERATIVNI TEMPERATURNI OPSEG: **od -20 C do +65 C**
5. MAKSIMALNA OPERATIVNA VLAŽNOST: **90%**
6. OČEKIVANI ŽIVOTNI VEK: **10 godina.**
7. MAKSIMALNE DIMENZIJE KUĆIŠTA (ŠhDhV): **300h300h150 (mm)**
8. BROJ PODRŽANIH BROJILA (KAPACITET): **1000 brojila.**
9. MEMORIJA ZA SKLADIŠTENJE (STORAGE):
  - Hardver: **Compact Flash Card Type II (CF Type II) ili SSD**
  - Kapacitet: **min. 4 GB**
10. KOMUNIKACIONI PORTOVI (minimalno):
  - **1hLAN 10/100, RJ45**
  - **1hUSB 2.0**
11. KOMUNIKACIONI PORTOVI (Opciono) – u zavisnosti od izvedbe komunikacionih modula:
  - **2hRS-232 (Izolovan)**
  - **2hRS-485 (Izolovan)**
12. OSTALI PORTOVI (minimalno):
  - **1xD-Sub (DB15) VGA**

13. KONTROLNI TAJMER (Watchdog timer): **Programabilan**
14. HARDVERSKI MONITORING: **minimum temperature CPU i Kućišta.**
15. SAT REALNOG VREMENA (**Real Time Clock**)
16. ZAŠTITA OD PRODORA VODE I PRAŠINE: **IP 54 ili bolji**
17. OPERATIVNI SISTEM: **Embedded OS (npr: windows 7, Windows CE, Windows Mobile, Linux...)**
18. OZNAKA KVALITETA: **CE mark**

MDM sistem obezbeđuje zajedničku infrastrukturu za prijem podataka o očitanoj potrošnji iz realizovanog AMI sistema u okviru jednog elektrodistributivnog preduzeća, potencijalno obračunava utrošenu električnu energiju (tj. obezbeđuje podatke neophodne sistemu za obračun i naplatu električne energije), čuva i upravlja podacima, kao i obezbeđuje pristup predmetnim podacima svim zainteresovanim stranama.

Ovakvi sistemi pored samog prikupljanja podataka obavljaju još neke zadatke kao što su predprocesiranje podataka (npr. validacija, predviđanje, izmena – VEE). Veza između centralizovanog MDM sistema i različitih AMI sistema se ostvaruje pomoću softverske Prilagodne komponente (*Head End*) sistemi [2, 3].

Napredni sistem merenja električne energije treba da posluži:

- Kupcima – za informaciju u realnom vremenu, koja im je potrebna za donošenje odluke o načinu korišćenja električne energije i njihove uštede
- Snabdevačima - kao sredstvo za bolje razumevanje svojih kupaca u cilju poboljšanja usluge
- Distributerima - kao alat za bolje praćenje i upravljanje svojom mrežom.

Pored toga pametna merenja omogućavaju kupcima koji imaju sopstvene izvore električne energije (mini i mikro generatore) da ostvare finansijski efekat od svoje proizvodnje, a distributerima da upravljaju tom proizvodnjom.

Pored pametnih brojlara, noviji *AMM* sistemi imaju kućni terminal - *Electronic In-House Display*, je uređaj koji prikazuje potrošnju prvenstveno električne energije u kWh i novčanim jedinicama, najveće i najmanje potrošnje/ostvarene snage i sl. Takođe, kućni terminal omogućuje komunikaciju između korisnika i dobavljača, ponudu novih cenovnih modela na temelju stvarnih očitavanja u realnom vremenu [4]. Nedostatak znanja o pojedinačnoj potrošnji uređaja i na koji način je moguće tu potrošnju smanjiti ili raspodeliti između perioda niže i više tarife je jedan od ključnih razloga zašto mali broj ljudi vodi računa o energetske efikasnosti [5]. Osim toga, omogućava operaterima *Grid-a*, elektronskim dobavljačima energije i drugim davaocima energetskih usluga da uspostave dodatni poslovni (informatički) odnos sa svojim klijentima, koji mogu dati podsticaj brojnim novim uslugama i proizvodima.

### 2.3. Sistemske Funkcionalnosti

*AMM* sistemi nude različite funkcionalnosti, koje se takođe kontinuirano razvijaju i unapređuju, jer je pokretačka snaga u uvođenju sistema podsticanje za dalje inovacije:

- Lokalni prikaz podataka - Kontinuirano Informisanje Korisnika.

Pružanje kontinuirano informacije krajnjim korisnicima u pogledu njihove potrošnje, tarife i cene je preduslov za efikasnu uštedu energije i upravljanje potrošnjom. Najčešće korišćene tehničke mogućnosti za informisanje korisnicima su:

- Korišćenje kućnog terminal za direktan pristup pametnim meračima
- Korišćenje ekrana na samom meraču
- Upotreba Web portala

Mogućnost smanjenja potrošnje u domaćinstvima i industriji putem lokalnih energetskih ekrana je procenjena na 1% na godišnjem nivou, što, u smislu tekuće potrošnje, iznosi do oko 31GWh godišnje [1]. Ovo znači smanjenje emisije CO<sub>2</sub> (zajedno sa merama prema smanjenju potrošnje u vršnom času). Ako je potencijal na nivou od 1% od ukupnih emisija CO<sub>2</sub> u Srbiji, znači pad od 55.000 tona CO<sub>2</sub> godišnje [1].

- upravljanja podsistemom za nadzor distributivne mreže (*DSM - Distribution Management Systems*)

*DSM* omogućava smanjenje vršnog opterećenja, iz tog razloga, manja je upotreba ekološki štetnih izvora električne energije. Da bi se omogućilo *DSM*, za vreme korišćenja tarife (čak i tarife po casu) su odgovorni zaposleni. Može *DSM* prepuštiti mere korisnicima, koje će odlučiti da li će smanji svoju potrošnju ili ne. U slučaju dinamičkih tarifa, informisanje korisnika je kontinuirano, omogućen (lokalni prikaz informacija).

Smanjenje potrošnje može biti automatizovano, pametna brojila primaju signal (često, ovaj signal je nazvan »Code Red«) koji bi trebalo da smanji potrošnju kao rezultat dati tačan odgovor. Ako potrošnja prelazi u novoosnovanu graničnu

vrednost, merač isključuje korisnika. Dok signal »Code Red« traje, rekonekcija je moguća pritiskom na dugme na pametnom meraču. Naravno, pre toga, potrošnja mora da se smanji, inače merač će izvršiti ponovo isključenje. U budućnosti, veza sa domaćinstvima je sigurna (podaci tačni), što će omogućiti selektivno upravljanje opterećenjem (isključenja ne samo električne energije već i grejanja itd).

Pametna brojila su opremljena prekidačima i limitatorima snage, na taj način omogućava:

- daljinsko isključenje/povezivanje korisnika (pauza i ponovno uspostavljanje napajanja u slučaju neplaćanja, privremenog isključenja,...),
- limitator snage (ograničenje u slučaju krize u sistemu, hitnog snabdevanja, ...).

Prema procenama, koristeći *DSM* i dinamičke tarife vršno opterećenje će biti smanjeno za najmanje 5% [1].

- Efikasnije čitanje daljinskim očitavanjem i precizniji i brži obračun električne energije

U nekim zemljama, zakon zahteva mesečno čitanje potrošene električne energije (na primer u Švedskoj čitanje svih korisnika električne energije do 4. u mesecu), u budućnosti se mogu očekivati takve direktive i iz EU. Efikasano mesečno čitanje može praktično da se implementira samo putem *AMM* sistema, koji ne nude samo podatke za fakturisanje, nego mnogo više od toga, jer omogućavaju registraciju intervala potrošene/isporučene energije, na primer svaki četvrt sata, čime se omogućava pregled dnevnog-opterećenja. Zbog preciznih računa na osnovu mesečnih očitavanja, troškovi upravljanja odnosa sa kupcima su znatno smanjeni kao i bolja naplativost električne energije.

Važna prednost *AMM* sistema je i mogućnost udaljenog kontrolisanja pripejd sistema. Sistem omogućava funkciju daljinskog nadgledanja preuzete energije, potrošnju, ponovno priključenje, itd

- Nadzor distributivne mreže i praćenje kvaliteta isporučene električne energije

Predložena arhitektura omogućuje jednostavnu, brzu i sigurnu integraciju *Smart Metering* sistema sa ostalim softverskim proizvodima. *Smart Metering*, rešenja se izuzetno brzo razvijaju u sistemima za distribuciju električne energije. Pojedina arhitektonska rešenja su razvijena od strane najvećih proizvođača softverskih sistema sa namerom da takvi sistemi budu u mogućnosti da prikupljaju izuzetnu veliku količinu podataka sa merača potrošnje u sistemu. Pri razvoju ovakvih sistema jedan od glavnih problema je integracija sa postojećim podsistemima distributivnog sistema (podsistema za upravljanje kvarova, podsistema za upravljanje resursima, podsistem za naplatu, itd.). Radi što lakše integracije od najveće je važnosti da se koriste standardizovani mehanizmi za razmenu podataka. Dva standarda su se odvojila kao dobri kandidati za rešavanje izazova vezanih za integraciju: *IEC's Common Information Model (CIM)* i *OPC's Unified Architecture (UA)*. U radu predstavljena je arhitektura u kojoj se kombinuju najbolje osobine ova dva standarda (*CIM* i *UA*), na taj način što se objedinjuju modeli podataka i interfejsi za razmenu podataka kao na Slici 1 (Figure 1 - Suggested architecture of *Smart metering* system [6]).



U poslednjih nekoliko godina potražnja za električnom energijom je u konstantnom usponu. Sa druge strane izvori električne energije su ograničeni pa energetska efikasnost postaje izuzetno važna na svim nivojima: u proizvodnji i prenosu električne energije (*Energi Management Systems – EMS*), u distribuciji (*Distribution Managements Systems – DMS*), a u poslednje vreme i na nivou samih potrošača. Novi pametni, merači omogućuju da pojedinačni potrošači uzmu učešće u procesu uštede električne energije. Prve generacije pametnih merača su mogle samo da mere potrošnju, dok poslednje generacije mogu da mere potrošnju u različitim tarifnim sistemima i omogućuju merenje potrošnje gasa ili pijaće vode [7]. Nove generacije pametnih merača mogu da izvrše pojedine naredbe, pre svega da uključe i isključe potrošača. Na taj način pametni merači prestaju da budu samo ulazni elementi već postaju važan deo kompleksnog sistema za nadzor i upravljanje [8] u elektrodistributivnim preduzećima. Može se očekivati da će upotreba ovih sistema omogućiti uštede u energiji u trenucima kritičnog opterećenja sistema.

U budućnosti, u oblasti električne energije, može se očekivati još bolja povezanost na distributivnu mrežu. Okolnosti u mreži će biti mnogo dinamičnije i pre ili kasnije potražnja za praćenje energetskih tokova približna realnom vremenu (npr najmanje na svakih 15 minuta) će se pojaviti, što predstavlja veliki izazov za sistemske resurse na *AMM* sistem. Trenutna tehnologija još uvek u potpunosti ne omogućava ovo, jer u ovom trenutku, problem su komunikacije (najčešće se koristi PLC i GPRS, imaju previše mali propusni opseg i/ili ograničene resurse sistema), međutim, budući *AMM* sistemi će se razviti više od ovog nivoa.

Pametna brojila omogućuju i sledeće :

- registracija nestanaka i restauracija (trajanje, ukupan broj, itd) ,
- merenje i registrovanje nekih parametara kvaliteta napona.

*AMM* sistemi takođe omogućavaju brzu detekciju kvarova, gubitka u mreži, krađe, koji omogućavaju da se komercijalni gubici u velikoj meri eliminišu ili smanje na minimum. Skladištenje podataka u Sistem omogućavaju se efikasne analize, održavanje i bolje planiranje mreže.

- Informatička podrška za brzo efikasno napajanje.

*AMM* sistemi omogućavaju brz prekid i restauraciju struje, jer su podaci za obračun dostupni za svaki dan, a sa informatičke tačke gledišta ovo prebacivanje znači da je pristup podacima novog snabdevača za novog korisnika registruje u informacioni sistem. *MDMS* softver koji je obično deo informacionog sistema povezan sa *AMM* sistema čini upravljanje još lakšim i efikasnijim procesom za upotrebu (zbog virtualizacije).

- Pametna brojila imaju sinhronizovano sat

Sva pametna brojila imaju sinhronizovana vremena. Dakle, čitanja u celom sistemu su obavljena u istom vremenskom periodu, svima je istovremeno uključena tarifa.

- Multi – komunalne usluge

*AMM* sistemi omogućavaju i daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom prirodnog gasa, vode, grejanja, itd. To donosi korist sa drugim komunalnim preduzećima.

### 3. ANALIZA TROŠKOVA I ISPLATIVOST UVOĐENJA *AMM* SISTEMA

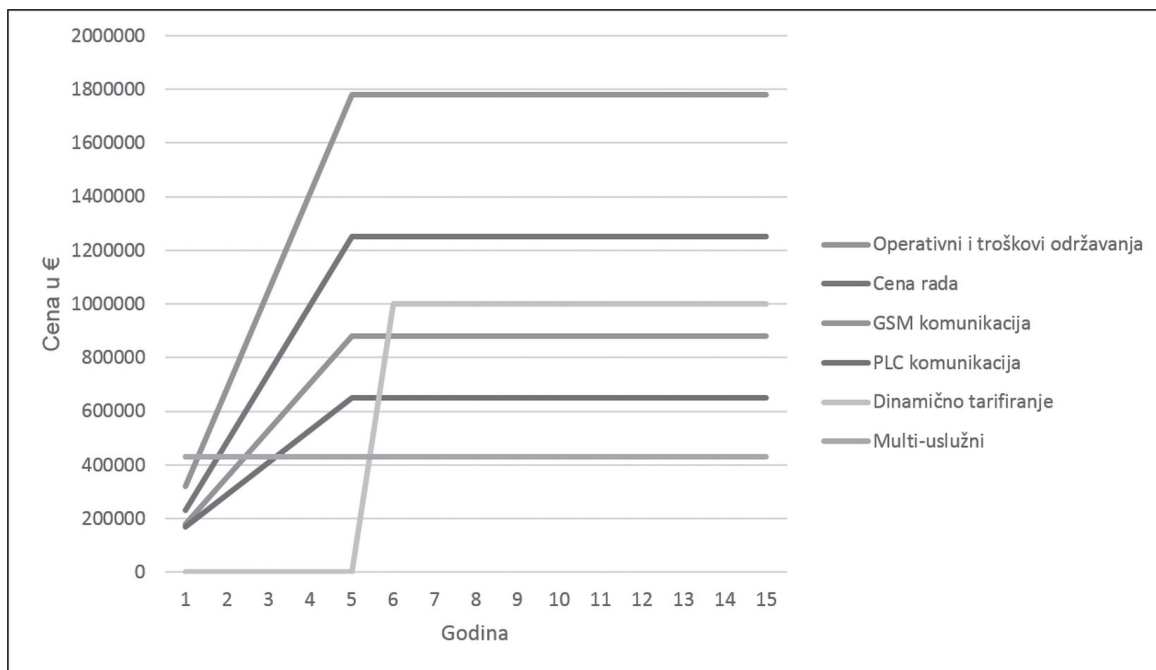
Cilj analize troškova i koristi od uvođenja *AMM* sistema je procena za sve troškove i povlastice koje proističu za domaćinstva i privredu, istražuje se da li će dodatne pogodnosti nadoknaditi dodatne troškove. Analiza je urađena za ceo konzum Novog Sada, pod pretpostavkom da je usvajanje *AMM* sistema usklađeno između svih distributivnih preduzeća. Ako se pretpostavi da će *AMM* sistem u potpunosti biti usvojen uzet u razmatranje period od pet godina, znači da će svake godine jedna petina od ukupnog broja lokacija potrošnje biti adekvatno opremljena. Očekivani životni vek merača je procenjen na petnaest godina, što je takođe period koji pokriva ekonomske analize. Uzeto je u obzir trenutno stanje u oblasti važećih zakona obavezujući distribuciju i komunalne usluge koje pametni merači čitaju samo jednom godišnje. Prosečna godišnja stopa porasta cene energije je procenjena na 5%. Diskontna stopa je utvrđena da je 4.16 odsto što je sadašnja vrednost zbog usvajanja Operatora Sistema.

Ukupni investicioni troškovi su ravnomerno raspoređeni u periodu od pet posmatranih godina procenjen je na oko 235 miliona €, što je 266 € po lokaciji potrošnje. Najveći deo ove investicije je nabavna vrednost brojila u sistema [1]. Ovaj proračun se može uporediti sa podacima dobijenim iz inostranstva kao što se vidi iz tabele 1. kupovna cena u velikoj meri zavisi, i suprotno je proporcionalna, ukupanom broju brojila koji se kupi.

Tabela 1: Pregled globalnih investicionih troškova za *AMM* sistem iz raznih zemalja [9]

Zemlja (izvor)	Globalni troškovi projekta (u milijardima €)	Broj merača za sistema merenja (u milionima)	Globalni troškovi po brojilu (in €)
Great Britain (Ofgem)	5.2	27	193
Sweden (E.ON)	0.2	1	220
California (SCE)	1	4.7	213
California (PG&E)	1.3	5.1	262
California (SDGE)	0.5	1.4	357
Canada/Ontario (regulator)	2	4.3	453

Troškovi funkcionisanja *AMM* sistema su prikazani na slici 2, pokrivaju operativne troškove i troškove održavanja, troškove radne snage, troškove komunikacije (ocijenjeno je da je 95 % od mernih mesta treba da budu povezani sa PLC-a a ostatak preko GPRS komunikacije) i trošak od usvajanja dinamičano - tarifiranje funkcije, kao i integraciju drugih energija ponuđača (Više – korisnička šema)

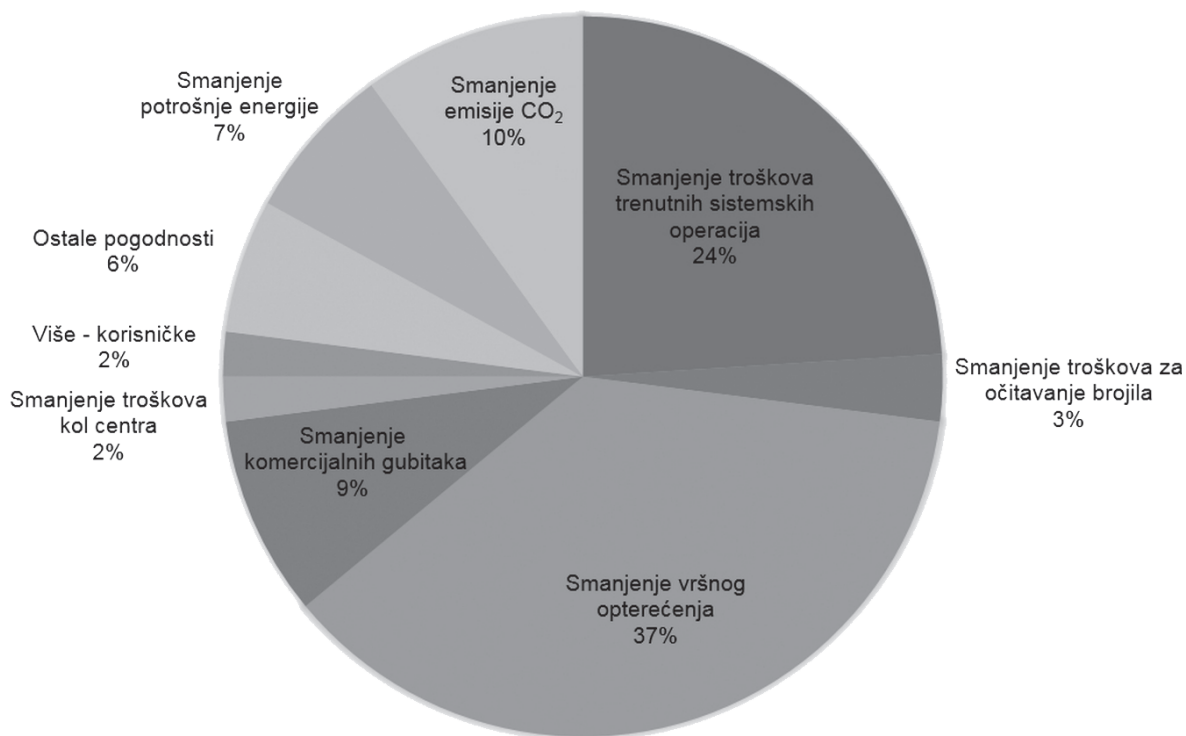


Slika 2: Troškovi AMM sistema u posmatranom periodu [1]

Uvođenje *AMM* sistema prouzrokuje niz pogodnosti za bilo kog učesnika na tržištu električne energije. Neke od najvažnijih prednosti su prikazani na slici 3. Najveća korist će se izvući od smanjenja potrošnje energije, troškove mreže i maksimalnih proizvodnih kapaciteta, uštede troškova koje je ugovoreno sa postojećim operativnim sistemom, od smanjenja potrošnje i od smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. Ukupni izračunati troš-

kovi i isplativost za posmatrani period od 15 godina su iznad pola milijarde €.

Takođe je data analiza opravdanosti uvođenja *AMM* sistema u tabeli 3. U svakom od istraženih slučajeva, investicija se pokazuje ekonomski opravdano. Investicija je najviše opravdana ako se odluči za mesečno čitanje podataka, koji je takođe dugoročni cilj EU.



Slika 3: Akcije najvažnijih prednosti koji se mogu izvući nakon uvođenja AMM sistem u posmatranom periodu [1]

Tabela 3: Pokazatelji ekonomskog opravdanja uvođenja AMM sistema [1]

Varijante	Neto srednja vrednost-NSV u €	Stopa povratka-NSD u %	Period otplate
Osnovni slučaj	116.575.364	10,4	11 godina
Uvođenje za tri godine	218.017.012	13,2	9 godina
Uvođenje za sedam godine	82.695.377	9,2	12 godina
20 godina životnog veka	250.505.412	13,2	11 godina
12 godina životnog veka	54.386.202	7,9	14 godina
Mesečno prema brojaču	243.195.303	16,8	8 godina
10 % rast cena energenata	154.489.354	12,0	10 godina
0 % rast cena energenata	92.994.214	9,3	11 godina
25 % smanjenje ulaganja cena	163.165.962	14,5	9 godina
25 % povećanje investicionih troškova	69.984.767	7,5	12 godina
50 % smanjenje troškova transfera podataka	123.609.145	10,8	11 godina
50 % povećanje troškova prenosa podataka	109.541.584	10,1	11 godina
7.5 % smanjenje potrošnje max snage	180.394.203	12,9	10 godina
1 % smanjenje potrošnje max snage	14.465.223	5,1	14 godina
Troškovi multi-komunalnih usluga je 7 €	121.037.248	10,6	11 godina
Troškovi multi-komunalnih usluga je 2,5 €	113.600.776	10,3	11 godina
2% smanjenje potrošnje energije	199.932.549	14,5	9 godina
0.5 % smanjenje potrošnje energije	91.514.723	9,1	11 godina

## ZAKLJUČAK

Celokupan proces rada jednog preduzeća, koje se bavi prodajom, obračunom i naplatom električne energije, može se povezati sa svim poslovnim sistemima korišćenjem pametnih brojila prilikom očitavanja električne energije. Vezom prema sistemima daljinskog očitavanja i upravljanja AMM memnih uređaja moguće je dodatno pospešiti efikasnost celokupnog sistema. Upotrebom internet tehnologije se mogu realizovati dodatne usluge kupcima električne energije i tako podići njihov nivo zadovoljstva i smanjiti broj reklamacija tj. grešaka, bržu naplativost kao i smanjenje radne snage a samim tim i smanjenje emitovanja CO<sub>2</sub>.

Korišćenjem postojeće funkcionalnosti, AMM sistemi mogu biti efikasan instrument u ostvarivanju visoko postavljenih ciljeva energetske politike EU. Ovi sistemi u stvari predstavljaju informacione infrastrukture energija, koja, pored gore navedenih pozitivne efekte u smislu efikasnog korišćenja energije krajnjeg korisnika, smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, povećanje sigurnosti snabdevanja energijom, unapređenje konkurentnosti privrede, itd, nude veliki potencijal i za razvoj novih inovativnih energetskim uslugama.

Analiza troškova i koristi u slučaju uvođenja AMM sistema pokazuje da je ulaganje u AMM sistem opravdano. Po razumno eksploatirajući funkcionalnosti sistema, godišnja potrošnja može da se smanji za 31 GVh i emisije CO<sub>2</sub> od 55.000 tona godišnje.

Upotreba kućnog terminala podiže svest o načinu korišćenja električne energije u domaćinstvu i omogućava promenu ponašanja kupca što rezultira manjim računom za utrošenu električnu energiju. Iskustva iz dosadašnjih studija govore o 5 do 15% uštede električne energije koja se javlja u prvoj godini upotrebe kućnog terminala.

## LITERATURA

- [1] A. Souvent, G. Omahen, B. Derganc, J. Kosmač, "Strateška tehnološko-ekonomska študija uvedbe sodobnega sistema za merjenje električne energije (AMM sistema) v slovenski distribuciji", študija št. 1849, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana 2008.
- [2] Vukmirovic Srdan, Lukovic Slobodan, Erdeljan Aleksandar, Kulic Filip, Software architecture for Smart Metering systems with Virtual Power Plant, 15th IEEE Mediterranean Electromechanical Conference, Valletta, Malta 25 - 28 April, 2010.
- [3] Vukmirovic Srdan, Lukovic Slobodan, Erdeljan Aleksandar, Kulic Filip, A Smart Metering Architecture as a step towards Smart Grid realization, IEEE Energy Conference ENERGYCON 2010, December, 2010, Manama, Bahrain, pp. 2307 - 2311.
- [4] D. Jelenčić, I. Ivšinović, „Kućni terminali I njihova uloga u učinkovitoj uporabi energije“, Hrvatski ogranak međunarodne distribucijske konferencije, CIRED, Umag, 2010.
- [5] Bruce Tonn, Jean H. Peretz, "State - level benefits of energy efficiency", Energy Policy, Volume 35, Issue 7, July 2007, Pages 3665-3674
- [6] Lilijana Djukic Petromanjanc, Oliver Momcilovic, Ivan Scepanovic, Suggested architecture of smart metering system, P R O C E E D I N G S of the R O M A N I A N A C A D E M Y Series A: Mathematics, Physics, Technical Science, Information Science ISSN: 1454-9069, No. 3/2012 (July - September 2012)
- [7] Anderson R., Fuloria S., Who controls the off switch, Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2010 First IEEE International Conference on, Gaithersburg, USA, 2010, pp.96-101.
- [8] Hahn Tram, Technical and Operation Considerations in Using Smart Metering for Outage Management, Transmission and Distribution Conference and Exposition, 2008. T&D. IEEE/PES.
- [9] CapGemini Consulting: "AMM for France: The Complete Case", 2007



**mr Lilijana Đukić Petromanjanc** – ODS „EPS-Distribucija“ D.o.o. Beograd, Regionalni Centar „Elektrovovodina“ N. Sad, Ogranak „Elektrodistribucija Zrenjanin“  
**Kontakt:** lilijana.petromanjanc@zr.ev.rs  
**Oblasti interesovanja:** Relacione baze podataka, Oracle, SQL programiranje, elementi sigurnosti i zaštita podataka