

Dejan Jelenčić, dipl. ing.  
Iskraemeco d.o.o., Zagreb  
[dejan.jelencic@iskraemeco.hr](mailto:dejan.jelencic@iskraemeco.hr)

Ivan Ivšinović, dipl. ing.  
HEP – ODS d.o.o., Elektrolika Gospić  
[Ivan.Ivsinovic@hep.hr](mailto:Ivan.Ivsinovic@hep.hr)

## KUĆNI TERMINALI I NJIHOVA ULOGA U UČINKOVITOJ UPORABI ENERGIJE

### SAŽETAK

S obzirom na energetska situaciju sada i u bliskoj budućnosti, te na potrebu proizvodnje sve većeg udjela električne energije iz obnovljivih izvora električne energije, sve veći značaj pridaje se problematiki učinkovitog korištenja energije u kućanstvima. Da bi kućanstva mogla učinkovito koristiti energiju, moraju im biti dostupni podaci o potrošnji energije u stvarnom vremenu i na jednostavan način. Stoga se kao jedno od mogućih rješenja predlaže kućni terminal, čije su funkcije potpuno u skladu sa direktivom 2006/32/EC (Energy end-use efficiency and energy services). Kućni terminal je uređaj koji prikazuje potrošnju prvenstveno električne energije, ali i ostalih vrsta energije. Povezan je sa mjernim uređajem (brojilom električne energije), što kupcu omogućuje pregled trenutne i povijesne potrošnje električne energije u kWh i kn, najveće i najmanje potrošnje/ostvarene snage, emisiju CO<sub>2</sub> u atmosferu i sl. Također, kućni terminal bi trebao omogućiti komunikaciju između korisnika i opskrbe, te omogućiti ponudu novih cjenovnih modele na temelju stvarnih očitavanja u realnom vremenu.. Upotreba kućnog terminala podiže svijest o načinu korištenja električne energije u kućanstvu i omogućava promjenu ponašanja kupca što u konačnici rezultira manjim računom za električnu energiju. Iskustva iz dosadašnjih studija govore o 5 do 15 % uštede električne energije u prvoj godini korištenja kućnog terminala.

**Ključne riječi:** tržište električne energije, kućanstvo, kućni terminal, energetska učinkovitost, AMI, pametne mreže

## HOME DISPLAYS AND THEIR ROLL IN THE EFFICIENT USE OF ENERGY

### SUMMARY

Given the energy situation now and in the near future, and the need for increasing the share of production of electricity from renewable energy sources, increasing importance is given to the problem of efficient energy use in households. Energy use in the households could be effective if utilities provide information on energy consumption in real time and use-friendly to the customers. Therefore, as one of the possible solution we propose home display, which functionalities are completely in accordance with Directive 2006/32/EC (Energy end-use efficiency and energy services). Home display is a device that shows the consumption of electricity, and other types of energy. Display unit is connected to measuring device (electricity meter), which allows the customer to review current and historical electricity consumption in kWh and currency kn, the maximum and minimum consumption / power, amount of CO<sub>2</sub> emissions into the atmosphere, etc. Also, the home display should enable communication between customers and suppliers, and provide new price models for billing based on real time consumption data. Home display raises awareness about the use and consumption of electricity in the household, which results in reduced consumer electricity bills. Experiences from studies say that it is possible to save 5 to 15% of electricity consumption in first year of using home display.

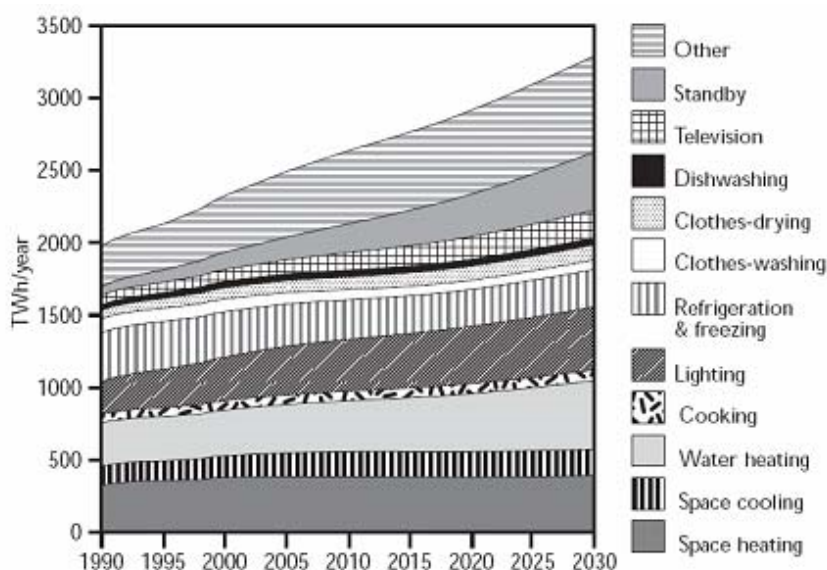
**Key words:** electricity market, households, customer, home display, energy efficiency, AMI, Smart grid

## 1. PREGLED REGULATIVE IZ PODRUČJA UČINKOVITOSTI KORIŠTENJA ENERGIJE

### 1.1. Racionalno i učinkovito korištenje energije i energetske usluge

Sve veća potreba za energijom uzrokovana gospodarskim rastom i povećanjem svjetske populacije i standarda, aktualizira racionalno i učinkovito korištenje energije. U cilju smanjenja emisija stakleničkih plinova iz konvencionalnih izvora energije, baziranih na fosilnim gorivima, potiče se proizvodnja energije iz obnovljivih izvora (sunce, vjetar i sl.). O tome većim dijelom govori i protokol iz Kyota, koji je Republika Hrvatska ratificirala 27. travnja 2007. Članice EU sukladno akcijskom planu za energetske učinkovitost planiraju do 2020. godine smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 20% u odnosu na 1990. godinu, poboljšati energetske učinkovitost za 20% te povećati potrošnju energije iz obnovljivih izvora za 20% što je tzv. EU plan 20-20-20 [1]. U planu Strategije energetskog razvoja Vlade RH je povećati udio energije dobivene iz obnovljivih izvora do 2010 sa sadašnjih 0,05% na 4,5% [2].

Kućanstva u EU koriste približno trećinu od ukupno isporučene električne energije [3], stoga je fokus racionalnog i učinkovitog korištenja energije sve više usmjeren na potrošnju energije u kućanstvima (Slika 1.).



Slika 1. Procjena Internacionalne energetske agencije (eng. International Energy Agency, IAE) o porastu potrošnje energije kućanstava unutar važećeg zakonskog okvira za razdoblje 1990.-2030 [4].

O planovima i mogućnostima racionalnog korištenja energije u kućanstvima govore slijedeće regulative.

Direktiva 2005/32/EC očekuje povećanje energetske učinkovitosti uređaja kako bi se ostvarilo 75% smanjenje potrošnje u standby režimu rada do 2020. godine. Energetska učinkovitost je definirana kao odnos između utroška energije i ostvarenog učinka u uslugama dobrima ili energiji [5].

Današnja potrošnja uređaja u EU u standby modu na godišnjoj razini je oko 39 TWh električne energije i 14 Mt (mega tona) emisija CO<sub>2</sub> u atmosferi, što je godišnja potrošnja Danske. Regulativa definira da od 2010. godine potrošnja u standby režimu rada svih novih uređaja mora biti manja od 1 W, a od 2013. godine 0,5 W. Postoji i regulativa o zabrani klasičnih žarulja, a dio regulativa vezana na eko dizajn trebala bi do 2020. godine uštedjeti 125 TWh električne energije, što je usporedivo sa potrošnjom Švedske [6].

### 1.2. Osvrt na direktivu 2006/32/EZ o učinkovitosti korištenja energije i energetske usluge

Opći cilj direktive 2006/32/EZ je za države članice EU postizanje sveobuhvatnog nacionalnog okvirnog cilja uštede energije, koji za devetu godinu primjene ove direktive iznosi 9%, do kojeg se dolazi putem energetske usluge i drugih mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti. Države članice EU za postizanje tog cilja trebaju poduzeti ekonomski isplative mjere. Direktivom se nalažu individualni (specijalni) programi za svaku državu članicu EU za mjere poboljšanja energetske učinkovitosti. Za potrebe programa operatori distribucijskog sustava električne energije trebaju dostaviti cjelovite povijesne informacije o potrošnji krajnjeg korisnika (dijagrame tekuće i povijesne potrošnje, podjele korisnika i njihov geografski položaj i sl.). Direktivom se nalaže kako članice EU-a trebaju osigurati, u granicama tehničke

izvodljivosti, financijske opravdanosti i razmjerno s mogućom uštedom energije, da krajnji korisnici imaju na raspolaganju individualna brojila po konkurentnim cijenama, koja točno prikazuju stvarnu energiju potrošenu od strane krajnjeg korisnika i pružaju informacije o točnom vremenu korištenja. Pri zamjeni postojećih mjernih uređaja potrebno je uvijek osigurati individualni pametni mjerni uređaj po konkurentnoj cijeni, osim ukoliko je to tehnički neizvedivo ili nije ekonomski vezano uz dugoročno procijenjenu uštedu energije. Pametni mjerni uređaji po konkurentnoj cijeni uvijek treba osigurati kada priključenja novih korisnika na mrežu kod adaptacije zgrade. Države članice osigurat će, prema potrebi, transparentan i obračun potrošnje energije, na temelju stvarne potrošnje. Potrebno je dovoljno često provoditi obračun potrošene energije kako bi krajnji korisnici mogli sami regulirati svoju potrošnju energije [7].

## **2. OČITANJE I OBRAČUN ELEKTRIČNE ENERGIJE ZA KUPCE KATEGORIJE KUĆANSTVO U RH**

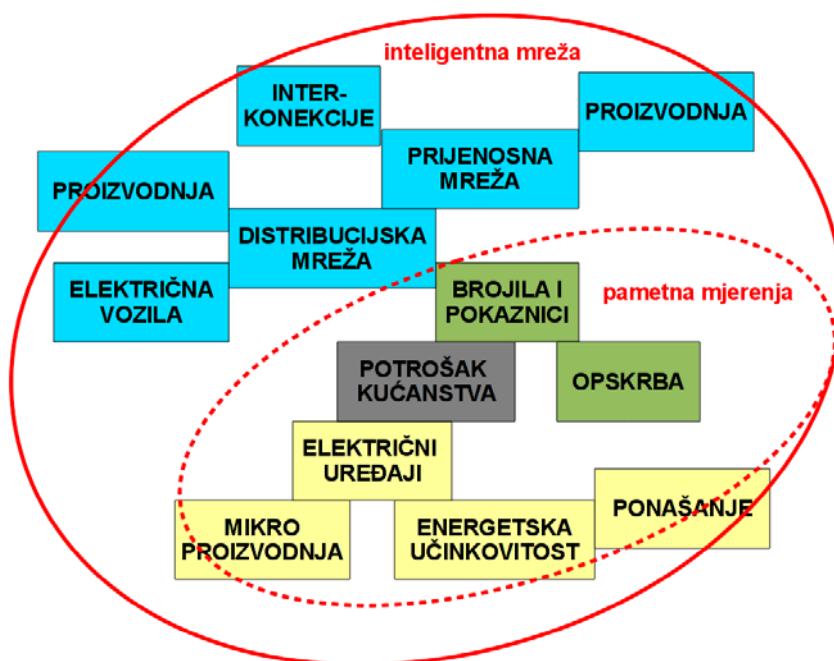
U Hrvatskoj, prema podacima za 2008.g. ima 2.069.016 kupaca (mjernih mjesta) električne energije kategorije kućanstvo [8]. Velika većina mjernih mjesta kategorije kućanstvo je opremljena elektromehaničkim brojilima električne energije, dok je manji udio mjernih mjesta kategorije kućanstvo opremljen elektroničkim brojilima u sustavu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima (eng. Automatic meter reading/management, AMR/AMM). Prikupljanje obračunskih mjernih podataka (očitavanje) za tarifnu kategoriju kućanstva se uglavnom radi neposrednim lokalnim očitanjem brojila (fizička osoba) stoga standardna usluga očitavanja za kupce električne energije kategorije kućanstvo iznosi 6 mjeseci unutar razdoblja  $180 \pm 15$  dana, sukladno Općim uvjetima za opskrbu električnom energijom [8]. Sa postojećim lokalnim neposrednim očitanjem jasno je kako bi smanjivanje standardnog razdoblja očitavanja brojila kategorije kućanstvo izazvalo velike dodatne troškove operatoru mreže, što bi u konačnici povećalo i ukupnu cijenu električne energije. Da bi se to izbjeglo, sukladno Općim uvjetima, primjenjuje se akontacijski sustav naplate, odnosno procjenjuje se mjesečna potrošnja svakog kupca u razdoblju do idućeg obračuna.

Nedvojbeno je kako sadašnji način očitavanja i obračuna električne energije sa polugodišnjim izmjerenim potroškom, na temelju kojeg se generiraju i korigiraju akontacije za sljedeće obračunsko razdoblje za kategoriju kućanstvo, pojedinom kupcu kategorije kućanstvo ne pruža dovoljno informacija o vlastitoj potrošnji električne energije. Kupcu električne energije trebaju biti dostupni podaci o potrošnji električne energije za što kraća vremenska razdoblja (dnevna, satna i sl.), kako bi na istu mogao utjecati. Dostupnost informacija o potrošnji energije u stvarnom vremenu i na jednostavan način izravno omogućuje racionalno korištenje električne energije. Preduvjet za dostupnost ovakvih informacija o potrošnji je postojanje Infrastrukture pametnih brojila (eng. Automatic meter infrastructure).

## **3. PAMETNA BROJILA I INTELIGENTNE MREŽE**

Europski parlament je kao ključnu tehnologiju za ostvarivanje EU cilja 20-20-20 prepoznao inteligentne mreže. Okosnicu inteligentne mreže čini AMI, a koja se sastoji od pametnih brojila i prateće informatičko komunikacijska infrastruktura. Prema Trećem energetsom paketu planirano je instalirati 80% pametnih brojila do 2020. godine. [10]

Pojam inteligentna mreža predstavlja, elektroenergetsku mrežu koja omogućava pametno integriranje radnji svih njezinih korisnika - proizvođača, potrošača i proizvođača/potrošača, a u svrhu da se električna energija isporuči učinkovito na održiv, ekonomičan i siguran način [11]. [11] Drugim riječima, inteligentna mreža osim prijenosa električne energije omogućava i dodatne informacije o stanju u mreži te shodno tome i upravljanje. Na slici 1. su prikazani dijelovi odnosno elementi inteligentne mreže.



Slika 1. Elementi inteligentne mreže

Inteligentne mreže mogu se funkcijski podijeliti na četiri glavna dijela: napredna infrastruktura mjernih sustava (eng. Advanced Metering Infrastructure - AMI), napredne operacije u distribuciji, napredne operacije u prijenosu, te napredno upravljanje.

Za ovaj članak upravo AMI ima važnu ulogu jer tek omogućava dvosmjernu komunikaciju između opskrbljivača i brojila kupca, čime kupcu omogućava dodatne informacije kao što su npr. trenutne cijene energije i podatak o potrošnji u određenom vremenskom periodu. Središnji dio napredne infrastrukture mjernih sustava su pametna brojila koja trebaju omogućiti korisniku utjecati na svoju potrošnju s obzirom na trenutne cijene električne energije te pratiti i kontrolirati potrošnju energije u kućanstvu.

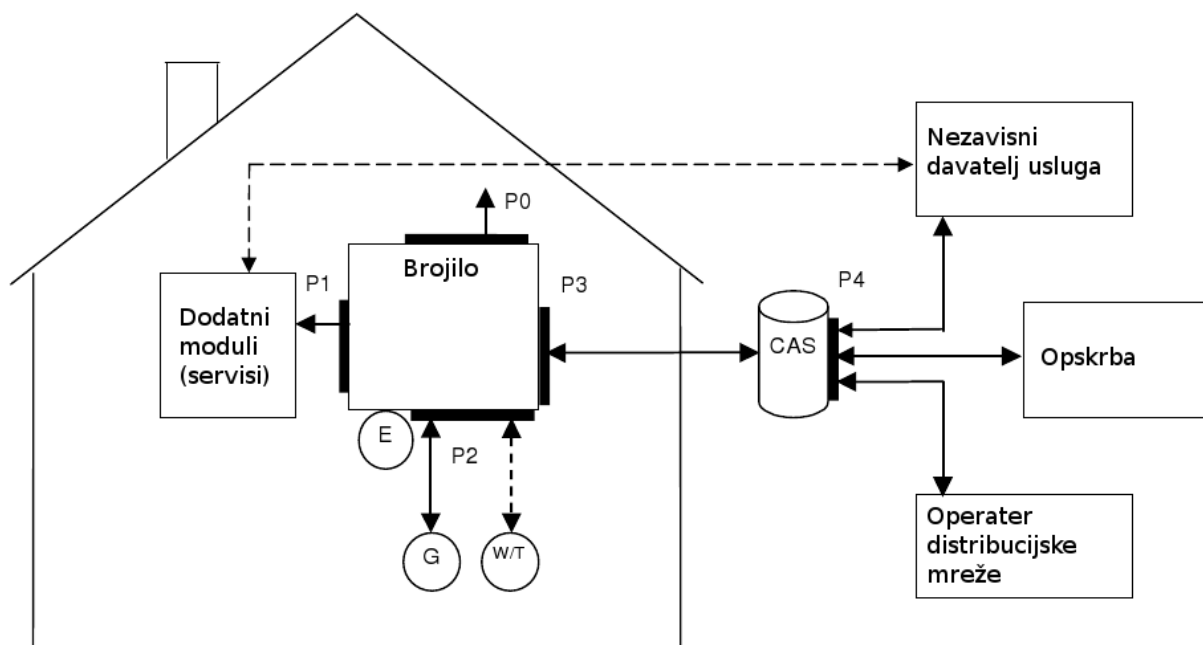
Zbog novonastale situacije, odnosno potrebe uvođenjem inteligentnih mreža čiji su važan dio sustav pametnih brojila, Ministarstvo ekonomije Nizozemske naručilo je studiju od Nizozemskog instituta za norme (Dutch Normalization Institute - NEN), čiji je zadatak definirati minimalni skup funkcija mjernih uređaja električne energije, plina i toplinske energije kod kupaca u kućanstvima. U travnju 2007. nastala je konačna verzija studije pod nazivom Nizozemski tehnički sporazum NTA-8130 (eng. Dutch Technical Agreement - NTA), odnosi se na mjerenja električne energije te plina.[12]

U dokumentu NTA-8130 se pri definiranju minimalnog skupa funkcija uvodi koncept NTA portova pri čemu svaki port ima određenu funkciju te pridružene zaštite. Na slici 2. su prikazani NTA portovi pametnog brojila, a njihova je funkcija slijedeća:

- P0 - lokalni servisni port - nije obuhvaćen sa NTA dokumentom
- P1 - komunikacija prema modulu za korisnika, a komunikacija omogućava samo čitanje podataka iz pametnog brojila (jednosmjerna)
- P2 - komunikacija sa plinomjerom, vodomjerom
- P3 - komunikacija sa središnjim serverom (eng. Central Access Serverom - CAS)
- P4 - port na središnjem serveru (CAS) namijenjen nezavisnim sudionicima pristup podacima te parametrima mjernih uređaja njihovih kupaca

Osim NTA definiranih portova, neka pametna brojila su opremljena sa petim portom koji omogućava komunikaciju pametnog brojila i vanjskog uređaja, a namjena mu je izvođenje servisnih radnih na licu mjesta. Ovaj port se ponekad naziva i P0.

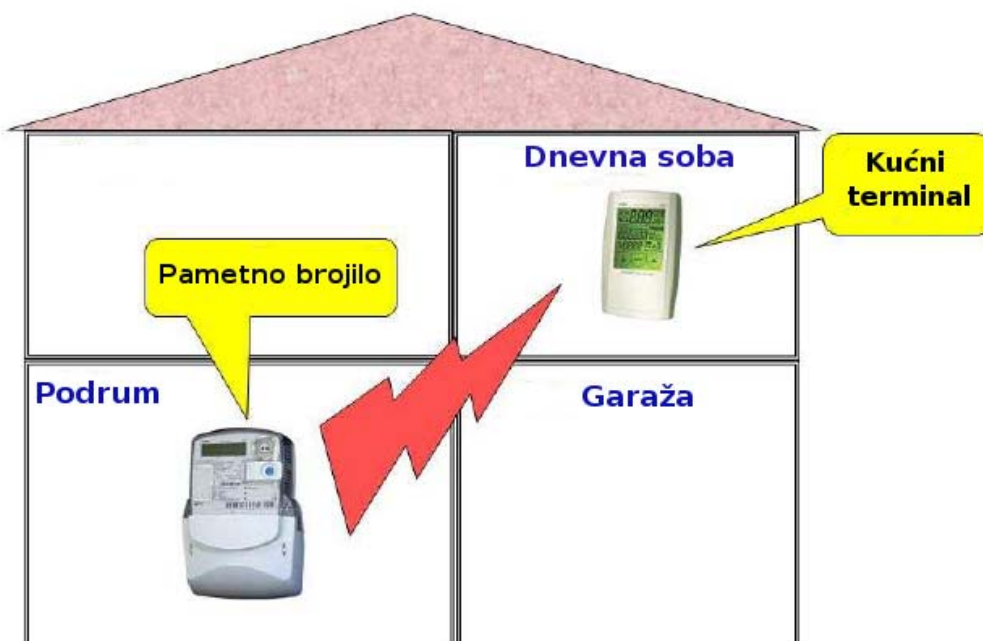
Sa korisničke perspektive je važan port P5, a koji predstavlja web stranicu opskrbe. Ovo je u stvari nadogradnja porta P4 koja omogućava korisniku informacije o svojoj potrošnji od opskrbe putem web stranica.



Slika 2. NTA portovi

#### 4. KUĆNI TERMINALI

Kućni terminal (eng. Electronic In-House Display) je uređaj koji kupcu omogućava pristup podacima o potrošnji i drugim podacima na jednostavan i prihvatljiv način i to bežičnom komunikacijom sa pametnim brojilom kao što je to prikazano na slici 3. Ova komunikacija je definirana sa dokumentom NTA-8130 odnosno kao NTA P1 port, i to aspekt komunikacije s obzirom na funkcije i zaštitu pametnog brojila od neovlaštenog pristupa i utjecaja na pametno brojilo.



Slika 3. Princip rada kućnog terminala

Osnovne značajke kućnog terminala su: LDC pokaznik, autonomnost rada osigurana je baterijom, prenosivost koju omogućava bežična komunikacija sa pametnim brojilom (npr. 868 MHz ISM).

frekvencijsko područje) sa radijusom pokrivanja stana odnosno kuće. Na slici 4. prikazani su kućni terminali različitih proizvođača.

S obzirom da se trenutno na tržištu nalaze kućni terminali različitih proizvođača i u različitim državama (distribucijama), u nastavku je dan pregleda svih podataka koji su dostupni na pokazniku kućnog terminala [13]:

- trenutna potrošnja el. energije izražena u kWh te novčanim jedinicama
- trenutna potrošnja plina izražena u m<sup>3</sup> te novčanim jedinicama
- trenutna tarifa
- statističke podatke o prethodnoj potrošnji
- krivulja opterećenja za protekli period (1 sat, 1 dan, 1 tjedan, 1 mjesec)
- CO2 emisije
- temperatura
- vrijeme i datum

Koji podaci će se nalazi na pokazniku ovisi prvenstveno o konkretnom slučaju, odnosno zakonskoj regulativi i kućnom terminalu.



Slika 4. Kućni terminali

## 5. PILOT PROJEKTI SA KUĆNIM TERMINALIMA

U ovom poglavlju će biti kratko prikazana dva pilot projekta kojima je bio cilj istražiti mogući utjecaj primjene kućnih terminala na smanjenje potrošnje električne energije, odnosno povećanje energetske učinkovitosti. Trenutno, mnoge države provode slične projekte u kojima testiraju odaziv korisnika prema ovoj tehnologiji sa jedne strane, a sa druge i samu tehnologiju. Piloti u nastavku su odabrani kao prikaz načina utjecanja na učinkovito gospodarenje energijom.

Country Energy je jedna od najvećih energetske tvrtke u Australiji, a koja je pilot projekt započela u prosincu 2004. Projekt je trajao do lipnja 2006. godine. U prvoj fazi pilot projekta obuhvaćeno je 150 korisnika sa jednofaznim priključkom kojima su instalirana pametna brojlara sa kućnim terminalom. Odabrana su mjesta Queanbeyan i Jerrabomberra (predgrađe Canberre) u New South Wales zbog klimatskih uvjeta te demografske slike kupaca. Instalirani kućni terminal prikazuje potrošak energije i njegovu cijenu, te omogućuje usporedbu povijesnih podataka potroška i cijene (satnih, dnevnih, tjednih, mjesečnih).

Tarifni program je kao jedan od elemenata obračuna sadržavao i posebnu Kritičnu vršnu tarifu (eng. Critical Peak Price - CPP) koja je bila dvostruko skuplja od Vršne tarife (eng. Peak Price). U ovom pilotu CPP je mogao biti aktiviran maksimalno 12 puta godišnje. Kupci su o najavi CPP-a obaviješteni elektroničkom poštom, SMS-om i porukom na kućnom terminalu minimalno 2 sata ranije.

Rezultat pilot projekta je prosječna ušteda energije od 5% te smanjenje vršnog opterećenja za vrijeme kritične vršne tarife za 30%. Kupci su na ovaj način uspjeli ostvariti prosječnu uštedu od 16% na računu za električnu energiju.[14]

Seattle City Light je javni operator distribucijskog sustava te su početkom 2009. godine započeli pilot projekt. Pilot projekt sastoji se od 24 nasumično odabrana korisnika koji su u periodu od 8 mjeseci koristili kućni terminal sa prikazom potrošnje i troškova u stvarnom vremenu. U promatranom periodu ova grupa korisnika uspjela je smanjiti potrošnju električne energije prosječno 3% odnosno 340 kWh. A Najveće pojedinačno smanjenje potrošnje električne energije koje je ostvareno iznosi 20% odnosno 4,174 kWh u promatranom periodu. S obzirom na dobivene rezultate, Seattle City Light namjerava dalje nastaviti sa pilot projektima za smanjenje potrošnje električne energije.[15]

I za kraj, jedna od novijih inicijativa dolazi od tvrtke Reliant Energy iz Houstona. Ova tvrtka uvodi dvije nove usluge za kupce koje će im omogućiti da učinkovitije koriste električnu energiju. Prva je slanje tjednih emailova sa podacima o potrošnji električne energije sa iznosima izraženim u novčanim jedinicama, te usporedbom sa potrošnjom u prethodnom periodu. Druga usluga uključuje savjetovanje o mogućim uštedama energije, pomoću plana vremenskog korištenja (eng. Time-of-use plan). [16]

## 6. ZAKLJUČAK

Razvoj pametnih brojila je u zreloj fazi. Danas se provodi više testova u ispitivanju funkcionalnosti pametnih brojila namijenjenih kupcima i opskrbljivačima nego razvijanju dodatnih funkcionalnosti namijenjenih operatorima distribucijskog sustava. A tome u prilog ide i činjenica da je u Trećem energetsom paketu predviđen plan za uvođenje pametnih brojila kod 80% kupaca do 2020. godine. To je i ključan uvjet za izgradnju inteligentnih mreža budućnosti te korak bliže ostvarivanju plana 20-20-20 do 2020.godine.

Iz pilot projekata navedenih u ovom članku može se zaključiti da je moguće učinkovitije koristiti postojeće energetske kapacitete podizanjem svijesti kupaca o potrošnji električne energije. I to na način da se kupcima omogući uvid u stvarnu potrošnju energije u stvarnom vremenu, ali uz uvjet da se uvedu tarifni modeli koji će kupcima omogućiti ekonomsku uštedu. Stoga bi bilo poželjno u nekom pilot projektu u stvarnim uvjetima provjeriti kolike su ostvarive energetske uštede. Svakako u tom pilot projektu mora biti uključeno mnogo više sudionika tržišta električne energije.

## LITERATURA

- [1] Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
- [2] Kyotski protokol, (NN 5/2007.)
- [3] Izvor internet [www.eea.europa.eu/themes/households/about-household-consumption](http://www.eea.europa.eu/themes/households/about-household-consumption)
- [4] Izvor internet [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [5] Energetska učinkovitost, izvor internet [www.hepesco.hr](http://www.hepesco.hr)
- [6] Ecodesign regulative, izvor internet [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/eco\\_design\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/eco_design_en.htm)
- [7] Direktiva 2006/32/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 5. travnja 2006. o učinkovitosti korištenja krajnje energije i energetske usluge, izvor [www.hep.hr/esco/dokumenti](http://www.hep.hr/esco/dokumenti)
- [8] Izvor internet [www.hep.hr/ods/kupci/default.aspx](http://www.hep.hr/ods/kupci/default.aspx)
- [9] Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom od 01. travnja 2006. (NN 14/2006)
- [10] DIRECTIVE 2009/72/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC
- [11] CEER Factsheet on Smart Grids, <http://www.smartgrids.eu>
- [12] Sander Keemink, Bart Roos: Security Analysis of Dutch smart metering systems, July 7, 2008.
- [13] <http://www.ecometer.com.au/overview.html>
- [14] The Country Energy Home Energy Efficiency Trial. Customer Brochure. Queanbeyan, Country Energy, <http://www.countryenergy.com.au>
- [15] In-Home Monitors Can Help Motivated Customers Save Energy, Seattle City Light reports, September 2009, <http://www.seattle.gov/light/news/>
- [16] Reliant Energy offers new smart energy services to customers, January 2010, [www.metering.com](http://www.metering.com)